

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 923 326**

51 Int. Cl.:

**B32B 27/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2010 PCT/US2010/038664**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2010 WO10147982**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2010 E 10790054 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.08.2021 EP 2454090**

54 Título: **Compuesto de fibra y proceso de fabricación**

30 Prioridad:

**18.06.2009 CN 200910040320**  
**09.12.2009 US 285051 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.09.2022**

73 Titular/es:

**XENE CORPORATION (100.0%)**  
**225 Post Ave**  
**Westbury, NY 11590, US**

72 Inventor/es:

**SHENG, HSU CHIEN**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

**ES 2 923 326 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

Compuesto de fibra y proceso de fabricación

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un aparato y a unos métodos para elementos compuestos de resina de grafito, tales como marcos de raquetas de deporte, varillas de golf y marcos de bicicletas

10 **Antecedentes de la invención**

Durante mucho tiempo, los marcos de raquetas de deportes compuestas de grafito se han estado produciendo manualmente en moldes mediante inyección de aire. En un proceso típico, se crea un "laminado" (del inglés, "layup") enrollando manualmente múltiples capas o laminaciones (que adoptan la forma de tiras de material plano), formada normalmente por material fibroso, tal como fibra de carbono o de grafito o fibra de vidrio, para formar una vejiga. La vejiga se forma, por ejemplo, utilizando un número de "capas" de fibra de grafito, permeado, por ejemplo, saturado con una resina termoendurecible o termoplástica no curada. Generalmente, las capas se envuelven a mano alrededor de un mandril rígido o varilla para controlar la forma del laminado deseada, que tiene normalmente forma de tubo.

Antes de que el grafito se enrolle sobre el mandril, el mandril se envuelve con una capa de material que está destinada a formar la superficie interna de una vejiga de laminado para ser inflada durante el proceso de fabricación descrito a continuación. Las capas están formadas por fibras de carbono y, tal como se ha mencionado anteriormente, están impregnadas con una resina de plástico no curada. Estas capas de resina/fibra de carbono se cortan manualmente en tiras o cintas antes de montarse en un laminado, típicamente se enrollan alrededor de un mandril para formar un tubo. Tras ser envuelta, a laminado (que, tras el devanado, adopta la forma de una vejiga) se le da manualmente la forma deseada de una raqueta, reforzada con parches adicionales de tiras planas de fibra de carbono impregnadas con material resinoso, y colocadas en un molde. La expresión material resinoso se refiere a cualquier material que se pueda utilizar en un compuesto de fibra de vidrio o de grafito para unir las fibras en una estructura sustancialmente rígida.

A continuación, el molde se cierra manualmente. La vejiga se somete a calor mediante el molde, haciendo que la resina termoplástica se cure. El resultado en la raqueta finalizada es un endurecimiento del material del laminado. Alternativamente, se pueden utilizar resinas termoendurecibles.

A continuación, la vejiga se infla con una única boquilla de aire colocada manualmente, que se une individualmente a un extremo de la vejiga. La boquilla suministra, por ejemplo, aire comprimido generado por un bombeo de aire para forzar las paredes del laminado hacia las paredes interiores de la cavidad de molde. Véase, Hsu, la patente US 4511523 (1985). Puesto que los dos extremos del laminado están formados con una configuración abierta, el extremo terminal del laminado opuesto se acopla al extremo que es inflado por la boquilla, permitiendo el aumento de presión en el laminado. El molde se calienta posteriormente para curar la resina termoplástica.

En este proceso, los marcos de raquetas compuestos son normalmente un diseño de tubo único. Los dos extremos del tubo de laminado, por ejemplo, en el caso de las raquetas de tenis, pueden estar, en la parte inferior de la raqueta. Dicho de otro modo, el tubo empieza en la base del mango de la raqueta de tenis, sigue en una dirección sustancialmente recta a lo largo de la longitud del mango de la raqueta de tenis, se extiende alrededor de la cuerda ovalada que soporta la forma del marco y continúa de manera contigua a la parte inicial del tubo en una dirección sustancialmente recta de regreso a la base del mango de la raqueta de tenis. Típicamente, la base del mango se corta en su extremo con una sierra y un par de elementos de agarre fijados alrededor de estas partes de los extremos de tubo que definen el mango de la raqueta de tenis. Por el requisito de inyección de aire, la forma básica tubular tiene que soplar aire a través de todo el tubo, lo que supone que el producto resultante inmediato es hueco con la técnica anterior y tiene necesariamente un eje de extremo abierto en la parte inferior o en la base del mango de la raqueta de tenis.

Aunque es posible, en principio para la forma de una estructura compuesta de múltiples tubos, se ha descubierto que cualquier división interna, puentes o lúmenes situados en estos tubos son difíciles de controlar en su ubicación, debido a las variaciones en la presión del aire de la vejiga y las características del laminado a lo largo de la longitud del laminado. Los intentos de incluirlos en el pasado han provocado importantes problemas de control de calidad y de producción.

Por una parte, debido a la naturaleza hueca de las raquetas de grafito, es necesaria una anchura de sección transversal mínima, por ejemplo, en el estribo o la parte de cabeza de la raqueta de tenis con el fin de permitir que la raqueta de tenis sea lo suficientemente resistente para soportar los potentes golpes típicos del juego. Por ejemplo, los jugadores profesionales de tenis pueden conseguir bolas rápidas de 241 km/h (150 mp/h) en un servicio.

Por otro lado, son deseables marcos más finos por el aumento de la velocidad, la velocidad de la cabeza (del inglés,

"head speed"), el control y el tacto. La calidad del material que forma el marco de la raqueta fabricado utilizando el proceso de presión de aire del estado de la técnica actual es tal que el marco hueco resultante está limitado a una anchura mínima, típicamente de 19 mm aproximadamente.

## 5 Sumario de la invención

Aparte de la resistencia del material del cual está hecha la raqueta de tenis, según la invención, también se cree que la naturaleza hueca de las raquetas de grafito del presente estado de la técnica, en comparación con la generación anterior de raquetas de madera sólida, han incrementado las lesiones en los hombros y los codos debido a la vibración y el impacto, en particular a partir de los tiros fuera del centro. Esto se debe a que el marco hueco y el eje de extremo abierto en el mango se acoplan, durante el juego, a la mano y luego al brazo.

De acuerdo con la invención, se cree que la apertura para la inyección de aire en la parte inferior del eje empeora el impacto en el mango de la raqueta y se propaga hacia y a través de la mano, el brazo y el hombro del jugador.

Se han invertido años de desarrollo de la industria para hacer frente a la minimización de estas vibraciones e impacto propagados, mediante la implementación de varios métodos de amortiguación de la transmisión de vibraciones, desde el mango de la raqueta hasta la mano del jugador.

La invención se dirige a estos aspectos al proporcionar una estructura de marco de compuesto de carbono de resistencia y fiabilidad incrementadas, proporcionando al marco de la cabeza y al mango un núcleo interior de espuma plástica y, opcionalmente, proporcionando un extremo verdaderamente cerrado en la base del mango de la raqueta.

De acuerdo con la invención, se cree que el cierre de los extremos de la raqueta puede mejorar aún más este aspecto del rendimiento de una raqueta de deportes.

Las raquetas de madera sólida, en comparación con las raquetas de grafito, absorben el impacto y, en consecuencia, la generación anterior de raquetas de madera no producía el número de lesiones de hombro y codo, asociados con las raquetas de grafito huecas. De acuerdo con la invención, se cree que la era de la fabricación de raquetas de grafito inyectado con aire ha producido una incidencia considerablemente mayor de lesiones de codo y hombro, no sólo debido a la naturaleza hueca de la tecnología de las raquetas de grafito convencionales, sino también debido al eje de extremo abierto en el extremo del mango.

Las raquetas huecas convencionales también son particularmente propensas a propagar la vibración y el impacto asociados con los tiros de fuera del centro, porque la energía proveniente del "mishit" o tiro errado se dirige al interior del marco hueco. El marco sólido inventivo, por otra parte, reduce este impacto e incrementa el tamaño del "sweet spot" o punto dulce en el marco, ya que la energía del tiro fuera del centro no se propaga bien, dentro o a través del marco inventivo. De acuerdo con la invención, la combinación de una raqueta más delgada y sólida también crea un mayor punto dulce, ya que disminuye la propagación del impacto. El resultado es un sorprendentemente mayor "forgiveness" o margen de error para los tiros fuera del centro.

La implementación de una raqueta de deporte con un núcleo de espuma no es desconocida. La patente US No. 4.129.634 de Cecka (1978) divulga el uso de un material de espuma plástica para formar un elemento de relleno interno dentro del núcleo de la cabeza de una raqueta de deportes. Sin embargo, durante los muchos años de fabricación de raquetas de grafito, esta tecnología de espuma no tiene, según el conocimiento del inventor, la implantación comercial sustancial observada dentro de la estructura crítica que rodea la cabeza de la raqueta que soporta las cuerdas.

De acuerdo con la invención, los materiales de tipo espuma se utilizan para presurizar y moldear el grafito. Sin embargo, el mero uso de la espuma para presurizar y moldear el grafito no es suficiente. Por ejemplo, la temperatura de curado de las resinas de carbono se encuentra típicamente en el rango de 130 grados Celsius. El agente espumante debe ser de un tipo que no se expanda sustancialmente antes de la temperatura necesaria para el curado, por ejemplo, hasta que se alcancen seis capas de fibras de carbono. Del mismo modo, se cree que la expansión debe ser relativamente rápida, debido a que la expansión lenta puede crear el cabeceo de las fibras en la estructura del marco mientras se están curando en el molde.

Una raqueta también puede no tener un rendimiento satisfactorio si la presión de la laminación de las capas no es suficiente. Del mismo modo, si la densidad del material de espuma es demasiado alta, aun cuando la velocidad de expansión alcance el nivel requerido, éste no podría cumplir con el peso ligero objetivo para un producto de fibra de carbono en particular. El coeficiente de expansión del material que forma la espuma plástica usada de acuerdo con la invención, Expancel 152, es de aproximadamente 60 a 1. Los materiales de espumas sólidas que tienen ratios de expansión en el rango de aproximadamente 2 a 1 no producen raquetas de suficiente fortaleza. Los materiales de espuma tipo gelatina que tienen velocidades de expansión en el rango de 10 a 1, en tanto que son sensiblemente mejorados, tampoco son ideales. Sorprendentemente, los materiales de espuma plástica microencapsulada proporcionan buena resistencia en el producto acabado y características de juego excelentes, probablemente debido

a una combinación de la estructura plástica celular y la presión aplicada.

La implementación de la invención puede variar dependiendo de los requerimientos de una aplicación en particular, algunos de los cuales pueden tolerar peso (por ejemplo, ciertas raquetas de tenis para jugadores que prefieren una raqueta más pesada), y otras que no requieren tanta fortaleza, pero podrían beneficiarse del ahorro de los costes asociados con el uso de menos fibra de carbono (por ejemplo, raquetas de bádminton, las cuales son tiene aplicación mucho menos importante).

También se ha descubierto, de acuerdo con la invención, que, si la temperatura de expansión es demasiado alta, ésta provocará dificultades en el moldeo. Cuando la velocidad de expansión es demasiado baja, esto puede afectar negativamente a la fortaleza de los elementos de fibra de carbono debido al cabeceo.

De esta manera, aunque la formación de un marco de raqueta de deportes con un material de espuma plástica (para aplicar presión a la fibra de carbono y el laminado de la resina durante la formación y después de la formación para reducir la vibración), bajo un amplio rango de condiciones empleando una amplia variedad de materiales, producirá un marco de raqueta para jugar, se puede lograr una raqueta con un rendimiento superior si los parámetros anteriores se cumplen.

La presión de aire aplicada mediante boquilla ha sido la práctica de la industria en la fabricación de raquetas de grafito durante muchos años. Debido a que la boquilla de aire debe conectarse de forma manual, y debido a las inconsistencias con las cuales la boquilla de aire se ajusta a esta última, el proceso no puede ser mecanizado eficientemente.

El proceso de fabricación de la raqueta, de acuerdo con la invención, utiliza un material plástico microencapsulado, que incluye un agente espumante en forma de un material en polvo, para formar la espuma plástica. Este material se introduce dentro de la vejiga del laminado tubular que se sella en ambos extremos. La vejiga se pone entonces en un molde de hierro que luego se calienta. Esto hace que el material se caliente, causando que éste se derrita y se expanda bajo la presión de un agente espumante contenido en el mismo.

Debido a que no se involucra la boquilla de inyección de aire, se elimina el trabajo asociado con la realización de esta conexión, y el proceso de fabricación se hace sustancialmente más uniforme y menos largo. Este aspecto de la invención también presenta la oportunidad de la fabricación en serie del marco de la raqueta, por ejemplo, en un proceso completamente automatizado.

De acuerdo con la invención, debe notarse que la formación de espuma del plástico que forma el núcleo interior de la espuma plástica de la raqueta se produce a una temperatura que es más o menos aproximadamente la temperatura necesaria para el curado y la fusión de las capas de las fibras de carbono/láminas de la resina termoplástica que forman la vejiga moldeada, aunque temperaturas algo más altas se pueden tolerar. Las temperaturas particulares son en función del material que se utiliza para formar la espuma plástica y se pueden obtener mediante ensayos de rutina de los mismos y comprobando el producto final para verificar que la temperatura no ha sido excesiva.

De acuerdo con la invención, se llena el laminado con el material plástico que forma la espuma microencapsulado en polvo, el cual no comienza a expandirse, en los ejemplos que se exponen a continuación, hasta que la temperatura alcanza los 120-130 grados centígrados, por ejemplo 130° C. Al mismo tiempo, la presión genera gas dentro de la vejiga laminada, la cual se sella en ambos extremos debido a la acción espumante del material microencapsulado dentro de la vejiga. Esto hace que las laminaciones de las capas de fibras que forman el marco de la raqueta en el producto terminado se presionen contra la superficie interior del molde para tomar la forma de la cavidad del molde.

Se entiende que cuando se aplica calor, el agente espumante microencapsulado se expande y deforma las cápsulas que lo contienen, formándose así una espuma plástica bajo presión. Esto produce la creación de presión suficiente para presionar las capas de fibra de carbono de grafito contra las paredes del molde para formar la fibra de carbono en la forma de la cavidad del molde. La combinación de calor y presión resulta en la fusión de las capas y la formación del material compuesto del cual se hace el marco de la raqueta. Esto se produce a una temperatura de aproximadamente 120-130 grados centígrados. Este rango de temperatura puede variar dependiendo de las características del material termoplástico que forma la lámina de fibra de carbono.

De acuerdo con una forma de realización preferida, la temperatura a la cual las microcápsulas se expanden y permiten que el agente espumante forme la espuma plástica, es de aproximadamente 130-135° C, aunque pueden lograrse resultados adecuados a temperaturas muy por encima de ese nivel. Del mismo modo, si la resina termoplástica en las láminas que incorporan las fibras de carbono tiene un punto suficientemente bajo de ablandamiento, se pueden usar temperaturas más bajas.

La espuma plástica creada cuando el material de espuma plástica microencapsulado en polvo se calienta, cuando se enfría, mantendrá sustancialmente su volumen sin encogerse. Después de enfriarse, el material plástico se solidifica en la forma del interior de la cavidad del molde.

Se ha encontrado que el método inventivo de usar un material de espuma plástica, el cual cuando se calienta, forma una espuma plástica que se obtiene al expandirse cerca de o por encima de la temperatura a la cual el material plástico, incorporado en las fibras de grafito, se cura y se funde, además de eliminar la necesidad del trabajo manual en la fijación de una boquilla de aire (así como los problemas asociados y las irregularidades relacionadas con ella), también logra un peso superior a la proporción de la fortaleza en el material de fibra de vidrio compuesto.

El método inventivo permite así la creación de un marco de raqueta con la misma fortaleza que un marco convencional más ancho (por ejemplo, en la sección transversal), y al mismo tiempo, elimina los problemas asociados con los métodos de fabricación que emplean la presión de aire suministrada por boquilla.

De acuerdo con la invención, debe tenerse en cuenta que pueden usarse técnicas equivalentes similares. Por ejemplo, un agente espumante microencapsulado puede ponerse en una cubierta frágil y mezclarse con plástico en polvo que se derretirá antes de que las microcápsulas se rompan y liberen el agente espumante. Alternativamente, las microcápsulas pueden solamente derretirse a la temperatura deseada y fusionarse con las partículas del polvo del plástico. Mediante el uso de varias combinaciones de plástico y microcápsulas, se pueden lograr una variedad de características del plástico, incluyendo fortaleza, flexibilidad, amortiguación, rigidez de peso, compresión, densidad, etc. Por ejemplo, un material elástico se puede incorporar en las microcápsulas rellenas con pentano para incrementar la absorción de la vibración y el impacto. Alternativamente, un material elástico se puede utilizar para las microcápsulas.

