

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 468**

51 Int. Cl.:

B32B 9/00 (2006.01)

B32B 3/12 (2006.01)

B32B 3/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2016 E 16170579 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3132930**

54 Título: **Panel sándwich acústico y método**

30 Prioridad:

17.08.2015 US 201514828102

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

24.09.2019

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**LEON, LUIS R.;
NANSEN, DAVID S. y
MESTER, LYNNE M.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 725 468 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

Panel sándwich acústico y método

Campo

5 Esta solicitud se refiere a paneles sándwich y, más particularmente, a paneles sándwich que tienen una lámina de revestimiento perforada para la supresión de sonido.

Antecedentes

10 Los paneles sándwich se forman normalmente a partir de un núcleo intercalado entre dos láminas de revestimiento. El núcleo puede ser relativamente grueso, pero ligero, en comparación con las láminas de revestimiento. Las láminas de revestimiento pueden ser relativamente finas, pero rígidas. Por lo tanto, los paneles sándwich poseen normalmente una resistencia y rigidez relativamente alta con un peso relativamente bajo. Como tal, los paneles sándwich se utilizan ampliamente en diversas aplicaciones aeroespaciales.

15 Al igual que los paneles sándwich tradicionales, los paneles sándwich acústicos incluyen un núcleo intercalado entre dos láminas de revestimiento. Una de las láminas de revestimiento está perforada, mientras que la otra lámina de revestimiento no está perforada. El núcleo proporciona volumen y define una pluralidad de cavidades. Las aberturas definidas por la lámina de revestimiento perforada conectan de forma fluida las cavidades con el medio ambiente. Por lo tanto, cuando el aire fluye a través de la lámina de revestimiento perforada de un panel sándwich acústico, las cavidades en el núcleo actúan como resonadores de Helmholtz y atenúan el sonido del flujo de aire asociado.

20 Debido a su peso relativamente ligero y a su capacidad de atenuación del sonido, los paneles sándwich acústicos se han utilizado en diversas industrias, incluyendo la industria aeroespacial. Por ejemplo, los paneles sándwich acústicos se incorporan comúnmente en motores de aeronave de turbina de gas de derivación, como en los cilindros de entrada interiores, paredes del conducto del ventilador y/o boquillas de escape, para atenuar el ruido asociado con los flujos de aire de alto volumen.

A pesar de los avances realizados, los expertos en la materia continúan con los esfuerzos de investigación y desarrollo en el campo de los paneles sándwich acústicos.

25 El documento de Estados Unidos 2015/0027629 divulga un panel sándwich (32) que comprende un núcleo (34) que define una pluralidad de celdas (48), una lámina frontal interior (36) conectada a un lado del núcleo y una segunda lámina (38) conectada al otro lado del núcleo, definiendo la lámina frontal interior una pluralidad de aberturas (40), proporcionando cada abertura comunicación de fluido con una celda asociada, y una parte (septos 54) recibida en una porción de cada celda.

30 El documento US 3.095.943 divulga un panel sándwich (10) que comprende un núcleo (16) como una estructura alveolar que define una pluralidad de cavidades (52), una primera lámina (13) conectada a un lado del núcleo y una segunda lámina (15) conectada al otro lado del núcleo, definiendo la primera lámina una pluralidad de orificios (18), proporcionando cada orificio comunicación de fluido con una cavidad asociada, y un material de aislamiento (54, tal como lana) recibido en una porción de cada cavidad.

35 El documento US 3.380.552 divulga un panel sándwich (20) que comprende un núcleo (23) como una estructura alveolar que define una pluralidad de cavidades, una primera lámina (21) conectada a un lado del núcleo y una segunda lámina (22) conectada al otro lado del núcleo, definiendo la primera lámina una pluralidad de aberturas (P), proporcionando cada abertura comunicación de fluido con una cavidad asociada, y un material absorbente a granel (lana de roca RW) recibido en una porción de cada cavidad.

40 Sumario

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

la Figura 1 es una vista en perspectiva de una realización del panel sándwich acústico divulgado;

la Figura 2 es una vista en planta superior de una porción del panel sándwich acústico de la Figura 1;

45 la Figura 3 es una vista en sección transversal de una porción del panel sándwich acústico de la Figura 1;

la Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método para la fabricación de un panel sándwich acústico;

la Figura 5 es una representación gráfica de un ejemplo de método para el montaje de un núcleo de acuerdo con el método de la Figura 4;

5 la Figura 6 es una representación gráfica de un método para la introducción de un material absorbente a granel y/o de un material conductor térmico de acuerdo con el método de la Figura 4;

la Figura 7 es una representación gráfica de otro método para la introducción de un material absorbente a granel y/o de un material conductor térmico de acuerdo con el método de la Figura 4;

la Figura 8 es una representación gráfica de otro método para la introducción de un material absorbente a granel y/o de un material conductor térmico de acuerdo con el método de la Figura 4;

10 la Figura 9 es un diagrama de flujo de una fabricación de aeronaves y de la metodología de servicio; y

la Figura 10 es un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción detallada

15 Se divulga un panel sándwich acústico que incorpora un material absorbente a granel y/o un material conductor térmico en las cavidades definidas por el panel sándwich acústico. Con el material y la selección de cantidad apropiada, particularmente con respecto al tamaño de la cavidad, la adición de material absorbente a granel y/o material conductor térmico puede aumentar las propiedades de atenuación del sonido y/o de disipación de calor del panel sándwich acústico asociado.

20 Haciendo referencia a las Figuras 1-3, una realización del panel sándwich acústico divulgada, designada en general con el número de referencia 10, incluye un núcleo 12, una primera lámina de revestimiento 14, una segunda lámina de revestimiento 16 y una pluralidad de insertos 50. El núcleo 12, la primera lámina de revestimiento 14 y la segunda lámina de revestimiento 16 forman una estructura de capas 20 (Figura 3), y los insertos 50 se sitúan dentro del núcleo 12 de la estructura de capas 20.

25 Si bien la estructura de capas 20 del panel sándwich acústico 10 se muestra y describe teniendo tres capas (el núcleo 12, la primera lámina de revestimiento 14 y la segunda lámina de revestimiento 16), capas adicionales, como capas de núcleo adicionales, capas de revestimiento adicionales y/u otras capas adicionales, pueden incluirse en la estructura de capas 20 sin apartarse del alcance de la presente divulgación. En ciertas aplicaciones, la segunda lámina de revestimiento 16 puede ser opcional (o hacerse opcional debido a la aplicación) y, por lo tanto, puede omitirse de la estructura de capas 20 del panel sándwich acústico 10 sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

30 El núcleo 12 del panel sándwich acústico 10 incluye un primer lado principal 22 y un segundo lado principal opuesto 24. La primera lámina de revestimiento 14 se conecta (por ejemplo, adherida, soldada, fusionada, fijada mecánicamente etc.) al primer lado principal 22 del núcleo 12 y la segunda lámina de revestimiento 16 puede estar conectada (por ejemplo, adherida, soldada, estofado, etc. fijadas mecánicamente) al segundo lado principal 24 del núcleo 12, intercalando de ese modo el núcleo 12 entre la primera lámina de revestimiento 14 y la segunda lámina de revestimiento 16, y formando la estructura de capas 20.

40 El espesor de sección transversal T_1 del núcleo 12 del panel sándwich acústico 10 puede ser relativamente grueso, en comparación con los espesores de sección transversal T_2 , T_3 de la primera lámina de revestimiento 14 y de la segunda lámina de revestimiento 16 (por ejemplo, $T_1 > T_2$ y $T_1 > T_3$). En una expresión, el espesor de sección transversal T_1 del núcleo 12 puede ser al menos 1,5 veces mayor que el espesor de sección transversal T_2 de la primera lámina de revestimiento 14. En otra expresión, el espesor de sección transversal T_1 del núcleo 12 puede ser al menos 2 veces mayor que el espesor de sección transversal T_2 de la primera lámina de revestimiento 14. En otra expresión, el espesor de sección transversal T_1 del núcleo 12 puede ser al menos 5 veces mayor que el espesor de sección transversal T_2 de la primera lámina de revestimiento 14. En otra expresión, el espesor de sección transversal T_1 del núcleo 12 puede ser al menos 10 veces mayor que el espesor de sección transversal T_2 de la primera lámina de revestimiento 14. En otra expresión, el espesor de sección transversal T_1 del núcleo 12 puede ser al menos 20 veces mayor que el espesor de sección transversal T_2 de la primera lámina de revestimiento 14. En aún otra expresión, el espesor de sección transversal T_1 del núcleo 12 puede ser al menos 40 veces mayor que el espesor de sección transversal T_2 de la primera lámina de revestimiento 14. A pesar de ser relativamente grueso, el núcleo 12 puede tener una densidad relativamente más baja (peso base dividido entre el espesor de sección transversal), en comparación con las densidades de la primera lámina de revestimiento 14 y la segunda lámina de revestimiento 16.

