

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 403**

51 Int. Cl.:  
**B29C 70/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07825850 .6**  
96 Fecha de presentación: **27.06.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2040909**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.04.2009**

54 Título: **Método, sistema y equipo para hacer partes hechas de material compuesto, en particular partes reforzadas para fuselajes de aviones**

30 Prioridad:  
**28.06.2006 IT TO20060477**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.04.2012**

73 Titular/es:  
**ALENIA AERONAUTICA S.P.A.  
CORSO MARCHE N. 41  
10146 TORINO, IT**

72 Inventor/es:  
**LIVI, Francesco**

74 Agente/Representante:  
**Ruo, Alessandro**

ES 2 379 403 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

Método, sistema y equipo para hacer partes hechas de material compuesto, en particular partes reforzadas para fuselajes de aviones

5 **Campo técnico**

10 **[0001]** La presente invención se refiere, en general, a un método para fabricar componentes hechos de materiales compuestos, a un equipo para fabricar componentes de material compuesto. En particular, la presente invención se refiere a un método y un equipo para fabricar componentes cilíndricos, montados para obtener un fuselaje de un avión. Para simplificar la descripción, a menos que se especifique lo contrario, desde ahora en adelante se referirá a un método y equipo para fabricar partes cilíndricas (partes de fuselaje) a ser montadas para obtener un fuselaje de un avión.

15 **Técnica relacionada**

**[0002]** Se conoce, que una manera para mejorar la actuación de un avión es usar materiales compuestos, por ejemplo, materiales hechos de fibras de carbono, que tienen, en general, la característica para asociar una gran rigidez con un bajo peso específico.

20 La introducción de materiales compuestos para la fabricación de componentes de fuselaje requiere métodos y sistemas particularmente complejos y necesitan mucha mano de obra. En referencia a una sección de fuselaje, esta parte comprende elementos de refuerzo (larguerillos) 21 (Fig. 1 y Fig. 2) y una capa protectora situada sobre una superficie sustancialmente cilíndrica, aunque son posibles otras formas, pegada a los larguerillos después de la polimerización.

25 De acuerdo con la técnica conocida, por ejemplo, los larguerillos 21, hechos de material compuesto no polimerizado, están montados sobre un mandril 11 de una estructura sustancialmente cilíndrica, y están compactados sobre una pluralidad de zonas de compactación 12 usando bolsas de vacío 15, montadas y manualmente aseguradas sobre las zonas de compactación del mandril 11. Después de compactar los larguerillos, una estructura de material compuesto se coloca sobre los larguerillos, a lo que le sigue una compactación adicional usando bolsas de vacío 15 montadas y manualmente aseguradas, y por último la polimerización se realiza colocando, por ejemplo, los larguerillos y la estructura dentro de un horno.

35 **[0003]** El primer problema típico de la técnica conocida es que la fase de compactar los larguerillos, que requiere el montaje manual de las bolsas de vacío 15 y su fijación a la zona de compactación 12 usando un sello manualmente aplicado, además de tener costes particularmente elevados, también causa un inconsistente nivel de calidad, que depende del nivel de habilidad de los operarios individuales que efectúan las operaciones manuales de montar y asegurar las bolsas de vacío.

Un segundo problema de la técnica conocida es que la compactación está seguida de la destrucción de las bolsas de vacío 15.

40 De hecho, debido a que las bolsas de vacío 15 están pegadas a la primera zona de compactación, solamente pueden destruirse cuando se quitan.

### Descripción de la invención

45 **[0004]** El alcance de la presente invención es un método y un equipo para fabricar partes de material compuesto que no requieren trabajo manual para la fase de compactación de los larguerillos y/o para la compactación de la capa de estructura que cubre el fuselaje sobre los larguerillos.

50 **[0005]** En el mismo campo de tecnología, el documento EP\_1162055\_A desvela, entre otros, un armazón dispuesto para cooperar con una herramienta macho de moldeo, para moldear materiales compuestos a capas.

De acuerdo con la divulgación anterior el armazón tiene un sello alrededor de la periferia del armazón y una membrana elástica que ocupa una abertura proporcionada por el armazón.

La herramienta macho de moldeo se proporciona sobre una base que tiene una superficie plana.

55 En uso, el armazón se fuerza sobre la herramienta de moldeo para estirar el material elástico sobre la herramienta de moldeo y forzar el sello contra la base en un contacto de sello sustancialmente hermético con la base.