Alternativamente, la fórmula también puede incluir partículas de plástico alargadas, las cuales se seleccionan por la rigidez y las cuales también pueden tener características que resulten en su no fusión durante la generación de presión durante el proceso de formación de espuma, con el propósito de la fusión de las múltiples capas de fibra de carbono. Un material elástico incluido opcionalmente en la fórmula resultaría en la absorción de la vibración y el impacto, en tanto que la rigidez deseada sería proporcionada por las partículas de plástico alargadas.

Otra posibilidad es la incorporación de partículas alargadas que puedan orientarse. Por ejemplo, las partículas alargadas de "electret", las cuales no se funden ni pierden su polaridad a las temperaturas necesarias para la formación de la raqueta de grafito, se pueden introducir en la mezcla de las microcápsulas y orientarse mediante campos eléctricos al mismo tiempo que se inmovilizan en la configuración fundida, lo que resulta en orientaciones que podrían dirigirse a necesidades particulares en cuanto a fortaleza, amortiguación, etc. Por ejemplo, esta técnica puede utilizarse para formar un marco de bicicleta, en el cual las diferentes orientaciones de los electrets en partículas se logran mediante la aplicación de campos eléctricos de la orientación correspondiente a las diferentes partes del marco para dirigir las tensiones formadas en las partes del marco durante el uso.

Las raquetas de tenis convencionales también vienen en una variedad de tamaños de agarre, formas de agarre, peso, balance y configuraciones de los "swing weights" o momentos de inercia. Las raquetas con diferentes configuraciones se hacen típicamente en el fabricante, ya que las modificaciones en el campo o por los consumidores son difíciles. El resultado es que los almacenes están obligados a llevar grandes inventarios de los distintos tipos de raquetas de tenis. Esto también significa que el sistema de distribución es ineficiente y conlleva costes adicionales en la cadena de suministro. El aspecto modular de la raqueta inventiva permite que esta sea fácilmente adaptable a diferentes configuraciones, lo que resuelve esta deficiencia de los productos actuales.

La resina y el compuesto de fibra inventivos pueden comprender una cubierta exterior que define una cavidad, comprendiendo la cubierta exterior una pluralidad de capas de fibras. Un primer material resinoso está dispuesto entre las fibras y fija las fibras entre sí. Un segundo material resinoso está dispuesto dentro de la cavidad, estando el segundo material resinoso configurado y dimensionado para definir los vacíos dentro de la cavidad entre partes del segundo material resinoso. Un material gaseoso está contenido dentro de los vacíos, el material gaseoso que se encuentra a una presión por encima de 138 kPa (20 psi), pero más preferentemente de 207 kPa (30 psi), y más preferentemente aún por encima de 276 kPa (40 psi).

Un agente espumante está dispuesto en la cavidad. El agente espumante y el segundo material resinoso están adaptados para interactuar durante el curado, para crear una estructura resinosa que está configurada y dimensionada para definir los vacíos dentro de la cavidad entre las partes del segundo material resinoso.

Una resina y el laminado de fibra inventivos, comprende una pluralidad de capas de fibras configuradas como una vejiga cerrada la cual define una cavidad interna dentro de la vejiga. Una cantidad de un primer material resinoso está dispuesto entre las fibras y está adaptado para ser curado para asegurar a las fibras entre sí. Un segundo material resinoso está dispuesto dentro de la cavidad. Un agente espumante está dispuesto en la cavidad. El agente espumante y el segundo material resinoso están adaptados para interactuar durante el curado para crear una estructura resinosa configurada y dimensionada para definir los vacíos dentro de la cavidad entre las partes del segundo material resinoso. Los vacíos pueden ser vacíos de células cerradas o abiertas.

Las fibras pueden estar en capas con diferentes orientaciones. Una capa de un material impermeable al aire puede estar dispuesto en la cavidad posicionada entre el segundo material resinoso y la pluralidad de capas de fibras.

- La cavidad puede ser una cavidad cerrada. El material gaseoso puede estar bajo una presión de más de 5 kg/cm<sup>2</sup>, por ejemplo superior a 138 kPa; por encima de 20 libras por pulgada cuadrada, preferentemente más de 207 kPa; por ejemplo 30 psi, y por mayor información y creencia más preferentemente, quizás por encima de 276 kPa o 345 kPa; por ejemplo 40 o 50 psi, o tanto como la presión creada en las formas de realización descritas a continuación, en relación con un laminado de marco principal de raqueta de tenis provisto con 25 gramos de Expancel 152. Para las presiones de muchas aplicaciones en el rango de 5-15 kg/cm<sup>2</sup> se obtendrán excelentes resultados.
- Una o ambas partes extremas de la manga en la que se envuelve el laminado se pueden configurar como un nudo o un dobléz.
- El material resinoso que está dispuesto entre las fibras puede adaptarse para curarse mediante calor. El segundo material resinoso puede adaptarse para curarse mediante calor. El segundo material resinoso puede encapsular al agente espumante.
- El segundo material resinoso encapsula al agente espumante y esto causa que se expanda a aproximadamente la misma temperatura que la temperatura de curado para el primer material resinoso.
- El segundo material resinoso y el agente espumante pueden no tener forma rígida y pueden estar en forma de polvo.
- El segundo material resinoso y el agente espumante pueden tener una velocidad de expansión superior a 30, o preferentemente en el intervalo comprendido entre aproximadamente 50 y 70, por ejemplo 60.
- El método inventivo de realizar un elemento de compuesto de fibra comprende la formación de elementos planos de fibra impregnada con un material resinoso, y la envoltura de los elementos planos alrededor de un mandril. Un material que forma espuma plástica se coloca dentro de los elementos planos envueltos. Entonces, se cierran considerablemente los extremos de los elementos planos envueltos para definir una vejiga sustancialmente cerrada. A continuación, se introduce la vejiga cerrada en un molde, causando que el material que forma la espuma plástica forme una espuma plástica, el material resinoso entonces se cura, por ejemplo, mediante calor.
- El laminado curado se retira del molde. Alternativamente, el molde es un elemento que forma una parte permanente de los elementos de los compuestos de fibra.
- Preferentemente, se cubre el mandril con una manga antes de envolver las capas de fibras. Un material adhesivo puede usarse para asegurar ajustadamente la manga alrededor del mandril. El mandril puede ser un mandril de dos partes.
- La fibra puede ser fibra de grafito. El material que forma la espuma plástica puede formar la espuma plástica cuando se somete a una temperatura lo suficientemente cerca de la temperatura a la cual el material resinoso se cura con la aplicación de calor, de manera que la espuma plástica ejerce presión sobre las capas de fibra, mientras el material resinoso se cura.
- En consecuencia, un objetivo de la presente invención es proporcionar un método para producir un marco de raqueta realizado a partir del material compuesto, en el cual la inyección de gas no es necesaria para expandir el material compuesto para formar el marco de la raqueta y el marco puede estar completamente encerrado en un molde cerrado durante el proceso de fabricación.
- Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método para producir un marco de raqueta que, aun estando en el extremo inferior del rango de los pesos aceptables de las raquetas, todavía tenga la fortaleza necesaria para funcionar bien en condiciones de juego extremas. Esto significa que una única raqueta inventiva puede modificarse sustancialmente a través de todo el rango de preferencias y distribuciones de pesos del jugador. De acuerdo con la invención, esto se puede lograr, después de la fabricación del marco, e incluso después del acordamiento del marco, mediante la instalación de objetos que puedan montarse en el marco, e incluso incorporar pesos dentro del marco.
- También es posible incorporar pesos en diferentes posiciones en el marco. Estas posiciones pueden seleccionarse con el fin de optimizar las características de la raqueta durante el juego. Esto se compara con las raquetas convencionales, donde el peso del grafito/compuesto de polímero era necesario frecuentemente alrededor de la circunferencia de la cabeza, con el fin de apoyar las cuerdas. Más aún, las estructuras que incorporan pesos, si se contemplan, presentarían complicaciones en los procesos de fabricación convencionales, en la medida en que habría una mayor probabilidad de que el paso de aire pudiera ser bloqueado durante la fabricación en un método de fabricación de flujo de aire convencional.
- Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un marco de raqueta sólido muy delgado, que reduzca el impacto mucho más que un marco hueco convencional, y mejore el rendimiento debido a la velocidad del swing y la velocidad de la cabeza, y en virtud de tener una mayor zona de golpeo o "sweet spot".

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una raqueta modular completamente personalizable en el campo por consumidores normales.

Este método puede mejorar considerablemente la rigidez del grafito y la fortaleza para proporcionar golpes y tiros más potentes en el deporte. También se puede esperar que disminuyan el impacto y la vibración asociados con las lesiones del codo y el hombro en el tenis mediante la creación de un producto relleno sólido cerrado. De acuerdo con la invención, dicha estructura se consigue gracias a que los extremos opuestos del tubo están cerrados y todo el tubo se coloca opcionalmente en un molde que está cerrado completamente. Esto se contrapone a los métodos de fabricación de la técnica anteriores en los cuales se incluye una boquilla y una tapa que sobresalen del molde, y conlleva mano de obra adicional para fijar la boquilla y la tapa antes del curado de la resina, y el aserrado de la base del mango del marco después de que la resina se haya curado y solidificado.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de formación de elementos de fibra de grafito, y una operación de fabricación, que incluye un único paso de curado, para la fabricación de elementos de fibra de grafito en varias formas, que de otra forma no se pudieran realizar con molduras de presión de aire convencionales. Más particularmente, esto se puede lograr ya que la forma de la parte que está siendo fabricada, no necesita establecer una vía continua para el flujo del aire. En su lugar, un número de fuentes podrían ensamblarse, y las vejigas ensambladas entonces ponerse juntas en una configuración deseada para el calentamiento y el curado.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un método para la fabricación de un elemento de compuesto de fibra de grafito sin una vejiga de nailon interior, dependiendo de la viscosidad de la espuma plástica para evitar las fugas de aire a través de un laminado de fibra de carbono/resina.

Otro objetivo de esta invención es proporcionar un método que solucione el problema de las características de las raquetas inconsistentes debido a las irregularidades y a otros problemas asociados con el proceso de inyección de aire mediante la boquilla.

Otro objetivo de esta invención es fabricar raquetas de grafito mediante el uso de máquinas y minimizar o eliminar el trabajo humano.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un marco para la producción de una raqueta de compuesto de fibra de resina, que pueda cargarse fácilmente con pesos, para ajustar el peso y el equilibrio de la raqueta.

Otro objetivo de la presente invención consiste en moldear un marco de raqueta con agujeros, eliminando así la necesidad de taladrar los agujeros después de la fabricación del marco. Esto se puede hacer mediante el ensamblaje de dos laminados de mitades de raquetas, colocando uno de los laminados de mitad de la raqueta en la mitad inferior del molde, colocando una pluralidad de pasadores posicionados donde tengan que estar los agujeros en las ranuras previstas en el molde, y después, colocando el otro laminado de mitad de raqueta sobre el primer laminado de mitad de raqueta y cerrando el molde con la otra mitad del molde.

En una forma de realización de la invención, la raqueta también utiliza una formación de base de mango de raqueta cerrado, con el objetivo de reducir las lesiones por impacto y vibración, en comparación con las raquetas con el eje de extremo abierto del actual estado de la técnica de las raquetas de grafito.

#### **Breve descripción de las figuras**

El funcionamiento de la invención se pondrá de manifiesto a partir de la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos, en los cuales:

La figura 1 muestra una raqueta de tenis de grafito del estado de la técnica;

La figura 2 ilustra una sección transversal de la raqueta de tenis que usa una espuma de plástico encapsulada rígida como se describe por Cecka, en la patente US nº 4.129.634, en un intento previo de usar agentes espumantes para la fabricación de una raqueta de grafito-carbono;

Las figuras 3-5 ilustran la práctica mayoritaria en la industria que consiste en utilizar la inyección de aire para formar la parte principal del marco de una raqueta de grafito, según lo descrito por Hsu, en la patente US nº 4.511.523 sobre la formación de raquetas de grafito;

Las figuras 6-7 ilustran la construcción de un laminado útil en la práctica de la tecnología inventiva;

Las figuras 8 y 9 ilustran el curado de una raqueta de tenis usando una composición que genera espuma plástica que comprende unas microcápsulas que incorporan el agente espumante comercializado con la marca EXPAN-CELL 152 que se usa de acuerdo con la invención;

La figura 6 es una vista en perspectiva de un tubo de celofán cerrado que contiene el agente espumante

microencapsulado que se puede fabricar mediante máquina;

5 La figura 7 es una cubierta tubular cerrada formada por un tubo de celofán que contiene el agente espumante microencapsulado en la célula 152, con el tubo envuelto con una lámina múltiple cerrada de fibra impregnada de resina que forma un tubo de acuerdo con la presente invención, el cual puede estar formado mediante máquina en lugar de mediante mano de obra humana.

10 La figura 8 es el tubo de fibra conformado por la formación de la raqueta que se puede colocar en un molde mediante una máquina;

15 Las figuras 9a y 9b son unas secciones transversales horizontales a través de la cabeza del marco de la figura 8, que muestran el Expancel 152 dentro del tubo de fibra en comparación con la pretermoforma (que es anterior a la aplicación de calor y al ablandamiento físico y expansión del agente espumante microencapsulado) de la Figura 9a y el estado de postermoforma (que es posterior a la aplicación del calor suficiente para causar que las microcápsulas se expandan, por la acción del agente espumante y causen que la espuma se expanda y fuerce a la fibra de carbono hacia las paredes interiores del molde que forma la raqueta) de la Figura 9b;

20 La figura 10 es una vista de la sección transversal de otra forma de realización de la invención, por medio de la cual los tubos de grafito microencapsulado postermoformados, se colocan dentro de los tubos de fibra para la formación de tubos dentro de tubos;

25 La figura 11 es la sección transversal de otra forma de realización de la presente invención, que muestra dos tubos los cuales se han formado antes de ser envueltos con un segundo tubo para formar el lazo que apoya la cuerda o parte de la cabeza de una raqueta de tenis;

La figura 12a ilustra la moldura de la parte del mango de una raqueta;

La figura 12b es una vista en sección transversal de un tubo dentro de una estructura tubular;

30 La figura 13 ilustra la fabricación de una cabeza del marco;

La figura 14 ilustra la construcción de una raqueta de bádmiton;

35 Las figuras 15 y 16 muestran otra forma de realización de la invención con la distribución del peso de la raqueta;

La figura 17 muestra una raqueta de acabado personalizable 14 en una vista en planta explosionada;

40 Las figuras 18-25 ilustran la fabricación de parches de fibra de carbono para su uso en la fabricación del marco inventivo y la puesta en práctica del método de la invención;

Las figuras 26-27 muestran la constitución de un conjunto de grafito que se usa para iniciar la envoltura de un laminado para una raqueta de bádmiton;

45 La figura 28 muestra un mandril de dos partes para la envoltura del laminado de la invención;

Las figuras 29-36 ilustran la envoltura de la raqueta de bádmiton inventiva;

La figura 37 ilustra una herramienta para llenar un laminado con las microcápsulas;

50 La figura 38 ilustra un molde de madera para formar una cabeza de raqueta de bádmiton;

Las figuras 39 a 49 ilustran la envoltura adicional de la raqueta de bádmiton inventiva;

55 La figura 50 ilustra un molde para el curado de la raqueta de bádmiton inventiva;

La figura 51 ilustra las partes de la raqueta de tenis inventiva;

Las figuras 52-54 ilustran la formación de un laminado para la raqueta de tenis inventiva;

60 Las figuras 55-56 ilustran los moldes alternativos de curado con calor, para la formación de los mangos de la raqueta de tenis inventiva;

Las figuras 57-60 ilustran la finalización de la formación de un laminado para la raqueta de tenis inventiva; y

65 La figura 61 ilustra un molde de curado con calor para la finalización de la formación de la raqueta de tenis inventiva.

