

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 880 810**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38 (2006.01)

B29K 105/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2019** **E 19185697 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.05.2021** **EP 3636419**

54 Título: **Sistema para la fabricación de un componente de un material compuesto de fibras**

30 Prioridad:

11.10.2018 DE 102018125133

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.11.2021

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS GMBH (100.0%)
Kreetslag 10
21129 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

KAKO, JAN-CHRISTOPH

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 880 810 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema para la fabricación de un componente de un material compuesto de fibras

5 CAMPO TÉCNICO

La invención se refiere a un sistema para la fabricación de un componente de un material compuesto de fibras.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Para la fabricación de componentes de un material compuesto de fibras se conocen muchas técnicas diferentes, que se seleccionan y se emplean según el tamaño del componente a fabricar. Por ejemplo, se conocen métodos, en los que se colocan fibras en forma de cintas o tejidos con una impregnación previa manualmente sobre un útil de moldeo. De esta manera, se pueden fabricar estructuras de capas con varias capas del material de fibras, pudiendo tener las capas individuales diferentes alineaciones de las fibras. Las alineaciones se seleccionan especialmente de acuerdo con la carga.

Además, se conocen dispositivos automáticos, que pueden realizar tal proceso. Se conocen, por ejemplo, dispositivos para la deposición automática de cintas de fibras (ATL, "Automatic Tape Laying" - Colocación Automática de Cinta) y para la deposición automática de fibras (AFP, "Automatic Fiber Placement" - Colocación Automática de Fibras), con los que se pueden fabricar componentes de formato grande sobre superficies de herramientas muy grandes. El tamaño de los componentes a fabricar no se puede incrementar discrecionalmente en la utilización de tales dispositivos. Para mantener una exactitud suficiente, es necesaria una construcción especialmente maciza de dispositivos de guía, para que no se reduzca de ninguna manera la exactitud tampoco en vías de desplazamiento mayores. Cuanto mayor es el componente a fabricar, tanto más elevado es también el gasto mecánico para mantener esta exactitud. Desde puntos de vista económicos, los tamaños de los componentes, que se pueden fabricar razonablemente con estos dispositivos, son limitados.

El documento WO2017143063A1 publica los llamados Addibots configurados como robots de fabricación que se pueden utilizar prioritariamente para la aplicación de una fabricación aditiva. Pero estos Addibots ofrecen también la posibilidad de fabricar material compuesto de fibras a través de la deposición de material de fibras sobre una superficie. En este caso, los Addibots trabajan prioritariamente de forma autónoma y/o en intercambio de información entre sí o con un sistema de comunicación fijo.

El documento DE102015100102A1 publica una instalación de fabricación para la fabricación de una estructura de colocación de fibras con una superficie de herramienta de formación, que también es desplazable, y con al menos una unidad de robot móvil. La unidad de robot está configurada para depositar material de fibras sobre la superficie de la herramienta de formación. En este caso, la unidad de robot se puede mover libremente sobre esta superficie.

El documento EP3173218A1 publica un dispositivo para la fabricación de un componente compuesto de fibras con una herramienta de formación y con una pluralidad de unidades de deposición mecánicamente independientes entre sí. Las unidades de deposición están configuradas para depositar material de fibras sobre la herramienta.

45 SUMARIO DE LA INVENCION

Por lo tanto, un cometido de la invención es proponer un sistema para la fabricación de componentes de un material compuesto de fibras, que se puede escalar de la manera más sencilla posible y permite una mecanización de componentes mayores sin modificación básica.

El cometido se soluciona por medio de un sistema con las características de la reivindicación independiente 1. Los desarrollos y formas de realización ventajosas se pueden deducir a partir de las reivindicaciones dependientes y de la descripción siguiente.

Se propone un sistema para la fabricación de un componente de un material compuesto de fibras, en donde el sistema presenta un útil de moldeo, una unidad de control y una pluralidad de unidades de aplicación de material independientes entre sí, en donde cada unidad de aplicación de material presenta un acumulador de material para la preparación de fibras, un dispositivo de dispensación de material para la dispensación de fibras desde el acumulador de material y una instalación de avance y está configurada para seguir, con la ayuda de la instalación de avance, una trayectoria predeterminada sobre el útil de moldeo, y para dispensar en este caso fibras cuando sea necesario, en donde la unidad de control está configurada para activar las unidades de aplicación de material a través de la previsión de varias trayectorias individuales y en donde la unidad de control está configurada para generar a través de la activación de las unidades de aplicación de material al menos una capa de tendidos de fibras sobre el útil de moldeo. La unidad de control presenta, además, una unidad de proyección óptica, en donde la unidad de proyección está

configurada para proyectar trayectorias predeterminadas sobre el útil de moldeo y en donde las unidades de aplicación de material están configuradas para seguir, respectivamente, una trayectoria predeterminada.

5 El útil de moldeo es un dispositivo, que presenta una superficie de apoyo, sobre la que se puede colocar el componente deseado en capas, es decir, en forma de tendidos de fibras. Después de un endurecimiento siguiente, está presente el componente. La superficie de apoyo presenta, por lo tanto, una estructura o bien una forma que corresponde con preferencia a una superficie exterior del componente a fabricar. El útil de moldeo se extiende, por lo tanto, al menos sobre toda la superficie del componente a fabricar.

10 Las unidades de aplicación de material son dispositivos individuales, presentes varias veces, que se pueden mover de una manera autónoma sobre el útil de moldeo. Esto significa que las unidades de aplicación de material están configuradas para desplazarse sobre el útil de moldeo a lo largo de trayectorias predeterminadas. En particular, no se hace referencia a otros dispositivos externos para realizar sus movimientos. No obstante, es concebible que la unidad de control esté configurada para predeterminar una referencia de posición, en la que se orientan las unidades de aplicación de material.

15 A través del acumulador de material, cada unidad de aplicación de material está configurada para depositar material de fibras durante el movimiento sobre el útil de moldeo. Si al comienzo de un proceso no se encuentra todavía material sobre el útil de moldeo, se puede desplazar una unidad de aplicación de material, por lo tanto, sobre una superficie libre del útil de moldeo a lo largo de trayectorias predeterminadas, en donde durante el movimiento de desplazamiento se puede depositar material. No es absolutamente necesario que cada unidad de aplicación de material deposite siempre material durante el movimiento de desplazamiento. Más bien, las funciones del movimiento y de la deposición deben considerarse independientes entre sí, puesto que una unidad de aplicación de material debe poder desplazarse también, por ejemplo, desde una sección determinada de la superficie hacia otra sección de la superficie, sin depositar material continuamente entre las dos secciones de superficie.

20 La unidad de control está configurada para controlar unidades de aplicación de material. Esto significa que la unidad de control está configurada para establecer trayectorias individuales sobre la base de una estructura o topología predeterminada de un componente planificado, que deben recorrerse por las unidades de aplicación de material para poder fabricar el componente deseado. En particular, la unidad de control está configurada para predeterminar una secuencia temporal de trayectorias a recorrer, que pueden estar alineadas de forma diferente, de manera que puede resultar una estructura de capas con fibras alineadas de forma diferente. La unidad de control puede estar configurada para activar varias unidades de aplicación de material paralelas entre sí, de manera que también varias unidades de aplicación de material, que pueden comprender en un caso especial todas las unidades de aplicación de material, se pueden mover sobre el útil de moldeo.

