

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 995 760**

51 Int. Cl.:

B33Y 10/00 (2015.01)
B29C 67/00 (2007.01)
B32B 3/12 (2006.01)
B32B 15/00 (2006.01)
B32B 15/01 (2006.01)
B33Y 30/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.08.2016** **PCT/US2016/045716**
87 Fecha y número de publicación internacional: **16.02.2017** **WO17027351**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2016** **E 16835682 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2024** **EP 3294553**

54 Título: **Fabricaciones arquitectónicas, aparatos y métodos que usan técnicas de fabricación aditiva**

30 Prioridad:

07.08.2015 US 201562202605 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2025

73 Titular/es:

ARCONIC TECHNOLOGIES LLC (100.00%)
201 Isabella Street
Pittsburgh, PA 15212, US

72 Inventor/es:

HOOPER, WILLIAM J.;
TUMINELLA, JOSHUA;
BARBULESCU, ION-HORATIU;
MILLER, MATHEW M. y
MCDANIEL, KYLE A.

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 995 760 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

Fabricaciones arquitectónicas, aparatos y métodos que usan técnicas de fabricación aditiva

5 Referencia cruzada a las solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de los Estados Unidos Núm. 62/202,605, titulada, Architectural Manufactures, Apparatus and Methods Using Additive Manufacturing Techniques, presentada el 7 de agosto de 2015.

10 Campo

La presente invención se refiere a marcos para ventanas o puertas y métodos para fabricar tales marcos.

15 Antecedentes

Se conocen ventanas, puertas, claraboyas y componentes estructurales hechos de materiales tales como aluminio, sus aleaciones, acero y plásticos. Por ejemplo, los conjuntos de ventana y puerta pueden fabricarse de extrusiones de aleación de aluminio. También se conocen las ventanas fabricadas con un marco de aluminio y componentes de rotura térmica. Por ejemplo, los fabricantes usan tiras de poliamida rizada y de vertedor para fabricar ventanas de aluminio con roturas térmicas. La ventana de tipo vertedor usa poliuretano líquido vertido en el bolsillo de una extrusión de aluminio. Después de que el poliuretano se solidifique, el soporte de aluminio del bolsillo se corta. El proceso implica cuatro operaciones diferentes: mezcla de poliuretano, lanceado de la extrusión de aluminio, acondicionamiento por abrasión de la extrusión de aluminio y corte del soporte de la rotura térmica. El método de poliamida rizada usa tiras de poliamida (u otro polímero) que se rizan en ambos extremos en las extrusiones de aluminio internas y externas del marco de ventana. En este caso, el proceso de fabricación requiere tres operaciones diferentes: moletear las extrusiones de aluminio, insertar la poliamida y rizar las extrusiones de aluminio. Las ventanas que usan roturas térmicas de vertedor y puente tienen un factor U general de aproximadamente 0,5 Btu/h ft² F y las ventanas que usan poliamida rizada tienen un factor U general de aproximadamente 0,3 Btu/h ft² F. Esto corresponde aproximadamente a una resistencia térmica R3. Ambas tecnologías requieren un número significativo de etapas de fabricación y equipos de fabricación costosos. Típicamente se forman longitudes de material, tales como extrusiones de plástico o aluminio, cortadas y biseladas a medida, mecanizadas para permitir el uso de sujetadores y unidades de múltiples piezas. Siguen siendo convenientes métodos, aparatos y fabricaciones alternativos para producir ventanas, puertas y otros componentes estructurales y arquitecturales.

35 Una fabricación arquitectónica se describe en <https://www.dwmmag.com/window-companies-utilize-3d-printing-technology/>. La Figura 22 de CA2928832A1 muestra una impresora-3D para fabricar una fabricación arquitectónica.

40 Resumen

La presente invención proporciona una fabricación arquitectónica de acuerdo con la reivindicación 1.

En otra modalidad, los depósitos tienen la forma de al menos uno de puntos, líneas o cintas.

45 En otra modalidad, la fabricación arquitectónica es monolítica.

En otra modalidad, los depósitos se distribuyen espacialmente para formar áreas de mayor y menor resistencia mecánica.

