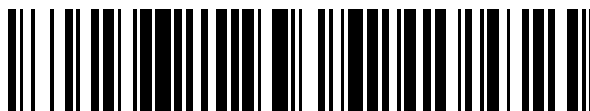


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 733**

51 Int. Cl.:  
**B29C 70/38** (2006.01)  
**B29C 35/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07003312 .1**  
96 Fecha de presentación: **16.02.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1820626**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.08.2007**

54 Título: **Sistema y método de calentamiento de fibra de carbono utilizando la radiación infrarroja en una máquina de colocación de fibra**

30 Prioridad:  
**16.02.2006 US 773816 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.05.2012**

73 Titular/es:  
**INGERSOLL MACHINE TOOLS, INC.**  
**707 FULTON AVENUE**  
**ROCKFORD IL 61103, US**

72 Inventor/es:  
**Oldani, Tino y**  
**Goebel, Daniel**

74 Agente/Representante:  
**Manresa Val, Manuel**

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).

ES 2 379 733 T3

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método de calentamiento de fibra de carbono utilizando la radiación infrarroja en una máquina de colocación de fibra.

## CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere en general a maquinaria de colocación de fibras y, en particular, a un método y un aparato utilizado en este tipo de maquinaria para calentar la fibra que se va a colocar.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las máquinas de colocación automática de fibras (AFP) se utilizan ampliamente en la fabricación de piezas, componentes y estructuras de resinas compuestas (*composite*). Los materiales utilizados en la colocación automática de fibras normalmente están compuestos por fibras longitudinales y resina consolidadas en bandas delgadas denominadas "cintas". La máquina de colocación de fibras produce de una a varias cintas adyacentes a medida que deposita y compacta una "lámina" o "recorrido" sobre una herramienta. El número de cintas que la máquina de colocación de fibras produce y deposita sobre una herramienta depende de distintos factores, entre ellos, por ejemplo el tamaño, las dimensiones, la forma y el contorno de la herramienta. Como cada lámina o recorrido se pone sobre otra lámina o recorrido anterior, una pieza de *composite* se conforma capa a capa sobre la herramienta.

El proceso de colocación automática de fibras descrito anteriormente de forma general permite construir estructuras complejas de *composite* con trayectos de las fibras dirigidos o curvilíneos. Este método para producir estructuras de *composite* resulta más económico que los métodos manuales. Además, ofrece una mejor eficiencia estructural, gracias a su capacidad de orientar las fibras a lo largo de trayectos de carga interna locales, con lo que se pueden lograr estructuras más ligeras y resistentes, con un coste de construcción menor en comparación con las estructuras conseguidas por otros métodos de producción.

Durante el proceso de colocación automática de fibras, las cintas se suelen calentar a medida que se colocan sobre la herramienta o sobre una capa de cintas anterior. El calor suministrado a las cintas hace que estas se vuelvan pegajosas. En este estado, las cintas individuales se unen con las fibras adyacentes o próximas, formando una lámina homogénea o una pieza de *composite*.

Lamentablemente, el uso de la maquinaria de colocación de fibras actual se ve limitado en parte por la incapacidad de calentar rápidamente la herramienta o las cintas de fibra de carbono próximas al punto de aplicación y compactación. Los anteriores métodos de calentamiento exigían equipos costosos y complejos, así como un método de transferencia térmica por convección. El soplado de aire caliente hacia la herramienta o las cintas previamente colocadas es un método de calentamiento relativamente efectivo, pero tiene tiempos de reacción largos y resulta mucho más difícil de controlar. La patente US-A-5177340 da a conocer una máquina de colocación de fibras con dos matrices de ampollas de cuarzo que calientan la herramienta y la siguiente cinta que se aplicará en la misma, respectivamente. El aire se sopla sobre las ampollas hacia las superficies que se van a calentar. La solicitud de patente europea publicada EP-A-0167377 da a conocer un aparato según el preámbulo de la reivindicación 1 en el que las superficies de contacto se calientan mediante un haz de energía radiante dirigido por delante del punto de contacto entre la herramienta y la cinta que se va a aplicar. Además, el documento EP-A-0167377 da a conocer un método para formar una pieza de *composite* utilizando un conjunto de cabezal de colocación de fibras. La patente US-A-5078821 da a conocer una máquina de colocación de fibras en la que el sustrato y la cinta se precalienta, p. ej., mediante lámparas de infrarrojos, y el punto de contacto entre el sustrato y la cinta se siguen calentando por encima de la temperatura de fusión mediante energía láser, aire caliente, microondas o radiación de infrarrojos.

## BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un aparato según la reivindicación 1 y un método para calentar la herramienta o las cintas previamente dispuestas cerca del punto de aplicación y compactación, según la reivindicación 14, sin los problemas e inconvenientes asociados a los métodos y aparatos utilizados actualmente. Estas y otras ventajas de la presente invención, así como otras características inventivas, se pondrán claramente de manifiesto a partir de la descripción de la presente invención que se proporciona en la presente memoria.

En un aspecto, se proporciona un aparato, un sistema y un método que pueden utilizarse con una máquina de colocación de fibras para calentar rápidamente una herramienta o las cintas dispuestas previamente en la proximidad del área de aplicación o de un punto de compactación. El calor procede de un calentador por infrarrojos (IR) cuya superficie exterior presenta un contorno que crea un perfil de calor, estando el calentador IR acoplado a un conjunto de disipador de calor residual que extrae el calor de las estructuras calentadas situadas alrededor del calentador IR y calienta por convección un área de la herramienta. El conjunto de disipador de calor residual comprende una cavidad dentro de una cubierta y unas tapas laterales; una conexión rápida que acopla el suministro de gas a la cavidad; unos orificios a través de los que sale el gas de la cavidad; y una cubierta secundaria que guía

el gas calentado hacia la herramienta. Este sistema y su método resultan económicos, de reacción rápida, fáciles de controlar y requieren menos componentes que los sistemas convencionales.

El nuevo sistema propuesto y su método de compactación y calentamiento permitirán una mejora general del rendimiento y unos costes menores en la industria de la colocación de fibras. Otros aspectos, objetivos y ventajas de la presente invención se pondrán claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos. Aunque la presente invención se describe según determinadas formas de realización preferidas, no se verá limitada a dichas formas. Al contrario, se pretende cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes comprendidos en el alcance de la presente invención tal y como se define en las reivindicaciones.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los dibujos adjuntos, incorporados en la presente memoria y que forman parte de la misma, ilustran varios aspectos de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para describir los principios de la presente invención. En los dibujos:

La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de forma de realización de un conjunto de cabezal de colocación de fibras que resulta útil para explicar la presente invención, comprendiendo dicho conjunto de cabezal un conjunto de calentador por infrarrojos (IR) sin conjunto de disipador de calor residual, y estando dicho conjunto de cabezal acoplado operativamente a una máquina de colocación de fibras ilustrada de forma esquemática y general.

La figura 2 es una vista en alzado lateral del conjunto de cabezal de colocación de fibras de la figura 2 depositando cintas sobre una herramienta.

La figura 3 es una vista en alzado lateral del conjunto de cabezal de colocación de fibras de la figura 1 depositando cintas sobre cintas previamente colocadas en la herramienta.

La figura 4 es una vista en perspectiva del conjunto de cabezal de colocación de fibras de la figura 1, adaptado según la presente invención reivindicada al incluir un conjunto de disipación de calor residual dispuesto sobre el conjunto de calentador por infrarrojos.