30 Por lo tanto, el sistema de acuerdo con la invención propone una especie de banco de unidades de aplicación de material comparativamente pequeñas, que se pueden mover de manera independiente entre sí sobre el útil de moldeo y en este caso siguen trayectorias, que están predeterminadas por la unidad de control y de esta manera depositan material de fibras. Por lo tanto, un tamaño del componente a fabricar se puede escalar muy fácilmente, adaptando el útil de moldeo al tamaño y a la forma deseados del componente y en caso necesario se emplean más o menos unidades de aplicación de material. No es necesario un refuerzo estructural costoso, por ejemplo, de un bastidor de guía, en el que está alojado un dispositivo de aplicación de material, cuando se eleva el tamaño del componente a fabricar. Más bien, es previsible una precisión constante, cuando la unidad de control de cada unidad de aplicación de material sirve como referencia de la posición o puede preparar una referencia de la posición.

35 El equipamiento electrónico necesario de una unidad de aplicación de material se puede simplificar mucho por este motivo. Una unidad de aplicación de material puede estar equipada especialmente con sensores ópticos para seguir una trayectoria predeterminada, que se proyecta sobre el útil de moldeo. Se puede evitar una electrónica costosa para la navegación de unidades de aplicación de material individuales sobre el útil de moldeo. Solamente la unidad de control debe estar equipada para predeterminar trayectorias espaciales exactamente definidas sobre el útil de moldeo, a las que deben seguir las unidades de aplicación de material. De esta manera se facilita también la escala, puesto que se puede garantizar una exactitud constante. Por lo demás, es concebible predeterminar, además de una sola unidad de proyección, también varias unidades de proyección, que están unidas juntas con la unidad de control y están distribuidas en el espacio a lo largo del útil de moldeo. A través de un calibrado preferido una vez de las unidades de proyección entre sí y con respecto al útil de moldeo se puede conseguir una ampliación lineal del tamaño del componente a fabricar. La unidad de proyección óptica representa una referencia de posición espacial fija, a partir de la cual se proyectan las trayectorias predeterminadas sobre el útil de moldeo.

60 En una forma de realización igualmente ventajosa, la unidad de control está configurada para limitar una proyección de las trayectorias predeterminadas, respectivamente, sobre una extensión limitada alrededor de una unidad de aplicación de material respectiva. De esta manera, se pueden limitar las longitudes de trazos proyectadas por la unidad de proyección, lo que eleva la eficiencia de la unidad de proyección.

En una forma de realización preferida, la al menos una unidad de proyección está configurada para proyectar una trayectoria predeterminada por medio de un rayo láser sobre el útil de moldeo. La utilización de un rayo láser conduce a una visibilidad muy buena de una proyección, así como a una exactitud suficiente en virtud de las propiedades positivas del rayo láser.

Las unidades de aplicación del material pueden presentar una instalación de avance eléctrica, una batería acoplable con ella y una unidad de control de la trayectoria, en donde la unidad de control de la trayectoria está configurada para controlar la instalación de avance eléctrica para el seguimiento de una trayectoria predeterminada. La instalación de avance electrónica puede presentar al menos un motor eléctrico. La instalación de avance podría preparar un accionamiento diferencial, que es adecuado para la realización de marchas en curvas. Se puede ofrecer acoplar dos ruedas de accionamiento, respectivamente, con un motor eléctrico, para que a través de la activación individual de los dos motores eléctricos se puedan realizar marchas en curvas, en caso necesario. No obstante, también sería concebible prever una o dos ruedas dirigibles, para que solamente una rueda de accionamiento o dos ruedas de accionamiento conectadas sobre un eje sean suficientes para el acoplamiento con un motor eléctrico individual. La batería se puede basar en una de varias tecnologías diferentes y deberá estar encapsulada, a ser posible, con suficiente seguridad para evitar daños en un tendido de fibras, cuando presente un defecto. El peso de las unidades individuales de aplicación de material no tiene mucha importancia, de manera que no deben emplearse baterías con una alta densidad de energía.

De manera especialmente preferida, las unidades de aplicación de material presentan, respectivamente, al menos una unidad de control de la trayectoria, que está acoplada, respectivamente, con la unidad de control de la trayectoria respectiva, en donde la unidad de control de la trayectoria está configurada para seguir una proyección óptica de una trayectoria detectada por la instalación de detección. Son concebibles diferentes variantes para una instalación de detección. Se conocen lógicas sencillas de guía de la trayectoria, que requieren tal vez solamente dos fotodiodos para seguir la trayectoria predeterminada. Para la consecución de una exactitud más elevada es concebible emplear una cámara y especialmente una cámara de alta resolución, para que se puedan impedir también desviaciones muy finas de una trayectoria de movimiento respecto de una trayectoria predeterminada. La proyección óptica de una trayectoria podría limitarse tal vez a una línea fina, sobre cuyo centro se encuentra la unidad de aplicación del material. La instalación de avance se activa para que la unidad de aplicación de material permanezca siempre en el centro sobre una trayectoria de forma discrecional.

Las unidades individuales de aplicación de material podrían estar equipadas, además, con una instalación de prevención de la colisión. Ésta está configurada para evitar una colisión entre varias unidades de aplicación de material sobre el útil de moldeo. Esto podría realizarse, por ejemplo, por que cada unidad de aplicación de material está equipada con sensores de distancia. Éstos podrían basarse, por ejemplo, en una medición por ultrasonido. Por otra parte, también podría emplearse una instalación de detección óptica ya existente, especialmente una cámara, para reconocer otras unidades de aplicación de material ante una colisión potencial. Esto podría mejorarse cuando todas las unidades de aplicación de material están provistas con identificación detectable ópticamente, que es fácilmente reconocible por una cámara.

Cada unidad de aplicación de material podría estar equipada con una primera instalación de detección óptica. De esta manera, se reconoce directamente la trayectoria predeterminada y se sigue esta trayectoria.

Además, cada unidad de aplicación de material podría presentar una segunda instalación de detección óptica, que está dispuesta hacia atrás, es decir, en contra de la dirección de la marcha. De esta manera, se puede conseguir una precisión todavía más elevada de la regulación de seguimiento de la trayectoria. Además, con esta segunda instalación de detección óptica se puede realizar una verificación visual óptica del material aplicado. Esto puede ser asistido por la trayectoria proyectada.

Cada unidad de aplicación de material podría presentar, además, una instalación de corrección de la posición, que está acoplada con el dispositivo de dispensación de material. Según la tolerancia requerida, esta instalación de corrección de la posición puede corregir el al menos un dispositivo de dispensación de material en su posición, especialmente una posición lateral, con relación a la parte restante de la unidad de aplicación de material. La precisión de la guía de la trayectoria se puede incrementar de esta manera.

En una forma de realización especialmente ventajosa, la unidad de control está configurada para proyectar símbolos ópticos sobre el útil de moldeo, en donde la unidad de control de la trayectoria de las unidades de aplicación de material está configurada, respectivamente, para reconocer símbolos ópticos detectados por la instalación de detección y convertirlos en instrucciones de control asociadas a ellos. De esta manera, se pueden asociar a todas las unidades de aplicación de material de una manera muy sencilla una instrucción de control, que se puede hacer depender, además, de un avance de la guía de la trayectoria. Las unidades de aplicación del material podrían presentar a tal fin, por ejemplo, respectivamente, una memoria con un grupo predeterminado de instrucciones de control, que se asocian, respectivamente, a un símbolo identificable inequívoco. Cada trayectoria, que se proyecta desde la unidad de proyección sobre el útil de moldeo, podría estar provista a tal fin con al menos un símbolo adicional. Por ejemplo, las

instrucciones de control se refieren a la parada de la unidad de aplicación de material al final de una trayectoria determinada, al inicio de una dispensación de material, al final de una dispensación de material, a la pausa de corta duración para el paso de otras unidades de aplicación de material y a muchas otras instrucciones de control. A través de la proyección óptica de instrucciones de control, los usuarios o el personal de servicio pueden establecer muy intuitivamente, además, si el sistema funciona perfectamente. A través de la proyección óptica de las instrucciones de control no resulta, además, ningún tráfico de datos en una red sin cables. Otra ventaja consiste en que las unidades de aplicación de material se pueden sustituir fácilmente, puesto que su identificación no es necesaria en una red sin cables y sólo deben seguir una trayectoria determinada.