50 En otra modalidad, las áreas de mayor resistencia mecánica tienen paredes estructurales más gruesas o más densas.

En otra modalidad, las áreas de mayor resistencia mecánica tienen una nervadura en una superficie de la misma.

En otra modalidad, el nervadura es interna a la fabricación.

55 En otra modalidad, la fabricación tiene una esquina y la nervadura está en la esquina.

En otra modalidad, la fabricación tiene huecos en la misma.

60 En otra modalidad, los huecos se definen por miembros exteriores y miembros internos.

En otra modalidad, los miembros exteriores incluyen una pluralidad de paredes exteriores y los miembros internos incluyen una red de elementos estructurales.

65 En otra modalidad, la red de elementos estructurales incluye una pluralidad de pirámides.

- En otra modalidad, la fabricación tiene una pluralidad de celdas huecas internas.
- En otra modalidad, la fabricación arquitectónica es compuesta, que tiene una pluralidad de materiales diferentes para formar subporciones asociadas.
- 5 En otra modalidad, los diferentes materiales tienen diferentes propiedades térmicas.
- En otra modalidad, los diferentes materiales tienen diferentes propiedades mecánicas.
- 10 En otra modalidad, al menos una subporción está hecha de un metal y al menos una subporción está hecha de plástico.
- En otra modalidad, al menos una subporción no se fabrica mediante fabricación aditiva.
- En otra modalidad, al menos una subporción es una extrusión.
- 15 En otra modalidad, una primera porción es un revestimiento exterior sobre una segunda porción.
- En otra modalidad, una primera porción es una estructura de refuerzo interior.
- 20 En otra modalidad, la estructura de refuerzo interior es al menos una de un soporte, una viga o una rejilla.
- En otra modalidad, una segunda porción incluye un material de espuma.
- En otra modalidad, que incluye además un adhesivo para unir una primera subporción a una segunda subporción.
- 25 En otra modalidad, el marco rodea un panel de acristalamiento.
- En otra modalidad, el marco tiene una primera subporción formada monolíticamente con una cavidad para recibir el panel de acristalamiento y una segunda porción que se extiende sobre el panel de acristalamiento y unida a la primera porción que captura el panel de acristalamiento entre ellos.
- 30 En otra modalidad, el marco tiene al menos uno de los bloques de ajuste de vidrio integrales o sujetadores de anclaje integrales.
- 35 En otra modalidad, el revestimiento exterior es una tapa a presión.
- En otra modalidad, el revestimiento exterior es una tapa con una porción de la misma incrustada en la segunda porción.
- En otra modalidad, una textura superficial de la fabricación simula grano de madera.
- 40 En otra modalidad, se recubre una superficie exterior de la fabricación.
- La presente invención también proporciona un método para fabricar una fabricación arquitectónica de acuerdo con la reivindicación 8.
- 45 En otra modalidad, la etapa de escaneo digital es escaneo 3D.
- En otra modalidad, que incluye además la etapa de alterar los datos de diseño a la luz del análisis de elementos finitos para mejorar la optimización de la forma.
- 50 En otra modalidad, una dimensión final de la fabricación arquitectónica se logra mediante posprocesamiento.
- En otra modalidad, el posprocesamiento es por eliminación de material.
- 55 En otra modalidad, la pluralidad de depósitos de material incluye una primera cinta de material y una segunda cinta de material, la segunda cinta de material impresa sobre la primera cinta de material generalmente paralela y desplazada lateralmente con relación a la primera cinta de material.
- La presente invención también proporciona un aparato para fabricar una fabricación arquitectónica de acuerdo con la reivindicación 11.
- 60 En otra modalidad, que incluye además un dispositivo de endurecimiento para hacer que el material no sea fluido.
- En otra modalidad, que incluye además una pluralidad de cabezales de impresión capaces de depositar simultáneamente material.
- 65

En otra modalidad, la pluralidad de cabezales de impresión son capaces de moverse independientemente o junto.
En otra modalidad, el aparato es móvil y capaz de transportarse a un sitio de trabajo.

Breve Descripción de los Dibujos

Para una comprensión más completa de la presente invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada de modalidades ilustrativas consideradas juntas con los dibujos adjuntos.