El núcleo 12 del panel sándwich acústico 10 define una pluralidad de cavidades 30. Cada cavidad 30 puede tener un

volumen V_1 , que puede limitarse por el núcleo 12, la primera lámina de revestimiento 14 y, opcionalmente, la segunda lámina de revestimiento 16. Los expertos en la materia apreciarán que el volumen V_1 de cada cavidad 30 puede ser una consideración de diseño.

En una realización particular, el núcleo 12 del panel sándwich acústico 10 puede tener una estructura alveolar 32 que incluye una matriz de celdas estrechamente empaquetadas 34, con cada celda 34 de la estructura alveolar 32 definiendo una cavidad 30 asociada (y un volumen de cavidad V_1). Las celdas 34 de la estructura alveolar 32 pueden ser tubulares y pueden tener una forma de sección transversal, como se muestra mejor en la Figura 2, tal como hexagonal, cuadrada, rectangular, circular, ovular, o similares. Las celdas 34 de la estructura alveolar 32 se pueden extender a lo largo de un eje **A** (Figura 3) que es generalmente perpendicular a un plano coincidente con la superficie exterior 36 (Figura 3) de la primera lámina de revestimiento 14. Por lo tanto, las cavidades 30 definidas por las celdas 34 de la estructura alveolar 32 pueden extenderse continuamente a través del núcleo 12 de la primera lámina de revestimiento 14 a la segunda lámina de revestimiento 16.

Si bien un núcleo 12 que tiene una estructura alveolar 32 con celdas uniformes y con forma regular 34 se muestra y describe, los expertos en la materia apreciarán que las cavidades 30 que tienen diversas formas tridimensionales, ya sea regulares o irregulares, pueden utilizarse sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Por lo tanto, una estructura de panal 32 es solo un ejemplo específico, no limitante de una estructura adecuada para el núcleo 12 del panel sándwich acústico 10.

En términos de composición, el núcleo 12 del panel sándwich acústico 10 se puede formar de diversos materiales o combinaciones de materiales. Los expertos en la materia apreciarán que la selección del material dependerá de la aplicación deseada, entre otras consideraciones posibles. Como un ejemplo, el núcleo 12 se puede formar de un metal o aleación metálica, tal como acero, titanio, una aleación de titanio, aluminio o una aleación de aluminio. Como otro ejemplo, el núcleo 12 se puede formar de un material compuesto, tal como un compuesto reforzado con fibras de carbono o un material compuesto de fibra de vidrio. Como otro ejemplo adicional, el núcleo 12 se puede formar de un material cerámico.

La primera lámina de revestimiento 14 del panel sándwich acústico 10 se dispone sobre el primer lado principal 22 del núcleo 12, con lo que al menos encierra parcialmente las cavidades 30 del núcleo 12 a lo largo del primer lado principal 22. La conexión entre la primera lámina de revestimiento 14 y el núcleo 12 se puede efectuar utilizando cualquier técnica adecuada, cuya selección puede requerir la consideración de la composición del núcleo 12 y de la composición de la primera lámina de revestimiento 14. Ejemplos de técnicas que pueden usarse para conectar la primera lámina de revestimiento 14 con el núcleo 12 incluyen, pero no se limitan a, soldadura, fusión, soldadura blanda, unión, adhesión y/o fijación mecánica.

En términos de composición, la primera lámina de revestimiento 14 del panel sándwich acústico 10, que puede ser de una sola capa o de diversas capas, se puede formar de diversos materiales o combinaciones de materiales. La composición de la primera lámina de revestimiento 14 puede ser la misma que, similar a, o diferente de la composición del núcleo 12. Como un ejemplo, la primera lámina de revestimiento 14 se puede formar de un metal o aleación metálica, tal como acero, titanio, una aleación de titanio, aluminio o una aleación de aluminio. Como otro ejemplo, la primera lámina de revestimiento 14 se puede formar de un material compuesto, tal como un compuesto reforzado con fibras de carbono o un material compuesto de fibra de vidrio. Como otro ejemplo, la primera lámina de revestimiento 14 se puede formar de un material cerámico.

La primera lámina de revestimiento 14 del panel sándwich acústico 10 está perforada. Específicamente, la primera lámina de revestimiento 14 define una pluralidad de aberturas 40 que se extienden a través de la misma. Cada abertura 40 de la primera lámina de revestimiento 14 proporciona una comunicación de fluido con una cavidad 30 asociada en el núcleo subyacente 12. Si bien una única abertura 40 por cavidad 30 se muestra en las Figuras 1-3, en una construcción alternativa, dos o más aberturas 40 por cavidad 30 se pueden formar en la primera lámina de revestimiento 14.

Por lo tanto, como se muestra mejor en la Figura 3, cada abertura 40 puede conectar de forma fluida una cavidad 30 con un flujo de aire asociado **F** que se mueve a través de la primera cara 15 (Figura 3) del panel sándwich acústico 10. Por lo tanto, la comunicación de fluido entre el flujo de aire **F** y las cavidades 30 en el núcleo 12 del panel sándwich acústico 10 a través de las aberturas 40 de la primera lámina de revestimiento 14 puede permitir que las cavidades 30 funcionen como resonadores de Helmholtz, atenuando de este modo el sonido del flujo de aire **F**.

La segunda lámina de revestimiento 16 del panel sándwich acústico 10 puede estar en capas sobre el segundo lado principal 24 del núcleo 12, encerrando de este modo las cavidades 30 del núcleo 12 a lo largo del segundo lado principal 24. La conexión entre la segunda lámina de revestimiento 16 y el núcleo 12 se puede efectuar utilizando cualquier técnica adecuada, cuya selección puede requerir la consideración de la composición del núcleo 12 y la composición de la segunda lámina de revestimiento 16. Ejemplos de técnicas que pueden usarse para conectar la segunda lámina de revestimiento 16 con el núcleo 12 incluyen, pero no se limitan a, soldadura, fusión, soldadura blanda, unión, adhesión y/o fijación mecánica.

En términos de composición, la segunda lámina de revestimiento 16 del panel sándwich acústico 10, que puede ser de una sola capa o de capas múltiples, se puede formar a partir de diversos materiales o combinaciones de materiales. La composición de la segunda lámina de revestimiento 16 puede ser la misma que, similar a, o diferente de la composición del núcleo 12. Además, la composición de la segunda lámina de revestimiento 16 puede ser la misma que, similar a, o diferente de la composición de la primera lámina de revestimiento 14. Como un ejemplo, la segunda lámina de revestimiento 16 se puede formar de un metal o aleación metálica, tal como acero, titanio, una aleación de titanio, aluminio o una aleación de aluminio. Como otro ejemplo, la segunda lámina de revestimiento 16 se puede formar de un material compuesto, tal como un compuesto reforzado con fibras de carbono o un material compuesto de fibra de vidrio. Como otro ejemplo, la segunda lámina de revestimiento 16 se puede formar de un material cerámico.

A diferencia de la primera lámina de revestimiento 14 del panel sándwich acústico 10, que está perforada, la segunda lámina de revestimiento 16 puede no estar perforada. Por lo tanto, la segunda lámina de revestimiento 16 puede no proporcionar comunicación de fluido entre las cavidades 30 del núcleo 12 y el entorno exterior del panel sándwich acústico 10.

En este punto, los expertos en la materia apreciarán que solo una porción de un panel sándwich acústico 10 se muestra en las Figuras 1-3, y que el tamaño total y la forma del panel sándwich acústico 10 pueden depender de la aplicación final. Además, si bien el panel sándwich acústico 10 se muestra en las Figuras 1-3 como siendo una estructura sustancialmente plana, paneles sándwich acústico no planos 10 (por ejemplo, paneles sándwich acústicos curvos 10) se contemplan también. Por ejemplo, el panel sándwich acústico divulgado 10 se puede usar como un panel de pared que forma la pared interna de entrada, conducto del ventilador y/o boquilla de escape de un motor de aeronave de turbina de gas de derivación y, por lo tanto, puede dimensionarse, conformarse y contornearse en consecuencia.

Como se muestra mejor en la Figura 3, se inserta una pluralidad de insertos 50 dentro de las cavidades 30 del núcleo 12 del panel sándwich acústico 10. Cada cavidad 30 del núcleo 12 puede alojar un inserto 50. Sin embargo, la ventaja todavía puede adquirirse proporcionando insertos 50 en solo algunas (pero no todas) las cavidades 30 del núcleo 12. Como un ejemplo, al menos el 10 por ciento de las cavidades 30 del núcleo 12 pueden alojar un inserto 50. Como otro ejemplo, al menos el 25 por ciento de las cavidades 30 del núcleo 12 pueden alojar un inserto 50. Como otro ejemplo, al menos el 50 por ciento de las cavidades 30 del núcleo 12 pueden alojar un inserto 50. Como otro ejemplo, al menos el 75 por ciento de las cavidades 30 del núcleo 12 pueden alojar un inserto 50. Como otro ejemplo, al menos el 90 por ciento de las cavidades 30 del núcleo 12 pueden alojar un inserto 50. Como otro ejemplo adicional, aproximadamente el 100 por ciento de las cavidades 30 del núcleo 12 pueden alojar un inserto 50.