**Descripción detallada de las formas de realización preferidas**

La figura 1 muestra un marco de raqueta 11 de grafito convencional con la forma de la raqueta existente y deseada. Cuando se fabrica usando las técnicas de fabricación de grafito con inyección de aire, esta tiene una ventaja en cuanto a fortaleza en la relación del peso con respecto a la raqueta de madera predecesora. El marco de la raqueta 11 tiene una parte de cabeza 12, una parte de garganta 13, una parte de mango o eje 14, y unos agarres 15, que se superponen al mango 14. Estas partes del marco de la raqueta 11 están formadas como un único elemento de una sola pieza y continuo. La parte de la garganta bifurcada 13 es continua con la parte de cabeza 12 y con la parte de eje 14. Una parte de travesaño o yugo 16 está prevista entre ambos lados de la parte de garganta 13. La parte de yugo 16 y la parte de cabeza 12 forman una parte de estiramiento de cuerda 17 aproximadamente ovalada que rodea una cara que golpea la bola 18. Una ranura de cuerda 19 está formada cóncavamente en la superficie externa de la parte de cabeza 12.

La figura 2 ilustra una estructura de marco de raqueta de tenis del estado de la técnica según se describe en la patente US nº 4.129.634 de Cecka. En este caso, el marco 11' incluye una superficie externa formada por unas capas de fibra de grafito 20 y un núcleo de espuma interior 22. Este producto se elabora mediante el enrollado de múltiples capas de fibra de carbono sobre una masilla central como núcleo. El núcleo principalmente comprende material de relleno, tal como corcho, resina (tal como una resina termoestable), y agentes inflables para lograr la formación de espuma de la resina, así como un acelerador y un agente de curado. Durante la fabricación, el laminado de la raqueta se coloca en una herramienta de molde de acero y se calienta. La presión generada por el agente inflable durante la formación del núcleo de espuma está destinada a proporcionar la presión que conforma la forma exterior del laminado, después del enfriamiento, a la forma del laminado. Como se mencionó anteriormente, esta tecnología no se ha empleado comercialmente, tal vez debido a las características desfavorables de la raqueta, ya que la simple inclusión de un núcleo de espuma plástica, por sí mismo, no deriva en características mejoradas del juego, las cuales se han descubierto de acuerdo con la invención.

De acuerdo con la invención, la expansión de la espuma plástica está programada para que coincida sustancialmente con o siga al ablandamiento del plástico que forma el núcleo de espuma de la raqueta inventiva. Antes del curado, la resina que satura las fibras de grafito es un material suave y pegajoso. En consecuencia, si la expansión no se programa cuidadosamente, es posible que la misma se produzca un poco antes del curado y entonces para cuando se produce el curado, tal vez después la presión se haya perdido.

De acuerdo con la invención, el núcleo de espuma puede comprender una célula abierta o célula cerrada de espuma plástica. El material usado en la forma de realización preferida, Expancel® tiene la ventaja de ser líquido durante la formación de la espuma plástica. También se cree que la espuma de célula cerrada puede proporcionar una ventaja para asegurar que, en el caso de una fuga, el material de célula cerrada pueda ser más efectivo para llenar rápidamente la fuga, y debido a su viscosidad en comparación con el aire, más efectivo para prevenir el escape del aire y por lo tanto la pérdida de la presión.

La temperatura de curado de la resina de carbono puede ser, por ejemplo, de 130 grados Celsius. La presión interna usada a 130 grados Celsius para presionar la capa de carbono contra el molde y adherir las capas de resina de las láminas de fibra de carbono juntas antes de que la resina se cure, debería ser de por lo menos aproximadamente alrededor de 700 kPa; es decir, de 7 kilogramos/cm<sup>2</sup> (aproximadamente 100 psi) a 15 kilogramos/cm<sup>2</sup> (o aproximadamente 215 psi), aunque 500 kPa; es decir, 5 kg/cm<sup>2</sup> a veces se emplean en algunas aplicaciones. La espuma plástica que va a ser seleccionada es preferentemente capaz de alcanzar esta presión durante el curado. Esto puede ser más fácil de lograr cuando se inicia la formación de espuma después que la resina esté en su temperatura de curado y puede enfriarse antes de que se pierda la presión.

Más aún, muchas espumas sólo pueden expandir su tamaño 2-3 veces, y debido a su tamaño, harían que la fibra se recorte fuera de la forma del molde deseado. El recorte de la hebra de la fibra de grafito podría dañar la construcción y poner en peligro la construcción y la fortaleza.

Cabe señalar que, si la expansión no se produce en el momento adecuado, la raqueta seguirá pareciendo que está bien hecha. La adhesión entre las capas de grafito y entre el núcleo de espuma y la capa de grafito también podría ser buena. Sin embargo, la adhesión entre las capas de grafito puede no ser lo suficientemente buena para producir un rendimiento excelente y/o a largo plazo del marco de la raqueta. Por lo tanto, es importante que una presión suficientemente alta se aplique a la espuma después que la resina se haya polimerizado y esté lista para enfriarse. Por supuesto, es posible crear esa presión antes de la polimerización, siempre y cuando la misma se encuentre a un nivel lo suficientemente alto cuando se produzca la polimerización.

Parece ser que, si se produce una pérdida de la presión después de la polimerización, esto no es crítico ya que la presión se ha aplicado a las capas de grafito causando que estas estén bien unidas entre sí, y la pérdida de presión, aun cuando un marco termoplástico está en el estado ablandado, podría no afectar a las características del marco en el producto enfriado.

Se observa además que el uso de un material de espuma plástica en forma de polvo, por ejemplo, una espuma

encapsulada, permite que el laminado sea presionado desinflado para evitar el recorte del grafito en el molde cuando se cierra el molde antes que la resina de saturación de la fibra de carbono se caliente y se cure. La expansión que es demasiado lenta también puede crear el cabeceo de las fibras por el molde fuera de la cavidad del molde.

5 El uso de materiales de tipo de espuma para presurizar y moldear el grafito puede fallar debido a que la presión de laminación de las capas no sea lo suficientemente alta y debido a la baja velocidad de expansión de la fibra de carbono. Si la densidad del material de espuma es demasiado alta, aun cuando la velocidad de expansión alcance el nivel requerido, este no será tan ligero como se desea para los productos reforzados de fibra de carbono.

10 Las figuras 3-5 muestran la tecnología de fabricación de la raqueta de presión de aire más utilizada actualmente. La fibra de carbono usada para hacer el laminado adopta la forma de una lámina de grafito. Las láminas de grafito están envueltas alrededor de una manga enteriza para producir el laminado.

15 La presión del aire es forzada a través de un conjunto de inflación 31, que comprende una válvula 30, junto con la boquilla 32 para recibir una fuente de presión de aire, como se muestra en la figura 3. El conjunto de inflación 31 está acoplado en un extremo a una fuente de aire comprimido y al tubo sin manga del laminado 33 en el otro extremo. El laminado 33, formado por un elemento tubular interior y las capas de material de grafito impregnado con resina, se coloca en la cavidad 59 definida por las dos mitades 61 y 62 del molde 60 para calentar y curar el laminado, con la aplicación de presión de aire, con el objetivo de formar finalmente el marco moldeado y curado. Véase, la figura 4.

20 El laminado 33 del tubo de carbono suave prefabricado, formado con la fibra de carbono y la resina sin curar, se coloca en la cavidad 59 definida entre las dos mitades 61 y 62 del molde de acero 60 cuando la cubierta está cerrada. La boquilla de aire 31 está acoplada mediante su acoplamiento de boquilla hembra 32 a una fuente de aire comprimido, que puede sellarse mediante el acoplamiento con una boquilla macho.

25 El laminado terminado se coloca en una sección del molde inferior 61 y a continuación, se cubre con la sección del molde superior 62. Véase la figura 5.

30 La boquilla está unida a un extremo de la manga enteriza para crear la presión de aire necesaria dentro de la manga para formar el carbono a la cavidad 59 del molde a la temperatura de curado, la cual es típicamente de aproximadamente 130 grados centígrados. El otro extremo de la manga enteriza se puede sellar, o se puede utilizar el aire que corre a través de un extremo mientras que está en el molde para inflar y sellar el extremo opuesto de la manga enteriza trayendo los dos extremos de la manga juntos en una sola parte tubular del molde.

35 Después que el compuesto de grafito se haya curado, se deja enfriar. A continuación, se realiza el acabado de la raqueta incluye la eliminación del exceso de material, el lijado y la eliminación de la base del mango o el eje de la raqueta, por ejemplo, mediante aserrado.

40 A partir de esto, se entenderá que la parte inferior del eje está abierta y es hueca. Más aún, con el objetivo de aplicar los métodos convencionales de fabricación, esto es necesario con el objetivo de que el aire sea inyectado en el tubo de carbono, mientras se calienta. Por lo tanto, la raqueta resultante tendrá un eje abierto como resultado de este proceso.

45 En la forma de realización preferida, se entiende que un material comprende microesferas huecas de plástico se utiliza para formar la espuma plástica. Las microesferas son partículas formadas esféricamente con una cubierta termoplástica que encapsula un gas. Cuando las microesferas se calientan la cubierta termoplástica se ablanda y el gas aumenta su presión, resultando en una expansión de las esferas. Las microesferas o microcápsulas que incluyen el agente espumante son de aproximadamente 10-30 micrones de diámetro, con un grosor de 5-15 micras y densidad de 1,03 gramos por centímetro cúbico.

50 De acuerdo con la forma de realización preferida, la temperatura de curado de la resina es de aproximadamente 140-150 grados centígrados. El marco de la raqueta u otra parte del compuesto deben mantenerse a esta temperatura durante aproximadamente 20 a 35 minutos.

55 La velocidad de expansión del material espumante de la espuma plástica seleccionado de acuerdo con la invención (Expancel 152) es de aproximadamente sesenta a uno. De acuerdo con la invención, el material que forma la espuma de las microcápsulas usadas comienza a expandirse de aproximadamente 105 a 115 grados centígrados y temperaturas superiores. Este puede continuar expandiéndose significativamente hasta que la temperatura caiga por debajo de aproximadamente 105 grados centígrados. Sin embargo, la temperatura superior puede variar dependiendo del producto plástico espumante particular usado. Los factores significativos en esto pueden ser la resina utilizada, el agente espumante, y la naturaleza de la microcápsula.

60 De esta manera, las microcápsulas no comienzan a expandirse sustancialmente hasta que la temperatura esté cerca de la temperatura necesaria para el curado y la fusión del material compuesto de fibra de grafito. Se entiende que la

65

5 cubierta de la cápsula se realiza a partir de una resina de copolímero acrílico. El material de la cubierta, después de la expansión, puede formar el material del núcleo de espuma final de la raqueta de grafito. Alternativamente, materiales adicionales, tales como bigotes de grafito, pueden incorporarse en forma de polvo y se mezclan con el polvo de las microcápsulas para lograr diferentes características. El agente espumante puede ser pentano o cualquier otro agente espumante adecuado para el material del cual está hecha la microcápsula y para la aplicación, por ejemplo, de los marcos de las raquetas de tenis.

10 De acuerdo con la invención, el material de espuma plástica particular que se deposita en el laminado es Expancel 152, disponible comercialmente por Akzo Nobel. Una cantidad predeterminada de Expancel 152 se coloca en el tubo enterizo y el laminado se enrolla para distribuir más uniformemente ese material.

15 Los extremos opuestos del laminado relleno se sellan, por ejemplo, mediante la sujeción de los extremos del tubo enterizo sobre el cual se envuelven las tiras de fibra de carbono impregnadas en resina. El laminado relleno se forma aproximadamente en la forma del producto que se está haciendo, por ejemplo, una raqueta de tenis, y se coloca en la cavidad del molde en la parte inferior del molde. La parte superior del molde tiene una cavidad sustancialmente similar o idéntica, y el laminado se adapta cuidadosamente para ser contenido en la cavidad, y para evitar pellizcos del laminado por las superficies del molde adyacentes a la cavidad.

20 A continuación, el molde se calienta. Una vez que se alcanza la temperatura deseada, tal como se entiende, las microcápsulas se ablandan y el agente espumante asociado con el Expancel 152 se expande en tamaño. Cuando se enfrían, las microcápsulas expandidas, las cuales ahora forman un núcleo de espuma plástica, mantienen sustancialmente su volumen.

25 Por lo tanto, según la invención, es simplemente necesario poner las perlas poliméricas en polvo que contienen el agente espumante en el laminado y seguir las etapas del proceso de sellado del laminado, poner el laminado en el molde y calentar a la temperatura deseada.

30 También se observa que la invención funcionará con microesferas que mantendrán su característica de sellado físico después del calentamiento, así como microesferas las cuales se abren, se fracturan o se rompen o se deterioran físicamente cuando se calientan.

35 En principio, puede ser posible añadir otros materiales poliméricos, por ejemplo, polvo de plástico fino, u otro material adecuado al Expancel 152, para variar las características de la espuma que rellena el interior de la raqueta terminada.

40 Esto se puede ver con mayor claridad con referencia a la figura 6, donde se ilustra una manga enteriza tubular, cubierta con capas de fibra de carbono 42 y 44 y rellena con las microcápsulas 21 de EXPAN-CELL-152. La manga 40 se cierra, por ejemplo, anudando los extremos cerrados de la manga enteriza, o como una alternativa esto se puede lograr usando un proceso mecánico, tal como la aplicación de grapas o abrazaderas, o mediante sellado con calor, en lugar de utilizar mano de obra.

45 La figura 7 muestra, en forma esquemática, una envoltura de fibra blanda, por ejemplo, de grafito, para fabricar el tubo laminado 33 envuelto en fibra. Este se forma a partir de una cubierta de la manga 40 enteriza tubular de extremos abiertos, por ejemplo, transparente, envuelta en una lámina de varias capas de fibras de carbono impregnadas con resina. En principio, se pueden utilizar las fibras de vidrio o fibras de grafito impregnadas con resina. Las capas, por ejemplo, seis diferentes capas de fibra 21-27, pueden ser de diferentes fibras (o de la misma fibra). Por ejemplo, las capas 22, 24 y 26 pueden tener diferentes características y/o diferentes resinas, y/o diferentes orientaciones. Estas capas forman el laminado 33 del tubo de carbono sin calentar blando.

50 Como se muestra en la figura 8, el laminado tubular 33 de fibras blando acabado cerrado, que contiene las microcápsulas en la manga del núcleo 40, se ajusta en el rebaje 43 en la sección inferior del molde 61. La manga del núcleo 40 también se sella en ambos extremos. La manga 40 está curvada en la forma general de una raqueta para ser colocada en el rebaje 43 en la sección inferior 61 del molde 60. Esto se puede hacer manual o mecánicamente.

55 Es importante destacar que, como se muestra en la figura 9a, antes de la termoformación, el procesamiento del laminado 33 requiere que una cantidad apropiada de las microcápsulas 21 estén contenidas en el tubo 10 terminado. Preferentemente, una película de capa intermedia o la manga del núcleo 40 está posicionada entre la primera capa de fibras en el laminado 33 y las microcápsulas 21. La manga de núcleo 40 funciona para evitar que efectivamente las microcápsulas 21, después de haber sido expandidas por la aplicación de calor para formar la espuma plástica 30 (Figura 9b), se escapen durante el calentamiento del molde y la solidificación de la fibra. Esto también mantiene la presión del aire y evita el desbordamiento que pudiera afectar la calidad del producto terminado. Una forma de realización preferida de la invención utiliza EXPAN-CELL-152 A, un plástico espumante microencapsulado, el cual se procesa a una temperatura moderada. También se cree que obteniendo una distribución sustancialmente uniforme del EXPAN-CELL-152 en toda la longitud del tubo, por ejemplo, el enrollamiento y el movimiento vertical lograrán resultados superiores.

60

65

Como se señaló anteriormente, el laminado 33 puede ser de material compuesto de grafito desinflado plano y puede ser cerrado. Esto se puede hacer girando y anudando el extremo de la manga del núcleo 40, o simplemente doblando y comprimiendo los extremos del tubo de forma mecánica. Alternativamente, se puede utilizar un dispositivo mecánico, tal como una pequeña presilla. La presilla está realizada a partir de un material, por ejemplo, plástico que incorpora fibra de grafito, que se funde y se convierte en parte de la raqueta final. Alternativamente, se puede usar un adhesivo en una cantidad relativamente pequeña, tal como el plástico que se ha ablandado en un lubricante a través del uso de un disolvente, por ejemplo, acetona. Si se desea, el lubricante se puede formar usando un material que disuelve el plástico del que está hecho el lubricante, pero que no disuelve el compuesto de fibra termoplástica/de grafito. Sin embargo, otra alternativa es utilizar un disolvente para el material termoplástico en el cual la fibra de grafito puede estar contenida.