Las Figuras 1A y 1B son vistas frontales de un conjunto de ventana oscilante de caja en los estados cerrado y abierto, respectivamente.

La Figura 2 es una vista en sección transversal del conjunto de ventana de la Figura 1 que se toma a lo largo de las líneas de sección 2-2 y que mira en la dirección de las flechas.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de una porción del conjunto de ventana de las Figuras 1 y 2.

La Figura 4 es una vista esquemática del método y aparato para formar un miembro compuesto como la porción mostrada en la Figura 3.

La Figura 5 es una vista esquemática de un método y aparato para formar una estructura arquitectural.

La Figura 6 es una vista esquemática de un método y aparato para desarrollar un modelo al que puede hacerse referencia al formar una estructura arquitectural de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente descripción.

La Figura 7 es una perspectiva, vista parcialmente fantasma de un marco de ventana fabricado de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente descripción.

La Figura 8 es una vista en planta de la estructura interna del marco de ventana de la Figura 7.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de la estructura interna del marco de ventana de la Figura 7.

La Figura 10 es una vista esquemática de un análisis de topología informática de un marco de ventana bajo carga.

La Figura 11 es una vista esquemática de una optimización de forma resultante del análisis de topología informática de la Figura 10.

La Figura 12 es una vista esquemática de una optimización de la forma de los componentes internos de un marco de ventana que resulta de un análisis de topología de ordenador.

La Figura 13 es una vista en perspectiva de un marco de ventana de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente descripción.

La Figura 14 es una vista en sección transversal del marco de ventana de la Figura 13.

La Figura 15 es una vista ampliada del marco de ventana de la Figura 14.

La Figura 16 es una vista en perspectiva de un módulo de esquina de un marco de ventana.

La Figura 17 es una vista en perspectiva de un módulo de esquina de un marco de ventana.

La Figura 18 es una vista en perspectiva del módulo de esquina de la Figura 16 yuxtapuesta al lado de las extrusiones con las que se ensambla para formar un conjunto.

La Figura 19 es una vista lateral de un marco de ventana de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente descripción, a medida que se fabrica.

La Figura 20 es otra vista lateral del marco de ventana de la Figura 19.

La Figura 21 es una vista en perspectiva del marco de ventana de la Figura 19.

La Figura 22 es una vista esquemática de un método y aparato para formar un conjunto de ventana.

La Figura 23 es una vista esquemática de un método y aparato para formar un conjunto de ventana.

La Figura 24 es una vista esquemática de un método y aparato para formar un conjunto de ventana.

La Figura 25 es una vista esquemática de un método y aparato para formar una pluralidad de conjuntos de ventanas.

La Figura 26 es una vista esquemática de un método y aparato para formar una fabricación arquitectónica de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente descripción.

La Figura 27 es una vista en perspectiva de una unidad de fabricación aditiva móvil en un sitio de trabajo de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente descripción.

La Figura 28 es una vista en perspectiva de una unidad de fabricación aditiva móvil que opera con una abertura de ventana de construcción.

La Figura 29 es una vista ampliada de la unidad de fabricación aditiva de la Figura 28.

La Figura 30 es una vista esquemática de un sistema que conduce la fabricación aditiva en una pluralidad de sitios de trabajo de acuerdo con una modalidad alternativa de la presente descripción.

La Figura 31 es una vista en sección transversal de una perla de material impreso.

La Figura 32 es una vista en sección transversal de un grupo de perlas de material impreso que forman un cuerpo impreso.

La Figura 33 es el cuerpo impreso de la Figura 32 después del posprocesamiento.

La Figura 34 es una vista en sección transversal de un grupo de perlas de material impreso que forman un cuerpo impreso con una fachada integrada.

La Figura 35 es una vista en sección transversal de un grupo de perlas de material impreso que forman un cuerpo impreso con una fachada a presión.

La Figura 36 es una vista en perspectiva de una ventana impresa plana.

La Figura 37 es una vista en perspectiva de una ventana impresa curva.

La Figura 38 es una vista en perspectiva de una ventana impresa en ángulo.