Por último, la figura 5 es una vista en alzado lateral, parcialmente cortada, del conjunto de cabezal de colocación de fibras de la figura 4.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Tal como se ilustra en la figura 1, se trata de un conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 para una máquina de colocación de fibras 12. Aunque no se representa, la máquina de colocación de fibras 12 está acoplada operativamente a un pórtico u otra estructura mecánicamente móvil, de forma que el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 puede desplazarse y maniobrar en varias direcciones. Tal como se describirá más detalladamente posteriormente, una fuente de calor por infrarrojos (IR) acoplada operativamente al conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 suministra calor durante la colocación de fibras de una forma simple y económica en comparación con los conjuntos de cabezal que dependen del método de transferencia de calor por convección para el calentamiento de la fibra.

Tal como se representa en la figura 1, en una de las formas de realización, el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 comprende, entre otros muchos conjuntos y subconjuntos, un conjunto de rodillo compactador 14 y un conjunto de alimentador 16. Un conjunto de calentador por infrarrojos 18, que comprende un calentador por infrarrojos 52, un mecanismo refrigerador 20 y sensores de temperatura 22, está acoplado operativamente al conjunto de cabezal de colocación de fibras 10. Un controlador 24 está acoplado operativamente al conjunto de calentador por infrarrojos 18 y, en una de las formas de realización, también al conjunto de cabezal de colocación de fibras 10.

El conjunto de rodillo compactador 14 comprende un par de soportes separados 26 que acoplan operativamente el conjunto de rodillo compactador 14 al conjunto de cabezal de colocación de fibras 10. Entre los soportes 26 se asienta un rodillo compactador de rotación libre 28. En la forma de realización ilustrada, el rodillo compactador 28 presenta una superficie exterior generalmente homogénea 30. Como se describirá posteriormente más detalladamente, el rodillo compactador 28 se utiliza para presionar las cintas 34 procedentes del conjunto de alimentador 16 contra una herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas sobre dicha herramienta (véase la figura 3).

Tal como se representa en la figura 1, la compactación de las cintas 34 entre la herramienta 32 y el rodillo compactador 28 se produce a lo largo o junto a una línea de compactación 36 en la superficie exterior 30 del rodillo 28. En una de las formas de realización, a medida que el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 dispone las cintas 34 sobre la herramienta 32, el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 permanece normal respecto a

una superficie 38 de la herramienta 32 dispuesta directamente debajo de la línea de compactación 36 mientras el contorno de la superficie cambia.

5 Adyacente al conjunto de rodillo compactador 14 se encuentra un conjunto de alimentador 16. Al igual que el conjunto de rodillo compactador 14, el conjunto de alimentador 16 está acoplado operativamente al conjunto de cabezal de colocación de fibras 10. El conjunto de alimentador 16 normalmente suministra una o varias cintas 34 al conjunto de rodillo compactador 14 y, en concreto, al rodillo compactador 28. Las cintas 34 normalmente están compuestas por fibras longitudinales y resina consolidadas en bandas delgadas. En una de las formas de realización, cada una de las cintas 34 tiene un ancho de aproximadamente 3,2 mm (1/8 pulgadas). Aun así, pueden utilizarse cintas 34 de otros materiales y con otros anchos para adaptarse al tamaño, forma y contorno de la herramienta 32 sobre la que se aplicarán las cintas o se formará la pieza de *composite*.

15 En la forma de realización ilustrada en la figura 1, el conjunto de alimentador 16 toma dos grupos separados de 16 cintas 34 que penetran por la parte posterior 40 del conjunto de alimentador 16 en distintos puntos y los organiza formando una banda de 32 cintas adyacentes e independientes. A continuación, según el tamaño y el contorno de la pieza de *composite* que se vaya a producir, el conjunto de alimentador 16 suministra de una a todas las 32 cintas 34. Al salir del conjunto de alimentador 16, las cintas 34 pasan entre una guía 42 y la superficie exterior 30 del rodillo 28.

20 Debido a que la guía 42 cuenta con un extremo preciso 44, las cintas 34 que salen del conjunto de alimentador 16 giran hacia la línea de compactación 36 en la superficie exterior 36 del rodillo compactador 28 y en sentido normalmente opuesto al de aplicación de la cinta 46 del conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 en la figura 1.

25 Adyacente al conjunto de alimentador 16 se encuentra instalado el conjunto de calentador por infrarrojos (IR) 18. El conjunto de calentador IR 18 está acoplado operativamente al conjunto de cabezal de colocación de fibras 10. En la forma de realización ilustrada, el conjunto de calentador IR 18 está montado en el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 utilizando soportes de montaje 48 y varias piezas roscadas 49 introducidas a través de las aberturas 51 del soporte de montaje 48 y enroscadas al conjunto de cabezal de colocación de fibras. Aun así, el resto de estructuras y conjuntos puede utilizarse como apoyo para el conjunto de calentador IR 18.

30 El conjunto de calentador IR 18 comprende una cubierta o carcasa 50 que cubre parcialmente el calentador por infrarrojos (IR) 52. En la forma de realización ilustrada, la parte expuesta del calentador IR 52 y dirigida hacia la herramienta 32 presenta una superficie exterior "en forma de cacahuete" 54. Gracias a este contorno particular de la superficie exterior 54 y, en cierto modo, a la placa guía 56, el calentador IR 52 presenta un perfil de calor 58 (mostrado con líneas punteadas) que se amplía a medida que se aleja del calentador IR y hacia la herramienta 32, tal y como se muestra en la figura 1. De este modo, el calentador IR 52 puede irradiar calor a una parte de la herramienta 32 o a las cintas previamente dispuestas 34 dentro de una "zona caliente" 60 que se extiende fuera del área situada delante directamente del calentador IR.

40 El calentador IR 52 puede asimismo, hasta cierto punto, calentar por radiación las cintas 34 que expulsa el conjunto de alimentador 16 gracias a la proximidad de las cintas 34 a la ubicación del calentador IR 52. Por ejemplo, si el perfil de calor 58 mostrado en la figura 1 se expande hacia fuera, las cintas 34 proyectadas por el conjunto de alimentador 16 atravesarán el perfil de calor 58 y recibirán parte del calor radiado.

45 El calentador IR 52 mostrado en la forma de realización ilustrada en la figura 1 tiene un rendimiento calorífico máximo de aproximadamente dos mil ciento noventa y dos grados Fahrenheit (2192 °F), lo que equivale a aproximadamente mil doscientos grados Celsius (1200 °C) cuando se suministran la corriente y tensión máximas. En una de las formas de realización, el calentador IR 52 se utiliza para aumentar la temperatura de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 entre aproximadamente cien grados Fahrenheit y quinientos grados Fahrenheit (100 °F – 500 °F), lo que equivale a un intervalo de aproximadamente treinta y ocho grados Celsius a aproximadamente doscientos sesenta grados Celsius (38 - 260 °C). El nivel de calor depende en gran medida del objeto o material concreto que se vaya a calentar, la velocidad a la que el conjunto de cabezal de colocación de fibra 10 se mueve respecto a la herramienta 32, la capacidad del calentador IR 52, la cantidad de potencia suministrada al calentador IR 52, y otros. En cualquier caso, tal como se describirá más detalladamente posteriormente, el calentador IR 52 preferentemente calienta la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 a una temperatura inferior al "punto de quemado" de la herramienta o las cintas, respectivamente.