Con preferencia, las unidades de aplicación de material presentan, respectivamente, una primera instalación de comunicación, en donde la unidad de control presenta una segunda instalación de comunicación, y en donde las unidades de aplicación de material están configuradas para emitir datos de estado a través de la primera y la segunda instalación de comunicación a la unidad de control. De esta manera, resulta la posibilidad de transmitir señales desde las unidades de aplicación de material a la unidad de control, cuando es necesario. Cada unidad de aplicación de material podría emitir a la unidad de control, por consiguiente, una información sobre si la capacidad de una batería está casi agotada o si debe sustituirse el acumulador de material. Especialmente en conexión con la transmisión puramente óptica de instrucciones de control permanece libre un canal de datos para transmitir datos sustanciales.

La unidad de control está configurada con preferencia para emitir a través de la primera y la segunda instalaciones de comunicación instrucciones de control a las unidades de aplicación de material. Es concebible que la unidad de control emita con preferencia sólo instrucciones de control que se refieren a todo el sistema. Esto se realiza con preferencia a todas las unidades de aplicación de material, tal vez en forma de una radio difusión. Las instrucciones de control que se refieren a todo el sistema pueden contener tal vez la interrupción del movimiento de todas las unidades de aplicación del material.

En una forma de realización preferida, el acumulador de material presenta al menos una bobina para la deposición de fibras. La bobina puede estar equipada con una cantidad predeterminada de material de fibras. Es concebible que en este caso el dispositivo de dispensación de material presente también un dispositivo de corte para cortar el material de fibras al final de una trayectoria predeterminada. No obstante, también es concebible que la bobina sea equipada con material de fibras que está realizado en forma de secciones individuales con longitudes predeterminadas. A tal fin, la unidad de control está configurada con preferencia para planificar las trayectorias a predeterminar de la unidad de aplicación de material correspondiente, de tal manera que se depositan sucesivamente las secciones presentes sobre el acumulador de material.

En una forma de realización especialmente preferida, el acumulador de material presenta una primera bobina y una segunda bobina, en donde la primera bobina presenta una cinta portadora de material con un material de fibras dispuesto encima, en donde la cinta portadora de material puede ser depositada desde la primera bobina y puede ser recibida por la segunda bobina, y en donde la cinta portadora de material es guiada por delante de un dispositivo de desviación como dispositivo de deposición de material y se puede poner en contacto con el útil de moldeo o con un tendido de fibras que se encuentra encima del mismo. Por consiguiente, se transporta la cinta portadora de material desde la primera bobina hacia la segunda bobina, a manera similar a una cassette de cinta de sonido. El dispositivo de deposición de material está realizado en este caso como un dispositivo de desviación entre las dos bobinas, en el que la cinta portadora de material experimenta una desviación fuerte, especialmente de más de 90°. De esta manera, se puede liberar el material de fibras, que está cosido sobre la cinta portadora de material, para ser depositado. El dispositivo de desviación está diseñado para la deposición del material de acuerdo con el útil de moldeo o bien el tendido de fibras que se encuentra encima del mismo. Para interrumpir o terminar una deposición de material, se retira el dispositivo de desviación o bien el dispositivo de deposición de material desde el útil de moldeo o desde el tendido de fibras que se encuentra encima a través de una elevación.

La primera bobina podría ser accionada por un motor eléctrico. Éste podría encontrarse directamente en el acumulador de material o podría pertenecer a una sección de la unidad portadora de material que se encuentra fuera de ella. La segunda bobina podría ser accionada por un motor eléctrico independiente o a través de un engranaje correspondiente. En este caso debería asegurarse de que se consigue un par de torsión suficiente para el enrollamiento de la cinta portadora de material. Un mecanismo de trinquete podría impedir que se realice una rotación en sentido inverso.

El acumulador de material podría equiparse con preferencia con al menos dos sensores. Un primer sensor está configurado para medir una tensión del material inmediatamente delante del dispositivo de desviación. Un segundo sensor está configurado con preferencia para establecer el comienzo del material de fibras cosido sobre la cinta portadora de material poco antes del dispositivo de desviación. Esto podría conseguirse a través de una barrera óptica, una cámara o un fotodiodo.

Además, sería concebible un tercer sensor, que mide la tensión de la cinta portadora de material después del dispositivo de desviación y activa un motor eléctrico, que está acoplado con la segunda bobina.

En el caso de la deposición de material es especialmente ventajoso que la cinta portadora de material se mueva controlada entre las dos bobinas para minimizar la tensión sobre el material de fibras a depositar. Especialmente el movimiento de la cinta portadora de material debe sincronizarse con el movimiento de la unidad de aplicación de material sobre el útil de moldeo o el tendido de fibras que se encuentra encima del mismo. El material de fibras debería depositarse, a ser posible, libre de tensión.

Después de realizar una deposición de material, se eleva el al menos un acumulador de material desde el útil de moldeo o el tendido de fibras que se encuentra encima del mismo. A continuación, se transporta con preferencia la cinta portadora de material hasta que un comienzo de otra sección de material se encuentra en el dispositivo de desviación. De esta manera, el dispositivo de deposición de material está instalado para depositar, después de la nueva bajada sobre el útil de moldeo o un tendido de fibras que se encuentra encima del mismo, una cinta siguiente de material o bien la sección siguiente del material de fibras.

El acumulador de material podría estar dispuesto de manera sustituible junto a la unidad portadora de material, en donde la unidad de control está acoplada con una unidad de manipulación de material, que está configurada para sustituir el acumulador de material de al menos una de las unidades de aplicación de material, en caso necesario. Una unidad de aplicación de material podría presentar tal vez un acumulador de material, que presenta una cantidad predeterminada de un material de fibras en secciones pre-cortadas. Si se agota este acumulador de material después de un cierto número de procesos de deposición, se puede desplazar la unidad portadora de material hacia la unidad de manipulación de material para ser equipada allí con un acumulador de material lleno. En este lugar hay que indicar que el dispositivo de deposición de material puede estar conectado con el acumulador de material, de manera que, en el caso de sustitución del acumulador de material, se sustituye también el dispositivo de deposición de material.

El acumulador de material puede presentar una memoria de datos, que está acoplada con una unidad de regulación de la unidad de aplicación de material. La memoria de datos se puede utilizar para diferentes finalidades. Por una parte, se pueden depositar allí datos de una secuencia de misión. La secuencia de misión podría presentar, por ejemplo, una secuencia de informaciones sobre desviaciones u otros cambios de dirección. De esta manera, se puede descargar la unidad de control y debería proyectar menos datos dependientes de la posición, que conducen a un cambio de dirección de las unidades portadoras de material. Por otra parte, se pueden almacenar datos registrados durante la deposición, opcionalmente también con registro parcial o total de imágenes, en la memoria de datos para la evaluación y seguimiento posterior y a continuación se llaman y se consolidan en la unidad de control o en una instalación conectada con ella.