Existe varios métodos para dispensar las microcápsulas en el tubo de fibra 10 relleno acabado. Por ejemplo, los tubos plásticos transparentes, con microcápsulas en el interior, son prefabricados y a continuación, se deslizan en el laminado. Alternativamente, los tubos prellenados pueden envolverse con la fibra para formar el tubo 10 de fibra terminado. Un segundo método consiste en verter, inyectar, o disponer las microcápsulas dentro del tubo de fibra después que se haya enrollado usando una barra auxiliar o mandril que se puede deslizar hacia fuera del tubo de fibra. En tercer lugar, los tubos de fibra que contienen microcápsulas usando estos métodos se pueden usar para crear unos segundos y terceros tubos llenos dentro de tubos, dentro de tubos, y así sucesivamente.

El molde se calienta durante el tiempo en el que la temperatura del molde cura las fibras de carbono, solidificándolas a una temperatura de 130 grados C. El tiempo de curado está comprendido óptimamente entre 20 minutos y 35 minutos. Las microcápsulas 21 no se expanden para formar la espuma plástica 30 hasta que el calor se ha estabilizado a la misma temperatura que es necesaria para solidificar las fibras con la resina. Su curado en el proceso de calentamiento, como se muestra en las figuras 9a-b, se traduce en la expansión térmica de las microcápsulas, creando la presión interna desde el interior del tubo de fibra para sobresalir contra la pared de la cavidad del molde. En general, deben observarse las instrucciones del fabricante de las microcápsulas.

De acuerdo con la invención, cuando las microcápsulas se calientan a la temperatura adecuada, comienzan a expandirse debido a que las cubiertas de las microcápsulas se convierten en plástico. Las microcápsulas que forman el plástico del núcleo continuarán expandiéndose, resultando en su aplicación de presión a la manga del núcleo 40, la cual, a su vez, aplica presión sobre el material de grafito. Al mismo tiempo, el calor que se aplica al molde y por lo tanto se aplica a las microcápsulas, también está calentando las láminas de la resina de grafito/polimérica lo que también causa su curado. Como las microcápsulas se expanden, pueden estirar la manga 40 y el tubo de láminas poliméricas de fibra de carbono, hasta el punto donde esta es dirigida contra las paredes internas del molde, forzando a este hacia dentro de la forma del molde, y también forzando a las capas de material de fibra de carbono unas contra las otras. Debido a que el plástico se cura, los laminados se fusionan entre sí y las múltiples capas se convierten en una sola estructura gruesa.

Las figuras 10 y 11 muestran una segunda forma de realización, donde los tubos de fibra están colocados dentro de los tubos llenos de microcápsulas y se calientan para solidificar los tubos múltiples para la fortaleza y rigidez adicional de la raqueta.

Debe tenerse en cuenta que la formación de dos tubos, el llenado de los tubos 12 y 12' con la espuma plástica y el agente espumante microencapsulado y la envoltura de los dos tubos con un tercer tubo 16, puede hacerse antes de la aplicación de calor para provocar que el plástico se espume.

Alternativamente, el material de espuma microencapsulado se puede incluir en dos formas diferentes para formar la espuma plástica. Los tubos individuales que se forman como se describió anteriormente (opcionalmente en la primera y segunda mangas tubulares), el mango resultante de la raqueta de tenis se envuelve con una segunda capa 16 de láminas de fibra de carbono termoplásticas, tal como se describió anteriormente (opcionalmente en una tercera manga tubular), y entonces el conjunto se calienta por segunda vez a una temperatura más baja. A la elevada temperatura de la primera etapa de la formación de la raqueta, se usan las microcápsulas diseñadas para hacer espuma a altas temperaturas. Las otras microcápsulas hacen espuma a una temperatura inferior, lo que permite una segunda aplicación de calor y presión en la formación de la raqueta de tenis.

También debe tenerse en cuenta que es posible la formación de la raqueta de tenis entera con tubos dobles, lo que resulta en una estructura interna formada por dos tubos, que por lo general tienen una forma cerrada, por ejemplo, con una pared plana que la divide por la mitad y le otorga fortalezas particulares.

De acuerdo con la invención, se contempla que la pared plana pueda ser perpendicular al plano de la raqueta, como se ilustra en la figura 11. Sin embargo, la pared plana puede ser paralela al plano de la raqueta, dependiendo de las características del juego que se desee. Con respecto a esto, hay que señalar que la invención puede usarse en relación con otros productos que no son raquetas de deporte, tales como bicicletas, donde las diferentes configuraciones de la pared divisoria que se extiende a lo largo de la longitud del tubo pueden ser deseables para las diferentes partes de la bicicleta. Todavía en otros artículos de equipamiento deportivo, por ejemplo, en los bates de béisbol, puede ser útil disponer de múltiples paredes divisorias que se extiendan perpendiculares entre sí, y esto

se puede lograr utilizando cuatro secciones tubulares individuales.

De acuerdo con la invención, también puede ser deseable incluir más de cuatro laminados en un elemento estructural único.

5 Otra alternativa es para un tubo, que envuelve otros dos tubos, que se llenan con los otros dos tubos y tienen un agente espumante plástico y microencapsulado posicionado entre los exteriores de los dos tubos interiores y la pared interior del tubo exterior, y para que el conjunto completo que va a ser calentado haga que las microcápsulas formen espuma y provoquen la formación de la presión y la espuma plástica. De acuerdo con esta alternativa, las microcápsulas llenas con el agente espumante, que están colocadas entre los exteriores de los dos tubos internos ya formados y los interiores del tubo externo sobreenvuelto, son tales que se hace que la formación de espuma se provoca se produzca a una temperatura inferior, y el material que forma la espuma se convierte en plástico a una temperatura inferior, de manera que el calor nunca es lo suficientemente alto como para refundir el plástico formado durante la primera parte de la operación de fabricación.

15 Finalmente, la formación de espuma se puede realizar tanto para la espuma dentro de los dos tubos más pequeños como para la espuma dentro del tubo que sobreenvuelve al mismo tiempo.

20 Los tubos de fibra 12 y 12' pueden enrollarse de forma manual o con una máquina. Entonces, se crea otro tubo relleno de fibra 16. Finalmente, las microcápsulas se colocan en ambos tubos de fibra, con el fin de tener un tubo dentro de otro tubo o un grupo completo de tubos en el proceso de prefabricación. Este sistema de tubo auxiliar permite la formación de paredes múltiples dentro de un tubo exterior.

25 La implementación de dicho proceso de dos etapas o grupo de tubos de fibra puede aumentar considerablemente la fortaleza y el rendimiento de muchos de los productos terminados debido al apoyo adicional dentro de la parte del compuesto de grafito terminado.

30 Se debe entender que dichos tubos múltiples son sólo un ejemplo opcional de la invención. Debe entenderse que la invención también puede realizarse en estructuras de un solo tubo, o en estructuras híbridas con partes de tubos múltiples y simples, como la raqueta de tenis del ejemplo anterior. Más aún, los tubos múltiples y/o estructuras híbridas pueden ser de particular importancia en aplicaciones de demanda relativamente alta, tales como marcos de bicicletas, partes de carrocería de automóviles y similares. Más particularmente, de acuerdo con la invención, se contempla que los elementos del compuesto de fibra de grafito se pueden hacer, no sólo en configuraciones de dos dimensiones, tales como raquetas de tenis y marcos de bicicletas, sino también en configuraciones en las que los ejes de los elementos constitutivos se extienden en tres dimensiones, por ejemplo, una silla, una cabina de automóvil, o un chasis de tractor de césped.

35 Como se desprende de lo anterior, el proceso de tubos múltiples también permite la formación adicional de una amplia variedad de formas, incluso sin el uso de moldes ya que ellos se prefabrican fuera del tubo, por ejemplo, el tubo de compuesto de fibra de grafito, que puede o no puede ser hecho utilizando un molde, actúa como una pared de la cavidad, en lugar del molde. Este puede ser procesado usando unas bandas transportadoras para llevarlo al interior un horno para curado por calor en lugar de utilizar los moldes. Esto puede traer como resultado una mayor eficiencia en la fabricación y reducción de los costos operativos. En relación con esta forma de realización, se entiende que el conjunto inicial de los tubos u otras formas de molde dentro de las cuales se introduce el laminado no necesita ser tan fuerte como un molde de hierro convencional, sino simplemente lo suficientemente fuerte como para contener la presión necesaria para producir un compuesto de grafito de alta resistencia bien estructurado de acuerdo con la presente invención. Esta forma de realización también puede producirse solamente mediante máquinas, con trabajo humano mínimo o nulo.

40 La figura 12a muestra un molde 40 en el cual se coloca la parte de mango 41 de una raqueta 10a para el curado adicional, a través de la formación de un segundo elemento de refuerzo del mango 30 dentro del espacio vacío 11 definido por el marco 20.

45 La figura 12b muestra, en sección transversal, otro ejemplo de una estructura del tubo 30 dentro de un tubo 20.

50 La figura 13 muestra un ejemplo de un molde 60 que define una cavidad 21 para realizar una cabeza 18 por separado para su uso en un segundo moldeo dentro de un marco.

55 La figura 14 ilustra la construcción de una raqueta de bádmiton que incluye una parte de cabeza 10, el material de presurización de espuma plástica 30, y un elemento de apoyo en forma de T 72 para recibir los extremos 73 de la parte de cabeza 10. El elemento de apoyo central 71, del elemento de apoyo en forma de T 72 es recibido en un elemento de mango 20. El elemento de mango 20 y la parte de cabeza 10, incluyendo sus extremos, son definidos por los laminados de fibra de carbono y están dispuestos de forma segura alrededor del elemento de apoyo en forma de T 72.

60 Las figuras 15 y 16 muestran aún otra forma de realización de la invención donde se requiere la distribución del peso

de la raqueta. Unos pesos de balance 50 de distribución de peso de la raqueta se pueden agregar en el diseño que hace el tubo de compuesto de fibra 10 antes de los procesos de solidificación y curado que asisten a la aplicación de calor a las microcápsulas 30. Esto sería difícil o imposible con la tecnología de inyección de aire convencional, debido a que los pesos podrían bloquear el acoplamiento de la presión a las partes de la raqueta. Los pesos se pueden realizar a partir de una variedad de materiales que incluyen caucho, silicona, plástico, metal u otros materiales y sustancias.

De acuerdo con la invención, la cantidad de material plástico espumante se selecciona de manera tal que este llene el volumen deseado y proporcione el grado de presión deseado. Otros factores son la cantidad de peso con el que la espuma contribuirá a la estructura, y la característica estructural de la parte total, después que el núcleo de espuma se haya formado. Los tubos múltiples pueden tener volúmenes sustancialmente iguales, suponiendo que el calentamiento, el volumen del molde y la cantidad de microcápsulas de espuma plástica introducida, sea uniforme. Como la cavidad del molde se calienta de manera uniforme, se puede esperar que el molde caliente el laminado de manera uniforme.

La necesidad de pesos y balances en las raquetas son bien conocidos en la industria. Convencionalmente, sin embargo, estos pesos solo podían agregarse después de la solidificación del compuesto de fibra de grafito. La tercera forma de realización permite que se añadan pesos en la cabeza de la raqueta durante el proceso de fabricación, por ejemplo, mediante la colocación dentro de la manga 40 (Figura 6), o la ubicación dentro de la cavidad del molde. Alternativamente, durante el proceso de fabricación, se incorpora para la recepción de los pesos. La ventaja de hacer esto durante el proceso de fabricación es la consistencia y la facilidad con la cual el peso estructural puede añadirse durante la fabricación en serie mecanizada, por ejemplo, el balance de la cabeza de la raqueta, y la facilidad con que la misma puede personalizarse después de la producción.

Esta forma de realización también permite la formación de múltiples estructuras imposibles con la tecnología convencional, ya que el aire no sería capaz de pasar a través de los objetos dentro del tubo.

La figura 17 muestra una raqueta personalizable terminada 14 en vista en planta explosionada, que incluye la parte de mango 15, la tira de pesos de cabeza 25a y 25b, la cual puede sostener pesos, la parte de mango 14a, y los pesos del mango 16a, 16b, y 16c. Se ilustran las partes de mango alternativas 14b, y 14c. Los pesos del mango, 16a, 16b, y 16c pueden ser de 2g, 5g y 10g, respectivamente. Las "butt caps" o regatones 5b y 5c son personalizables e intercambiables.

La raqueta 12, con mangos intercambiables 14 en diferentes formas y tamaños, diferentes pesos 16, diferentes diseños de regatón 5 y diferentes pesos de cabeza 25, permiten al usuario crear el peso y el balance deseado y los puntos de personalización con precisión.

El concepto principal del método de la presente invención es principalmente usar la fuerza de un plástico espumante, por ejemplo, un plástico espumante microencapsulado, tal como Expancel 152, para crear una elevada presión dentro de los tubos de fibra del laminado para formar el laminado dentro de una forma de curado térmico que se ajusta a la pared de la cavidad del molde, en sustitución del método tradicional de usar aire comprimido. El sistema de la invención tiene numerosas ventajas. En primer lugar, el método de producción de esta invención con los procesos de curado por calor y la formación de espuma en un solo paso, simplifica el proceso de producción, lo que mejora en gran medida la eficiencia de las operaciones de fabricación.

En segundo lugar, el método de producción de la presente invención, con el empleo de la presión del plástico espumante, tal como se produce por las microcápsulas, evita las fugas de aire y los parámetros de fabricación imprecisos cuando se usa aire forzado. Esto tiene el efecto, por lo tanto, de reducir el índice de defectos de fabricación.

En tercer lugar, el método de la presente invención también proporciona la posibilidad de la instalación de pesos para proveer un método de instalación completamente nuevo, que no requiere perforación, y que puede estar equipado con pesos directamente montados en el marco interno, por ejemplo, de la cabeza.

La presente invención permite la fabricación más completamente automatizada de raquetas ya que no hay tubería de aire que tenga colocarse a mano. La invención comprende una serie de etapas de fabricación, ninguna de las cuales requiere del trabajo humano, que incluye: a) rellenar una manga con microcápsulas, b) saturar la fibra de grafito con resina, c) enrollar el grafito alrededor de la manga, d) doblar la fibra de grafito hasta ponerla en la forma deseada, e) poner el laminado doblado en un molde, f) calentar el molde, g) enfriar del molde, y h) abrir el molde y extraer el marco de la raqueta terminado.

De acuerdo con la invención, opcionalmente se pueden formar los agujeros para la cuerda durante el moldeo del marco de la raqueta. Los agujeros se pueden obtener mediante la formación de los mismos en la cabeza de la raqueta. Alternativamente, un par de mitades del laminado se pueden utilizar para formar la parte de la cabeza del marco de la raqueta, y los agujeros se pueden formar entre las mitades mediante postes metálicos que se extienden a través de la cavidad del molde y se apoyan en ranuras previstas en una o ambas mitades del molde.

Pasando a continuación a la figura 18, la fabricación, de acuerdo con la invención, de un elemento de compuesto de grafito, por ejemplo, el marco de la raqueta de deportes, tal como el marco de la raqueta de bádminon, se puede observar con más detalle. Más particularmente, una raqueta de deportes puede fabricarse primeramente fabricando un tejido de grafito usando la marca de fibra de grafito Torayca de Toray, la cual viene en un número de variedades diferentes. Se cree que Torayca T1000GB, la cual incorpora 12000 filamentos de grafito en una banda plana de fibras alineadas axialmente, es preferible para un marco de raqueta de tenis o bádminon, debido a la rigidez del marco creada con este material. Sin embargo, también puede utilizarse Torayca T700SC, si se desea una característica más flexible en la raqueta terminada. En el caso de estos dos productos, el grafito tiene la forma de una banda que se puede separar transversalmente para revelar los miles de fibras que se han reunido en la forma de una banda para permitir que sean fácilmente manejables por la maquinaria de procesamiento, tal como en el proceso descrito a continuación.

La banda de fibra de grafito 100, que comprende Torayca T1000GB, se desenrolla de un carrete 102 y es dirigido por la barra montada de manera giratoria 104 a un tanque 106. El tanque 106 contiene una cantidad de resina líquida 108. Tras la aplicación de suficiente calor, la resina 108 es del tipo que se endurece y se cura. De acuerdo con la forma de realización preferida de la invención, la resina líquida 108 es una resina epoxi curada con calor vendida bajo el número de catálogo WH-2370 A por Wah Hong Industrial Corporation de Kaoh Siung, Taiwán. La banda de fibra 100 es desviada hacia la resina líquida 108 por una barra montada de forma giratoria 110. El paso de la banda 100 a través de la resina líquida 108 se realiza a razón de aproximadamente uno a dos metros por segundo y tiene como resultado que la resina líquida se impregne en los espacios entre las fibras que componen la banda de fibra de grafito 100.