La Figura 39 es una vista en perspectiva de la ventana impresa curvada de la Figura 37 instalada en una abertura

entre las paredes divergentes de un edificio.

La Figura 40 es una vista en perspectiva de la ventana impresa en ángulo de la Figura 38 instalada en una abertura entre las paredes divergentes de un edificio.

La Figura 41 es una vista en perspectiva de una estructura de ventana compuesta que tiene múltiples paneles de acristalamiento con una estructura central piramidal.

La Figura 42 es una vista lateral de la estructura de ventana de la Figura 41.

La Figura 43 es una vista superior de la estructura de ventana de la Figura 41.

La Figura 44 es una vista frontal de la estructura de ventana de la Figura 41.

La Figura 45 es una vista frontal de una estructura de ventana con montantes.

La Figura 46 es una vista en sección transversal de la ventana de la Figura 45 que se toma a lo largo de las líneas de sección 46-46 y que mira en la dirección de las flechas.

La Figura 47 es una vista en perspectiva de una ventana.

Descripción Detallada de las Modalidades Ilustrativas

La presente descripción revela una nueva tecnología de fabricación que permite la fabricación de ventanas de alto rendimiento a través de procesos de fabricación simples, económicos y ecológicos. La presente descripción reconoce que la fabricación de productos arquitecturales puede hacerse a través de procesos aditivos a diferencia de las técnicas de fabricación sustractivas más tradicionales de corte, perforación, unión, etc. Los procesos de fabricación aditiva (AM) contemplados por la presente solicitud incluyen impresión 3D, sinterización láser selectiva (SLS), fusión láser selectiva (SLM) y estereolitografía. La presente descripción también contempla las opciones de utilizar los datos obtenidos a partir del diseño asistido por ordenador (CAD) y los modelos de fabricación asistida por ordenador (CAM), así como también los datos obtenidos a partir del escaneo 3D y el análisis de elementos finitos (FEA) para conducir y/o dirigir el proceso AM empleado para fabricar la fabricación arquitectónica, por ejemplo, una ventana o puerta. Los aspectos de la presente descripción incluyen las fabricaciones arquitecturales, tales como ventanas y puertas que tienen una construcción compuesta con variaciones en la estructura de composición, densidad y distribución de materiales dentro del cuerpo de la fabricación. Estas variaciones pueden ser impulsadas por los requerimientos térmicos y estructurales de la fabricación. Los fabricantes pueden utilizar una capa exterior o armazón interior sobre el cual se deposita o alrededor del cual se deposita una porción fabricada aditivamente para formar el producto final. Por ejemplo, una o más superficies exteriores de la fabricación pueden fabricarse de una extrusión de aluminio y un núcleo se fabrica de una espuma de alta densidad con baja conductividad térmica y buenas propiedades estructurales. En otra alternativa, un refuerzo, tal como un soporte de aluminio extrudido, puede proporcionar rigidez estructural a una fabricación que se produce al recubrir el armazón con una de más capas de espuma y plástico que proporcionan aislamiento térmico y/o una forma y acabado exteriores estéticos. Los adhesivos y selladores pueden aplicarse selectivamente por AM para unir paneles preformados, tales como paneles de acristalamiento a la fabricación producida por AM o para adherir una cubierta exterior a un núcleo fabricado por AM.