En una primera aplicación, los insertos 50 del panel sándwich acústico 10 son (o incluyen) un material absorbente a granel. Sin limitarse a ninguna teoría particular, se cree que la presencia de material absorbente a granel (insertos 50) en las cavidades 30 del núcleo 12 puede promover aún más la atenuación del sonido, particularmente con respecto a un flujo de aire **F** que se mueve a través del primer lado 15 (Figura 3) del panel sándwich acústico 10.

Diversos materiales absorbentes a granel (incluyendo combinaciones de materiales absorbentes a granel) se pueden usar como los insertos 50 del panel sándwich acústico 10. Como un ejemplo específico no limitativo, el material absorbente a granel puede ser fibras de óxido de aluminio, tales como fibras de óxido de aluminio SAFFIL® disponibles comercialmente por Saffil Ltd. de Cheshire, Reino Unido. Otros ejemplos no limitados de materiales absorbentes a granel adecuados incluyen guata de fibra de carbono, guata de material cerámico, guata de fibra de vidrio (por ejemplo, guata PYROLOFT® de Albany International Corp., de Albany, New York), material fibroso de aramida, tales como fibras de para-aramida KEVLAR® (E.I. du Pont de Nemours and Company de Wilmington, Delaware) y fibras de meta-aramida NOMEX® (E.I. du Pont de Nemours and Company), material fibroso de poliimida (por ejemplo, fieltro PYROPEL® de Albany International Corp.), espuma de poliuretano, espuma de poliéster, espuma de poliimida, espuma de metal (por ejemplo, cobre o níquel), espumas de celdas abiertas de aluminio y material cerámico, espuma de silicona y baldosas de cerámica (por ejemplo, óxido de aluminio y/o dióxido de silicio).

Por lo tanto, los materiales absorbentes a granel adecuados vienen en diversas formas físicas, tales como, pero sin limitarse a, espumas, fibras, esteras, guatas, materiales de fieltro, tejidos y telas no tejidas. Por lo tanto, cuando los insertos 50 del panel sándwich acústico 10 son de (o incluyen) material absorbente a granel, los insertos 50 pueden proporcionarse en diversas formas físicas. Simplemente con fines ilustrativos, los insertos 50 se muestran en la Figura 3 como bloques simples (uno por cada cavidad 30). Sin embargo, como se usa aquí, el término "inserto" (singular o plural) se refiere a todo el material absorbente a granel y/o material conductor térmico dentro de una cavidad asociada, independientemente de si el inserto es una sola masa de material (por ejemplo, un cuerpo monolítico) o está compuesto de múltiples piezas separadas (por ejemplo, un grupo de fibras).

En este punto, los expertos en la materia apreciarán que una cantidad de atenuación del sonido del material absorbente a granel (insertos 50) se puede utilizar, y que la cantidad de atenuación del sonido puede estar dictada

por, entre otras cosas, el tamaño de las cavidades 30 en el núcleo 12 del panel sándwich acústico 10 y la composición del material absorbente a granel (insertos 50).

Para lograr una cantidad de atenuación del sonido del material absorbente a granel, el material absorbente a granel puede ocupar al menos una parte del volumen V_1 de cada cavidad 30 del núcleo 12 del panel sándwich acústico 10.

En otras palabras, cada inserto 50 puede tener un volumen mayor V_2 , y el volumen V_2 de cada inserto 50 puede ser mayor que cero y menor que (o igual a) el volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En una expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel 50 puede ser al menos el 10 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel 50 puede ser al menos el 20 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel 50 puede ser al menos el 30 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel 50 puede ser al menos el 40 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel 50 puede ser al menos el 50 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel 50 puede ser al menos el 60 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel 50 puede ser al menos el 70 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel 50 puede ser al menos el 80 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada.

Los insertos 50 del panel sándwich acústico 10 son (o incluyen) un material conductor térmico. Sin limitarse a ninguna teoría particular, se cree que la presencia de material conductor térmico (insertos 50) en las cavidades 30 del núcleo 12 puede mejorar la disipación de calor por medio del panel sándwich acústico 10, en particular cuando un flujo de aire F se está moviendo a través de la primera cara 15 (Figura 3) del panel sándwich acústico 10.

Diversos materiales conductores térmicos pueden utilizarse como los insertos 50 del panel sándwich acústico 10. Como se usa en la presente memoria, "material conductor térmico" se refiere a cualquier material que tenga una conductividad térmica de al menos 10 W/(m·K). El material conductor térmico (insertos 50) tiene una conductividad térmica de al menos 50 W/(m·K). En otra expresión, el material conductor térmico (insertos 50) puede tener una conductividad térmica de al menos 100 W/(m·K). En otra expresión, el material conductor térmico (insertos 50) puede tener una conductividad térmica de al menos 150 W/(m·K). En otra expresión, el material conductor térmico (insertos 50) puede tener una conductividad térmica de al menos 200 W/(m·K). En otra expresión, el material conductor térmico (insertos 50) puede tener una conductividad térmica de al menos 250 W/(m·K). En todavía otra expresión, el material conductor térmico (insertos 50) puede tener una conductividad térmica de al menos 250 W/(m·K).

En términos de composición, se contempla el uso de diversos materiales conductores térmicos. Como un ejemplo no limitativo general, el material conductor térmico puede ser un metal o aleación metálica. Como un ejemplo no limitativo específico, el material conductor térmico puede ser níquel o una aleación de níquel. Como otro ejemplo no limitativo específico, el material conductor térmico puede ser aluminio o una aleación de aluminio. También se contempla el uso de materiales conductores térmicos no metálicos.

El material conductor térmico (insertos 50) se puede utilizar en diversas formas físicas. Como uno ejemplo no limitativo específica, el material conductor térmico (insertos 50) puede estar en la forma de alambre o tubo. Como otro ejemplo no limitativo específico, el material conductor térmico (insertos 50) puede tener forma de malla. Otras formas, tales como polvo, masa sólida, monolítica y similares, se contemplan también.

Diversas cantidades de material conductor térmico (insertos 50) pueden utilizarse. La cantidad específica utilizada puede dictarse por la necesidad (por ejemplo, la cantidad de disipación de calor necesaria), así como el tamaño de las cavidades 30 en el núcleo 12 del panel sándwich acústico 10 y la composición (conductividad térmica) del material conductor térmico (insertos 50).

Cuando se inserta en las cavidades 30 en el núcleo 12 del panel sándwich acústico 10, el material conductor térmico ocupará al menos una porción (volumen V_2) del volumen V_1 de cada cavidad 30. En una expresión, el volumen V_2 de cada inserto conductor térmico 50 puede ser al menos el 2 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto conductor térmico 50 puede ser al menos el 5 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto conductor térmico 50 puede ser al menos el 10 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto conductor térmico 50 puede ser al menos el 20 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto conductor térmico 50 puede ser al menos el 30 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto conductor térmico 50 puede ser al menos el 40 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto conductor térmico 50 puede ser al menos el 50 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada.

En una tercera aplicación, los insertos 50 del panel sándwich acústico 10 pueden ser (o pueden incluir) una combinación de material absorbente a granel y material conductor térmico. Sin limitarse a ninguna teoría particular,

se cree que la presencia tanto de material absorbente a granel (insertos 50) como del material conductor térmico (insertos 50) en las cavidades 30 del núcleo 12 puede promover aún más la atenuación del sonido y puede mejorar la disipación de calor y, por lo tanto, puede ser particularmente ventajoso en la construcción de motores de aeronave, tales como las paredes del conducto ventilador de motores de aeronave de turbina de gas de derivación.

En una variación de la tercera realización, el componente de material absorbente a granel de un inserto 50 puede tener una composición diferente de la componente de material conductor térmico de ese inserto 50. Por ejemplo, un inserto 50 puede introducirse en una cavidad 30 introduciendo por separado un material absorbente a granel y un material conductor térmico. Como alternativa, un inserto de material compuesto 50 se puede preparar, tal como mediante la incorporación de (por ejemplo, envoltura, tejido, impregnación, etc.) el material conductor térmico en el material absorbente a granel (o viceversa), antes de su introducción en la cavidad 30.

En otra variación de la tercera realización, el componente de material absorbente a granel de un inserto 50 y el componente de material conductor térmico de ese inserto 50 pueden tener una y la misma composición. Por ejemplo, un inserto absorbente a granel/conductor térmico 50 puede ser una espuma de metal, tal como espuma de cobre y/o espuma de níquel, que puede funcionar tanto como un material absorbente a granel como un material conductor térmico.