60 Los cables conductores 62 que salen del conjunto de calentador IR 18 se extienden hasta el controlador 24, al que se acoplan operativamente. De este modo, el controlador 24 se encuentra en comunicación eléctrica con el calentador IR 52. Por este motivo, el controlador 24 no solo puede activar y desactivar el calentador IR 52, sino que también puede ordenar al calentador IR cuánto calor deberá generar. Por ejemplo, en una forma de realización, el controlador 24 emite una señal de entre aproximadamente cuatro y aproximadamente 20 miliamperios (4 a 20 mA) al calentador IR 52. Cuando la señal alcanza aproximadamente cuatro miliamperios (4 mA), el calentador 52 se desactiva y no genera calor. En el momento en que la señal rebasa los 4 mA, el calentador IR 52 se activa y comienza a generar una cantidad mínima de calor. Cuando la señal alcanza aproximadamente veinte miliamperios (20 mA), el calentador IR 52 genera la cantidad máxima de calor.

En una de las formas de realización, la cantidad de calor generado por el calentador IR 52 entre las salidas de calor mínima y máxima anteriormente indicadas es una función lineal de la magnitud de la señal (entre cuatro y veinte miliamperios) recibida por el calentador IR desde el controlador 24. Por ejemplo, si se recibe del controlador 24 una señal de doce miliamperios (12 mA), el calentador IR 52 genera calor de aproximadamente el cincuenta por ciento del máximo. Asimismo, si el controlador 24 envía una señal de ocho miliamperios (8 mA), el calentador IR 52 genera calor de aproximadamente el veinticinco por ciento del máximo y, si el controlador envía una señal de dieciséis miliamperios (16 mA), el calentador IR genera calor de aproximadamente el setenta y cinco por ciento del máximo.

A pesar de lo descrito en el ejemplo anterior, la relación entre el calor generado por el calentador IR 52 y la magnitud de la señal recibida desde el controlador 24 puede no ser lineal (p. ej., ser exponencial basándose en una fórmula o algoritmo, etc.). Además, la señal no tiene por qué ser una señal de corriente tal como se ha descrito, sino que puede basarse en otros parámetros o características eléctricas (p. ej., tensión, frecuencia, una señal modulada por ancho de pulso, etc.).

La señal recibida por el calentador IR 52 desde el controlador 24 puede ser una señal continua o discontinua. Cuando se utiliza una señal continua (p. ej., una señal analógica), es posible la modulación constante del calentador IR 52 entre el calor mínimo y el máximo. La modulación del calentador IR 52 permite controlar el calor generado de forma precisa, de forma que la temperatura de la herramienta 32 o la cinta 34 también pueda controlarse con exactitud.

Cuando el calentador IR 52 se desactiva o apaga tras un periodo de generación de calor, la temperatura del calentador IR desciende hasta la temperatura ambiente con mucha rapidez. De hecho, en una de las formas de realización, la temperatura del calentador IR 52 se reduce desde la temperatura máxima hasta la temperatura ambiente en aproximadamente dos segundos. Como el calentador IR 52 se enfría tan rápido, el calor radiado sobre la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 sobre dicha herramienta se interrumpe muy deprisa. Esta ventaja del calentador IR 52 ayuda a garantizar que no se alcance el "punto de quemado" de la herramienta 32 o las cintas 34, que puede ser muy distinto, evitando así que se estropee la pieza de *composite* formada por el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10.

Aunque el calentador IR 52 se enfría con mucha rapidez, es posible que la cubierta 50, el soporte de montaje 48 y otros componentes adyacentes o próximos no se enfríen tan rápidamente y, en consecuencia, seguirán irradiando cierta cantidad de calor a la herramienta 32 o a las cintas previamente dispuestas 34. Si no se pone solución, este calor adicional podría hacer que la temperatura de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 siga aumentando hacia el punto de quemado, incluso superándolo, aunque se haya desactivado el calentador IR 52. Para garantizar que esto no suceda, el conjunto de calentador IR 18 comprende un mecanismo refrigerador 20. En la figura 1, el mecanismo refrigerador 20 se encuentra interpuesto entre el calentador IR 52 y los sensores de temperatura 22. No obstante, en otras formas de realización, el mecanismo refrigerador 20 también puede montarse en otros puntos.

El mecanismo refrigerador 20 funciona normalmente como medida de emergencia o seguridad que evita que la temperatura de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 alcancen o superen su punto de quemado. Una vez activado, el mecanismo refrigerador 20 mantiene o reduce la temperatura de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34. En la forma de realización ilustrada, el mecanismo refrigerador 20 realiza esta función dirigiendo un fluido sobre la parte caliente de la herramienta 32 o de las cintas previamente dispuestas 34.

Tal como se muestra en la figura 1, el mecanismo refrigerante 20 está acoplado operativamente a un solenoide 64 que, a su vez, está acoplado al controlador 24 mediante cables conductores 66. Cuando el controlador 24 envía una señal de activación al solenoide 64, este se activa y abre el mecanismo refrigerante 20. El mecanismo refrigerante 20 abierto dirige el fluido hacia la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 de forma que la temperatura de la herramienta o las cintas se mantiene o reduce. Cuando el controlador 24 anula la señal de activación al solenoide 64, este se desactiva y el mecanismo refrigerante 20 se cierra. El mecanismo refrigerante cerrado 20 interrumpe el flujo de fluido.

En la forma de realización ilustrada, el mecanismo refrigerante 20 es un tubo refrigerante alimentado por un suministro de aire y con numerosas aberturas 68 separadas entre sí y alineadas respecto a la superficie exterior 70 del tubo refrigerante. El tamaño y el número de las aberturas 68 pueden ajustarse para proporcionar la cantidad de fluido deseada. Tal como se muestra, las aberturas 68 normalmente se dirigen hacia la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 para garantizar que al expulsar el fluido según lo descrito previamente, este actúa sobre la herramienta o las cintas previamente dispuestas eliminando el calor.

En una de las formas de realización, el fluido expulsado por el mecanismo refrigerante 20 es aire ambiente seco y limpio. Para garantizar la limpieza y la humedad relativa deseada, el aire ambiente seco puede atravesar o pasar cerca de un desecante para eliminar la humedad. Además, en lugar de aire, el mecanismo refrigerante 20 puede expulsar también otros gases (p. ej., nitrógeno, etc.). El mecanismo refrigerante 20 puede incluir una conexión rápida

71 para acoplar el mecanismo refrigerante 20 a un suministro de fluido (no representado). Además, en una de las formas de realización, el fluido expulsado por el mecanismo refrigerante 20 se enfría a una temperatura inferior a la temperatura ambiente. Con este aire refrigerado, el calor se elimina más rápidamente de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34.

5 Junto al mecanismo refrigerante 20 se encuentran los sensores de temperatura 22. En la forma de realización ilustrada, se muestran un par de sensores de temperatura 22. En cualquier caso, es posible utilizar un único sensor de temperatura o varios sensores en lugar del par de sensores mostrados. En la figura 1, los sensores de temperatura 22 están separados entre sí aproximadamente el ancho de la cubierta 50, cubriendo el calentador IR 52. Además, los sensores de temperatura 22 están orientados hacia la parte de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 calentadas por el calentador IR 52.