De manera especialmente preferida, la unidad de manipulación de material está configurada para llenar un acumulador de material con material de fibras. Son concebibles tanto el llenado con material de fibras como cinta sin fin como también el llenado con secciones predeterminadas. La unidad de control puede estar configurada en este contexto para planificar un ciclo del proceso de deposición para que las unidades de aplicación de material sean alimentadas siempre con un número concreto de secciones pre-cortadas, que faltan en una sección prevista con las trayectorias a recorrer por la unidad de aplicación de material respectiva.

De la misma manera se puede realizar una unidad de manipulación de batería, que podría ser arrancada por una unidad portadora de material para realizar una sustitución de una batería.

Con preferencia, el útil de moldeo presenta una superficie de mecanización y una superficie marginal que rodea la superficie de mecanización, en donde la superficie marginal está dimensionada de tal manera que varias unidades de aplicación de material pueden estar adyacentes entre sí sobre la superficie marginal y es posible un paso de otras unidades de aplicación de material exclusivamente sobre la superficie marginal. Puesto que no todas las unidades de aplicación de material depositan permanentemente material, puede ser necesario que un cierto número de unidades de aplicación de material estén aparcadas sobre la superficie marginal. Además, hay que contar temporalmente con que las unidades de aplicación de material se desplazan en vaivén entre dos secciones del útil de moldeo, de manera que éstas se pueden desplazar también entre la superficie de mecanización y por delante de las unidades de aplicación de material aparcadas. La superficie marginal rodea en particular totalmente, es decir, a lo largo de un recorrido cerrado, la superficie de mecanización.

Por último, el sistema podría presentar una instalación de repaso, que está configurada para desprender una cinta de material defectuosa desde el útil de moldeo o un tendido de fibras que se encuentra encima del mismo. La unidad de control podría establecer, tal vez a través de verificación por medio de una segunda instalación de detección óptica, que una cinta de material no sigue exactamente una trayectoria predeterminada. Entonces la instalación de repaso podría desprender esta cinta de material cosida, desplazando la unidad de aplicación de material en dirección opuesta y desprendiendo en este caso la cinta de material. La instalación de repaso puede presentar tal vez una cuña, que se desplaza entre el útil de moldeo y la cinta de material respectiva y en este caso ejerce una fuerza de desprendimiento. La cuña podría estar caliente y/o vibrar por ultrasonido. Unas pinzas adicionales podrían apoyar el desprendimiento. Además, sería concebible influir a través de una refrigeración selectiva localmente sobre la fuerza adhesiva entre la cinta de material y el útil de moldeo.

Si las unidades de aplicación de material presentan una segunda instalación de detección óptica, es especialmente ventajoso que las unidades de aplicación de material presenten adicionalmente una unidad de evaluación de imágenes. Esta podría estar configurada para verificar el estado del material de fibras depositado, que cae en la zona de detección de la segunda instalación de detección óptica. En este caso, se puede calcular una posición de una cinta de material depositada con relación a una trayectoria predeterminada, que forma la referencia. De esta manera, se puede iniciar una activación, necesaria para el repaso, de la instalación de repaso, en el caso de que se determine una desviación no tolerable. La desviación tolerable podría determinarse en forma de una tolerancia de medida. La tolerancia de medida podría definir una desviación máxima de una cinta depositada respecto de una trayectoria predeterminada como una medida absoluta, por ejemplo 0,1 mm u otro valor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Otras características, ventajas y posibilidades de aplicación de la presente invención se deducen a partir de la descripción siguiente de los ejemplos de realización y de las figuras. En este caso, todas las características descritas y/o representadas en el dibujo forman por sí mismas y en combinación discrecional el objeto de la invención también independientemente de su redacción en las reivindicaciones individuales o sus relaciones. En las figuras, además, los mismos signos de referencia representan objetos iguales o similares.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un sistema según la invención.

La figura 2 muestra una representación esquemática de una unidad de aplicación de material en una vista tridimensional.

La figura 3 muestra una sección parcial de un acumulador de material.

La figura 4 muestra una vista en planta superior sobre un útil de moldeo 4 con trayectorias predeterminadas, proyectadas sobre el mismo.

La figura 5 muestra algunos ejemplos de símbolos para la activación de unidades de aplicación de material.

La figura 6 muestra una instalación de repaso en una representación esquemática.

La figura 7 muestra una representación basada en bloques del sistema según la invención.

La figura 8 muestra finalmente una secuencia posible de etapas para la deposición de material de fibras.

REPRESENTACIÓN DETALLADA DE FORMAS DE REALIZACIÓN EJEMPLARES

La figura 1 muestra una representación muy esquemática de un sistema 2 según la invención para la fabricación de un componente de un material compuesto de fibras. El sistema 2 contiene un útil de moldeo 4, una unidad de control 6 y una unidad de manipulación de material 8. La unidad de control 6 presenta de manera ejemplar una unidad de proyección 10. El útil de moldeo 4 presenta una superficie de mecanización 12 y una superficie marginal 14 que rodea la superficie de mecanización.

Sobre la superficie de mecanización 12 se representa de manera ejemplar un primer tendido de fibras 16. El sistema 2 presenta, además, varias unidades de aplicación de material 18 independientes entre sí, que están configuradas para depositar material desde un acumulador de material sobre la superficie de mecanización 12 para la fabricación de un tendido de fibras. Las unidades individuales de aplicación de material se representan en diferentes posiciones. Un primer grupo 20 de unidades de aplicación de material 18 está dispuesto aproximadamente en el plano del dibujo en una zona izquierda sobre la superficie marginal 14 y no realizan actualmente ningún trabajo de aplicación de material.

La superficie marginal 14 está dimensionada de tal forma que unidades individuales de aplicación de material 18 pueden pasar sobre la superficie marginal 14 también por delante de las unidades de aplicación de material 18 aparcadas del primer grupo 20 o de otro grupo para llegar a la superficie de mecanización 12. De esta manera se pueden acceder y utilizar de manera flexible todos los emplazamientos fuera de la superficie de mecanización 12.

Sobre la superficie de mecanización 12 están presentes de manera ejemplar tres unidades de aplicación de material 18, que siguen, respectivamente, una trayectoria 22a, 22b, 22c predeterminada. Éstas se proyectan desde la unidad de proyección 10 sobre el útil de moldeo 4 y las unidades de aplicación de material 18 están configuradas para seguirlas automáticamente. En otras figuras siguientes se representa adicionalmente que también se pueden transmitir instrucciones de control a las unidades de aplicación de material 18 a través de proyección sobre el útil de moldeo 4.

La finalidad del sistema 2 consiste en proyectar con la ayuda de la unidad de proyección 10, por ejemplo, por medio de un rayo láser 24, trayectorias e instrucciones de control predeterminadas sobre el útil de moldeo 4 para controlar unidades de aplicación de material 18 de manera puramente óptica, de modo que éstas marchan de manera autónoma sobre el útil de moldeo 4 y en este caso pueden depositar material según la especificación de la unidad de control 6.

El tamaño del útil de moldeo 4 o bien de la superficie de mecanización 12 se puede incrementar opcionalmente a través de esta técnica, sin que sean necesarias instalaciones de guía mecánicas rígidas, especialmente costosas, que pueden realizar desplazamientos mayores y en este caso presentan una precisión constante. Un incremento de la superficie de mecanización 12 no implica en el sistema 2 según la invención una reducción de la precisión, puesto que ésta depende solamente de la unidad de proyección 10. Sería concebible emplear también varias unidades de proyección 10, que se distribuye fuera del útil de moldeo 4 y en este caso pueden proveer una superficie todavía mayor con proyecciones correspondientes.

Las unidades individuales de aplicación de material 18 están equipadas, respectivamente, con un acumulador de material sustituible (no mostrado aquí). Si éste está vacío debido a la aplicación del material, la unidad de aplicación de material 18 respectiva puede marchar hacia la unidad de manipulación de material 8 para realizar allí una sustitución del acumulador de material.