La banda impregnada entonces es alimentada alrededor de la barra montada de forma giratoria 112. La banda impregnada 114 es bobinada entonces sobre una capa de papel de desprendimiento 116 fijada a la superficie de un tambor montado de forma giratoria 118. De acuerdo con una forma de realización preferida, la banda 114 es bobinada sobre el tambor 118 para formar las bobinas 120 que se superponen ligeramente entre sí.

Como en el caso del fabricante de raquetas de tenis de la técnica anterior, las fibras de grafito que componen la raqueta se orientan en diversas direcciones. En consecuencia, las bobinas 120 que adoptan una configuración cilíndrica generalmente, se pueden cortar en diferentes ángulos, por ejemplo, a lo largo de una línea perpendicular a la tangente que está orientada perpendicular al eje del tambor 118. El corte a lo largo de dicha línea se puede facilitar mediante una ranura en el tambor orientada en la dirección correcta, como se mencionó anteriormente, con una ranura que está configurada para recibir la punta de una cuchilla para el corte de la fibra de grafito. Los diversos ángulos se seleccionan para permitir el montaje fácil de múltiples capas del material plano formado por las bobinas 120. Por ejemplo, si se deseara hacer un elemento de tres capas planas de grafito para el uso en el montaje de laminado, con una capa de fibras orientada en sentido horizontal y las otras dos capas de fibras orientadas a  $\pm 19^\circ$ , una segunda ranura adecuadamente orientada en la superficie exterior del tambor 118 puede usarse para facilitar el corte de las fibras con la orientación deseada de  $19^\circ$ .

Con el fin de hacer un elemento plano de fibra de grafito de dos capas y que cada capa tenga una orientación diferente, sólo es necesario coger un elemento plano de grafito, fabricado con el proceso anterior, con su lámina de refuerzo 116 y la capa de fibra de grafito expuesta 120, y colocarlo sobre la fibra de grafito expuesta que se apoya sobre otro elemento de desprendimiento en la orientación adecuada. Es preferible trabajar con el grafito impregnado con resina y apoyado en una lámina de desprendimiento individual y a continuación, retirar la lámina de desprendimiento para facilitar el manejo. Por supuesto que, dos elementos de grafito plano con la misma orientación pueden colocarse en el ángulo deseado uno con respecto al otro y cortarlos como se desee. Si se desean tres capas de láminas, una de las láminas de refuerzo 116 puede retirarse y colocarse otro elemento plano de grafito sobre el conjunto de dos capas con la capa de fibra de grafito expuesta 120 en contacto con la capa de fibra de grafito 120 del conjunto.

Cabe señalar que una práctica habitual en la fabricación de raquetas de grafito es orientar múltiples capas en diferentes direcciones para dar fortaleza a la estructura del marco terminado. La invención se puede aplicar a cualquier estructura de ensamble de grafito del arte previo, conservando las orientaciones, longitudes, anchos, y así sucesivamente para lograr una raqueta con características de juego superiores. Sin embargo, la tecnología y los procesos de la invención también permiten al fabricante reducir la sección transversal, limitando el efecto de la resistencia del viento y del relampagueo de la raqueta. La anchura de los elementos que forman el lazo del marco de la raqueta puede reducirse entre 2 y 5 mm menos de ancho y/o la anchura de la sección transversal de la parte del lazo del marco (en el caso de una raqueta de tenis), al tiempo que conserva la fortaleza suficiente en las cuerdas de la raqueta a alta tensión.

Se ilustra una construcción de fibras de grafito de múltiples capas 122 en la figura 19. Si se desea, puede orientarse como se ilustra en la figura 20 para cortar una tira 124, como se ilustra en la figura 21. Del mismo modo, las fibras pueden orientarse en un ángulo relativamente agudo unas con respecto a las otras, como se ilustra en la figura 22, permitiendo la fabricación de una tira de material tal como se ilustra en la figura 23.

Una raqueta de bádminon puede construirse según la invención mediante el proceso descrito a continuación.

5 Generalmente, el tamaño y la orientación de las fibras de las diversas tiras de grafito impregnadas con resina que se utilizan de acuerdo con la invención para la fabricación de un marco de compuesto de grafito, son los mismos que los que se utilizan en la fabricación de un marco de grafito convencional, excepto por el hecho de que la anchura de las mismas puede reducirse, ya que el grosor de la raqueta medido vertical con respecto al plano de la cabeza de la raqueta, se puede reducir, por ejemplo, dos o tres milímetros, mientras que obtiene al menos la fortaleza suficiente. También es posible de acuerdo con la invención reducir el grosor del marco en la dirección del plano de la cabeza, y dicho recurso tendrá el efecto de reducir la resistencia del viento al movimiento de la raqueta.

10 Una tira 126 de material de grafito multicapas impregnada con resina y que tiene unas dimensiones de 29 cm x 6 cm se ilustra en la figura 24. La longitud de 29 cm se selecciona por coincidir sustancialmente con la de la circunferencia de la cabeza de la raqueta de bádminton que se fabrica. Como se ilustra esquemáticamente en la figura 25, la tira 126 comprende unas capas que se encuentran a  $\pm 19^\circ$  con respecto a la longitud de la tira 126. Como se ilustra en la figura 26, una segunda tira 127, sustancialmente idéntica a la tira 126 se coloca sobre la tira 126. Después de esto, una tira estrecha 128, con fibras de grafito orientadas perpendicularmente a la longitud de la tira, se coloca sobre las dos tiras, con longitudes superiores de las tiras 126-128 todo alineado, sustancialmente, como se ilustra en la figura 26. Una pieza en forma de base 130 que comprende, por ejemplo, dos capas con las orientaciones de más o menos  $30^\circ$  se añade para dar mayor fortaleza y dar la posibilidad de poner las cuerdas bajo alta tensión. Generalmente, el conjunto 132 de las tiras 126-130 se pegará algo porque la resina es relativamente viscosa, incluso en su estado no curado, haciendo que el manejo del conjunto sea relativamente fácil.

20 De acuerdo con una forma de realización preferida de la invención, el devanado se realiza utilizando un mandril de dos partes que comprende las partes del mandril 134 y 136. Las partes del mandril 134 y 136 se colocan en una manga de nailon tubular 138, como se ilustra en la figura 28. La manga 138 tiene la característica de no fundirse por la aplicación de calor. En consecuencia, es de tamaño algo excesivo, como se muestra en líneas discontinuas en la figura 29, cuando se coloca sobre las partes del mandril 134 y 136. Como se muestra en líneas continuas en la figura 29, las partes en exceso de la manga se pliegan sobre sí mismas y a lo largo de una banda adhesiva de doble longitud 140 con el fin de contener cómodamente y con seguridad las partes mandril. Las partes en exceso de la manga también actúan para permitir la expansión de la manga, ya que empuja las capas de fibra de grafito impregnadas con resina. Durante este proceso, las capas de resina pueden deslizarse unas con respecto a las otras.

25 Las partes de mandril 134 y 136 tienen una anchura de aproximadamente 8 mm y un grosor de aproximadamente 1.5 mm y pueden hacerse de, por ejemplo, acero. El mandril se presenta en dos partes 134 y 136 con el fin de retirar el mandril del laminado sin problemas y al mismo tiempo perturbar mínimamente el laminado enrollado, tal como aparece más completamente a continuación.

30 Entonces, el conjunto 132 se envuelve alrededor de la manga de nailon 138 en las partes del mandril 134 y 136, por ejemplo, mediante enrollado, tal como se ilustra en la figura 30. El enrollado continúa como se ilustra en la figura 31. Antes de que el enrollado se haya completado, un par de tiras de extremo 142 (construidas con fibras en un número de capas orientadas en los ángulos con respecto a su longitud típica de la técnica anterior) se ilustran en la figura 32 y una tira de longitud 144 (longitud, anchura, orientación de la fibra y número de capas de la técnica anterior), como se ilustra en la figura 33 se coloca en el conjunto 132, como se ilustra en la figura 34. El enrollado continúa hasta que todas las capas de grafito se hayan enrollado alrededor del mandril, como se ilustra en la figura 35. Las tiras de extremo 142 podrían tener sus fibras de grafito orientadas paralelas a su longitud, mientras que la tira de longitud 144 puede comprender las fibras de grafito orientadas perpendicularmente a la longitud de la tira. La longitud, ancho, orientación de las fibras y el número de capas de fibras son conocidos de la técnica anterior y no forman parte de la invención.

35 Después de esto, las capas adicionales de las tiras de grafito se envuelven para completar el laminado. Más particularmente, otro par de tiras de extremo, por ejemplo, idénticas en su orientación y tamaño a las tiras de extremo 142, y otra tira de longitud idéntica a la tira 144 son posicionadas sobre el conjunto ilustrado en la figura 35. Después de eso, una lámina de envoltura final de dos capas de tejido de grafito con orientación de las fibras a  $\pm 30^\circ$  y que tiene una anchura de aproximadamente 4,5 a 7 cm, se envuelve en el conjunto ilustrado en la figura 35 para dar lugar al conjunto ilustrado en la figura 36.

40 Cuando el laminado se completa, como se ilustra en la figura 36, la parte del mandril 134 se retira del laminado tirando del mismo desde el laminado, mientras que el extremo opuesto de la manga de nailon 138 se agarra con la otra mano. Con movimientos opuestos, la parte del mandril 136 se retira del laminado dejando el interior de la manga 138 libre.

45 Un gramo de Expancel 152, que es designado por el número de referencia 146, se coloca en la mitad de la parte de la cuchara cilíndrica 148 de la cuchara 150 (Figura 37). El material que forma la espuma plástica 146 se extiende más o menos uniformemente a lo largo de toda la parte de cuchara 148. La parte de la cuchara 148 tiene una longitud que es aproximadamente igual a la mitad de la longitud de la manga de nailon 138. La parte de cuchara 148 se inserta en el laminado 152 (Figura 36). La cuchara 150 se gira axialmente, liberando y distribuyendo sustancialmente uniforme el material que forma la espuma plástica 146 a lo largo de una mitad del laminado 152. El

proceso se repite usando otro gramo de Expancel 152 para llenar la otra mitad del laminado 152.

5 Los extremos de la manga de nailon 138 entonces se cierran por anudado y el laminado girado y enrollado con la mano para igualar aún más la distribución de material que forma la espuma plástica 146. El laminado 152 entonces se envuelve alrededor de un molde de madera 154 (Figura 38) para formarlo generalmente, en la forma de un marco de raqueta de bádmiton. En referencia a la figura 39, un elemento tubular 156, que puede estar compuesto de grafito u otro material, se corta para formar una ranura 158 para la recepción de un travesaño 160, que puede pegarse en posición como se ilustra. Las partes están dispuestas como se muestra en la figura 40.

10 Los extremos del laminado 152 entonces son empujados en la dirección de las flechas 162 sobre los extremos del travesaño 160, como se ilustra en la figura 41. Las tiras 164, 166 y 168, cada una de ellas que puede ser de 10 cm de largo y 1,5 cm de ancho, se colocan a continuación, como se ilustra en la figura 41, y se presionan contra los elementos del marco para unirlos en posición. Las tiras 164, 166 y 168 pueden ser todas elementos de grafito de dos capas con una capa alineada a +45° con respecto a su longitud y la otra capa alineada a -45° con respecto a la longitud de la tira.

15 Como se ilustra esquemáticamente en las figuras 42-49, unas tiras adicionales 170 a 184 se aplican al laminado para el marco de bádmiton.

20 La tira 170 se aplica en forma de U, como se ilustra en la figura 42. La tira 172 se envuelve alrededor de la cabeza partiendo del lado izquierdo y envolviendo alrededor del centro y sobre el lado derecho de la cabeza. La tira 174 se enrolla alrededor del mango del marco de la raqueta. La tira 176 tiene forma de barra con pesas. La tira 176 está centrada en la unión entre el mango y la cabeza o lazo y luego se envuelve en espiral y de forma ajustada alrededor de ambos lados de las partes de la cabeza de forma ovalada adyacentes. En referencia a la figura 46, un parche en forma de diamante alargado 178 se hace pasar a través de la cabeza, centrado en el mango y en ambos extremos del parche 178 se envuelven alrededor del mango y se ponen en contacto con el mismo, envolviéndose alrededor de sus lados. Un parche en forma de paralelogramo alargado 180 se coloca sobre el parche en forma de diamante 178, y es presionado contra el mango y las otras partes de la raqueta.

25 30 Generalmente, cabe tener en cuenta que toda la envoltura de los parches de fibra de grafito con resina impregnada se realiza ajustadamente y en estrecha conformidad con las partes ya montadas en el marco de la estructura. La pegajosidad de la resina que satura los parches de fibra de grafito facilita esto. Como se muestra en la figura 48, un segundo parche en forma de paralelogramo 182 se coloca sobre el primer parche en forma de paralelogramo 180. Como se muestra en la figura 49, los parches 184 y 186 entonces se adhieren a las partes exteriores en forma de medio arco de la raqueta.

35 Como se muestra en la figura 50, el laminado del marco de la raqueta de bádmiton se coloca en la cavidad 188 del fondo del molde 190. La parte superior que se acopla del molde se coloca sobre el fondo o parte inferior del molde 190. Se debe tener cuidado de no pellizcar las fibras de grafito. Esto se hace asegurando que el laminado se encuentre contenido y colocado sobre la cavidad 188. El conjunto entonces se calienta para curar la resina. El calentamiento puede realizarse colocando el molde en un horno, o mediante la circulación de un líquido caliente, tal como agua o aceite, dentro de los conductos previstos en el molde para este propósito. Con el fin de curar los elementos de grafito/resina que forman el laminado, el laminado debe ser precalentado a aproximadamente 145° C con una tolerancia de más o menos 5° C. Sin embargo, esta temperatura depende en particular del material que forma la espuma plástica que se utilice y cualquier temperatura, que logre la formación de espuma, el curado y la expansión del plástico y la presión suficiente, es probable que resulte en la producción de un excelente marco.

40 El calentamiento debería continuar durante aproximadamente 25 minutos, aunque más tiempo de calentamiento no parece afectar adversamente el producto final. La aplicación de calor provoca que se ejerza presión contra las capas de grafito del laminado, forzando a unas contra las otras para formar una estructura fuerte y, quizás, con algún deslizamiento con respecto a las otras capas durante el proceso.

45 Una vez el calentamiento se ha completado, lo mejor es que el molde se enfríe, por ejemplo, mediante la circulación de agua fría en los conductos provistos en el molde con el fin de calentar y enfriar en el molde. Esto es necesario para que la espuma plástica formada por el Expancel 152 se solidifique bien, evitando, potencialmente, una mayor expansión del material del marco después de la retirada del molde del marco de la raqueta. Se ha encontrado que el enfriado a 10-15°C da lugar a la producción de marcos con excelentes características, aunque no se cree que este rango de temperatura en particular sea muy crítico. La raqueta está lista entonces para ser procesada de manera convencional para su acabado, hacer las perforaciones, encordarla y aplicar un agarre apropiado del mango.

50 Aunque, en principio, las mitades del acoplamiento del molde pueden tener conductos para calentar y enfriar, también es posible que un molde sin conductos se coloque entre un par de placas de metal con conductos, lo cual puede usarse para recibir líquidos calientes y fríos para calentar y enfriar la cubierta en dos partes del molde seguramente sujetas entre las placas de metal.

55 60 65 A continuación, se describirá la fabricación de una raqueta de tenis. El marco se hace, como se describe

anteriormente, usando un tubo de nailon ajustadamente asegurado alrededor de un mandril con cinta adhesiva doble. Las etapas del proceso para fabricar un marco de raqueta de tenis son similares a los empleados en la fabricación de una raqueta de bádminton, excepto en que la cantidad de tejido de carbono y espuma plástica es sustancialmente mayor.

5 De acuerdo con la fabricación inventiva de una raqueta de tenis usando una serie de tiras de tejido de grafito, que se ilustra en la figura 51, el laminado 210, cuando se forma en una raqueta se extiende desde la base del mango de la raqueta a través de la longitud del mango, alrededor de la circunferencia de la cabeza de la raqueta y vuelve atrás a lo largo de la longitud del mango hasta la base del mango de la raqueta, como se ilustra en la figura 52. Una garganta está formada por un travesaño 212 que completa la circunferencia de la cabeza de la raqueta. El travesaño 10 212 se puede hacer usando el procedimiento inventivo, aunque sus características no son del todo críticas, ya que está bien apoyado y es de corta longitud. El travesaño 212 puede ser soportado por el bobinado en espiral, colocado a los lados, u otras tiras de tejido de grafito y resina, como en el caso del proceso de fabricación de la raqueta de bádminton que se ha descrito anteriormente. Después de que se haya formado el laminado, este se dispone en la configuración general de una raqueta de tenis que se forma alrededor de un molde de madera. El travesaño 212 se añade y se fija con tiras de fibra de carbono impregnadas con resina como se describió anteriormente. La estructura de la fibra puede finalizarse entonces mediante la envoltura del mango con varias capas de fibra de grafito con diferentes orientaciones para dar fortaleza en todas las direcciones.