Un aspecto de la presente descripción es una reducción en los plazos de entrega para la producción de productos arquitecturales personalizados a través de la fabricación aditiva automatizada que pueden ser impulsados por datos o modelos digitales obtenidos automáticamente, por ejemplo, los obtenidos por un dispositivo de escaneo 3D o de un archivo CAD/CAM producido por un operador que ingresa los requisitos dimensionales exactos para una aplicación dada y aquellas dimensiones que se usan para dirigir el proceso de fabricación aditiva. El proceso de fabricación aditiva de acuerdo con la presente descripción se adapta para usarse con miembros estructurales existentes, tales como un revestimiento de aluminio extruido, estructuras de soporte, tales como placas metálicas o estructuras de bisagra que se incorporan en una matriz de material(es) impreso(s) en 3D. En una modalidad, una estructura de bisagra, por ejemplo, una media bisagra que se extiende desde la fabricación, puede fabricarse mediante AM 3D. El uso de técnicas de fabricación aditiva de acuerdo con la presente descripción evita los desechos asociados con métodos de fabricación sustractivos. La facilidad con la que puede implementarse un diseño dado puede usarse opcionalmente para desarrollar modelos que pueden presentarse para la revisión y aprobación del diseño estético del cliente como una herramienta de búsqueda de pedidos comerciales. Se prevé que la utilización de los métodos aditivos de la presente descripción permitirá la eliminación de las etapas de fabricación convencionales existentes, tales como la extracción de componentes materiales, desechos y residuos. El sistema descrito en la presente solicitud permite flexibilidad para proporcionar modelos mixtos de un producto arquitectural dado, por ejemplo, basado en el tamaño, la configuración y/o el rendimiento y los ciclos de ensamblaje mejorados sobre los métodos de ensamblaje de corte y fabricación convencionales. Un diseño dado puede alterarse "sobre la marcha" en respuesta a los cambios de diseño que surgen después de que comienza la producción. Los tiempos de diseño a fabricación acelerados pueden conducir a una disminución o eliminación de los tiempos de entrega y tiempos de cierre (seco) para los edificios. El proceso de fabricación aditiva de la presente descripción permite diseños donde la fabricación arquitectónica tiene un grosor variable, por ejemplo, en el medio vertical de la ventana donde se produce la desviación máxima para minimizar la tensión y la desviación. La fabricación arquitectónica no tiene que ser simétrica y el grosor de las paredes que definen la fabricación puede variar según sea necesario para la aplicación.

Figuras 1A y 1B muestran un conjunto de ventanas de tipo oscilación de carcasa 10 que tiene un hoja 12 sostenida dentro de un marco 16 que tiene jambas laterales 22, 24. La hoja 12 gira sobre una o más bisagras/girotes 26, 28 (se muestra diagramáticamente en líneas de puntos), lo que permite que la hoja 12 se abra y cierre con relación al marco 16. Alternativamente, el conjunto de ventana 10 puede ser una ventana de tipo colgante con una o más hojas 12 que

se montan de manera deslizante o abatible en un marco 16 para permitir la abertura y el cierre. Como otra alternativa más, el conjunto de ventana 10 puede presentar uno o más hojas inmóviles 12. La hoja 12 presenta rieles orientados horizontalmente 30, 32 y los montantes orientados verticalmente 38, 40. El marco 16 tiene un cabezal horizontal superior 46 y un alféizar horizontal inferior 48. El acristalamiento 50, por ejemplo, vidrio o plástico, se mantiene dentro de la hoja 12. Debe entenderse que la Figura 1 muestra un tipo de ventana, pero que hay muchos otros tipos de ventanas a las que puede aplicarse la presente descripción, que incluyen ventanas móviles e inmóviles usadas en aplicaciones residenciales y comerciales.

Las Figuras 2 y 3 muestran que el riel 30 puede formarse a partir de una pluralidad de subpartes 31, 33, 35, 37. Las subpartes 31, 35 y 37 tienen forma de extrusiones, por ejemplo, de aluminio. La subparte 33 es un miembro de espuma estructural, por ejemplo, hecho de espuma polimérica de alta densidad, por ejemplo, PVC, poliuretano, etc. que tiene propiedades estructurales (resistencia a la tracción, resistencia al cizallamiento, etc.) adecuadas para esta aplicación. Las subpartes 31 y 35 se acoplan mecánica y adhesivamente al miembro de espuma 33 para formar el riel 30. Los montantes 38, 40 y el riel 32 pueden construirse de manera similar para rodear y soportar la unidad de acristalamiento 50, que es, en este caso, una unidad de triple acristalamiento que tiene tres paneles de vidrio separados 50a, 50b, 50c. El marco de ventana 16 puede tener una construcción compuesta similar. Por ejemplo, la vista en sección transversal del alféizar 48 que se muestra en las Figuras 2-7 muestra una construcción compuesta hecha de las subpartes 41, 43 y 45, con las subpartes 41 y 45 que son extrusiones, por ejemplo, de aleación de aluminio y la subparte 43 que es un miembro de espuma estructural interpuesto entre ellas. Las subpartes de espuma 33 y 43 tienen una conductividad térmica baja de, por ejemplo, aproximadamente 0,006 W/mK a 0,043 W/mK y funcionan como un componente estructural así como también una rotura térmica entre las extrusiones de aluminio 31, 35 y 41, 45, respectivamente.