La cantidad de material absorbente a granel/conductor térmico utilizada para cada inserto 50 puede depender de diversos factores, incluyendo la aplicación específica, el tamaño de las cavidades asociadas 30 y la composición de los insertos 50. En una expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel/conductor térmico 50 puede ser al menos el 10 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel/conductor térmico 50 puede ser al menos el 20 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel/conductor térmico 50 puede ser al menos el 30 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel/conductor térmico 50 puede ser al menos el 40 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel/conductor térmico 50 puede ser al menos el 50 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel/conductor térmico 50 puede ser al menos el 60 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel/conductor térmico 50 puede ser al menos el 70 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada. En otra expresión, el volumen V_2 de cada inserto absorbente a granel/conductor térmico 50 puede ser al menos el 80 por ciento del volumen V_1 de la cavidad 30 asociada.

Haciendo a continuación referencia específicamente a la Figura 4 con referencia al panel sándwich acústico 10 que se muestra en las Figuras 1-3, una realización del método divulgado para la fabricación de un panel sándwich acústico, generalmente designado con el número de referencia 100, comienza en el bloque 102 con la etapa de montar un núcleo 12. El núcleo 12 se monta de tal manera que el núcleo 12 define una pluralidad de cavidades 30.

Diversos métodos pueden usarse para montar (Bloque 102) un núcleo 12 sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Haciendo referencia a la Figura 5, un método de montaje específico, generalmente designado con el número de referencia 200, puede empezar en el bloque 202 con la etapa de proporcionar una pluralidad de láminas de material de núcleo (por ejemplo, metal, como acero, aleación de titanio o aleación de aluminio). En el Bloque 204, las láminas de material de núcleo pueden formarse, tal como por estampación, laminación o similares, para producir láminas formadas que tienen un perfil de sección transversal (por ejemplo, ondulada) diseñado. A continuación, en el bloque 206, las láminas formadas pueden apilarse para formar la estructura alveolar deseada y conectarse entre sí, tal como por soldadura.

Con referencia de nuevo a la Figura 4 con referencia al panel sándwich acústico 10 que se muestra en las Figuras 1-3, en el bloque 104, una primera lámina de revestimiento 14 se aplica a la primera cara principal 22 del núcleo 12. La primera lámina de revestimiento 14 define una pluralidad de aberturas 40, que pueden situarse para alinearse con cavidades asociadas 30 en el núcleo 12. La primera lámina de revestimiento 14 puede asegurarse al núcleo 12, tal como por soldadura, fusión, soldadura blanda, adhesión y/o fijación mecánica.

En el Bloque 106, una segunda lámina de revestimiento 16 se aplica a la segunda cara principal 24 del núcleo 12. La segunda lámina de revestimiento 16 se puede asegurar al núcleo 12, tal como por soldadura, fusión, soldadura blanda, adhesión y/o fijación mecánica.

En el Bloque 108, los insertos 50 son introducidos en las cavidades 30 definidas por el núcleo 12 del panel sándwich acústico 10. Los insertos 50 son de material absorbente a granel, material conductor térmico o ambos material absorbente a granel y material conductor térmico. Como se muestra por las líneas 120, 130, 140, 120, 130, 140, 150, los insertos 50 se pueden introducir en las distintas etapas del método 100. El método 100 puede llegar a su fin en el bloque 110.

Haciendo referencia a la Figura 6, en un aspecto, los insertos 50 se puede introducir en las cavidades 30 del núcleo 12 durante el montaje del núcleo 12 (véase la línea 120 en la Figura 4). Por ejemplo, una tira 300 de insertos interconectados 50 se puede situar entre dos láminas formadas adyacentes 302, 304. (Véase el bloque 204 de la Figura 5.) A continuación, después de que la tira 300 se ha situado entre las láminas formadas como se desee, las láminas formadas pueden conectarse (por ejemplo, mediante soldadura), como se muestra en el bloque 206 de la Figura 5.

Haciendo referencia a la Figura 7, en otro aspecto, los insertos 50 se pueden introducir a las cavidades 30 del núcleo 12 después del montaje del núcleo 12, pero antes de la aplicación de la lámina de revestimiento final (por ejemplo, la segunda lámina de revestimiento 16) del núcleo 12 (véase las líneas 130, 140 en la Figura 4). Por lo tanto, como se muestra en la Figura 7, los insertos 50 pueden colocarse directamente en cavidades preformadas 30 dentro del núcleo 12. Por ejemplo, el brazo mecánico 400 de un robot 402 (por ejemplo, un robot de recogida y colocación) puede colocar con precisión los insertos 50 dentro de las cavidades asociadas 30 del núcleo 12.

Haciendo referencia a la Figura 8, en todavía otro aspecto, los insertos 50 se pueden introducir en las cavidades 30 del núcleo 12 después de la aplicación de la lámina de revestimiento final (por ejemplo, la segunda lámina de revestimiento 16) en el núcleo 12 (véase la línea 150 en la Figura 4). Específicamente, como se muestra en la Figura 8, una vez que la lámina de revestimiento final se ha aplicado, los insertos 50 se pueden introducir en las cavidades 30 por medio de las aberturas 40 en la primera lámina de revestimiento 14. Por ejemplo, una boquilla 450 puede inyectar insertos 50 en las cavidades asociadas 30 por medio de las aberturas 40. El proceso de inyección se puede monitorizar (por ejemplo, en tiempo) para garantizar la entrega de la cantidad deseada (por ejemplo, una longitud predefinida de alambre y/o un volumen predefinido) del material absorbente a granel/conductor térmico en cada cavidad 30.

Por tanto, el método divulgado 100 (Figura 4) puede producir un panel sándwich acústico que incorpora un material absorbente a granel y/o de un material conductor térmico en las cavidades del resonador de Helmholtz definidas por el núcleo del panel sándwich acústico.

Ejemplos de la presente divulgación pueden describirse en el contexto de un método de fabricación y servicio de aeronaves 500, como se muestra en la Figura 9 y una aeronave 600, como se muestra en la Figura 10. Durante la pre-producción, el método ilustrativo 500 puede incluir la especificación y diseño, como se muestra en el bloque 502, de la aeronave 600 y la consigna de material, como se muestra en el bloque 504. Durante la producción, la fabricación de componentes y subconjuntos, como se muestra en el bloque 506, y la integración del sistema, como se muestra en el bloque 508, de la aeronave 600 pueden tener lugar. A partir de entonces, la aeronave 600 puede ir a través de la certificación y entrega, como se muestra el bloque 510, para ponerse en servicio, como se muestra en el bloque 512. Mientras se encuentra en servicio, la aeronave 600 puede programarse para su mantenimiento y servicio de rutina, como se muestra en el bloque 514. El mantenimiento y servicio de rutina pueden incluir modificación, reconfiguración, remodelación, etc. de uno o más sistemas de la aeronave 600.

Cada uno de los procesos del método ilustrativo 500 puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, una tercera parte, y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los fines de esta descripción, un integrador de sistema puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas del sistema principal; una tercera parte puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una línea aérea, compañía de arrendamiento, entidad militar, organización de servicio, y así sucesivamente.

Como se muestra en la Figura 10, la aeronave 600 producida por el método ilustrativo 500 (Figura 9) puede incluir un fuselaje 602 con una pluralidad de sistemas de alto nivel 604 y un interior 606. Ejemplos de sistemas de alto nivel 604 pueden incluir un o más de sistema de propulsión 608, sistema eléctrico 610, sistema hidráulico 612, y sistema ambiental 614. Cualquier número de otros sistemas pueden incluirse. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios divulgados en la presente memoria pueden aplicarse a otras industrias, tales como las industrias del automóvil y marina. En consecuencia, además de la aeronave 600, los principios divulgados en la presente memoria pueden aplicarse a otros vehículos (por ejemplo, vehículos terrestres, vehículos marinos, vehículos espaciales, etc.).

El panel sándwich acústico divulgado se puede emplear durante una cualquiera o más de las etapas del método de fabricación y servicio 500. Por ejemplo, componentes o subconjuntos correspondientes a la fabricación de componentes y subconjuntos (bloque 506) se pueden fabricar o manufacturar usando el panel sándwich acústico divulgado. Además, el panel sándwich acústico divulgado se puede utilizar durante las etapas de producción (bloques 506 y 508), por ejemplo, acelerando sustancialmente el montaje de o reduciendo el coste de la aeronave 600, tal como el fuselaje 602 y/o el interior 606. De manera similar, el panel sándwich acústico divulgado se puede utilizar, por ejemplo y sin limitación, mientras que la aeronave 600 está en servicio (bloque 512) y/o durante la etapa de mantenimiento y servicio (bloque 514).

REIVINDICACIONES

1. Un panel sándwich (10) que comprende:

un núcleo (12) que tiene un primer lado principal (22) y un segundo lado principal opuesto (24), definiendo dicho núcleo (12) una pluralidad de cavidades (30);
 una primera lámina de revestimiento (14) conectada a dicho primer lado principal (22), definiendo dicha primera lámina de revestimiento (14) una pluralidad de aberturas (40), proporcionando cada abertura de dicha pluralidad de aberturas (40) comunicación de fluido con una cavidad asociada de dicha pluralidad de cavidades (30);
 un material absorbente a granel recibido en al menos una porción de dicha pluralidad de cavidades (30), y un material conductor térmico recibido en dicha porción de dicha pluralidad de cavidades (30) que recibe dicho material absorbente a granel, estado dicho material conductor térmico **caracterizado por que** tiene una conductividad térmica de al menos 50 W/(m·K).