20 En referencia a la figura 51, se ilustra una vista en planta explosionada de las partes principales de un marco de tenis. La figura 51 no muestra las partes del travesaño que definen la garganta del marco de la raqueta de tenis, pero la construcción del travesaño será descrita después de la descripción de la construcción de la figura 51. Cabe señalar que, en la vista en planta explosionada, las piezas que son idénticas sólo se han ilustrado una vez en algunos casos como se entenderá a partir de lo siguiente.

25 Después de que la manga se haya enrollado y se haya fijado alrededor de los mandriles gemelos, una primera tira 216 que tiene una longitud de 155 cm se centra sobre la manga de nailon y se enrolla perfectamente en la misma. La tira 216 comprende dos capas de fibras de grafito orientadas a  $+30^\circ$  y  $-30^\circ$  con respecto a la longitud. La tira tiene un ancho de 7.2 cm. Las diferentes tiras de grafito/resina se definen a continuación en el orden en que se envuelven en la manga de nailon que cubre el mandril. A continuación, las tiras 218 y 220 se colocan a 74 cm de la línea central 30 222 del laminado. Las tiras 218 y 220 tienen forma trapezoidal y tienen dos capas de fibras de grafito, una de ellas a  $+30^\circ$  con respecto a la longitud y la otra  $-30^\circ$  con respecto a la longitud de las tiras. Después de que las tiras 218 y 220 se hayan aplicado, un segundo par de tiras idénticas a las tiras 218 y 220 (que tienen una anchura de 7.2 cm, y una longitud larga de 11 cm y una longitud corta de 9 cm) se aplican seguidamente. Opcionalmente, se pueden colocar con orientaciones opuestas hacia arriba y hacia abajo como se muestra. Estas tiras están fijadas sobre lo que será la parte exterior del marco.

35 Puede entenderse que la figura 51 muestra las distancias de los varios extremos de las tiras de fibra de carbono a partir de la línea central 222 del laminado. De esta manera, la tira 216 está centrada en el laminado, tiene una longitud de 155 cm y tiene unos extremos los cuales están cada uno a 77.5 cm de la línea central 222. Del mismo modo, la tira 218 tiene una longitud larga de 11 cm, una longitud corta de 9 cm, y está posicionada a una distancia de 74 cm de la línea central 222. Las posiciones de los diversos extremos y esquinas de las tiras en centímetros, 40 contados a partir de la línea central del laminado, se presentan en la figura 51.

45 La tira 224 es trapezoidal y se extiende desde un punto de 82 cm de la línea central 222 (a la izquierda) a un punto de 5 cm de la línea central 222 (a la derecha). La tira 226 es una imagen especular de la tira 224. La tira 226 es de forma trapezoidal y se extiende desde un punto a 82 cm de la línea central 222 (a la derecha) a un punto a de 5 cm de la línea central 222 (a la izquierda). Las tiras 224 y 226 tienen 87 cm de largo y tienen dos capas de tiras de fibra de grafito con las capas que se extienden a  $+10^\circ$  y  $-10^\circ$  con respecto a la longitud de la tira. Después de que las tiras 50 224 y 226 se hayan aplicado, un par idéntico de tiras se aplica sobre ellas.

La tira 228, que tiene una longitud de 130 cm tiene también una construcción de dos capas de fibra de grafito con capas a  $+30^\circ$  y  $-30^\circ$  con respecto a su longitud. Dicha tira también se aplica dos veces, opcionalmente posicionada al revés, de arriba a abajo durante la segunda aplicación. A diferencia de las tiras 216- 226, la tira 228 se aplica de manera que quede dentro del marco de la raqueta. Las tiras 224, 226 y 228 todas tienen una anchura de 7,2 cm. 55

La tira 230, que tiene una longitud de 92 cm y una anchura de 2 cm, se aplica a la parte exterior de la cabeza de la raqueta y comprende fibras que son transversales a la longitud de la tira 230. Cabe señalar que cuando las tiras de tejido de fibra de grafito se aplican, se manejan mientras están todavía en el papel de desprendimiento (como es el caso preferentemente con todas las tiras de fibra de grafito utilizadas en el método de la presente invención). Esto es particularmente importante en el caso de la tira 230. Después de que estas se apliquen al laminado, el papel de desprendimiento se retira. 60

La tira 232, que tiene una anchura de 0.5 cm, tiene dos capas con fibras paralelas a su longitud. Esta se envuelve en la parte exterior del laminado de la raqueta. La tira 232 se aplica a aquella parte del laminado que se convierte en la cara de la raqueta. Una segunda tira idéntica a la tira 232 se aplica a lo que se convertirá en la cara opuesta de la 65

raqueta.

5 La tira 234, que tiene una anchura de 2 cm, tiene una longitud de 12 cm y comprende dos capas de fibras de grafito, presentando una de las capas unas fibras paralelas a la longitud de la tira y la otra las fibras perpendiculares a la longitud de la tira. Después de que una primera tira 234 se haya aplicado a la parte interior del laminado, una segunda tira idéntica 234 se aplica a la parte exterior del laminado.

10 Las tiras 236 tienen una anchura de 3 cm y son construcciones dos de capas con el grafito orientad a +10° y -10° con respecto a la longitud de las tiras. Después que un primer grupo de tiras 236 se ha aplicado en la parte exterior del laminado, un segundo grupo de tiras 236 se aplica en la parte interior del laminado.

15 La tira 238 tiene una anchura de 2 cm y una longitud de 90 cm y se aplica a la parte interior del laminado. La tira 240 tiene una anchura de 7.5 cm y se aplica a la parte interior del laminado. La tira 240 es una estructura de dos capas con capas orientadas a +30° y -30° con respecto a su longitud. Dos tiras 240 se aplican en la parte interior del laminado.

20 La tira 242 tiene una anchura de 7.9 cm y una longitud de 122 cm, y se compone de dos capas con fibras orientadas a +10° y -10° con respecto a la longitud de la tira 242. Dos de dichas tiras 242 se aplican a la parte exterior del laminado.

La tira 244 tiene una longitud de 155 cm y una anchura de 8 cm, y es una construcción de dos capas con fibras de grafito orientadas a +30° -30° con respecto a la longitud de la tira 244. Dos de dichas tiras 244 se aplican a la parte exterior del laminado.

25 Cada tira 246 tiene una anchura de 7.5 cm y una longitud de 11 cm. Las tiras 246 son estructuras de dos capas con fibras orientadas a +30° y -30° con respecto a la longitud de las tiras. Cuatro de estos pares de tiras 246 se envuelven alrededor de la parte exterior del laminado.

30 La tira 248 tiene una anchura de 2 cm y una longitud de 10 cm, y comprende una estructura de dos capas con orientaciones de las fibras a +10° y -10°. Dos tiras 248 se aplican a la parte interior del laminado. Al igual que con las otras tiras con forma trapezoidal y de paralelogramo, las posiciones se pueden invertir de arriba hacia abajo, como se ilustra, con el segundo conjunto de tiras para lograr simetría en la estructura. Se utilizan dos de dichas tiras 248.

35 La tira 250 tiene una anchura de 3 cm, y comprende una estructura de cuatro capas, con capas de grafito orientadas a +10°, -10°, +30° y -30°.

40 En relación con lo anterior, se observa una vez más que cualquier estructura construida con el sistema de presión de aire convencional, utilizando una fuente de presión de aire externa puede ser usado de forma idéntica o adaptarse para la reducción de la cantidad de material necesario y se utiliza para implementar el método de la invención.

45 Después de que la parte principal del laminado del marco sea finalizada usando las tiras ilustradas en la figura 51, se cargan 25 g de Expancel 152 en la manga de nailon en la cual las tiras de grafito/resina están envueltas. Esto se hace en dos dosis, cada una de 12.5 g, que se insertan en cada mitad del laminado correspondiente al mandril en el cual estaba envuelto el laminado. Tras la introducción del Expancel 152, los extremos de la manga de nailon se anudan o se cierran de otra manera para asegurar que la presión se mantenga durante la formación de espuma en el núcleo plástico.

50 Un laminado para el travesaño 212 se construye envolviendo sobre un mandril cubierto por un elemento de nailon tubular ajustadamente asegurando a este con cinta adhesiva doble, por ejemplo, la cinta adhesiva doble del tipo usada en aplicaciones de oficina. Como en el ejemplo de una raqueta de bádminton anterior, las diferentes tiras de grafito/resina se ponen por debajo en el orden en el que se envuelven en la manga de nailon cubriendo los dos mandriles.

55 La primera tira que mide 6 centímetros de ancho y 12 cm de largo se envuelve primero sobre la manga de nailon. Sus fibras están orientadas a +30° y -30° con respecto a la longitud de la tira. La tira es seguida por otra tira con fibras orientadas a +10° y -10° con respecto a la longitud de la tira, y con una longitud de 11 cm y una anchura de 11 cm. A continuación, una tira de fibras orientadas a +30° y -30° con respecto a la longitud, y con una longitud de 21 cm, una anchura de 11 cm y que tiene sus extremos estrechados a una distancia de aproximadamente 2.5 cm se envuelve alrededor de las capas anteriores.

60 Otra tira, que tiene una longitud de 10 cm y una anchura de 2 cm, también comprende dos capas, pero con orientaciones de fibra a +10° y -10° con respecto a la longitud de la tira, después se agrega al conjunto. Esta banda se envuelve en lo que se convertirá en el interior de la cabeza de la raqueta.

65 Otra tira, que tiene una longitud de 10 cm y una anchura de 2 cm, también comprende dos capas, pero con orientaciones de fibra a 90° y 0° con respecto a la longitud de la tira se agrega entonces al conjunto. Esta tira se

centra y se envuelve en lo que se convertirá en el exterior de la cabeza de la raqueta.

5 A continuación, una tira de fibras orientadas a  $+30^\circ$  y  $-30^\circ$  con respecto a la longitud, y que tiene una longitud de 21 cm, una anchura de 4,5 cm y con sus extremos estrechados a una distancia de aproximadamente 2 cm, se envuelve alrededor de las capas anteriores. Después de esto, una tira con fibras orientadas a  $30^\circ$   $-30^\circ$  con respecto a la longitud, y con una longitud de 10 cm y una anchura de 7 cm, se envuelve alrededor de las capas anteriores.

10 Después de que el laminado del travesaño 212 se haya formado y el mandril se haya retirado, se introducen 2 g de Expancel 152 en la manga de nailon en la que el laminado del travesaño 212 ha sido envuelto. Los extremos de la manga de nailon se cierran mediante nudos, preferentemente con nudos colocados en el tubo definido por las capas de grafito del laminado del travesaño. Con esto se completa la construcción del laminado del travesaño. Opcionalmente, se puede omitir el paso de anudar los extremos de la manga de nailon en el laminado del travesaño, ya que el molde y la presión proveniente de las partes adyacentes de la parte de la cabeza del laminado principal ejercen presión (debido a la expansión de la espuma) y sellan los extremos del laminado del travesaño durante el calentamiento y el curado.

20 Como se muestra en la figura 52, el laminado 214 comprende el travesaño 212 y la parte del marco principal 210. El mismo se pone en la forma deseada usando un molde de madera, como se ilustra la figura 53 antes de recibir las tiras y los parches adicionales de fibra de vidrio impregnados con resina, y se colocan en el elemento inferior de un molde de hierro 216, como se ilustra en la figura 54. El molde de madera comprende un apoyo de la cabeza 218 y un apoyo de la garganta 220. Después de esto, tiras y parches adicionales se añaden al laminado tal como se describe a continuación. A continuación, el laminado final puede colocarse en la parte inferior del molde de hierro 216, como se muestra en la figura 54.

25 En referencia a la figura 55, los extremos anudados de la manga de nailon, con unos nudos 218 pueden extenderse a partir del molde de hierro. Alternativamente, como se ilustra en la figura 56, los nudos 222 pueden meterse entre el laminado relleno, y el molde se puede configurar para formar un fondo plano, eliminando así la necesidad de cortar en la base del mango como en la forma de realización de la figura 55.

30 En referencia a la figura 57, el proceso para la fijación del travesaño 212, envolviendo las tiras y los parches adicionales mencionados anteriormente, puede entenderse mejor.

35 Más particularmente, como se ilustra en la figura 57, el laminado del travesaño 224 recibe un segundo elemento de apoyo tubular de grafito/resina. Este segundo elemento de apoyo tubular de grafito/resina se construye enrollando en un tubo una tira de dos capas de grafito impregnada con resina, que tiene una longitud de 10 cm y una anchura de 21 cm con extremos estrechados, y que tiene sus capas orientadas a  $+30^\circ$  y  $-30^\circ$  con respecto a la longitud de la tira. El tubo debería tener un diámetro tal que cuando el elemento de apoyo 226 esté aplanado, este tenga una anchura que sea un poco menor que el grosor del marco de la raqueta terminada.

40 Este segundo elemento tubular de grafito/resina se construye enrollando en un tubo una tira de grafito de dos capas impregnada con resina, con una longitud de 10 cm y una anchura de 7 cm, y con sus capas orientadas a  $+30^\circ$   $-30^\circ$  con respecto a la longitud de la tira. El tubo debería tener el diámetro tal que cuando el elemento de apoyo 226 esté aplanado, este tenga un ancho que sea un poco menor que el grosor del marco de la raqueta terminada.

45 Otra tira de grafito/resina 228 se enrolla alrededor de la combinación del laminado del travesaño 224 y el elemento de apoyo 226. La tira 228 es una tira de dos capas de grafito impregnada con resina, con una longitud de 10 cm y una anchura de 7 cm, y con sus capas orientadas a  $+30^\circ$  y  $-30^\circ$  con respecto a la longitud de la tira. La tira 228 se envuelve alrededor de la parte central de la combinación del laminado del travesaño 224 y el elemento de apoyo 226, como se ilustra en la figura 58.

50 Después que el laminado del travesaño 224 se haya construido, este se coloca en la forma de madera de la figura 53, junto con la parte principal 210 del marco de la raqueta, a al que se quiere fijar. Los extremos 230 y 232 del laminado del travesaño 224 y el elemento de apoyo 226, respectivamente, están doblados lejos el uno del otro, como se ilustra en la figura 59. La parte principal 210 y la combinación del laminado del travesaño 224 y el elemento de apoyo 226 se colocan sobre la forma de madera de la figura 53. La posición relativa de los elementos del marco se puede entender mejor en la figura 60, que omite la ilustración de la forma de madera con fines de claridad de la ilustración. Todos los cuatro extremos 230 y 232 están anudados con tiras de fibras de grafito impregnadas con resina que tienen una longitud de aproximadamente 12 cm y un ancho de aproximadamente 1 cm. Estas pueden ser simples tiras de tejido de fibra de grafito con fibras orientadas a lo largo de la longitud de la tira. La unión se realiza enrollando suavemente y en forma espiral el mismo con ligero solapamiento en la medida de lo posible entre los bordes de la tira como se indica esquemáticamente mediante los espirales 234 en la figura 60. Aunque los espirales no se ilustran para el otro extremo, se envuelven de la misma forma.

65 La parte de mango del marco se envuelve con dos tiras de tejido de fibra de carbono cada una de las cuales tiene una construcción de dos capas con fibras enrolladas a  $+30^\circ$  y  $-30^\circ$  con respecto a la longitud de la tira. Las tiras ambas tienen 17 cm de largo y 4 cm de ancho.

5 El laminado terminado se retira entonces de la forma de madera y se coloca en la mitad inferior de un molde de hierro para su calentamiento. En el caso de que se utilice un molde de hierro de mango cerrado, como el que se ilustra en la figura 61, se puede prescindir de anudar los extremos de la manga de nailon que forma el laminado de la parte principal 210. Los extremos de la manga de nailon pueden ser simplemente doblados y colocados entre los dos extremos de la parte principal del laminado. Dichos plegados más simples, opcionalmente, pueden emplearse para los extremos de la manga de nailon del travesaño, teniendo cuidado de meterlos en el tubo formado por las capas de grafito enrolladas que componen el travesaño.