**[0006]** En el documento US\_4.255.221 se desvela un método para hacer una tabla de surf o un artículo similar.

De acuerdo con la divulgación anterior se proporciona una estructura de armazón que comprende un armazón inferior y un armazón superior que es complementario con el armazón inferior.

60 Cada armazón comprende corredores finales y laterales, y uno o más miembros ajustables de soporte que son flexibles para definir una pluralidad de diferentes curvaturas en un plano determinado. Una pared flexible se extiende a lo largo de la abertura a través del armazón inferior y el armazón superior, respectivamente. Un tubo de salida se extiende fuera de la pared flexible para unirse a una fuente convencional de vacío.

65 En uso, los dos armazones descansan uno frente al otro a lo largo de sus periferias, es decir, los corredores finales y los corredores laterales de un armazón se enganchan con los corredores finales y laterales del otro para sellar la estructura del armazón.

**[0007]** Además, el documento WO 87/05557 desvela un equipo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El alcance de la presente invención es también un equipo y un método que no requieren la destrucción de las bolsas de vacío después de su uso.

5 **[0008]** El alcance se consigue con un equipo y un método para fabricar partes de material compuesto, particularmente partes reforzadas para el fuselaje de un avión, como se reivindica en las reivindicaciones independientes 1 y 9. Las reivindicaciones son una parte integral de la enseñanza técnica en relación con la invención.

10 **Breve descripción de los dibujos**

**[0009]** Ésta y otras características de la presente invención serán más claras a partir de la siguiente descripción de la realización preferente de la invención, documentada como un ejemplo y no como una limitación, con el apoyo de los dibujos adjuntos en los que los elementos etiquetados con el mismo número o con una referencia numérica similar indican componentes que tienen la misma función o una función similar, y en los que:

- La Fig. 1 es una representación esquemática de un sistema para fabricar componentes de fuselaje de material compuesto, de acuerdo con la técnica conocida;
- La Fig. 2 es una representación esquemática de una fase de aplicación de las bolsas de vacío de acuerdo con la técnica conocida;
- La Fig. 3a es una representación esquemática de un sistema para fabricar el material compuesto para componentes de fuselaje de acuerdo con la invención;
- La Fig. 3b es una representación esquemática de una fase de aplicación de bolsas de vacío de acuerdo con la invención;
- La Fig. 4 es una representación esquemática de un equipo automatizado para la aplicación de bolsas de vacío de acuerdo con la invención.

**Descripción de la realización preferente**

30 **[0010]** Con referencia a la Fig. 3a y 3b, un sistema 10 para fabricar partes de material compuesto, particularmente partes reforzadas con larguerillos 21 de material compuesto, comprende, por ejemplo, un mandril o herramienta de polimerización 11 y una pluralidad de herramientas de equipo o compactación 30. El sistema 10 de acuerdo con su realización preferente, comprende también, una primera máquina de control numérico 16 configurada para recuperar los equipos de compactación de un área de almacenamiento y para colocarlos sobre el mandril 11, como se describirá más adelante con más detalle.

40 **[0011]** El mandril 11 puede rotar alrededor de su propio eje, continuamente o de acuerdo con ángulos predeterminados, y mostrar en el área superior, al menos una zona de compactación 12. La zona de compactación 12 comprende una o más ranuras 14, finalmente en un número diferente entre diferentes áreas, configuradas para sujetar, por ejemplo, los larguerillos 21. La forma, dimensiones y el número de ranuras 14 puede variar considerablemente, de acuerdo con el tipo de partes reforzadas a producir.

En el caso del fuselaje de un avión, el número de ranuras en una zona de compactación puede ser, por ejemplo, diez o doce.

45 Los larguerillos 21, hechos de material compuesto, tal como carbono no polimerizado (no vulcanizado), gracias al hecho de que no se ha polimerizado todavía, tiene la característica de poder deformarse para tomar la forma de las ranuras después de insertarse en las ranuras 14. Preferentemente, los larguerillos 21 están colocados dentro de las respectivas ranuras usando una segunda máquina de control numérico 26 diseñada para recuperar los larguerillos de un área de almacenamiento de larguerillos y colocarlos en las ranuras 14 dentro de la zona de compactación que en intervalos de tiempo se presenta sobre el área superior del mandril 11. En otras realizaciones, los larguerillos también pueden colocarse manualmente dentro de las ranuras.