2. El panel sándwich (10) de la reivindicación 1, en el que dicho núcleo (12) comprende una estructura alveolar.

3. El panel sándwich (10) de la reivindicación 1, en el que dicho núcleo (12) tiene un primer espesor de sección transversal y dicha primera lámina de revestimiento (14) tiene un segundo espesor de sección transversal, y en el que dicho primer espesor de sección transversal es al menos 1,5 veces dicho segundo espesor de sección transversal.

4. El panel sándwich (10) de la reivindicación 1, que comprende además una segunda lámina de revestimiento (16) conectada a dicho segundo lado principal (24).

5. El panel sándwich (10) de la reivindicación 1, en el que al menos el 10 por ciento de dicha pluralidad de cavidades (30) reciben dicho material absorbente a granel.

6. El panel sándwich (10) de la reivindicación 1, en el que al menos el 75 por ciento de dicha pluralidad de cavidades (30) reciben dicho material absorbente a granel.

7. El panel sándwich (10) de la reivindicación 1, en el que dicho material absorbente a granel comprende al menos uno de un material de espuma, un material de fieltro, fibras de óxido de aluminio, guata de fibra de carbono, guata de material cerámico, guata de fibra de vidrio, material fibroso de aramida, material fibroso de poliimida, espuma de poliuretano, espuma de poliéster, espuma de poliimida, espuma de metal, espumas de celda abierta de material cerámico, espuma de caucho de silicio y baldosas de cerámica.

8. El panel sándwich (10) de la reivindicación 1, en el que cada cavidad (30) de dicha porción de dicha pluralidad de cavidades que reciben dicho material absorbente a granel tiene un volumen, y en el que al menos entre el 10 por ciento y el 50 por ciento de dicho volumen está ocupado por dicho material absorbente a granel.

9. Un método de fabricación de un panel sándwich acústico (10) que comprende:

montar un núcleo (12) que tiene un primer lado principal (22), un segundo lado principal (24), y que define una pluralidad de cavidades (30);
 aplicar una primera lámina de revestimiento (14) a dicho primer lado principal (22), definiendo dicha primera lámina de revestimiento (14) una pluralidad de aberturas (40);
 aplicar una segunda lámina de revestimiento (16) a dicho segundo lado principal (24); y
 introducir una pluralidad de insertos (50) en dicha pluralidad de cavidades, en el que cada inserto (50) de dicha pluralidad de insertos comprende un material absorbente a granel y un material conductor térmico, teniendo dicho material conductor térmico una conductividad térmica de al menos 50 W/(m·K).

10. El método de la reivindicación 9, en el que dicha etapa de introducción se realiza durante dicha etapa de montaje.

11. El método de la reivindicación 9, en el que dicha etapa de introducción se realiza después de dicha etapa de montaje.

12. El método de la reivindicación 11, en el que dicha etapa de introducción se realiza antes de la finalización de tanto dicha etapa de aplicación de la primera lámina de revestimiento (14) como de dicha etapa de aplicación de la segunda lámina de revestimiento (16).

13. El método de la reivindicación 9, en el que dicha pluralidad de insertos (50) se introduce en dicha pluralidad de cavidades (30) por medio de dicha pluralidad de aberturas (40).