10 De acuerdo con la invención también es posible que un elemento de compuesto de grafito se fabrique sin el uso de ningún elemento impermeable, tal como la manga de nailon tubular. En este caso, las tiras de grafito se enrollan directamente sobre un mandril, quizás con las primeras capas de grafito impregnadas de resina teniendo un lado revestido con un agente de separación, tal como un polvo interno para evitar que se pegue al mandril. El laminado tubular se puede construir con la envoltura sucesiva de tiras adicionales de grafito/resina. Cuando la envoltura del laminado se ha completado, el laminado terminado puede tener sus extremos doblados sobre sí mismos para sellarlos sustancialmente y después, por ejemplo, una raqueta de tenis se puede colocar en un molde cerrado, como ilustra, por ejemplo, la figura 56. Además, también es posible utilizar, por ejemplo, la mitad de un mandril cilíndrico abierto que tiene la configuración de una cuchara 150, y un material espumante plástico (por ejemplo, Expancel 152) en su parte de cuchara 148 antes de envolverlo en el laminado. También puede ser deseable hacer que la parte de la cuchara 148 sea cuadrada, en sección transversal o de alguna otra forma. Cuando se utiliza un mandril de cuchara, después que el laminado se haya envuelto, el laminado simplemente tiene que ser girado para permitir que el material espumante plástico caiga sobre la superficie interior del laminado y a continuación, retirar la cuchara, y doblar los extremos para sellarlos antes de colocarlos en un molde para el calentamiento y el curado como se muestra en la figura 56.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Laminado compuesto de resina y fibra para fabricar un elemento compuesto de resina y fibra que comprende:
- 5 (a) una carcasa exterior que define una cavidad, comprendiendo dicha carcasa exterior:
- (i) una pluralidad de capas de fibras;
- 10 (ii) un primer material resinoso dispuesto entre dichas fibras y que fija dichas fibras entre sí;
- caracterizado por que
- (b) un segundo material resinoso que consiste en esferas llenas de agente espumante dispuestas dentro de
- 15 dicha cavidad; y
- (c) dichas esferas de dicho segundo material resinoso encapsulan un agente espumante que presenta una
- relación de expansión superior a 30.
- (d) dicha carcasa exterior define una cavidad forma un elemento tubular que presenta una primera y segunda
- 20 partes de extremo, estando dicha primera y segunda partes de extremo configuradas para sellar el interior de
- dicho elemento tubular.
2. Laminado de resina y fibra según la reivindicación 1, que comprende asimismo:
- 25 una capa de un material impermeable al aire dispuesta en dicha cavidad posicionada entre dicho segundo material
- resinoso y dicha pluralidad de capas de fibras.
3. Laminado de resina y fibra según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que por lo menos una de entre
- 30 dicha primera y segunda partes extremas está configurada como un nudo o cerrada por grapas o abrazaderas, o por
- termosellado.
4. Laminado de resina y fibra según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que dicha primera y segunda
- partes de extremo están configuradas como pliegues.
- 35 5. Laminado de resina y fibra según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dichas capas de fibras
- presentan diferentes orientaciones angulares.
6. Laminado de resina y fibra según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dichas esferas del segundo
- 40 material resinoso que incluyen el agente espumante tienen un diámetro comprendido entre aproximadamente 10 y
- 30 micrómetros.
7. Laminado de resina y fibra según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicho segundo material
- resinoso está adaptado para ser curado por calor. (49/7)
- 45 8. Laminado de resina y fibra según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho primer material
- resinoso es curado por calor y se hace que las esferas de dicho segundo material resinoso que encapsulan dicho
- agente espumante se expandan aproximadamente a la misma temperatura que la temperatura de curado para dicho
- primer material resinoso.
- 50 9. Método para fabricar un elemento compuesto de resina y fibra mediante la utilización de un laminado según
- cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo el método las etapas siguientes:
- (a) formar unos elementos planos de fibra impregnados con un primer material resinoso, y
- 55 b) envolver los elementos planos alrededor de un mandril para formar un elemento tubular que define una
- cavidad en el interior,
- caracterizado por que
- 60 c) un agente formador de espuma presenta una relación de expansión mayor que 30 (48/1-2) encapsulado por
- unas esferas de un segundo material de resina que son colocadas dentro del elemento tubular,
- d) se cierran los extremos del elemento tubular para definir una vejiga cerrada,
- 65 e) se introduce la vejiga cerrada en un molde, y

f) se calienta el molde haciendo que el agente formador de espuma forme una espuma plástica y el primer y segundo materiales resinosos sean curados,

g) se retira el laminado curado del molde.

5 10. Método según la reivindicación 9, en el que dicho agente espumante presenta una relación de expansión en el intervalo comprendido entre aproximadamente 50 y 70.

10 11. Laminado de resina y fibra para producir un elemento compuesto de resina y fibra según la reivindicación 1 a 8, en el que el elemento compuesto comprende un artículo de equipo deportivo, por ejemplo, bates de béisbol, raquetas o marco o eje de los mismos.

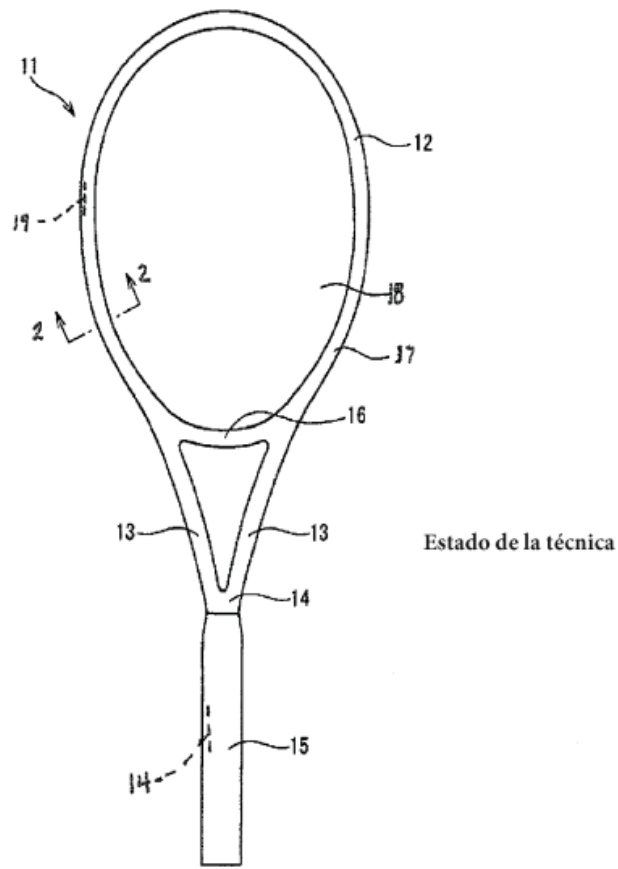


Figura 1

FIGURA 2

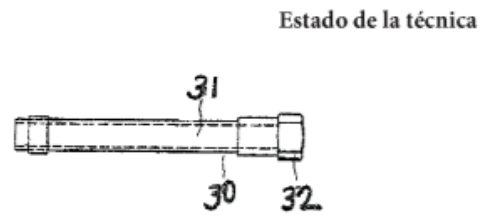
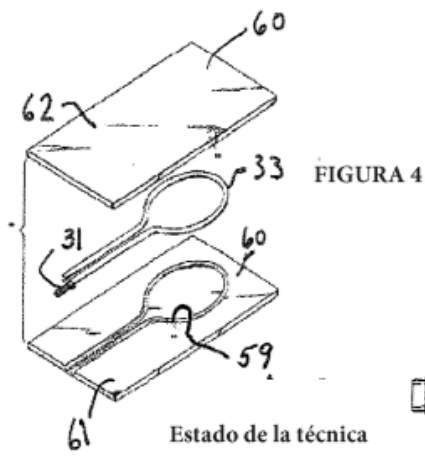
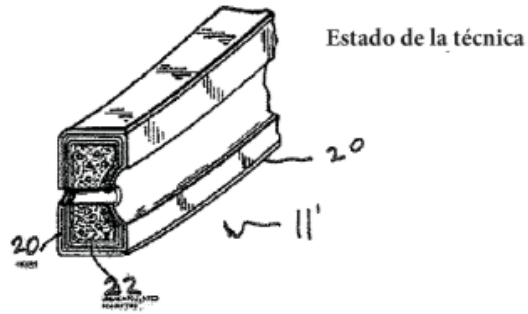


FIGURA 3

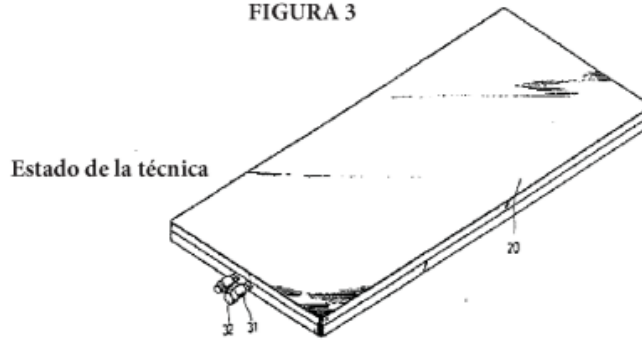


FIGURA 5

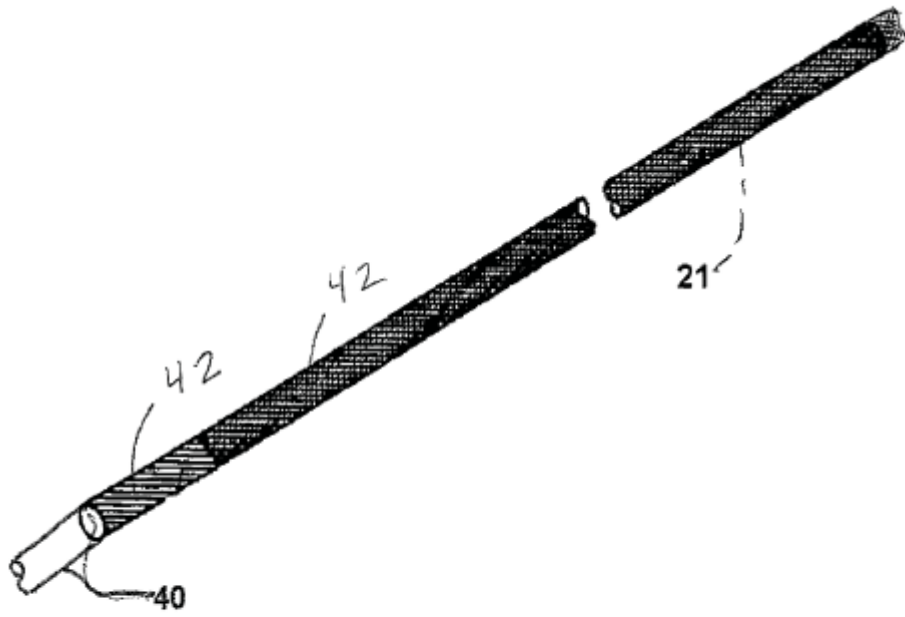


FIGURA 6

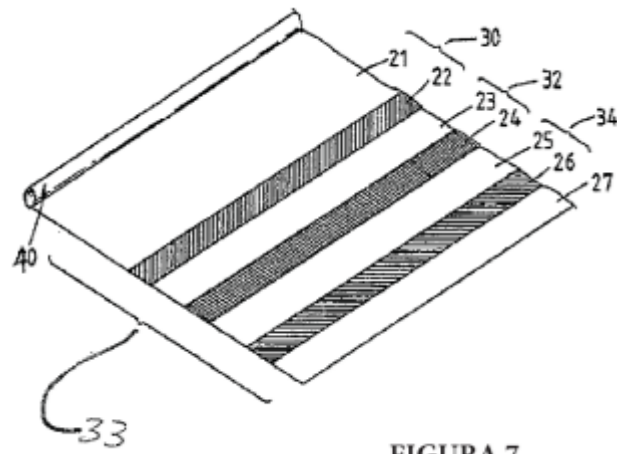


FIGURA 7

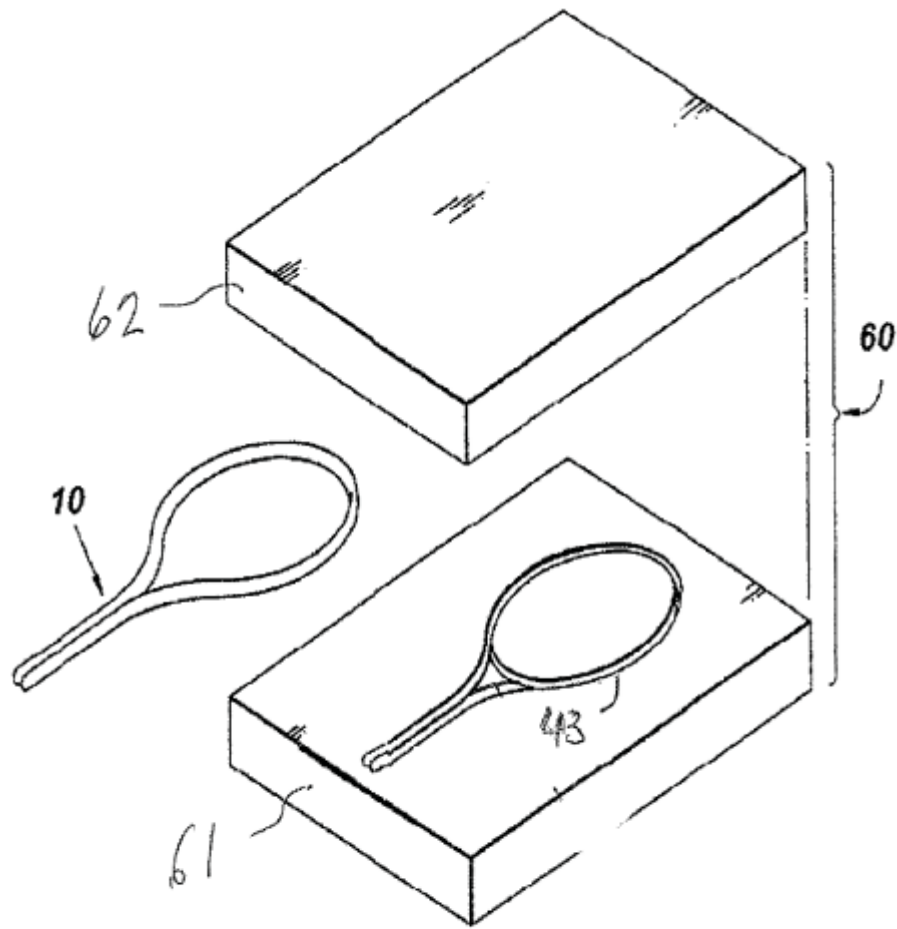


FIGURA 8

FIGURA 9a

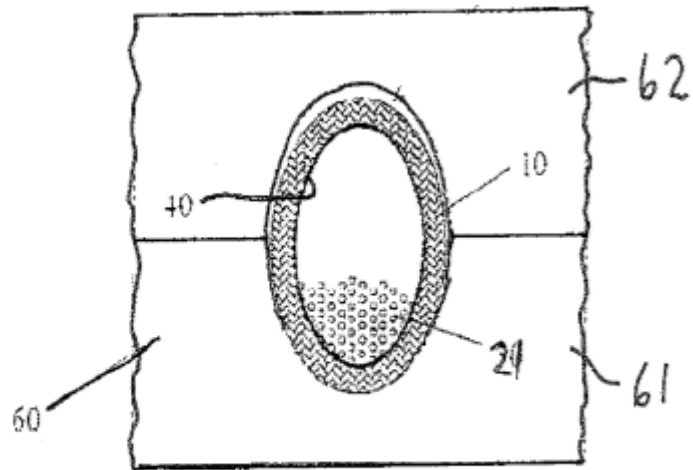
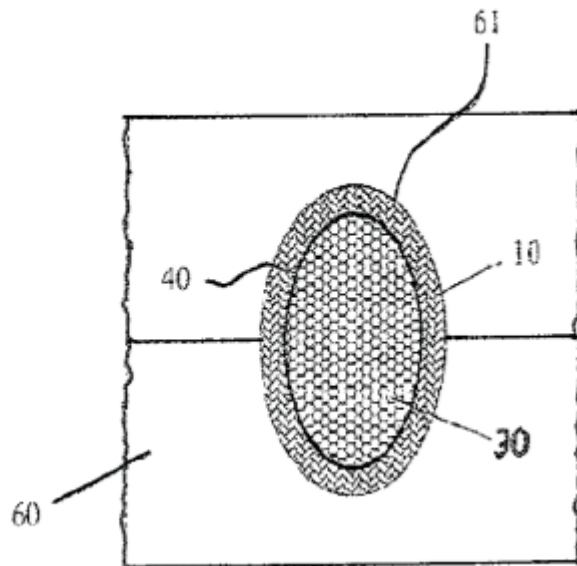