La Figura 2 muestra una junta 60 con una pata de púas insertable 62 recibida en la ranura 43S en la subparte de espuma 43. La pata de púas 62 facilita la inserción de la pata 62 en la ranura 43S, pero se opone a la extracción debido a la orientación de las púas 62B. Un reborde de contacto 60L de la junta 60 colinda contra la cara 33F formada en un hombro que se extiende hacia abajo 33S de la subparte de espuma 33 para crear un sello contra la infiltración de aire cuando el conjunto de ventana 10 se cierra. Se debe señalar que la junta 60 proporciona un sello redundante/adicional sobre y por encima de los sellos proporcionados por las juntas G1, G2 cerca del entorno exterior O y el entorno interior I, respectivamente. En esta modalidad, las subpartes de espuma 33 y 43 participan en la función de sellado del conjunto de ventana 10 además de las funciones estructurales y de rotura térmica que realizan. La subparte de espuma 33 se adapta fácilmente a esta función en que el hombro 33S puede formarse mediante mecanizado/eliminación de material de la subparte de espuma 33. Alternativamente, el hombro 33S puede formarse durante la formación de la subparte de espuma, por ejemplo, mediante moldeo por inyección. De manera similar, la composición de espuma estructural de la subparte de espuma 43 se presta a una formación fácil de la ranura 43S mediante el mecanizado de la ranura 43S o mediante moldeo por inyección que se presenta en la subparte de espuma 43. Las subpartes de espuma 33, 43 pueden cortarse alternativamente de un bloque más grande de espuma, por ejemplo, mediante el uso de un cuchillo, sierra, láser, antorcha, agua o chorro de aire.

De acuerdo con una modalidad de la presente descripción, una o más de las subpartes 31, 33, 35, 37, etc. pueden formarse mediante impresión 3D. Por ejemplo, en lugar de fabricarse de una extrusión de aluminio, la subparte 37 puede formarse de un polímero, tal como ABS, PLA, Nylon, etc. que se "imprime" mediante un cabezal de impresión 3D. De esta manera, las subpartes impresas en 3D 31, 33, 35, etc. pueden formarse primero y luego ensamblarse a las otras subpartes, 31, 33, 35, etc. para fabricar el conjunto de ventana 10. Como se conoce, varios materiales pueden usarse en diferentes procesos aditivos. Por ejemplo, una fabricación hecha de metal de aluminio puede formarse por EBF, DMLS, EBM, SLM, SHS o SLS mediante el uso de una metodología aditiva. En otra alternativa, una pluralidad o todas las subpartes 31, 33, 35, 37, etc. pueden imprimirse en 3D contiguamente.

La Figura 4 muestra un alféizar 148 de un conjunto de ventana como el conjunto de ventana 10 que se fabrica mediante un proceso de fabricación aditiva. Más particularmente, el alféizar 148 se muestra en una tabla 170 que es opcionalmente móvil en una pluralidad de ejes X, Y y Z como se muestra por el sistema de coordenadas 170C. La tabla 170 puede moverse por cualquier número de medios mecánicos, neumáticos o de posicionamiento eléctrico bajo control informático. Un primer dispositivo de impresión 172 tiene un brazo telescópico 172A con un cabezal de impresión 172B en un extremo. El cabezal de impresión 172B se suministra con medios, tales como un polímero, como ABS o PLA en forma líquida, en polvo, en gel o en gránulos a través del conducto 172M. En el caso de polvos o gránulos termoplásticos, el cabezal de impresión puede tener un elemento de calentamiento para fundir el medio antes de que se dispense. La energía eléctrica y las señales de control se proporcionan al cabezal de impresión 172B a través del conducto 172E. De esta manera, los depósitos de medios, por ejemplo, en forma de puntos, líneas o cintas (no se muestran) pueden depositarse por el cabezal de impresión 172B en la superficie 170S y luego en la fabricación formada 148, a medida que se acumula. Un segundo dispositivo de impresión 174 tiene un brazo telescópico 174A con un cabezal de impresión 174B en un extremo. El cabezal de impresión 174B se suministra con medios a través del conducto 174M y energía eléctrica y señales de control a través del conducto 174E. Los medios suministrados por los conductos 172M y 174M pueden ser los mismos o pueden ser diferentes. Por ejemplo, un cabezal de impresión 172B puede suministrarse con un plástico duro, tal como ABS y el otro cabezal de impresión 174B puede suministrarse con un polímero espumante, tal como poliuretano. También pueden imprimirse materiales tales como ABS reforzado con fibra y caucho. Los cabezales de impresión 172B y 174B son móviles en una pluralidad