La figura 2 muestra una realización ejemplar de una unidad de aplicación de material 18. Ésta es evidentemente sólo una de muchas realizaciones concebibles. La unidad de aplicación de material 18 presenta un bastidor 26, que presenta un lado delantero 28 y un lado trasero 30. En el lado delantero 28 están previstas dos ruedas delanteras 32, que pueden ser accionadas de forma diferencial y junto con uno o dos motores eléctricos no mostrados forman una instalación de avance 33. En el lado trasero 30 está posicionada en este caso una rueda trasera 34 individual. A través del accionamiento diferencial de las ruedas delanteras 32, la unidad de aplicación de material 18 puede recorrer trayectorias curvadas y de esta manera seguir, por ejemplo, la trayectoria 22c.

La unidad de aplicación de material 18 presenta un alojamiento 36, en el que está dispuesto un acumulador de material 38 sustituible. Éste presenta, además, un dispositivo de deposición de material en forma de un dispositivo de desviación 40, que está configurado para depositar material. Como se puede reconocer aquí, el acumulador de material 38 recorre totalmente la unidad de aplicación de material 18, de manera que el dispositivo de deposición de material 40 se puede colocar sobre el útil de moldeo 4 o un tendido de fibras que se encuentra encima del mismo. Si el dispositivo de deposición de material 40 contacta con el útil de moldeo 4 o con un tendido de material que se encuentra encima del mismo, se puede depositar material desde aquél. A través de la elevación del acumulador de material 38 y, por lo tanto, del dispositivo de deposición de material 40 se puede interrumpir la deposición de material. Esto se indica aquí por medio de flechas verticales a ambos lados del acumulador de material 38.

En el lado delantero 28 está dispuesta, además, una primera instalación de detección óptica 42, que está configurada para detectar ópticamente la trayectoria 22c. En la unidad de aplicación de material 18 está dispuesta, además, una instalación de control no mostrada aquí, que está configurada para activar de manera diferencial las ruedas delanteras 32 para seguir la trayectoria 22c. A tal fin, la unidad de control está acoplada entonces con la primera instalación de detección óptica 42 y está configurada para detectar un desarrollo de la trayectoria 22c y a partir del desarrollo de la trayectoria 22c planificar un movimiento de dirección o bien de articulación necesario para el seguimiento de la trayectoria 22c.

De manera ejemplar, en el lado trasero 30 está dispuesta una segunda instalación de detección óptica 44, que está configurada para reconocer el desarrollo de una cinta de material 46 depositada. La segunda instalación de detección óptica 44 puede estar acoplada igualmente con la unidad de control y se puede utilizar tal vez para la verificación de una regulación del seguimiento de la trayectoria.

La unidad de aplicación de material 18 puede presentar, además, una batería o un acumulador, que está acoplado con los componentes eléctricos. Éste no se muestra aquí.

La figura 3 muestra una representación de la sección parcial del acumulador de material 38 sustituible. En éste está dispuesta una primera bobina 48, que presenta una cinta portadora de material 50 con un material de fibras 52 dispuesto encima del mismo. La primera bobina 48 presenta una primera rueda dentada 54, que está acoplada con un piñón 56. A través del accionamiento del piñón 56 se puede accionar, por consiguiente, la primera bobina 48. La primera bobina 48 está configurada para depositar el material de fibras 52 a través del desbobinado de la cinta portadora de material 50.

El acumulador de material 38 presenta, además, una segunda bobina 58, que puede recibir la cinta portadora de material 50. La segunda bobina 58 puede ser accionada por un motor eléctrico no representado aquí, que ejerce siempre una fuerza de tracción ligera sobre la cinta portadora de material 50. El dispositivo de deposición de material 40 se puede realizar en forma de una desviación local fuerte sobre un ángulo claramente mayor de 90°. De esta manera se puede desprender el material de fibras 52 desde la cinta portadora de material 50. El material de fibras 52 puede estar cosido por medio de un adhesivo (débil), especialmente de matriz termoplástica, o por medio de una cierta

pegajosidad propia, especialmente cuando se utilizan Prepregs, en la cinta portadora de material 50. A través de la desviación se pela el material de fibras, por lo tanto, desde la cinta portadora de material 50.

El acumulador de material 38 es encapsulado por una carcasa 60 y presenta de esta manera el carácter de una cassette. Esto posibilita poder sustituir el acumulador de material 38 en la unidad de manipulación de material 8. La unidad de manipulación de material 8 puede presentar para esta finalidad varios acumuladores de material 38 llenos y/o puede estar configurada para llenar automáticamente acumuladores de material 38 vacío. Esto es especialmente conveniente cuando deben depositarse secciones pre-cortadas del material de fibras 52.

La figura 4 muestra una vista en planta superior sobre el útil de moldeo 4 con la superficie de mecanización 12 y la superficie marginal 14 y demuestra, además, con la ayuda de un ejemplo, un patrón proyectado sobre el útil de moldeo 4. Por ejemplo, se muestra una línea periférica estática 62, en la que están dispuestas varias líneas de derivación 64. Éstas deben entenderse como marcas de aparcamiento, en las que se pueden aparcar unidades de aplicación de material 18 que no se utilizan en ese momento.

Para marcar posiciones extremas, las líneas de derivación 64 presentan, respectivamente, una línea extrema 66. De esta manera, se simbolizan las unidades de aplicación de material 18, que deben detenerse en este lugar. Sobre la superficie de mecanización 12 están previstas, además, líneas de trayectorias 68a, 68b, 68c, 68d, 68e y 68f, que se extienden, por ejemplo, paralelas entre sí. De esta manera, se señala a las unidades de aplicación del material 18, que debe seguirse esta trayectoria 68a a 68f.

Por ejemplo, en las interfaces con el primer tendido 16 a fabricar está previsto, respectivamente, un símbolo de triángulo, que indica el comienzo o el fin de una cinta de mecanización. Símbolos posibles se muestran, por ejemplo, en la figura 5 siguiente. Es concebible que una única unidad de proyección 10 esté configurada para indicar todas estas líneas. A tal fin, la unidad de control 6 puede estar configurada para planificar, para cada unidad individual de aplicación de material 18, una trayectoria individual y para predeterminarla a continuación, de manera que entonces la sigue la unidad de aplicación de material 18 respectiva.

La figura 5 muestra como ejemplo varios símbolos, con cuya ayuda se puede activar una unidad de aplicación de material. Éstos pueden comprender un triángulo 70, que indica el comienzo de una mecanización. Una cruz o bien X 72 podría predeterminar el corte de una cinta de material. Un triángulo 74 podría indicar el final de una cinta de mecanización. Dos líneas transversales 76 distanciadas entre sí, que se extienden perpendicularmente a una trayectoria, indican, por ejemplo, la adopción de una posición de espera. Un punto de desviación se puede identificar por una segunda línea y por un punto de desviación real 78. Una anchura de mecanización puede indicarse, además, por una pareja de líneas de inspección 80 que se extienden paralelas a la cinta de mecanización respectiva. Evidentemente es posible una pluralidad de otros símbolos, con cuya ayuda se pueden activar individualmente las unidades de aplicación de material 18. Para la implementación puede ser favorable emplear símbolos, que se pueden proyectar desde un único contorno poligonal.