55 **[0012]** Las herramientas de compactación 30, de acuerdo con la realización preferentes de la invención, están en un número para "cubrir" el mandril completo 11, pero, naturalmente, en otras realizaciones, pueden también estar en un número inferior.

Cada herramienta de compactación 30 (Fig. 4) comprende preferentemente, un armazón 31, por ejemplo un armazón rectangular de acero, que tiene un lado superior 32a y un lado inferior 32b, dos brazos rectos, respectivamente 31a y 31b, y dos brazos curvados, respectivamente 31c y 31d, de acuerdo con un radio de curvatura ligeramente mayor que el radio del mandril 11 (Fig. 3a, Fig. 3b, Fig. 4).

60 Naturalmente, de acuerdo con otras realizaciones, todos los brazos pueden ser rectos, o el armazón puede tener una forma diferente, además de ser rectangular.

Cada brazo del armazón, del 31a a 31d, tiene preferentemente una sección cuadrangular, que comprende una pluralidad de agujeros 43a sobre el lado inferior y está configurado para crear un canal interno que comunica con los correspondientes canales internos de los otros brazos.

65 Preferentemente, al menos uno de los brazos, por ejemplo el brazo 31a, comprende un elemento conector 37 que

comunica con los conductos del brazo a los que se conecta una bomba 53 (una bomba de vacío), de tipo conocido, para generar una condición de vacío. El elemento conector puede comprender también una válvula de retención, de tipo conocido, para parar el influjo de aire dentro de los conductos del armazón, en el caso de que la bomba de vacío 53 se desconecte.

5 Preferentemente, el armazón comprende elementos de enganche de tipo mecánico, por ejemplo pasadores de espiga o ganchos, para fijar el equipo de compactación 30 al mandril 11 dentro de la zona de compactación.

En la realización preferente, el lado inferior 32b del armazón 31 está conectado a una capa de un material celular de espuma semi-cerrado 33, por ejemplo una tira semi-cerrada de espuma del tipo E.P.D.M (Etileno-Propileno-Dieno Monómero) NITTO 686 de una espuma con características sustancialmente similares.

10 Entre el material celular de espuma semi-cerrado (espuma o tira de espuma) 33, en particular entre el primer lado de la espuma 33 y el lado inferior 32b del armazón 31 se interpone una bolsa de vacío. Dicha bolsa de vacío 35 está unidad, pegada por ejemplo, a la primera cara de la espuma 33 y al lado inferior 32b del armazón, de manera que la espuma 33, la bolsa de vacío 35 y el armazón hagan un único cuerpo.

15 La espuma 33 y la bolsa de vacío 35 tienen respectivos agujeros, 43b y 43c, en correspondencia con los agujeros 43a del lado inferior 32b. La tira de espuma 33, preferentemente, tiene la primera cara conectada al perímetro completo del lado inferior 32b del armazón 31 y tiene una segunda cara configurada para ponerse en contacto con la zona de compactación; la espuma tiene un grosor para compensar las posibles diferencias de curvatura entre la zona de compactación 12 y los brazos curvado, 31c y 31d, y/o posibles irregularidades en la zona de compactación 12, cuando la segunda cara de la espuma se pone en contacto con la zona de compactación.

20 En la realización preferente, en la que el armazón tiene una anchura de aproximadamente 2,5 m, una profundidad comprendida entre 8 y 16 m, y el mandril tiene un radio de curvatura de aproximadamente 3 m, la espuma tiene un grosor de entre 20 y 30 mm.

Naturalmente, en otras realizaciones, la espuma 33 puede tener un grosor diferente pero sigue siendo capaz de compensar las diferencias de forma entre la zona de compactación 12 y el armazón 31.

25 La espuma 33 tiene la función, cuando se usa, de parar el influjo de aire dentro de la bolsa de vacío después de montar la bomba de vacío 53 con el elemento conector 37 y mantener un nivel predeterminado de vacío en un área predeterminada, por ejemplo, el área delimitada por la espuma 33 de la herramienta de compactación 300 cuando está en contacto con la zona de compactación 12 sobre el mandril 11.

30 **[0013]** El funcionamiento del sistema 10, como el descrito previamente, es el siguiente.

**[0014]** En una primera fase, la zona de compactación 12, colocada en el área superior del mandril 11, se carga, por ejemplo, usando la segunda máquina de control numérico 26, con un número de larguerillos igual al número de las ranuras 14 en la zona de compactación 12.