FIGURA 9b



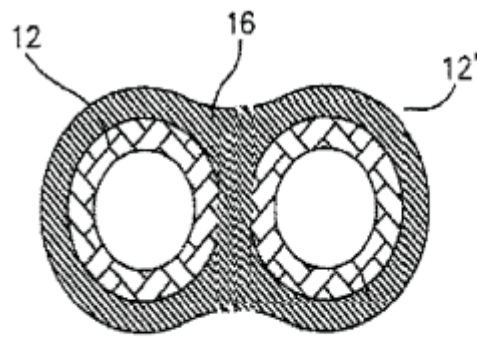


FIGURA 11

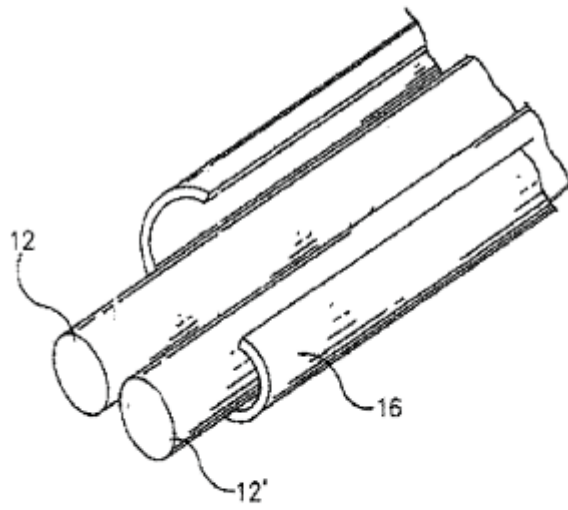


FIGURA 10

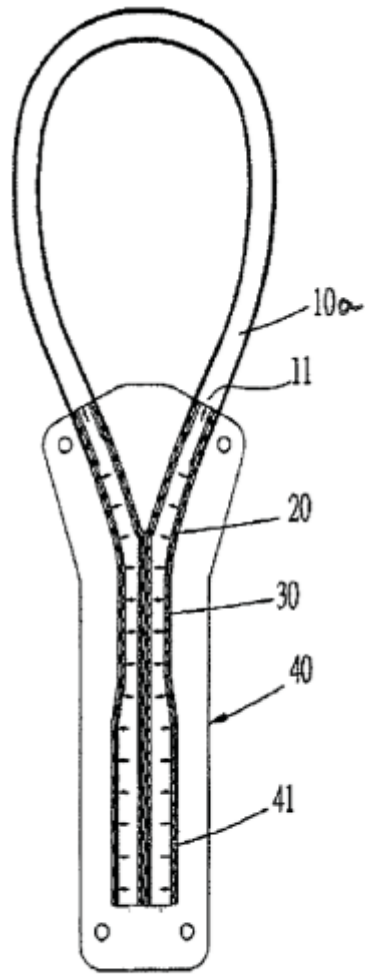


FIGURA 12a

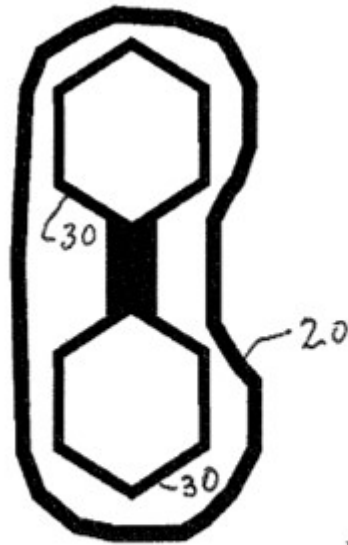


FIGURA 12b

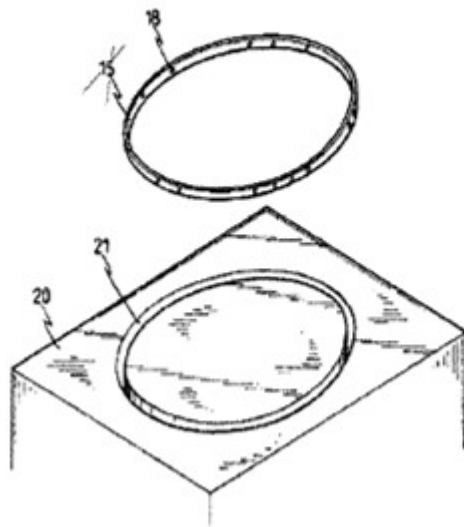


FIGURA 13

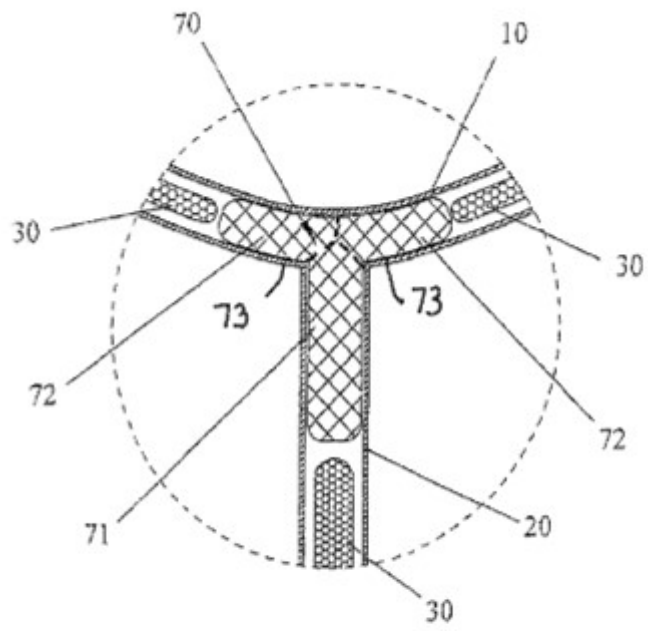


FIGURA 14

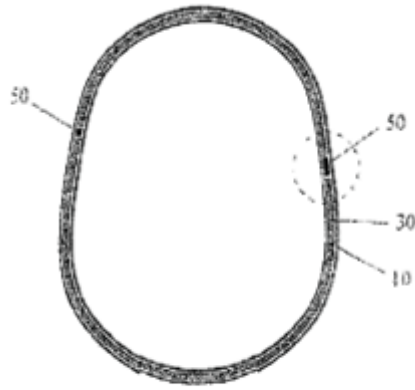


FIGURA 15

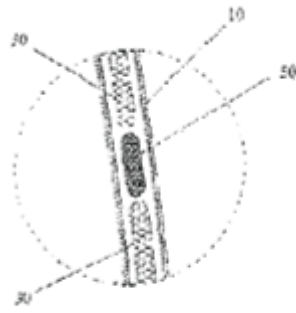
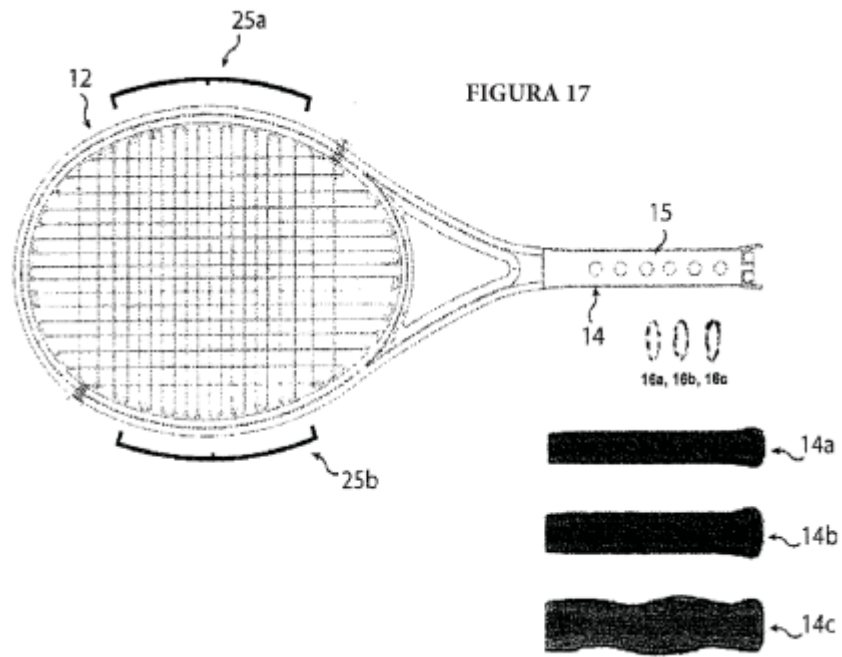
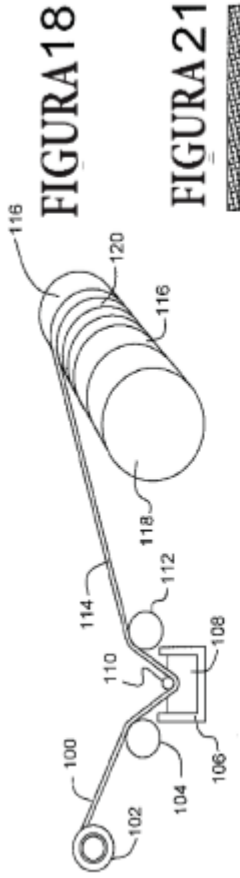


FIGURA 16

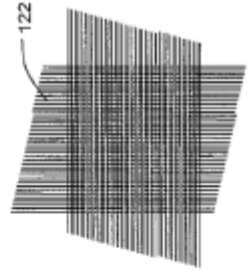
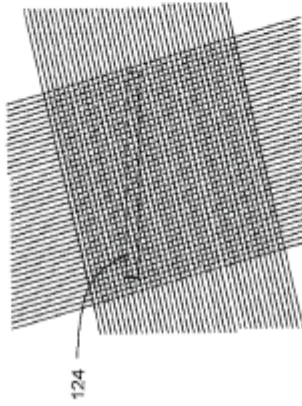




**FIGURA 21**



**FIGURA 20**

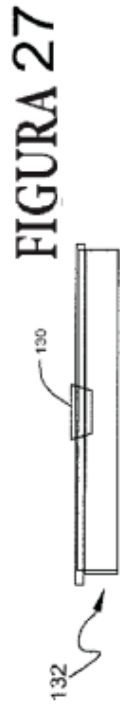
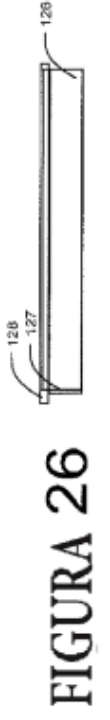
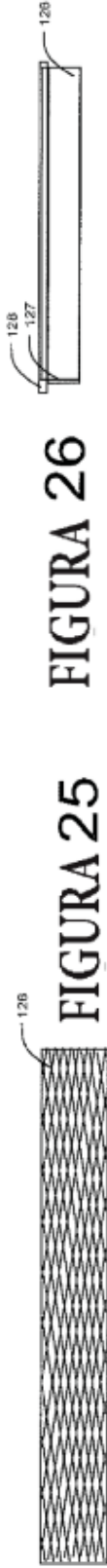


**FIGURA 23**



**FIGURA 24**





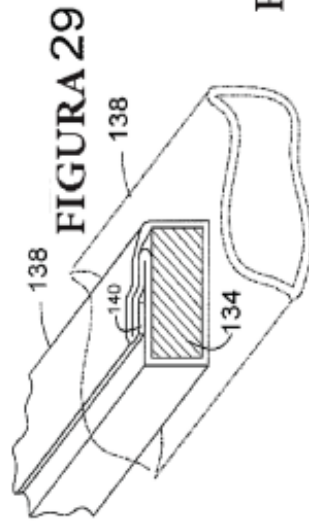


FIGURA 29

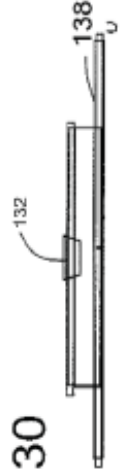


FIGURA 30



FIGURA 31



FIGURA 32



FIGURA 33



FIGURA 34



FIGURA 35

FIGURA 36

FIGURA 37

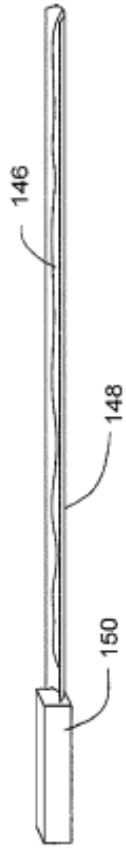


FIGURA 40

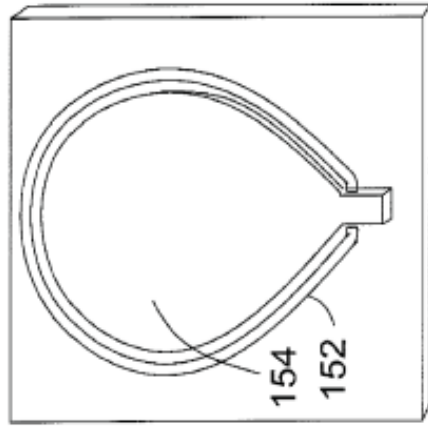
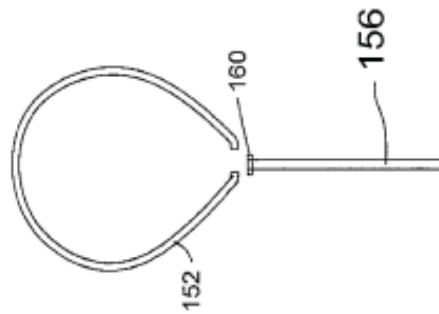


FIGURA 38

FIGURA 39

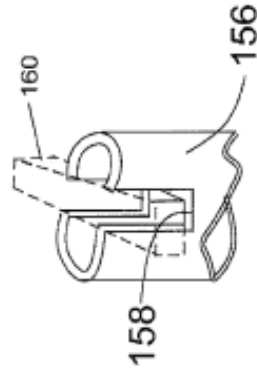
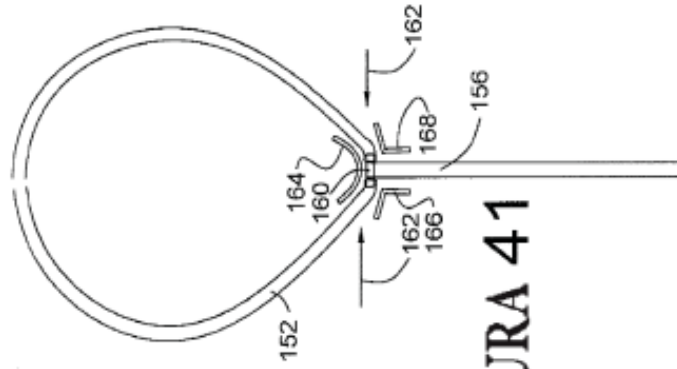


FIGURA 41



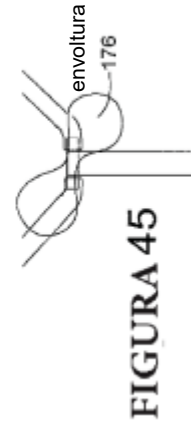
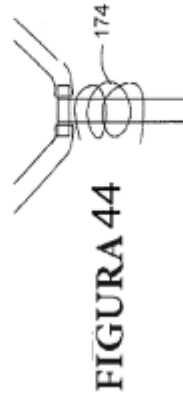
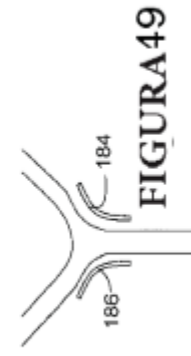
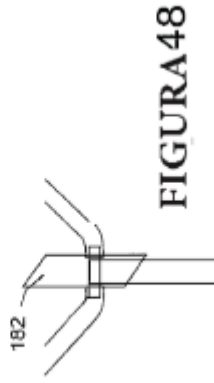
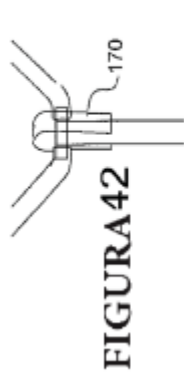
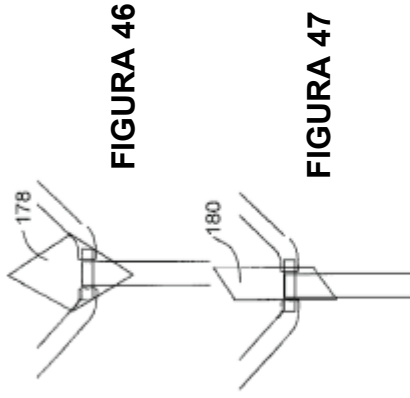


FIGURA 5 1