15 En la forma de realización ilustrada, los sensores de temperatura 22 están dispuestos de forma que pueden detectar la parte más caliente de la superficie de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34. De hecho, los sensores de temperatura 22 están configurados para medir la temperatura superficial media de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 en el punto donde el calor es más intenso. En una de las formas de realización, los sensores de temperatura 22 miden la temperatura media de aproximadamente  $6,5 \text{ cm}^2$  (1 pulgada cuadrada) de la superficie 38 de la herramienta 32 o de la superficie de las cintas previamente dispuestas 34.

20 Los sensores de temperatura 22 están acoplados eléctricamente al controlador 24 mediante cables conductores 72. De este modo, los sensores de temperatura 22 y el controlador 24 pueden comunicarse entre sí. Por ejemplo, los sensores de temperatura 22 pueden recibir instrucciones del controlador 24 y reenviar sus medidas de temperatura al controlador. Los sensores de temperatura 22 normalmente se activan y funcionan siempre que se utiliza el conjunto de cabezal de colocación de fibras. De este modo, independientemente de si el calentador IR 52 suministra calor a la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 o de si el mecanismo refrigerante 20 está disipando el calor, la temperatura superficial media de una parte de la herramienta 32 o las cintas 34 dispuestas sobre la herramienta 32 se controla y se registra.

30 Cuando los sensores de temperatura 22 están funcionando, a menudo controlan la parte caliente de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 en busca de una posible temperatura excesiva. Al reenviar la información controlada al controlador 24, este puede determinar si una temperatura superficial en la parte caliente de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 alcanza o supera un valor predeterminado. Dicho valor predeterminado, que es una entrada del controlador 24, normalmente se basa en el punto de quemado de la herramienta 32 o las cintas 34. Normalmente es inferior a  $260 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $500 \text{ }^\circ\text{F}$ ).

35 Por ejemplo, si el punto de quemado de las cintas 34 es de  $93 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $200 \text{ }^\circ\text{F}$ ), el valor predeterminado puede ajustarse a un valor superior a  $71 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $160 \text{ }^\circ\text{F}$ ) e inferior a  $93 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $200 \text{ }^\circ\text{F}$ ), p. ej.,  $82 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $180 \text{ }^\circ\text{F}$ ). En cualquier caso, el valor predeterminado puede ajustarse a cualquier temperatura por debajo del punto de quemado y puede basarse en distintos factores. De este modo, la temperatura de la herramienta 32 o las cintas previamente dispuestas 34 no debe alcanzar o superar el punto de quemado mientras el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 esté realizando piezas de *composite*.

45 Basándose en el rendimiento pretendido de calentamiento de la herramienta 32 y las cintas 34, el controlador 24 puede utilizar, por ejemplo, un tipo de control proporcional, proporcional-integral o proporcional-integral-derivativo. Por eso, la salida del calentador IR 32 se tiene en cuenta al determinar o calcular la entrada del calentador IR.

50 Tal como se muestra en la figura 4, según la presente invención, el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 comprende un conjunto de disipador de calor residual 74 acoplado operativamente al conjunto de calentador IR 18 o el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10. Tal como se muestra, el conjunto de disipador de calor residual 74 normalmente está dispuesto sobre la parte delantera del conjunto de calentador IR 18. El conjunto de disipador de calor residual 74 comprende un par de tapas laterales 76 (a cada lado del calentador IR 52), una cubierta 78, un par de conexiones rápidas 80 (a cada lado del calentador IR) y una cubierta secundaria 82.

55 Las dos tapas laterales 76 están montadas a cierta distancia de las partes delanteras de la cubierta 50. Asimismo, la cubierta 78 está montada a cierta distancia de los extremos 84 (figura 1) de la cubierta 50. En esta configuración, cada lado de la cubierta 50 está cubierta y en cierto modo encapsulada, formando una cavidad 86 (figura 5) entre la cubierta 50, los extremos 84 y las tapas laterales 76. No obstante, la superficie exterior 54 del calentador IR 52 permanece completamente expuesta y abierta al ambiente.

60 Una de las conexiones rápidas 80 está acoplada operativamente y atraviesa cada una de las tapas laterales 76. Por lo tanto, cuando las conexiones rápidas 80 se acoplan a un suministro de gas (no se muestra), la cavidad 86 formada a cada lado del calentador IR 52 recibe un flujo de gas (p. ej., aire, nitrógeno, etc.). Debido a que la cubierta 50, los soportes de montaje 48 y otros componentes alrededor del calentador IR 52 se calientan de forma indirecta cuando funciona el calentador IR, el gas que pasa por la cavidad 86 se calienta a medida que el gas fluye por estas estructuras calentadas. En otras palabras, el estar el gas a una temperatura inferior que las estructuras calentadas, disipa el calor de dichas estructuras y, en cierto modo, las refrigera. Los cables conductores 87 acoplan

operativamente el controlador 24 al suministro de gas del conjunto de disipador de calor residual 74. Como resultado de ello, el controlador 24 puede controlar el suministro de gas al conjunto de disipador de calor residual 74, activándolo o desactivándolo.

5 En una de las formas de realización que se ilustra en la figura 5, el recorrido del gas que atraviesa la cavidad 86 se manipula comprendiendo distintos espaciadores 88 en la cavidad. Estos espaciadores 88, que toleran el calor generado por el calentador IR 52 e irradiado, por ejemplo, por la cubierta 50, garantizan que el gas fluya por un trayecto predeterminado 90 (p. ej., un recorrido tortuoso). De este modo, el gas puede disipar eficazmente el calor de las estructuras calentadas (como la cubierta 50) y enfriarlas.

10 Tras circular por la cavidad 86, el gas encuentra orificios 92 realizados en las tapas laterales 76. En la forma de realización ilustrada, los orificios 92 están realizados en las partes izquierda y derecha de las tapas laterales 76 (según la orientación de la figura 5). El gas, que ya ha disipado el calor de la cubierta 50 y otras estructuras calentadas y cuya temperatura, en consecuencia, supera la temperatura ambiente, sale de la cavidad 86 a través de los orificios 92. Tras su salida, el gas choca con la cubierta secundaria 82.

15 La cubierta secundaria 82 está acoplada operativamente al conjunto de calentador IR 18 y/o el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10. Tal como se muestra, la cubierta secundaria 82 está separada de las tapas laterales 76 y presenta un extremo abierto 100 orientada sustancialmente hacia la herramienta 32. De este modo, cuando el gas caliente sale de la cavidad 86 a través de los orificios 92, se guía en la dirección de la herramienta 32. En la forma de realización ilustrada, una parte final 102 del área inferior 104 de la cubierta secundaria 82 forma un ángulo orientado hacia el interior y hacia el calentador IR 52. Por lo tanto, el gas caliente actúa sobre la herramienta 32 en un área situada aproximadamente delante del rodillo compactador 28 cuando dicho rodillo está acoplado a la herramienta y aumenta la adherencia del material (p. ej., cintas 34) dispuesto o aplicado en dicha área.

20 Al utilizar gas caliente para calentar la herramienta 32 o las cintas 34, el rendimiento dinámico del conjunto de calentador IR 18 en esta forma de realización cambia. De hecho, utilizando el método de transferencia térmica por radiación del calentador IR 52 y el método de transferencia térmica por convección del conjunto de disipador de calor residual 74, se mitigan los "picos de intensidad" del calentador y se reduce la posibilidad de calentar la herramienta 32 o las cintas por encima del punto de quemado en un área concentrada. En otras palabras, se consigue una distribución más uniforme del calor en la herramienta 32.