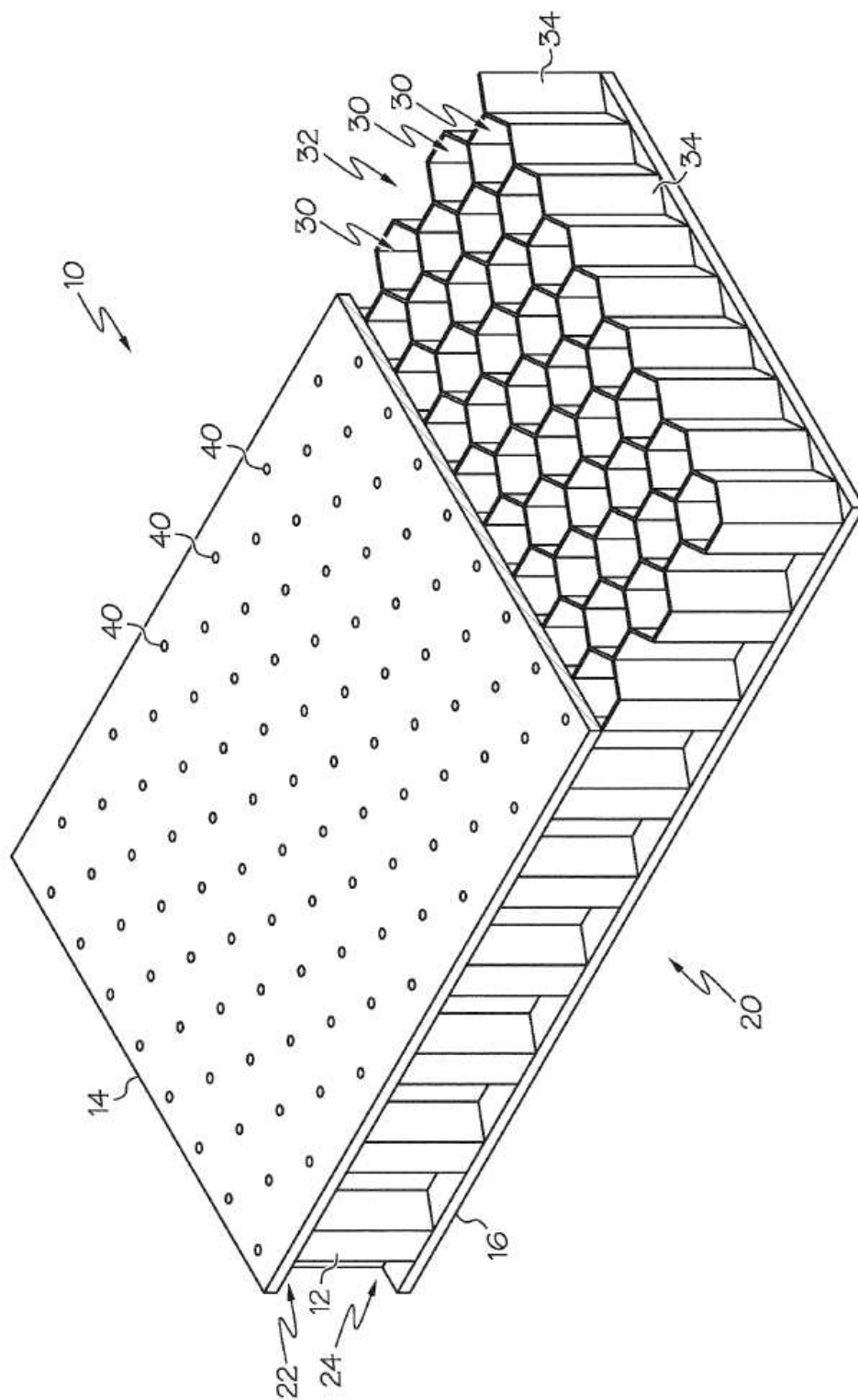


FIG. 1

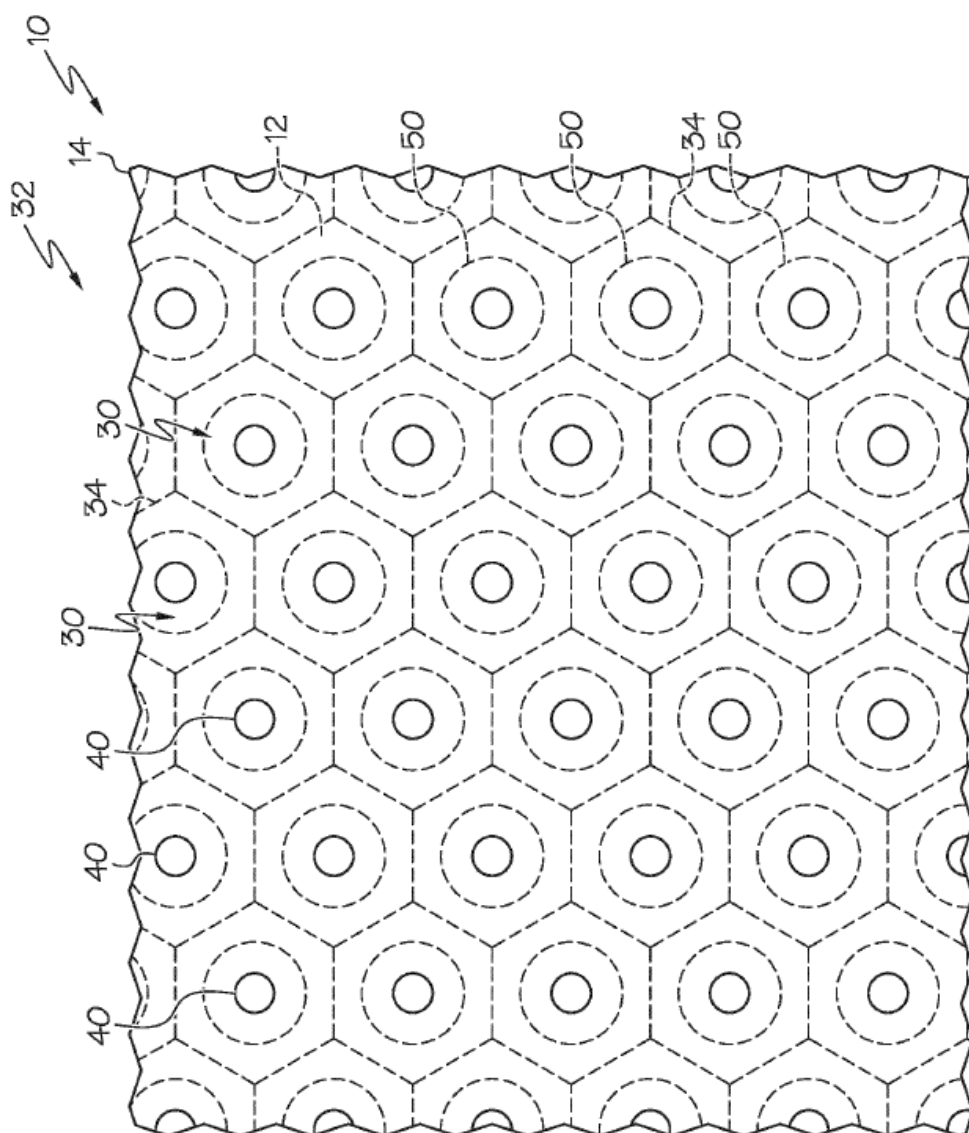
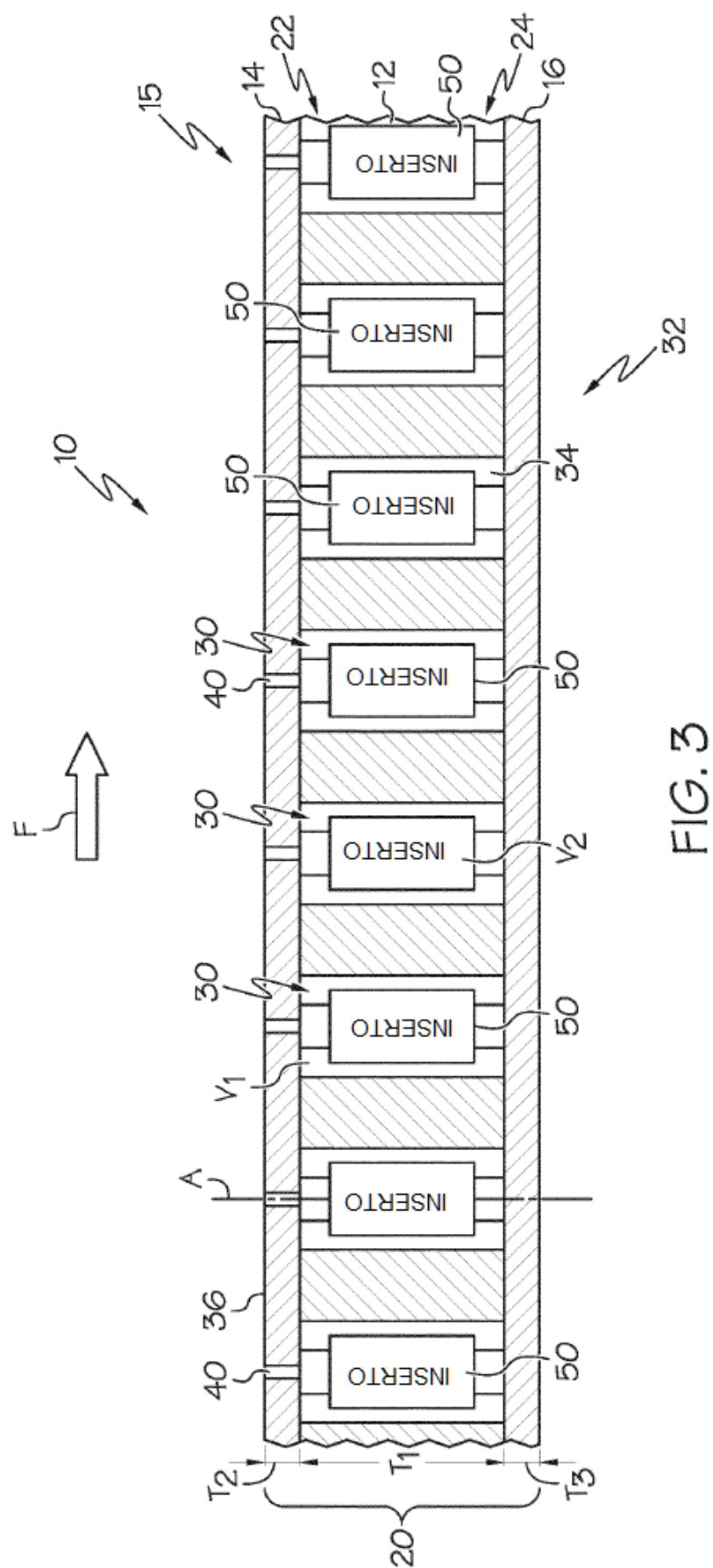