Como se muestra, además, en la figura 6, la unidad de aplicación de material 18 puede estar equipada también con una instalación de repaso 82, que puede repasar una cinta de material 84 depositada erróneamente. A tal fin, están previstas unas pinzas 86, que desprenden la cinta de material 84 errónea desde una superficie 88. A tal fin, éstas están asistidas por una cuña 90, que conduce, por ejemplo, a través de la aplicación de ultrasonido, al desprendimiento de la cinta de material 84 errónea. Para la refrigeración de la cinta de material 84 errónea para reducir una adherencia local, se puede emplear un patín refrigerador 92, que es presionado sobre la cinta de material 84. Por ejemplo, a través de la segunda instalación de detección óptica 44 se puede establecer si una cinta de material 46 es errónea y, por consiguiente, debe desprenderse.

La figura 7 muestra el sistema 2 en una representación basada en bloques. Aquí se pueden reconocer la unidad de control 6 junto a la unidad de proyección 10, que está acoplada con la unidad de manipulación de material 8. La unidad de control 6 está configurada para activar las unidades de aplicación de material 18 a través de la previsión de varias trayectorias individuales, de manera que las unidades de aplicación de material siguen las trayectorias individuales, como se muestra en la figura 1. De esta manera, la unidad de control 6 está configurada para generar, a través de la activación de las unidades de aplicación de material 18, al menos una capa de tendido de fibras sobre el útil de moldeo 4 sobre la superficie de mecanización 12. Para la activación de las unidades de aplicación de material 18, la unidad de control 6 está configurada para activar la unidad de proyección 10, que debe proyectar por medio del rayo láser 24 o medios similares las trayectorias predeterminadas sobre el útil de moldeo 4.

Como se indica esquemáticamente, las unidades de aplicación de material 18 presentan, respectivamente una unidad de control de la trayectoria 94, que está configurada para activar la instalación de avance 33 respectiva para el seguimiento de una trayectoria predeterminada. A tal fin, ésta está acoplada con la(s) instalación(es) de detección óptica. La unidad de control de la trayectoria 94 puede estar configurada en forma de un algoritmo, que está integrado en la unidad de control 6. Alternativamente a ello, la unidad de control de la trayectoria 94 puede estar realizada también en forma de un aparato de control autónomo.

Además, las unidades de aplicación del material 18 presentan, respectivamente, una batería 96, que está acoplada con la unidad de control 6, la unidad de control de la trayectoria 94 y la instalación de avance eléctrica 33. La batería 96 puede estar retenida igualmente sustituible en la unidad de aplicación de material 18. En el caso de capacidad crítica, se puede realizar una sustitución automática en la unidad de manipulación de material 8.

En este ejemplo, las unidades de aplicación de material 18 presentan, respectivamente, una primera instalación de comunicación 98. Ésta se puede conectar con una segunda instalación de comunicación 100, que está dispuesta en la unidad de control 6. De esta manera, se puede comunicar individualmente entre la unidad de control 6 y las unidades de aplicación de material 18, mientras que el control del movimiento de las unidades de aplicación de material 18 se realiza a través de la proyección óptica. Las instalaciones de comunicación 98 y 100 se pueden basar tal vez en la utilización de señales de radio y se pueden emplear para la transmisión de instrucciones generales de control y para la transmisión de informaciones de estado. Las unidades de aplicación de material 18 pueden comunicar tal vez que la capacidad de su batería 96 está agotada o que el acumulador de material 38 está vacío. Las unidades de control individuales 6 pueden ser inducidas entonces a conducir la unidad de aplicación de material 18 respectiva hacia la unidad de manipulación de material 8, para sustituir allí la batería 96 o bien el acumulador de material 38.

Por último, la figura 8 muestra una secuencia muy ejemplar de trayectorias predeterminadas 22, 102 y 106 en tres vistas parciales I, II y III, que se pueden predeterminar para la fabricación del primer tendido de fibras 16, de un segundo tendido de fibras 104 y de un tercer tendido de fibras 108 por la unidad de control 6 para las unidades de aplicación de material 18 individuales. Evidentemente también son concebibles otras trayectorias, que varían según la configuración del componente a fabricar y de los diferentes espesores locales y globales.

De forma complementaria hay que indicar que "presenta" no excluye otros elementos o etapas, y "uno" o "una" no excluyen una pluralidad. Además, hay que indicar que características, que han sido descritas con referencia a uno de los ejemplos de realización anteriores, se pueden utilizar también en combinación con otras características de otros ejemplos de realización descritos anteriormente. Los signos de referencia en las reivindicaciones no deben considerarse como limitación.

SIGNOS DE REFERENCIA

2	Sistema para la fabricación de un componente
4	Útil de moldeo
6	Unidad de control
8	Unidad de manipulación de material
10	Unidad de proyección
12	Superficie de mecanización
14	Superficie marginal
16	Primer tendido de fibras
18	Unidad de aplicación de material
20	Primer grupo de unidades de aplicación de material
22	Trayectoria predeterminada (22a, 22b, 22c)
24	Rayo láser
26	Bastidor
28	Lado delantero del bastidor
30	Lado trasero del bastidor
32	Rueda delantera
33	Instalación de avance
34	Rueda trasera
36	Alojamiento
38	Acumulador de material
40	Dispositivo de deposición de material
42	Primera instalación de detección óptica
44	Segunda instalación de detección óptica
46	Cinta de material depositada
48	Primera bobina
50	Cinta portadora de material
52	Material de fibras
54	Primera rueda dentada
56	Piñón
58	Segunda bobina
60	Carcasa
62	Línea periférica
64	Línea de desviación

	66	Línea extrema
	68	Trayectoria predeterminada (68a, 68b,... 68f)
	70	Triángulo como instrucción de control
	72	Cruz como instrucción de control
5	74	Triángulo como instrucción de control
	76	Línea transversal como instrucción de control
	78	Punto de derivación como instrucción de control
	80	Líneas de inspección como instrucción de control
	82	Instalación de repaso
10	84	Cinta de material depositada errónea
	86	Pinzas
	88	Superficie
	90	Cuña
	92	Patín de refrigeración
15	94	Unidad de control de la trayectoria
	96	Batería
	98	Primera instalación de comunicación
	100	Segunda instalación de comunicación
	102	Trayectoria predeterminada
20	104	Segundo tendido de fibras
	106	Trayectoria predeterminada
	108	Tercer tendido de fibras

REIVINDICACIONES

1. Sistema (2) para la fabricación de un componente de un material compuesto de fibras, que presenta:

- 5 - un útil de moldeo (4),
- una unidad de control (6) y
- una pluralidad de unidades de aplicación de material (18) independientes entre sí,

10 en donde cada unidad de aplicación de material (18) presenta un acumulador de material (38) para la preparación de fibras, un dispositivo de deposición de material (40) para la deposición de fibras desde el acumulador de material (38) y una instalación de avance (33), y está configurado para seguir, con la ayuda de la instalación de avance (33), una trayectoria (22) predeterminada sobre el útil de moldeo (4) y en caso necesario para depositar fibras,

15 en donde la unidad de control (6) está configurada para activar las unidades de aplicación del material (18) a través de la previsión de varias trayectorias (22) individuales, y

 en donde la unidad de control (6) está configurada para generar a través de la activación de las unidades de aplicación de material (18) al menos una capa de tendidos de fibras (16, 104, 108) sobre el útil de moldeo (4),

20 caracterizado porque la unidad de control (6) presenta una unidad de proyección óptica (10), en donde la unidad de proyección (10) está configurada para proyectar trayectorias (22) predeterminadas ópticamente sobre el útil de moldeo (4) y

 en donde las unidades de aplicación de material (18) están configuradas para seguir, respectivamente, una trayectoria (22) predeterminada.