25 Con relación a las figuras 1 a 3, el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10, respaldado en su movimiento por un pórtico u otra estructura (no se representa) de la máquina de colocación de fibras 12, se sitúa cerca de la herramienta 32 durante el funcionamiento. Si el valor predeterminado que representa una temperatura excesiva de la herramienta 32 y/o las cintas 34 no se ha indicado en el controlador 24, dicho valor predeterminado debe indicarse en el controlador. A continuación, el calentador IR 52, los sensores de temperatura 22 y, en una de las formas de realización el conjunto de disipador de calor residual 74, se activan a través del controlador 24. Cuando ello sucede, el calentador IR 52 comienza a irradiar calor, generando el perfil de calor 58 y calentando la herramienta 32 en la zona caliente 60 (es decir, el área de aplicación).

30 En el momento en que el controlador 24 recibe una lectura de temperatura desde los sensores de temperatura 22 indicando que una parte de la herramienta 34 dentro de la zona caliente 60 ha alcanzado una temperatura adecuada, el conjunto de alimentador 16 comienza a suministrar las cintas 34 y el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 comienza a moverse en la dirección de aplicación de la cinta 46. A medida que se mueve el conjunto de cabezal de colocación de fibra 10, las cintas 34 se disponen sobre la herramienta 32 dentro del área de aplicación donde solía estar la zona caliente 60. A continuación, el rodillo compactador 28 compacta las cintas 34.

35 A medida que el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 se mueve respecto a la herramienta 32, el calentador IR 52 y, en una de las formas de realización, el conjunto de disipador de calor residual 74, generan continuamente una nueva zona caliente 60 junto a la zona recién cubierta con cintas 34. A medida que el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 sigue moviéndose por la herramienta 32, nuevas partes de dicha herramienta 32 se van calentando por radiación del calentador IR 52 y, en una de las formas de realización, por el conjunto de disipador de calor residual 74, para formar nuevas calientes 60. En estas nuevas zonas calientes 60 que varían en la superficie 38 de la herramienta 32 a medida que esta se mueve, se van colocando nuevas cintas 34 sobre la herramienta 32.

40 El proceso de calentamiento de una parte de la herramienta 32, inmediatamente delante de donde se colocarán las cintas 34 sobre la herramienta 32 a medida que el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 se mueve por la herramienta 32, continúa hasta que una "lámina" o "recorrido" de las cintas 34 se deposita y cubre alguna parte o la totalidad de la herramienta. A continuación, el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 normalmente repite el proceso anteriormente mencionado, posiblemente con otro patrón y/o de forma que las cintas 34 queden orientadas en una dirección distinta a la anterior. No obstante, en lugar de calentar la herramienta 32 por radiación, el calentador IR 52 y, en una de las formas de realización, el conjunto de disipador de calor residual 74, ahora calienta una parte de las cintas previamente dispuestas en la primera lámina. A medida que el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 se mueve por la herramienta 32, la parte de las cintas previamente dispuestas en la zona

caliente 60 son calentadas por radiación del calentador IR 52, tal como se muestra en la figura 4. Siguiendo esta dinámica, se forma una segunda lámina por encima de la primera. Es posible depositar nuevas láminas o recorridos, según se desee, en distintas direcciones y orientaciones respecto a la primera lámina hasta que toda la pieza de *composite* quede finalizada.

5 Mientras se depositan las cintas 34 de la forma anteriormente descrita, los sensores de temperatura 22 controlan la temperatura superficial del área calentada de la herramienta 32 o de la parte calentada de las cintas previamente dispuestas 34, dependiendo del punto del proceso de formación de la pieza de *composite* en que se encuentre el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 en ese momento. Si el controlador 24 recibe una lectura de  
10 temperatura desde los sensores 22 que excede el valor predeterminado, se detecta una temperatura excesiva.

15 Cuando, a partir de las lecturas de temperatura suministradas por los sensores 22, el controlador 24 determina que el valor predeterminado se ha alcanzado o superado y que hay una temperatura excesiva, el controlador desactiva el calentador IR 52 y, al mismo tiempo, en una de las formas de realización, también el conjunto de disipador de calor residual 74, y activa el mecanismo refrigerante 20 activando el solenoide 64. El solenoide 64 activado abre el mecanismo refrigerante 20 y permite, por ejemplo, que el aire ambiente actúe sobre el área de la herramienta 32 o las cintas 34 dentro de la zona caliente 60. Por lo tanto, no se alcanza el punto de quemado de la herramienta 32 o las cintas 34 y se impide que la pieza de *composite* formada por el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 se estropee. Una vez solucionada la temperatura excesiva y cualquier otro problema, los calentadores vuelven a activarse y el conjunto de cabezal de colocación de fibras 10 vuelve a depositar cintas para terminar de formar la  
20 pieza de *composite*.

25 De lo anterior se deduce que se proporciona un aparato, sistema y método de calentamiento que pueden utilizarse con una máquina de colocación de fibras para calentar rápidamente una herramienta o las cintas previamente dispuestas dentro del área caliente y cerca de un punto de compactación. Tal y como se ha indicado previamente, se suministra calor por radiación de infrarrojos (IR) a través de un calentador IR 52. Este sistema y su método resultan menos costosos, reaccionan más rápido, resultan fáciles de controlar y precisan de menos componentes que en los métodos anteriores.

30 La solicitud provisional de patente estadounidense a la que se ha asignado conjuntamente el número de serie 60.711.290, presentada el 25 de agosto de 2005 y con el título "Cabezal de colocación de fibras compactas y estructura articulada de soporte para el mismo" describe una forma de realización de un conjunto de cabezal de colocación de fibras en la que la presente invención resulta particularmente aplicable.

35 El uso de los términos "un", "una", "el", "la" y referencias similares en el contexto de descripción de la presente invención (y especialmente en el contexto de las reivindicaciones mencionadas a continuación) se entiende de forma que abarque tanto el singular como el plural, a menos que en el documento se indique lo contrario o el contexto lo contradiga de forma clara. Los términos "comprender", "presentar", "incluir" y "contener" se entienden como términos abiertos (es decir, su significado es "comprende, pero sin limitarse a"), a menos que se indique lo contrario. Los  
40 rangos de valores aquí indicados sirven únicamente como método rápido para referirse individualmente a cada valor dentro de dicho rango, a menos que se indique lo contrario, y cada valor independiente se incorpora en la especificación como si se hubiera mencionado de forma explícita. Todos los métodos descritos pueden retirarse en cualquier orden, a menos que en el documento se indique lo contrario o que el contexto lo contradiga de forma clara. El uso de cualquiera de los ejemplos o de expresiones de ejemplo (p. ej., la expresión "tal como") indicados en el  
45 presente documento pretenden únicamente ilustrar mejor la presente invención y no suponen una limitación al alcance de dicha invención, a menos que se indique lo contrario. Ninguna expresión en la presente memoria se entenderá de forma que un elemento no reivindicado sea considerado esencial para la práctica de la invención.