FIG. 2



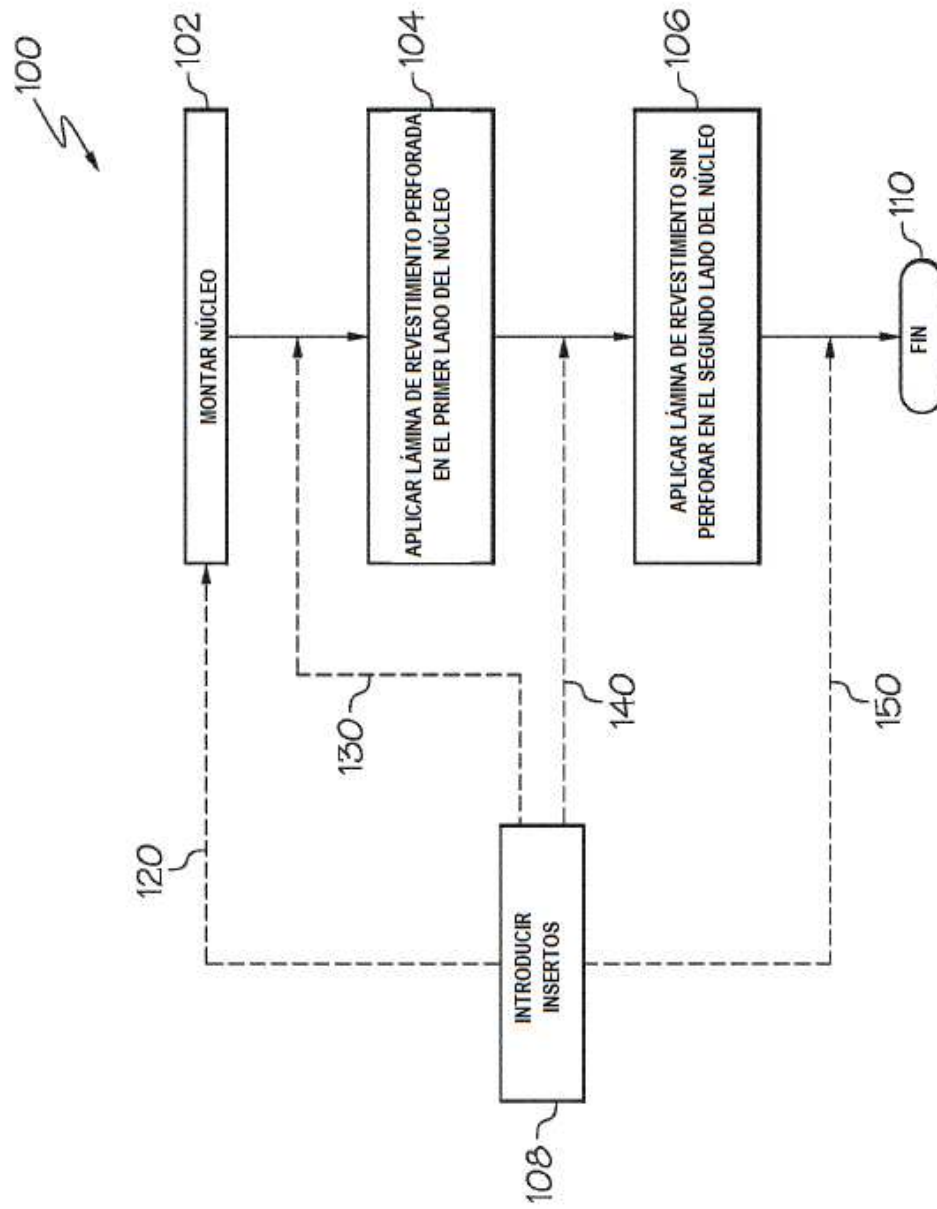


FIG. 4

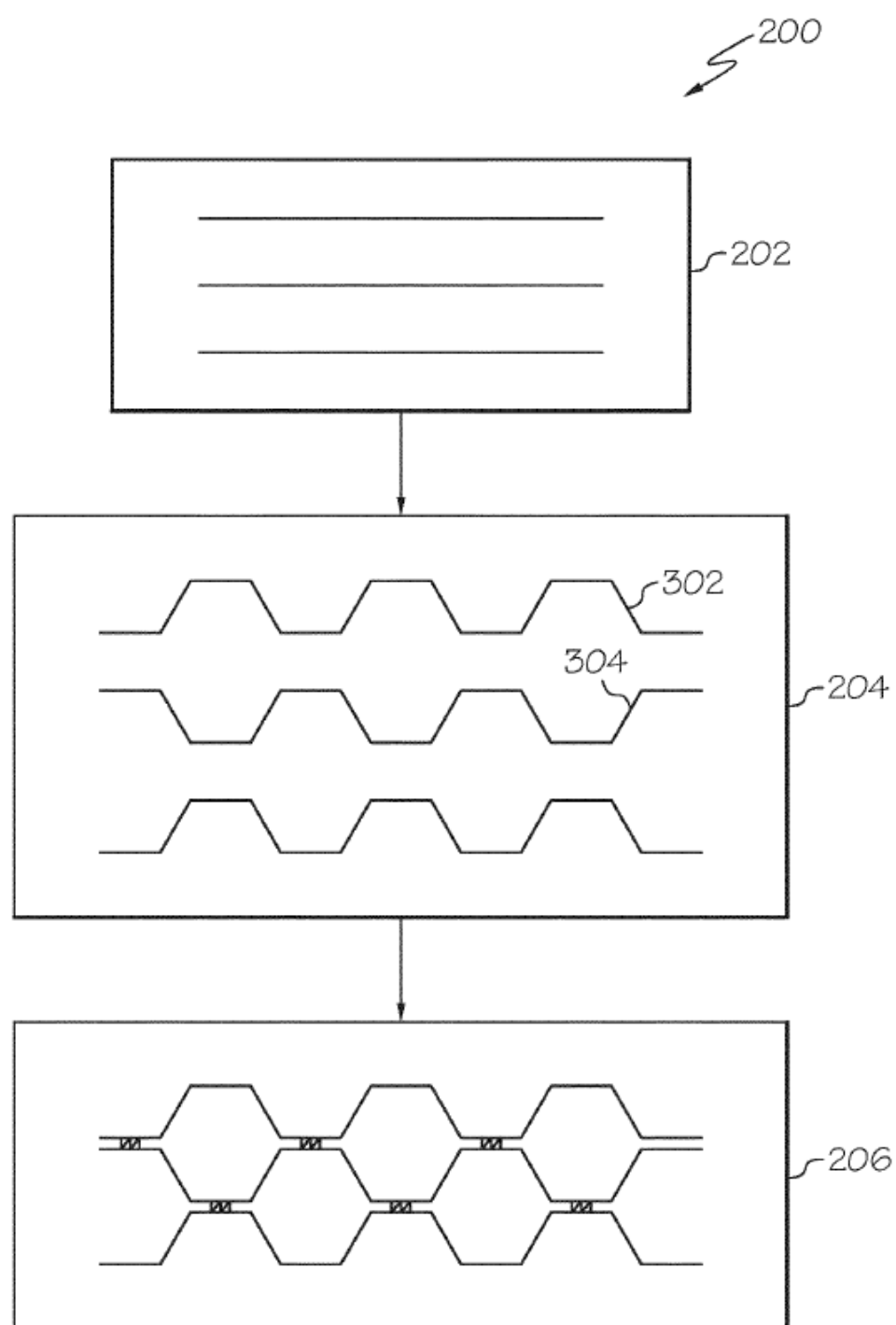
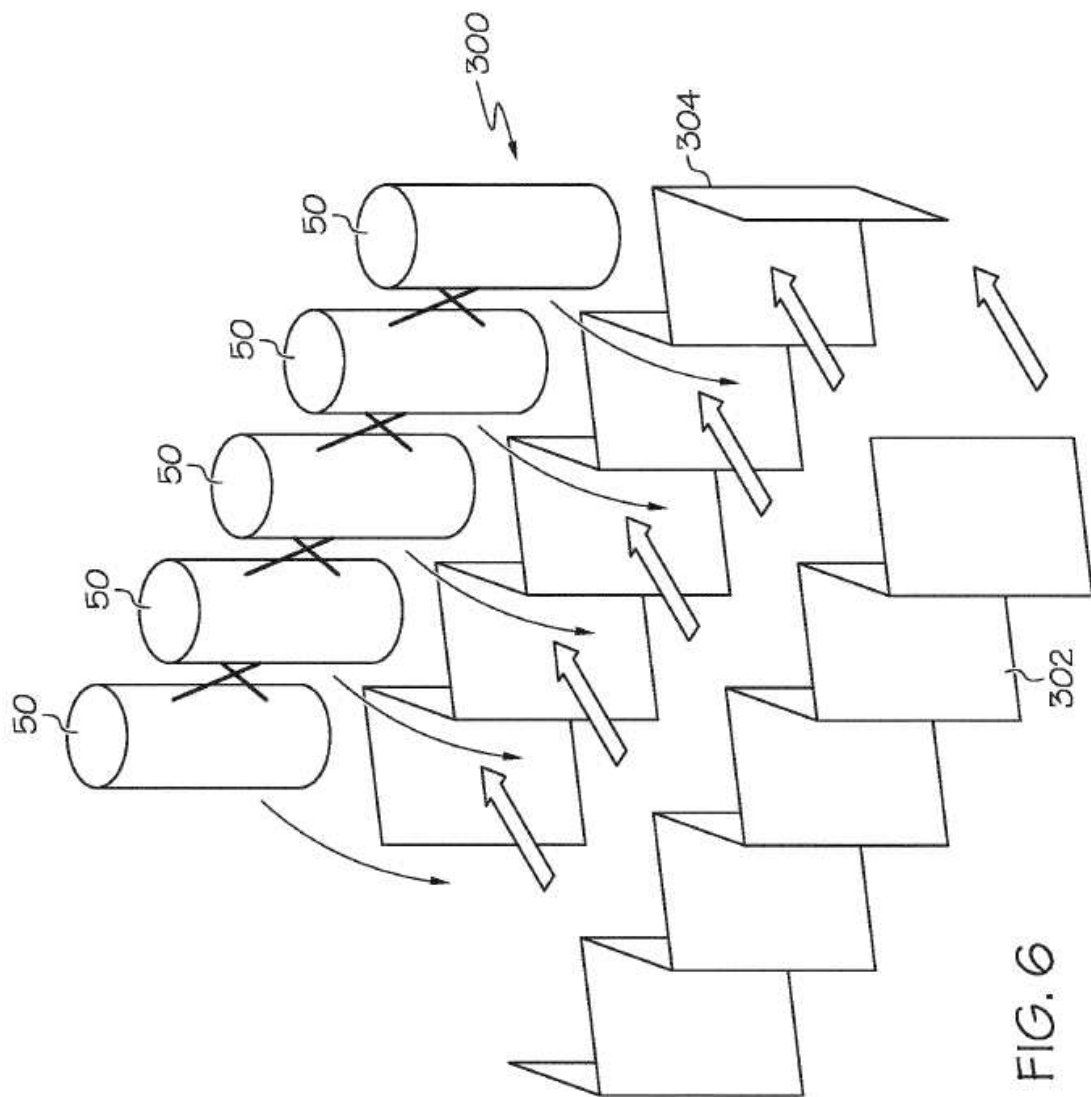