de ejes X, Y y Z como se muestra por el sistema de coordenadas 172C. La posición de los brazos 172A, 174A y los cabezales de impresión 172B, 174B se determinan bajo control informático. Como con la fabricación aditiva generalmente, ya sea la estructura de soporte (en la presente tabla 170), el/los cabezal(es) de impresión 172B, 174B, o ambos se mueven a medida que la fabricación aditiva ocurre para depositar los múltiples "píxeles" del material depositado en ubicaciones seleccionadas para formar la fabricación 148. Esto ocurre típicamente en múltiples planos paralelos 170P, comenzando con la superficie 170S de la tabla 170 y terminando en la extensión superior 148E de la fabricación 148. Como se conoce en el campo del mecanizado y la fabricación aditiva, los cabezales de impresión y soportes de impresión pueden moverse en más de en las direcciones X, Y y Z, es decir, como se describe en los términos de la técnica "impresión de 5 ejes" y "mecanizado de 5 ejes". Además, la impresión y el mecanizado de 6 ejes también se sabe dónde pueden realizarse desplazamientos de la herramienta/cabezal de impresión en direcciones X,Y y Z, así como también la ejecución de movimientos de guiñada, cabeceo y rollo. Las modalidades de la presente descripción pueden implementarse mediante el uso de impresión de 5 o 6 ejes.

En la fabricación del alféizar 148 mostrada en la Figura 4, se usan varios materiales diferentes, más específicamente, las subpartes 141 y 145 se forman a partir de un primer polímero, tal como ABS y la subparte 143 se hace a partir de una espuma, tal como poliuretano. La espuma de la subparte 143 se construye alrededor de una matriz o armazón de soporte 143M que puede imprimirse a partir de un polímero, tal como ABS. Dado que la impresión se dirige por un ordenador de acuerdo con un modelo de diseño/datos, que es efectivamente infinitamente variable, la forma y los contornos de cualquiera de las subpartes 141, 143 y 145 son altamente variables. Por ejemplo, el grosor de las paredes de los documentos 141W1 y 141W2 puede ser cualquier grosor seleccionado y puede variar en grosor en su extensión, según lo determinado por el diseño, que puede reflejar la resistencia o los requisitos térmicos de la aplicación de la fabricación arquitectónica 148. Además de imprimir componentes arquitecturales, como la subparte 143, la presente descripción contempla la impresión alrededor de componentes que se mantienen en una posición dada con relación a la fabricación 148, por ejemplo, mediante fijación. Por ejemplo, la placa metálica 141P puede mantenerse en fijación cuando la subporción 141 se imprime alrededor de ella. De esta manera, la placa metálica 141P puede usarse como una placa de montaje, por ejemplo, para una bisagra, mango u otro dispositivo, a través de hilos roscados 141PN que se incorporan en la pared 141W2. En otro ejemplo de la integración de un miembro no impreso con una porción impresa, la placa de revestimiento 145P puede mantenerse mediante fijación mientras que la pared 145W1 se imprime junto a ella. La placa 145P puede fabricarse de un metal, tal como aluminio o acero inoxidable y puede proporcionarse por razones estéticas o funcionales, por ejemplo, para proporcionar una superficie resistente a la abrasión. La placa 145P puede tener una superficie rugosa que forma una interfaz de enganche con la pared 145W1. En otra alternativa, la pared puede adherirse a la subparte 145 después de que se imprime, o puede imprimirse una capa de adhesivo entre la placa 145P y la pared 145W1, a medida que se imprime la pared 145W1, para asegurar una unión fuerte entre ellas.