50 El presente documento describe las formas de realización preferidas de la presente invención, comprendiendo el mejor modo conocido por los presentes inventores para realizar la presente invención. Es posible que los expertos ordinarios en la materia ideen variaciones de dichas formas de realización preferidas tras leer la anterior descripción. Los presentes inventores esperan que los expertos en la materia utilicen dichas variaciones de la forma apropiada. Además, los presentes inventores esperan que la presente invención se practique de forma distinta de la descrita de forma específica en el presente documento. Así pues, la presente invención comprende todas las modificaciones y  
55 equivalentes del objeto indicado en las reivindicaciones adjuntas según lo admitido por la ley vigente. Además, cualquier combinación de los elementos anteriormente descritos en todas sus variaciones posibles quedará comprendida en la presente invención, a menos que en el documento se indique lo contrario o que el contexto lo contradiga de forma clara.



**REIVINDICACIONES**

**1. Aparato que comprende:**

5 un conjunto de cabezal de colocación de fibras (10); y  
 un conjunto de calentador por infrarrojos (18) acoplado operativamente al conjunto de cabezal de  
 colocación de fibras (10) y orientado a calentar un área (60) de una herramienta (32) próxima al conjunto  
 de cabezal de colocación de fibras (10), comprendiendo el conjunto de calentador por infrarrojos (18) un  
 10 calentador por infrarrojos (52) cuya superficie exterior (54) presentará el contorno configurado para crear  
 un perfil de calor (58);  
 caracterizado porque el aparato comprende además un conjunto de disipador de calor residual (74)  
 acoplado operativamente al conjunto de calentador por infrarrojos (18) para extraer el calor de las  
 estructuras calentadas (48, 50) alrededor del calentador por infrarrojos (52) y para calentar por  
 15 convección un área de la herramienta (32), comprendiendo el conjunto de disipador de calor residual (74):  
 una cavidad (86) dentro de una cubierta (78) y tapas laterales (76);  
 una conexión rápida (80) que acopla el suministro de gas a la cavidad (86);  
 unos orificios (92) a través de los cuales sale el gas de la cavidad (86); y  
 una cubierta secundaria (82) que guía el gas calentado hacia la herramienta.

20 **2.** Aparato según la reivindicación 1, en el que el conjunto de calentador por infrarrojos (18) comprende una placa  
 guía (56) con una forma del perfil de calor (58) influida por dicha placa guía (56).

25 **3.** Aparato según la reivindicación 2, en el que la placa guía (56) es una placa guía curvada.

**4.** Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de cabezal de colocación de  
 fibras (10) comprende un conjunto de rodillo compactador (14) y un conjunto de alimentador (16), situándose el  
 conjunto de alimentador (16) entre el conjunto de calentador por infrarrojos (18) y el conjunto de rodillo  
 compactador (14), y estando el área (60) calentada por el conjunto de calentador por infrarrojos (18) adyacente  
 30 al conjunto de rodillo compactador (14).

**5.** Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de calentador por infrarrojos  
 (18) comprende por lo menos un sensor de temperatura (22), estando por lo menos un sensor de temperatura  
 (22) orientado para detectar la temperatura dentro del área (60).

35 **6.** Aparato según la reivindicación 5, en el que dicho aparato comprende además un controlador (24) acoplado  
 operativamente al conjunto de calentador por infrarrojos (18) y a por lo menos un sensor de temperatura (22),  
 estando configurado el controlador (24) para desactivar el calentador por infrarrojos (52) si dicho controlador  
 (24) determina una temperatura excesiva.

40 **7.** Aparato según la reivindicación 6, en el que el controlador (24) determina la temperatura excesiva basándose  
 en un valor predeterminado inferior a 260 °C (quinientos grados Fahrenheit).

45 **8.** Aparato según la reivindicación 7, en el que el valor está predeterminado a unos 71 °C (ciento sesenta grados  
 Fahrenheit) y a unos 93 °C (doscientos grados Fahrenheit).

**9.** Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el conjunto de calentador por infrarrojos (18)  
 comprende un mecanismo refrigerador (20) acoplado operativamente al controlador (24), activando el  
 controlador (24) el mecanismo refrigerador (20) cuando se haya determinado una temperatura excesiva.

50 **10.** Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el conjunto de calentador por infrarrojos (10)  
 comprende un mecanismo refrigerador (20) estando el mecanismo refrigerador (20) dispuesto para dirigir el  
 refrigerante hacia el área (60).

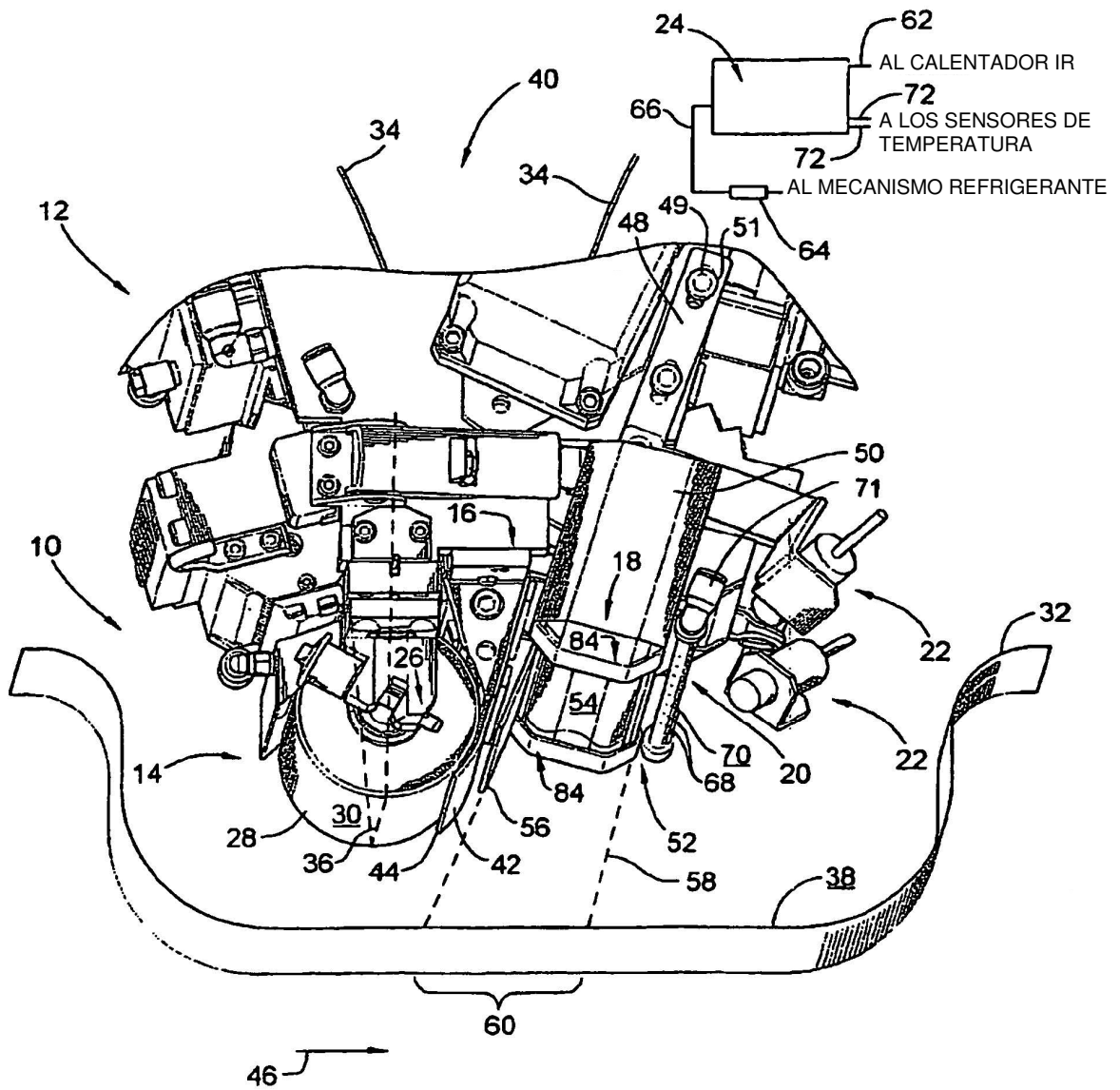
55 **11.** Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 9 ó 10, en el que el mecanismo refrigerador (20) es un tubo  
 refrigerante (70) y el refrigerante es aire.