35 **[0015]** En una segunda fase, la primera máquina de control numérico 16 recupera de un área de almacenamiento un equipo de compactación 30 y lo coloca en correspondencia, por ejemplo, de la zona de compactación 12, para hacer, gracias a la presencia de la espuma 33, un tipo de sándwich que tiene larguerillos en el interior 21.

40 **[0016]** En una tercera fase, la bomba (53) se aplica al equipo de compactación para producir un vacío en el área de los larguerillos. La fuerza del vacío empuja la bolsa de vacío, como se ilustra en la Fig. 3b, contra los larguerillos para darles forma haciéndoles que tomen las formas de las ranuras; el material celular de espuma semi-cerrado aplica presión sobre 7 la superficie de la zona de compactación 12 evitando que el aire entre en el área de los larguerillos.

45 **[0017]** En una cuarta fase, por ejemplo, el mandril 11 rota para mostrar la siguiente zona de compactación (12) en el área superior. En tal fase, y en las fases siguientes hasta la finalización de la fase de compactación de todos los larguerillos necesarios, la bomba de vacío 53 permanece conectada a diferentes elementos conectores durante un tiempo predeterminado, por ejemplo, el tiempo necesario para dar forma convenientemente a los larguerillos, por ejemplo una hora.

**[0018]** Después de la finalización de la cuarta fase, el procedimiento de compactación se reinicia desde la primera fase hasta la finalización de la fase de compactación.

55 Después de que la fase de compactación se haya completado, la primera máquina de control numérico 16 coge el equipo de compactación 30 y lo devuelve a l área de almacenamiento para el siguiente uso.

**[0019]** El proceso descrito puede repetirse, con etapas equivalentes, incluso después de la colocación de la estructura sobre los larguerillos, de acuerdo con el proceso conocidos.

60 **[0020]** Gracias a la invención, las bolsas de vacío son completamente reutilizables.

Además, el uso de espuma garantiza un nivel de calidad constante o mejor con respecto al proceso conocido.

De hecho, el inventor ha detectado con experimentación que el nivel de vacío que puede obtenerse con el sistema y el equipo de acuerdo con la invención (0,8 Kg/cm<sup>2</sup>) es mejor que el obtenido mediante el proceso manual, que es aproximadamente 0,6 kg/cm<sup>2</sup>.

65 **[0021]** Esta descripción se refiere a la fabricación de partes hechas de material compuesto para aviones, pero

fácilmente se entiende que los mismos procedimientos pueden aplicarse a la fabricación de partes del cuerpo hechas de material compuesto para vehículos de alta velocidad tales como trenes, coches de alto rendimiento, etc.

5 **[0022]** Aunque se ha elegido un mandril para la fabricación de partes de material compuesto, fácilmente se entiende que el método descrito también es aplicable cuando no está presente un mandril rotativo, pero la fabricación de partes de material compuesto simplemente requiere el uso de una bolsa de vacío.

**[0023]** La descripción se refiere a un equipo de compactación para usarse solamente para las fases de compactación.

10 Naturalmente, en otras realizaciones, en las que, por ejemplo, el equipo de compactación comprende una bolsa de vacío y una espuma que, aunque tiene características sustancialmente similares a la descrito, puede ser resistente también a altas temperaturas de polimerización, para permitir que el equipo pueda usarse durante la fase de polimerización.

15 Las modificaciones o variaciones obvias son posibles de acuerdo con la descripción anterior, en las dimensiones, formas, materiales, componentes, así como en los detalles de construcción como los ilustrados y en el método de funcionamiento sin desviarse de la invención, como se define en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Equipo para fabricar partes de material compuesto que comienza al menos por un elemento de material compuesto a ser compactado que comprende