25 2. Sistema (2) según la reivindicación 1, en donde la unidad de control (6) está configurada para limitar una proyección de la trayectoria (22) predeterminada, respectivamente, a una extensión limitada alrededor de una unidad de aplicación de material (18) respectiva.

30 3. Sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la al menos una unidad de proyección (10) está configurada para proyectar, por medio de un rayo láser (24), una trayectoria (22) predeterminada sobre el útil de moldeo (4).

35 4. Sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde las unidades de aplicación de material (18) presentan una batería (96) acoplable con la instalación de avance (33) y una unidad de control de la trayectoria (94), en donde la unidad de control de la trayectoria (94) está configurada para activar la instalación de avance (33) para el seguimiento de una trayectoria (22) predeterminada.

40 5. Sistema (2) según la reivindicación 1 o 2 y 4, en donde las unidades de aplicación del material (18) presentan, respectivamente, al menos una instalación de detección óptica (42, 44), que está acoplada, respectivamente, con la unidad de control de la trayectoria (94) respectiva, en donde la unidad de control de la trayectoria (94) está configurada para seguir una proyección óptica de una trayectoria (22) detectada por la instalación de detección (42, 44).

45 6. Sistema (2) según la reivindicación 5, en donde la unidad de control (6) está configurada para proyectar símbolos ópticos (70, 72, 74, 76, 78, 80) sobre el útil de moldeo (4), en donde la unidad de control de la trayectoria de las unidades de aplicación de material (18) está configurada, respectivamente, para reconocer símbolos ópticos (70, 72, 74, 76, 78, 80) detectados por la instalación de detección (42, 44) y de esta manera para convertirlos en instrucciones de control asociadas.

50 7. Sistema (2) según la reivindicación 4, en donde las unidades de aplicación de material (18) presentan, respectivamente una primera instalación de comunicación (98), en donde la unidad de control (6) presenta una segunda instalación de comunicación (100), y en donde las unidades de aplicación de material (18) están configuradas para emitir datos de estado, a través de la primera instalación de comunicación (98) y la segunda instalación de comunicación (100), hasta la unidad de control (6).

55 8. Sistema (2) según la reivindicación 7, en donde la unidad de control (6) está configurada para emitir instrucciones de control, a través de la primera instalación de comunicación (98) y la segunda instalación de comunicación (100), a las unidades de aplicación de material (18).

60 9. Sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el acumulador de material (38) presenta al menos una bobina (48, 58) para la deposición de material de fibras (52).

 10. Sistema (2) según la reivindicación 9, en donde el acumulador de material (38) presenta una primera bobina (48) y una segunda bobina (58), en donde la primera bobina (48) presenta una cinta portadora de material (50) con material de fibras (52) dispuesto encima del mismo,

en donde la cinta portadora de material (50) se puede depositar desde la primera bobina (48) y puede ser recibida por la segunda bobina (58), y

5 en donde la cinta portadora de material (50) es guiada por delante de un dispositivo de desviación (40) como dispositivo de deposición de material (40) y se puede poner en contacto con el útil de moldeo (4) o con un tendido de fibras (16, 104, 108) que se encuentra encima del mismo.

11. Sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el acumulador de material (38) está dispuesto sustituible en la unidad de aplicación de material (18), y

10 en donde la unidad de control (6) está acoplada con una unidad de manipulación de material (8), que está configurada para sustituir el acumulador de material (38) al menos de una de las unidades de aplicación de material (18), en caso necesario.

12. Sistema (2) según la reivindicación 11, en donde la unidad de manipulación de material (8) está configurada para llenar un acumulador de material (38) con material de fibras (52).

15 13. Sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, que presenta, además, una instalación de repaso (82), que está configurada para desprender una cinta de material errónea (84) desde el útil de moldeo o un tendido de fibras (16, 104, 108) que se encuentra encima del mismo.