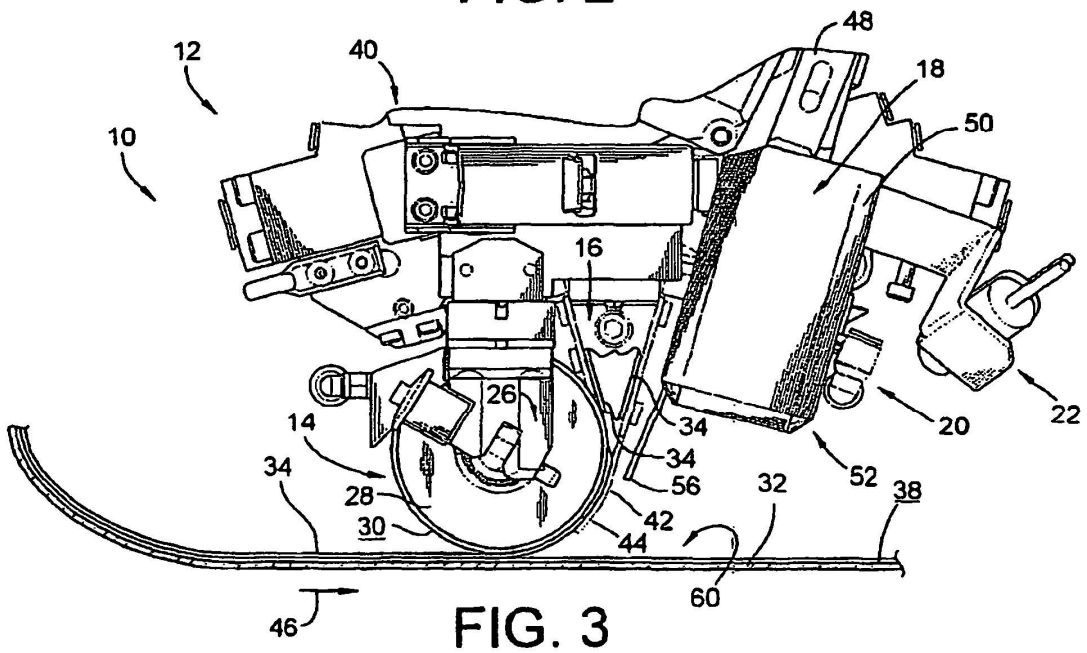
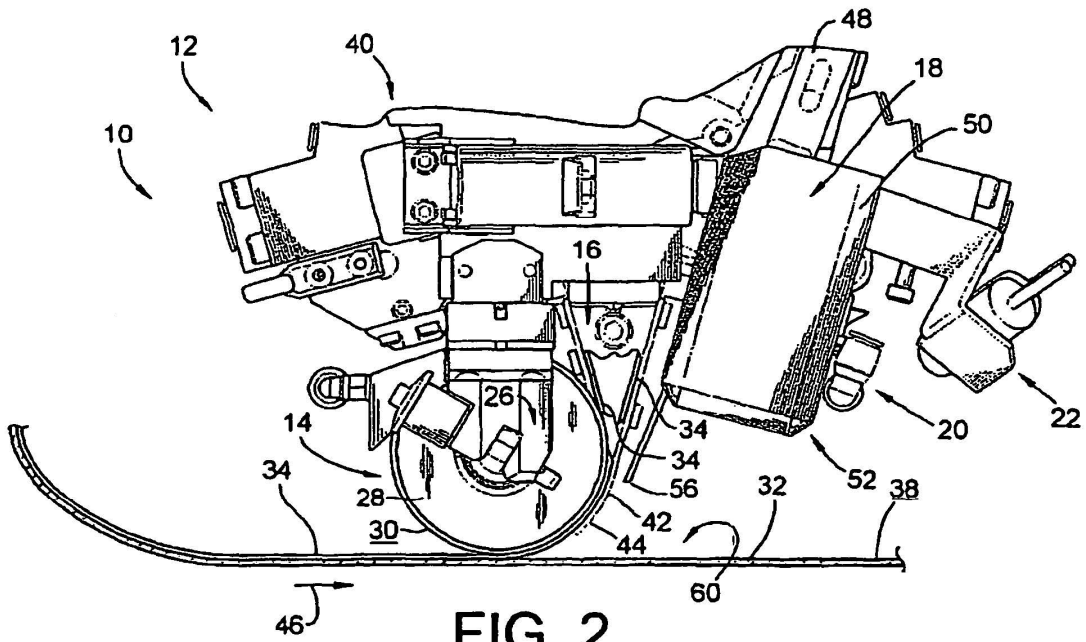
**12.** Aparato según la reivindicación 11, en el que el tubo refrigerante (70) comprende una conexión rápida (71)  
 estando la conexión rápida (71) para acoplar el tubo refrigerante (70) a un suministro de aire.

60 **13.** Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cubierta (78) separada del calentador  
 por infrarrojos (52) por una pluralidad de espaciadores (88), impulsando la pluralidad de espaciadores (88) el  
 gas a través de la cavidad (86) para que realice un recorrido tortuoso (90).

65 **14.** Método para formar una pieza de *composite* utilizando un conjunto de cabezal de colocación de fibras (10)  
 sobre una herramienta (32), que comprende las siguientes etapas:

- 5 uso de un aparato compuesto por un conjunto de calentador por infrarrojos (18) según la reivindicación 1 para radiar calor sobre un área (60) de la herramienta (32);  
uso del aparato según la reivindicación 1 que comprende además un conjunto de disipador de calor residual (74) para calentar por convección un área de la herramienta (32);  
movimiento del conjunto de cabezal de colocación de fibras (10) sobre el área calentada por radiación (60) de la herramienta (32); y  
aplicación de una primera cinta (34) sobre dicha área calentada por radiación (60) de la herramienta (32).
- 10 **15.** Método según la reivindicación 14, en el que el método comprende además las etapas de utilizar el calentador por infrarrojos (52) para calentar por radiación una parte de la primera cinta (34) y aplicar una segunda cinta sobre la parte calentada por radiación de la primera cinta (34).
- 15 **16.** Método según la reivindicación 15, en el que el método comprende además las etapas de controlar la temperatura superficial de por lo menos una de las áreas calentadas por radiación de la herramienta (32) y la parte calentada por radiación de la primera cinta (34) e interrumpir el paso de calentamiento por radiación cuando la temperatura superficial alcance o supere un valor predefinido.
- 20 **17.** Método según la reivindicación 16, en el que el método comprende además la etapa de refrigerar por lo menos una de las áreas calentadas por radiación de la herramienta (32) y la parte calentada por radiación de la primera cinta (34) cuando la temperatura superficial controlada alcance o supere un valor predefinido.