- 5 - un armazón (31), que tiene una pluralidad de brazos (31a, 31b, 31c, 31d), interconectados entre sí a lo largo de un perímetro determinado, y que comprende un lado primero o superior (32a) y un lado segundo o inferior (32b);
- 10 - al menos una bolsa de vacío (35) unida al lado inferior (32b) de dicho armazón (31) a lo largo de un perímetro determinado del armazón (31) y configurada para compactar dicho al menos un elemento (21);
- al menos un miembro (33) unido a la bolsa de vacío (35) a lo largo de dicho perímetro y configurado para ponerse en contacto de una manera desmontable con una superficie sobre la que dicho al menos un elemento a ser compactado (21) se coloca para definir una zona de compactación de dicho al menos un elemento;
- 15 - dichos brazos que están configurados para crear un canal interno común o canales internos comunes conectables a través de medios de conexión (37) a una bomba (53) comprendiendo dichos brazos (31a, 31b, 31c, 31d) a lo largo del perímetro;
- una pluralidad de agujeros (43 a) colocados sobre el lado inferior (32b) de dichos brazos;

20 **caracterizado por que** dicho miembro es un material de espuma (33) que tiene células semi-cerradas capaces de ser porosas en una forma no comprimida y capaces de bloquear el flujo de aire en una forma comprimida, para que, en uso, dicha pluralidad de agujeros (43a) comunique con dicho material de espuma (33) a través de la bolsa de vacío (35) mientras la bomba (53) genera un influjo de aire a través del material de espuma (33) unido a lo largo de dicho perímetro.

25 **2.** El equipo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que dicho armazón (31) tiene una forma sustancialmente rectangular y comprende un primer par de brazos opuestos (31a, 31b) que tienen un perfil sustancialmente recto y un segundo par de brazos opuestos (31c, 31d) que tienen un perfil sustancialmente curvado con un radio determinado de curvatura.

30 **3.** El equipo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que dichos medios de conexión comprenden una válvula de retención.

35 **4.** Un sistema para fabricar material compuesto que comprende:

- un mandril de soporte (11) que tiene al menos una zona de compactación (12), estando configurada dicha zona de compactación para mantener al menos un elemento de material compuesto (21) diseñado para compactarse aplicando un nivel predeterminado de vacío; **caracterizado por**
- al menos un equipo de compactación (30) como el reivindicado en las reivindicaciones 1 a 3.

40 **5.** Un sistema de acuerdo con la reivindicación 4 en el que dicho mandril (11) tiene una forma sustancialmente cilíndrica con un radio determinado de curvatura.

45 **6.** Un sistema de acuerdo con la reivindicación 5

- en el que dicho armazón (31) tiene una forma sustancialmente rectangular y comprende un primer par de brazos opuestos (31a, 31b) que tienen un perfil sustancialmente recto y un segundo par de brazos opuestos (31c, 31d) que tienen un perfil sustancialmente curvado con un radio determinado de curvatura, y
- 50 - en el que dicho radio determinado de curvatura de dicho segundo par de brazos opuestos (31c, 31d) es mayor que dicho radio determinado de curvatura de dicho mandril (11).

55 **7.** Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6 que además comprende primeros medios de control numérico (16) configurados para recuperar dicho al menos un equipo de compactación (30) de un área de almacenamiento y colocarlo sobre dicho mandril (11).

**8.** Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7 que además comprende segundos medios de control numérico (26) configurados para recuperar dichos elementos a ser compactados (21) de un área de almacenamiento y colocarlos dentro de dicha zona de compactación (12).

60 **9.** Un método para fabricar partes de material compuesto que comprende las etapas de:

- colocar al menos un elemento de material compuesto (21) a ser compactado dentro de una zona de compactación (12);
- 65 - colocar al menos un equipo de compactación que comprende una bolsa de vacío (35) y un armazón (31), que tiene una pluralidad de brazos (31a, 31b, 31c, 31d), interconectados entre sí a lo largo de un perímetro determinado y configurados para crear un canal interno común o canales internos comunes sobre dicha zona

de compactación (12), estando configurado dicho equipo de compactación (30) para ponerse en contacto de una manera desmontable con una superficie de dicha zona de compactación (12) por medio de un material de espuma (33) que tiene células semi-cerradas capaces de ser porosas en una forma no comprimida y capaces de bloquear el flujo de aire en una forma comprimida;

5 - compactar dicho al menos un elemento produciendo un cierto nivel de vacío en dicha zona de compactación (12) a través de una pluralidad de agujeros colocados sobre un lado inferior (32b) de los brazos y comunicándose con el material de espuma (33) a través de la bolsa de vacío (35) y conectando el canal interno común o los canales internos comunes con una bomba (53).

10 **10.** Un método de acuerdo con la reivindicación 9 que también comprende las etapas de recuperar mediante unos primeros medios de control numérico (16) dicho al menos un equipo de compactación (30) de un área de almacenamiento, y colocarlo mediante dichos primeros medios de control numérico (16) dicho al menos un equipo de compactación (30) sobre dicha zona de compactación.