FIG. 5



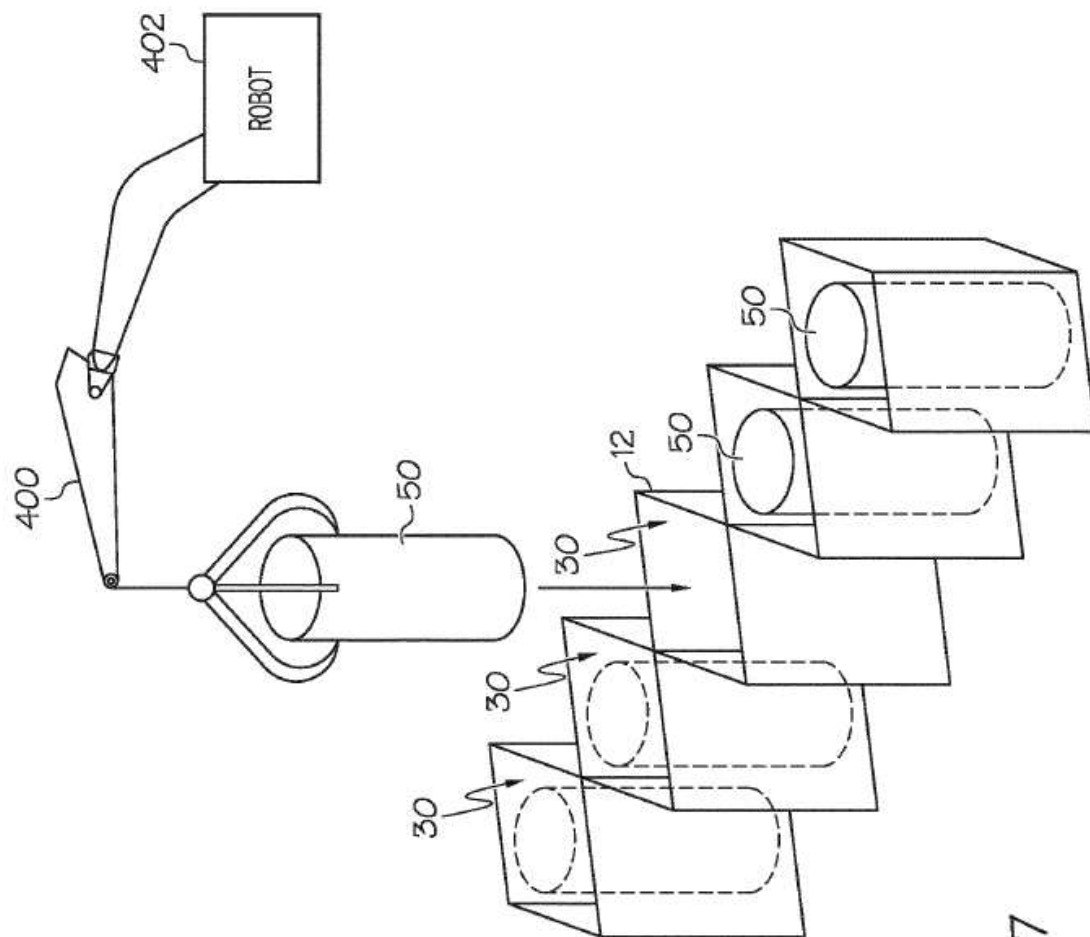


FIG. 7

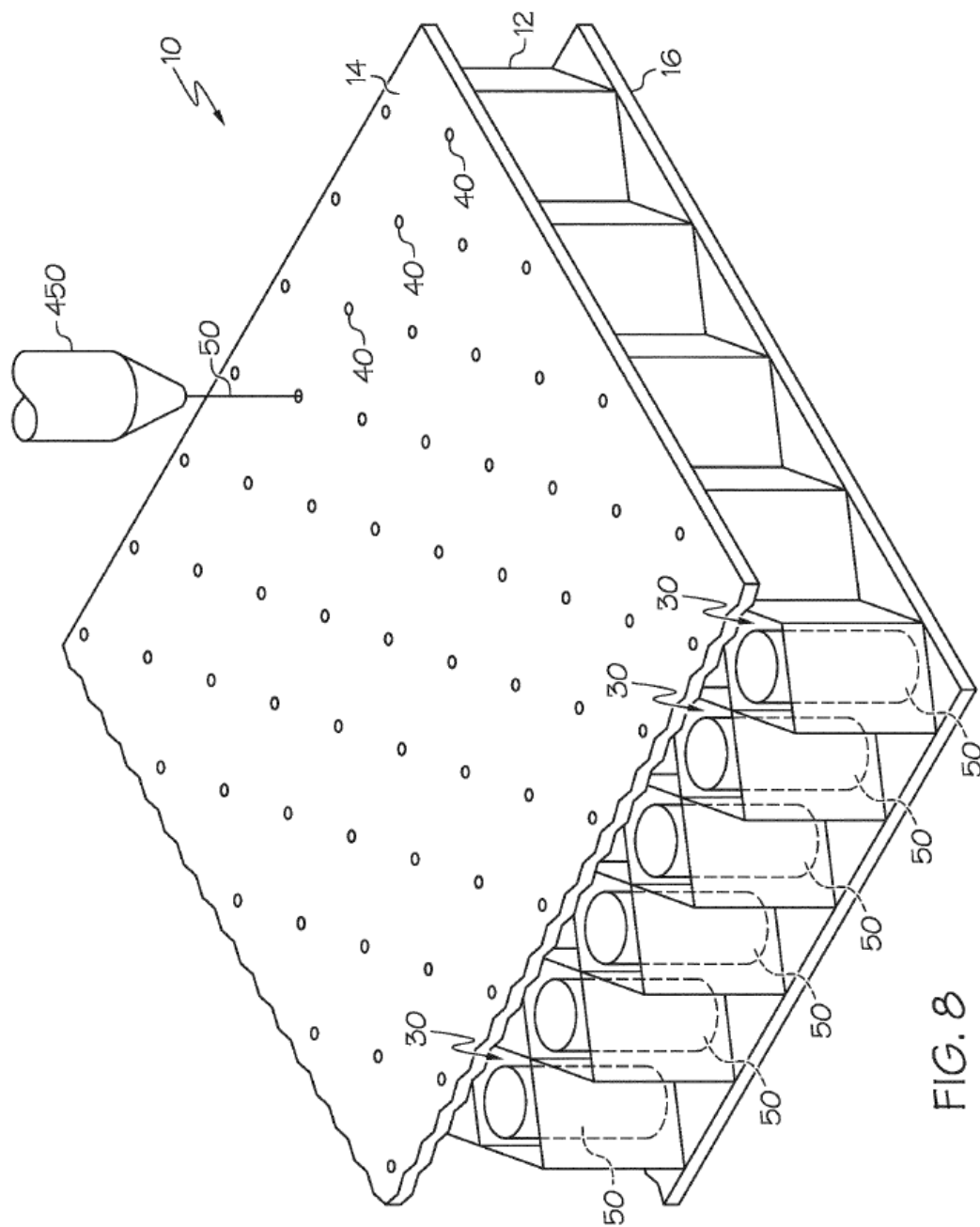


FIG. 8

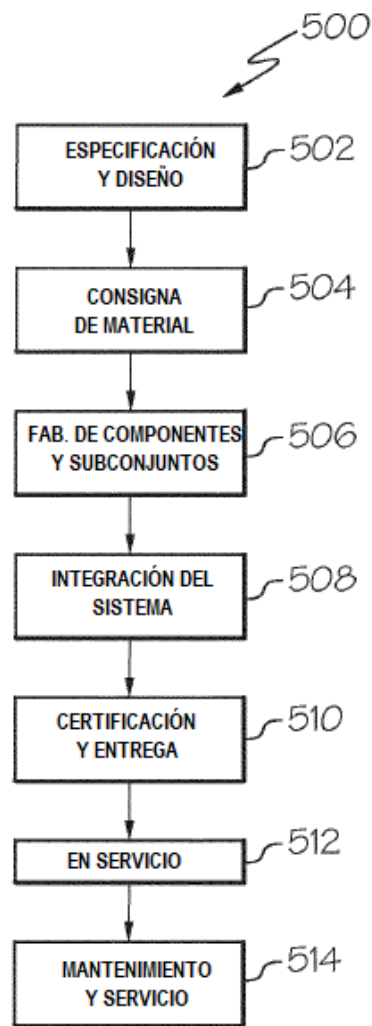


FIG. 9

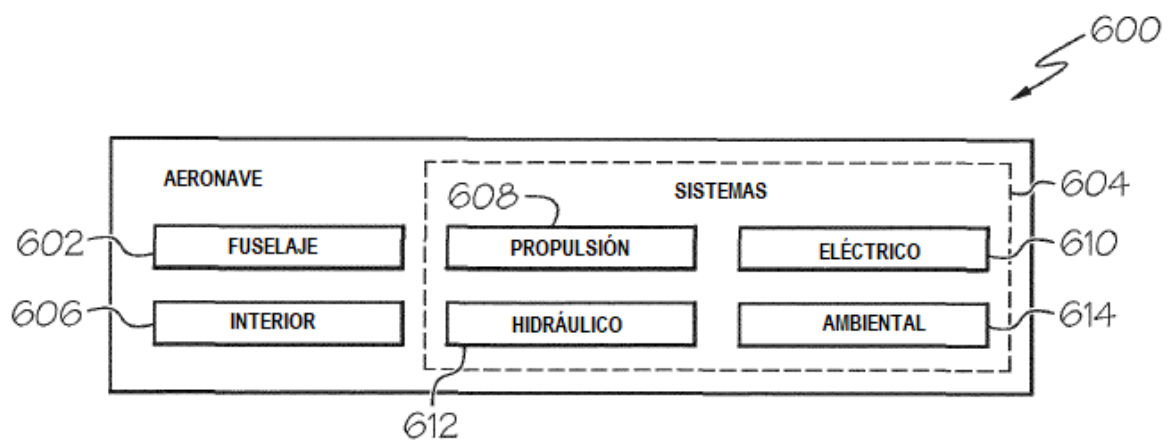


FIG. 10