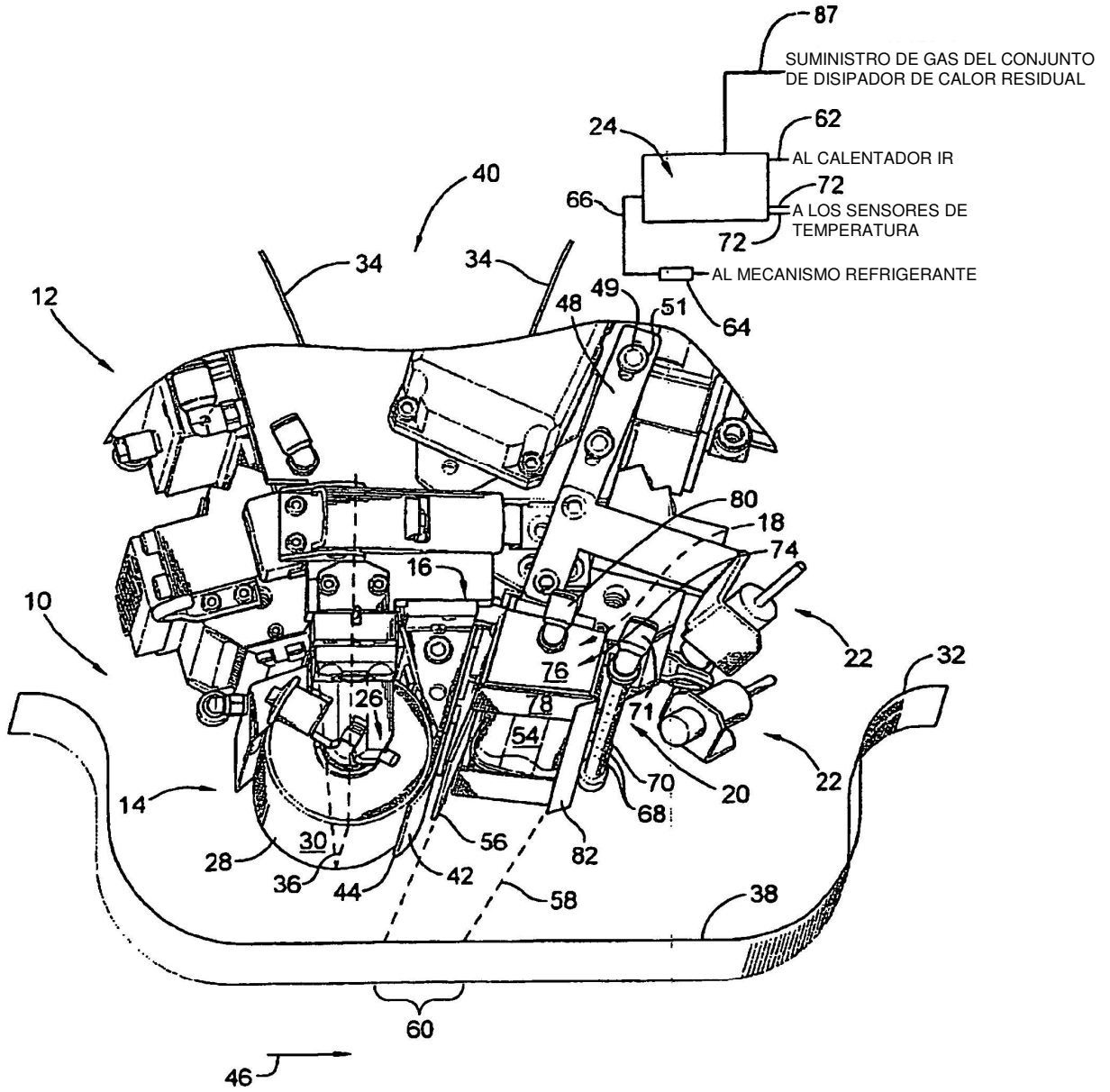


FIG. 4

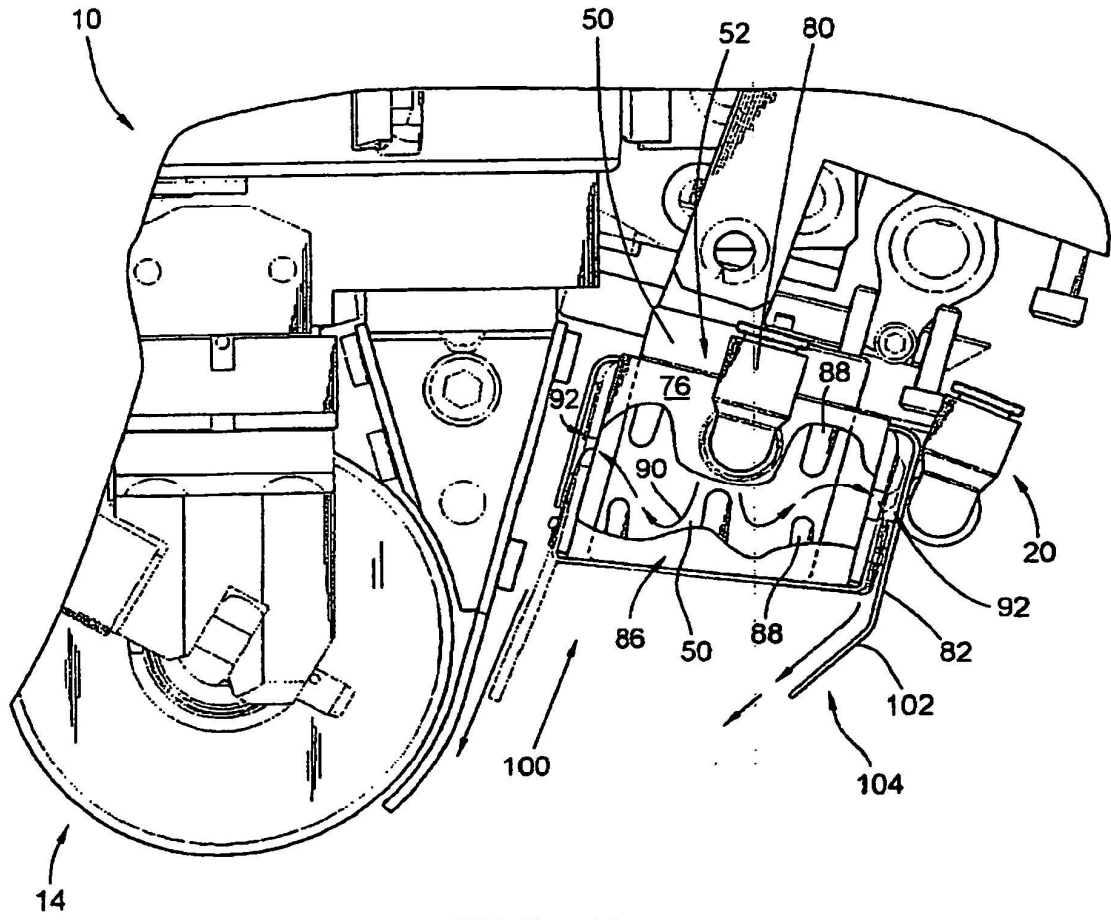


FIG. 5