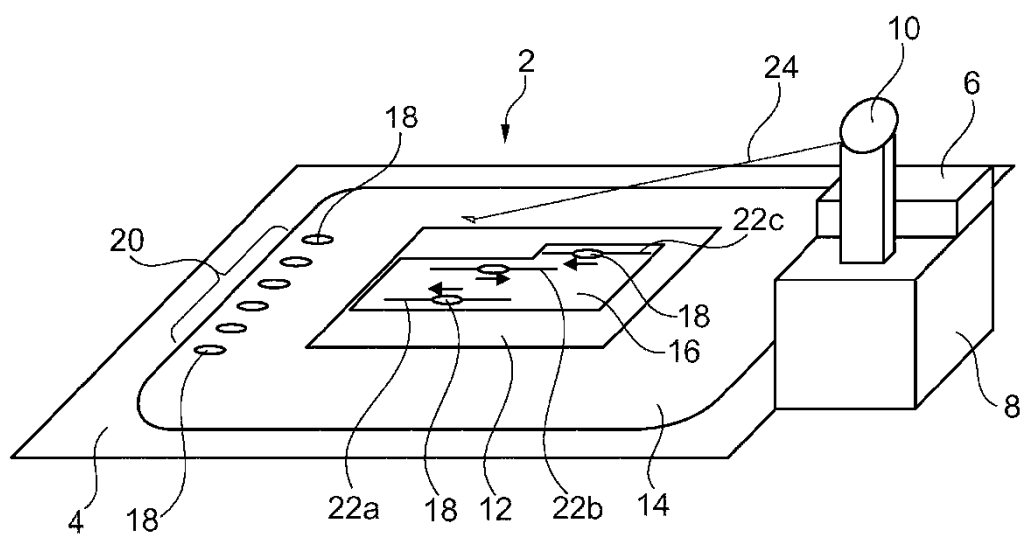


Fig. 1

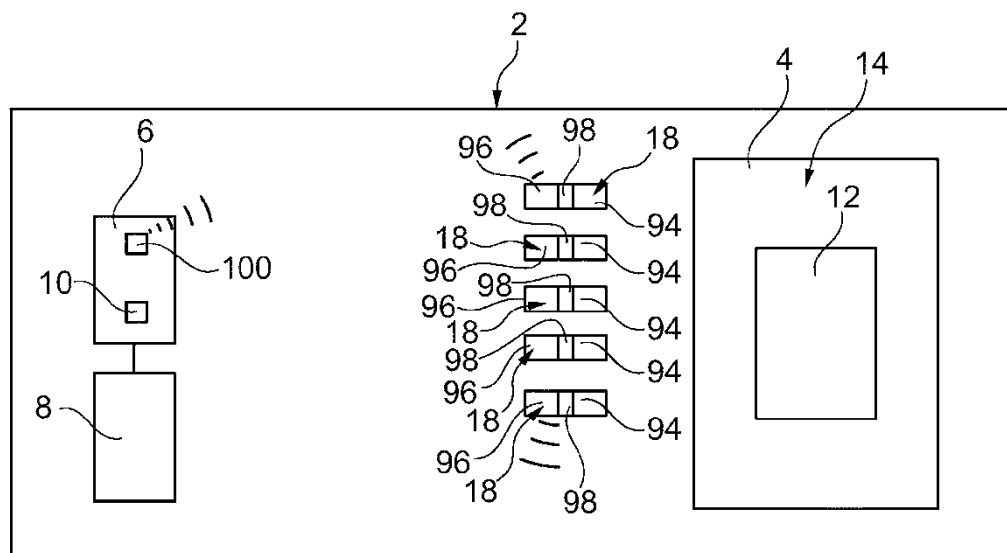


Fig. 7

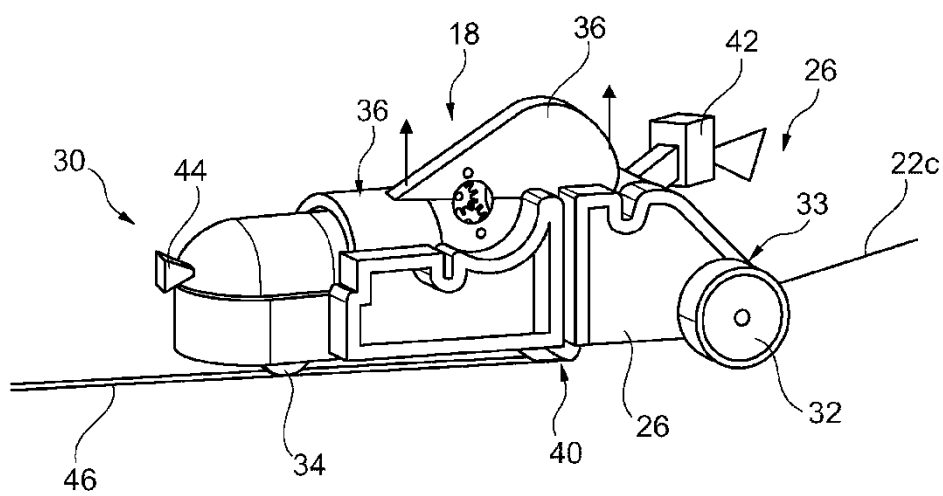


Fig. 2

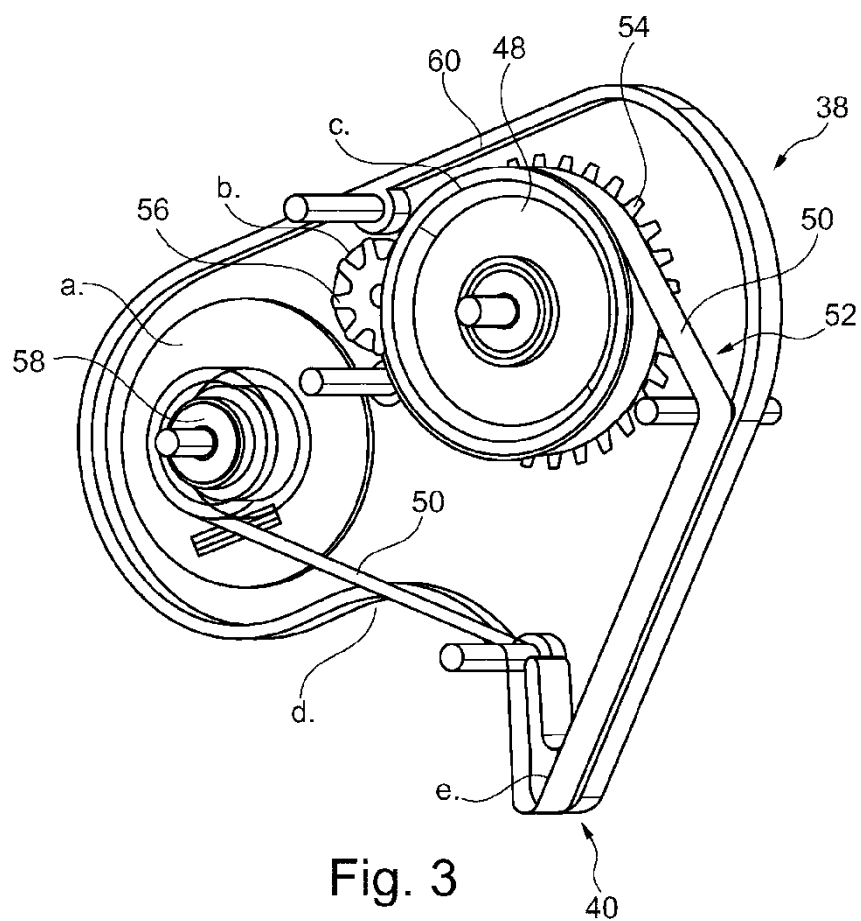


Fig. 3

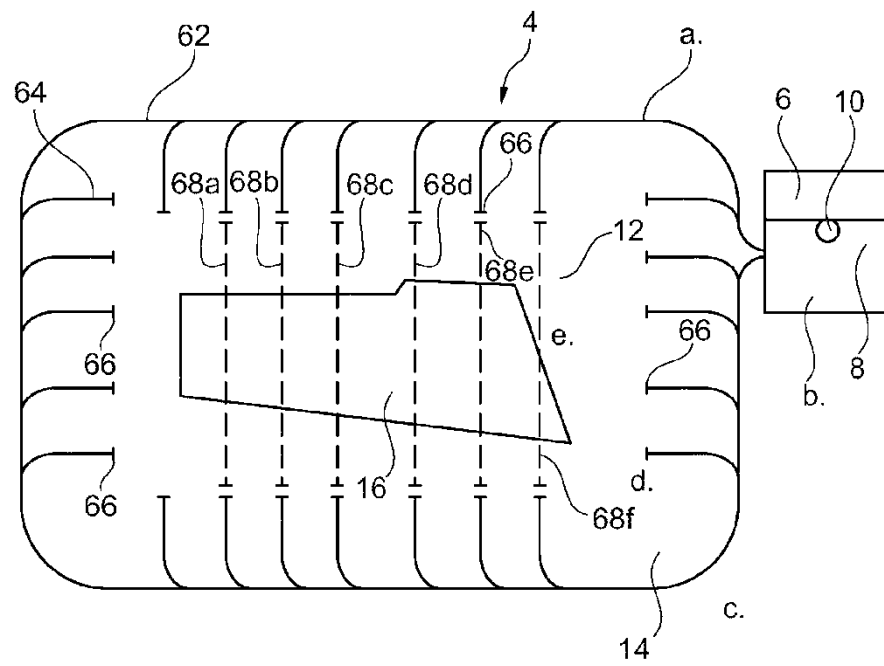


Fig. 4

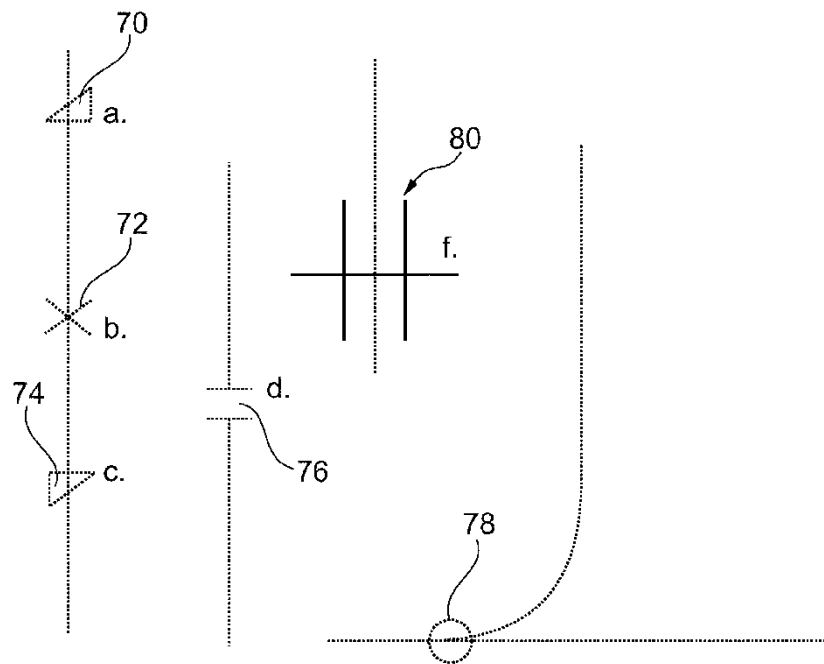


Fig. 5