15 **11.** Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 ó 10 que además comprende las etapas de

- recuperar mediante segundos medios de control numérico (26) dichos elementos a ser compactados (21) de un área de almacenamiento, y
- 20 - colocar mediante dichos segundos medios de control numérico (26) dichos elementos a ser compactados dentro de dicha zona de compactación (12).

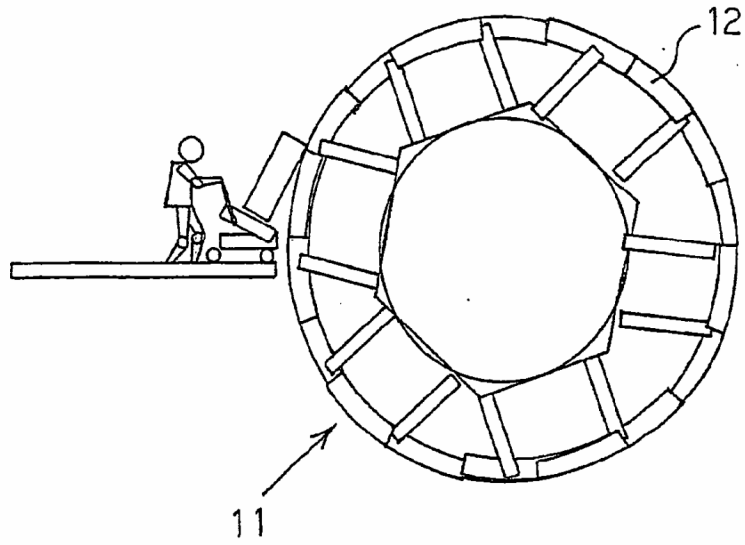


FIG. 1



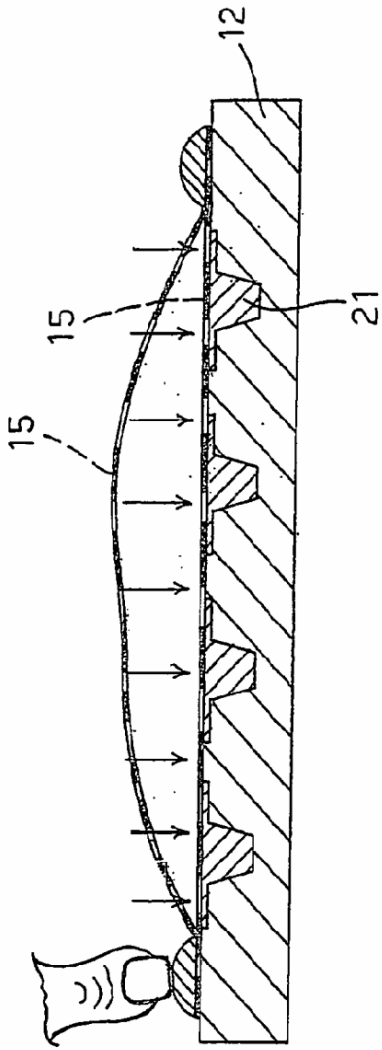


FIG. 2

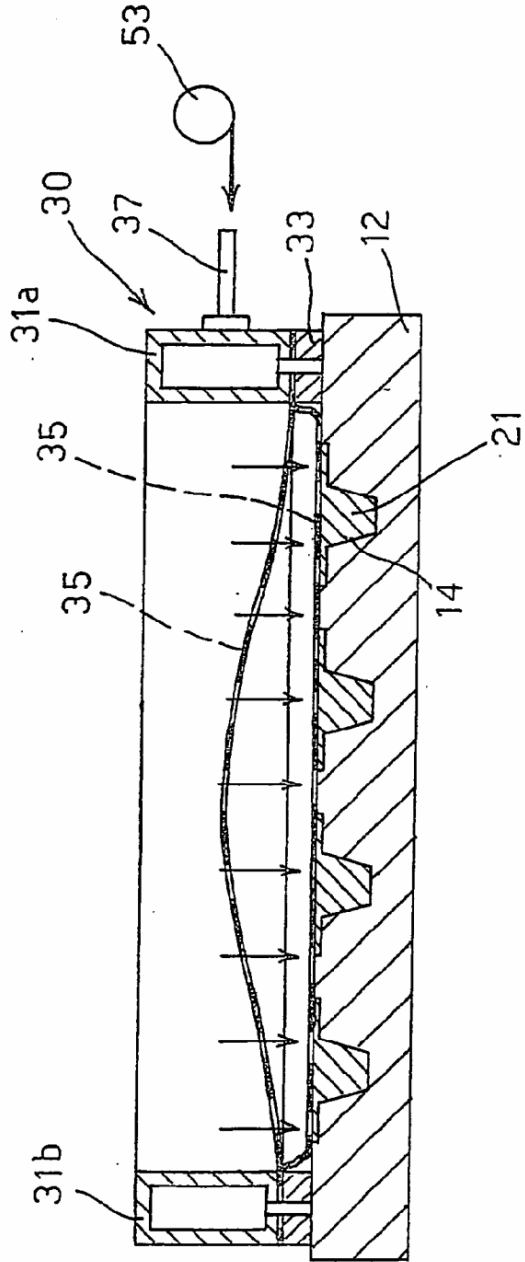


FIG. 3b

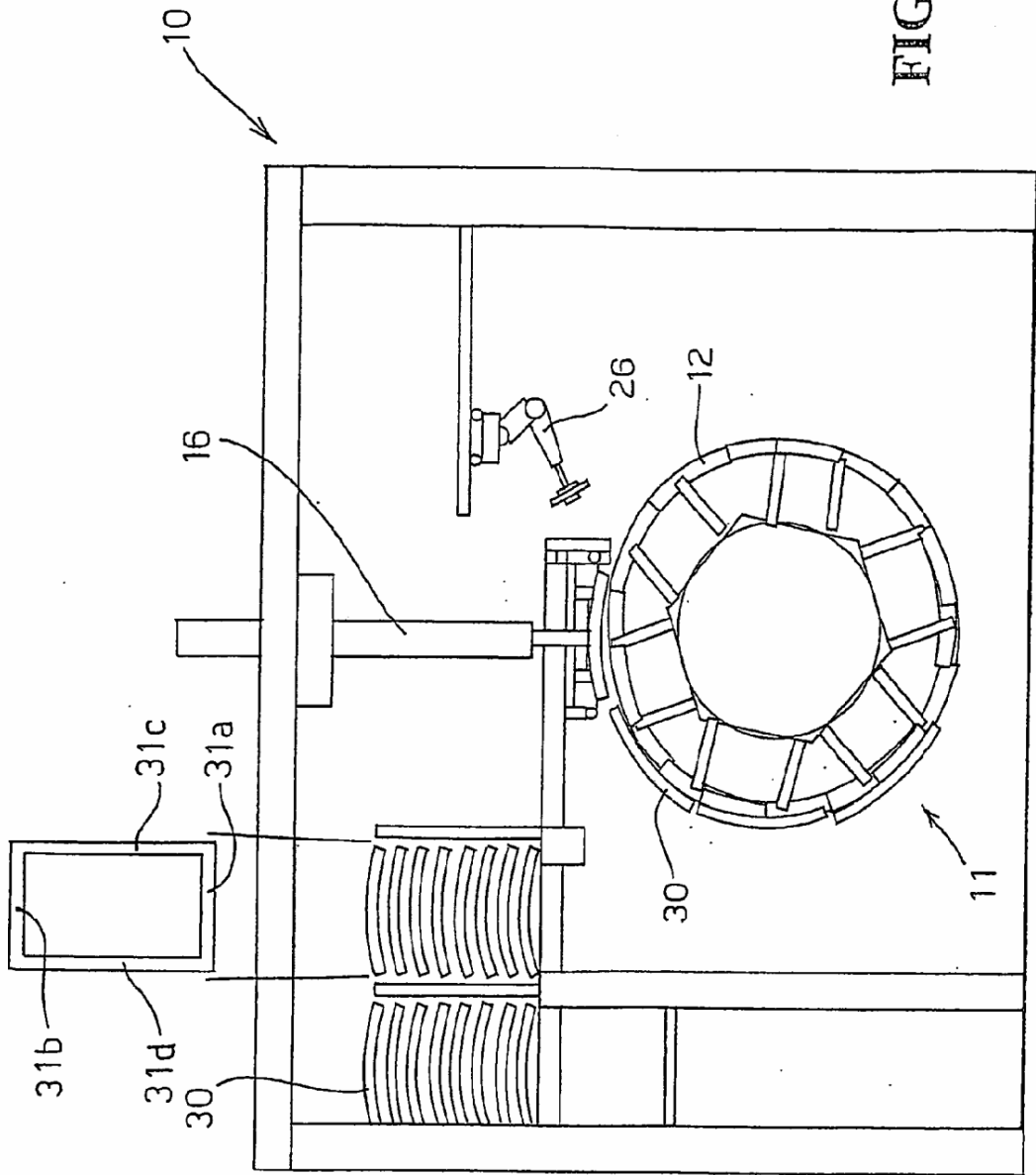


FIG. 3a

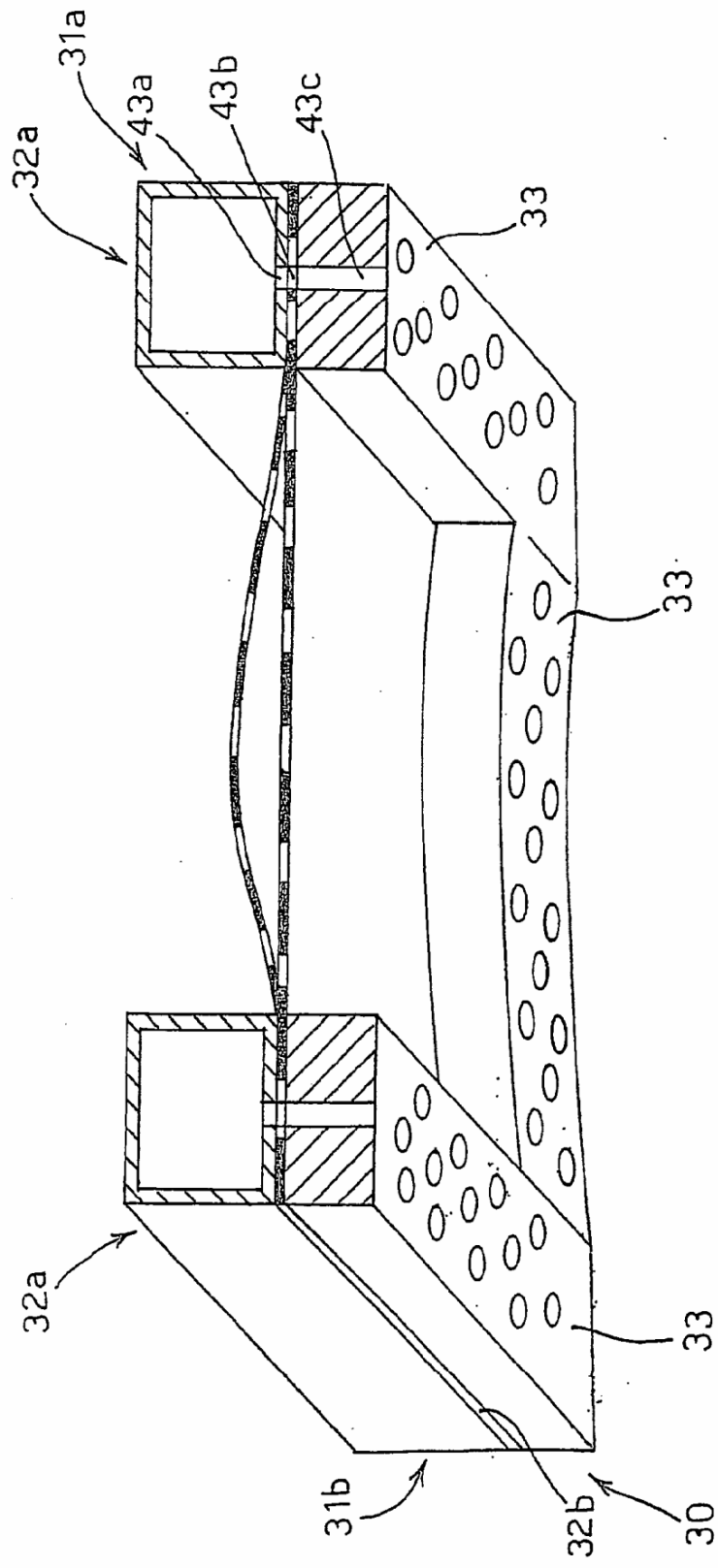


FIG. 4