La fabricación 148 producida puede dimensionarse para interactuar con y ensamblarse a componentes que se fabrican mediante métodos tradicionales. Por ejemplo, un panel de acristalamiento 50 puede insertarse en una puerta o ventana fabricada mediante métodos aditivos.

En preparación para la instalación del panel de acristalamiento 50, un sellador, tal como un sellador de silicona, puede imprimirse en la fabricación 148 y luego en el panel de acristalamiento ensamblado a la fabricación.

Dado que la fabricación aditiva de la presente descripción permite la variación ilimitada en la distribución de medios impresos en el espacio tridimensional, pueden utilizarse enfoques de ahorro de material, tal como la inclusión de huecos dentro de un volumen dado de la fabricación 148. En un ejemplo, el volumen dado de material impreso puede parecerse a una pluralidad de celdas adyacentes huecas, como un panal. Los huecos internos en un miembro pueden usarse para ahorrar material y controlar la transmisibilidad de calor del miembro, reduciendo la transferencia de calor mientras se conserva la resistencia. Las áreas seleccionadas de una fabricación 148 pueden proporcionarse con mayor resistencia, ya sea atribuibles a un mayor uso de material, por ejemplo, aumentando el grosor/densidad del material por unidad de volumen o cambiando la composición del material, por ejemplo, mediante el uso de una mayor cantidad de material (medio) de alta resistencia en un área seleccionada. En un ejemplo, las esquinas de una ventana o puerta tienen la necesidad de una mayor resistencia debido a la carga de torsión anticipada y pueden reforzarse con una densidad de material más alta o un mayor uso de materiales de alta resistencia.

La Figura 5 muestra una modalidad alternativa de la presente descripción en la que un conjunto de cabezal de impresión 272 tiene una pluralidad de unidades de impresión 272A-272I. El conjunto de cabezal de impresión 272 se posiciona con relación a una tabla 270 que soporta una fabricación 248 en la superficie 270S del mismo. Cualquiera o ambas, el conjunto de cabezales de impresión y/o la tabla 270 pueden moverse en una pluralidad de ejes, como se ilustra por el sistema de coordenadas 270C. Aunque se representa un soporte de la tabla 270, podría usarse una correa móvil u otro tipo de superficie de soporte. Los medios 272M1-272M3 de uno o más tipos pueden distribuirse al conjunto de cabezal de impresión 272 desde depósitos asociados para imprimir la fabricación 248. Los medios 272M1-272M3 pueden canalizarse a las unidades de impresión 272A-272I mediante conductos o pasajes 272P dentro del conjunto de cabezal de impresión 272. Las unidades de impresión 272A-272I pueden moverse opcionalmente de manera individual con relación al conjunto de cabezal de impresión 272, como se muestra por la unidad de impresión 272E a través de motores eléctricos, tales como, motores lineales o motores de pasos que actúan a través de poleas y correas. Los medios 272M1-272M3 pueden suministrarse a presión, de manera que las unidades de impresión 272A-

272I actúan como válvulas que dispensan los medios presurizados. Las unidades de impresión 272A-272I pueden controlarse electromagnéticamente para regular la duración de la abertura de la válvula y la cantidad de medios dispensados para cada punto/píxel, línea o cinta de medios depositada que se usa para construir la fabricación 248. El dispensado de las unidades de impresión 272A-272I, cualquier posicionamiento individuado de las mismas, el posicionamiento de la tabla 270 y/o el conjunto de cabezal de impresión 272 se coordinan y controlan mediante un ordenador programado 276. El sistema de impresión 271 de la Figura 5 puede usarse para imprimir rápidamente una fabricación arquitectónica 248, en que múltiples unidades de impresión 272A-272I pueden activarse simultáneamente para depositar medios, por ejemplo, en ambos lados 248A, 248B de la fabricación 248 simultáneamente. Aunque solo se ilustran nueve unidades de impresión 272A-272I en la Figura 5, se podría usar cualquier número, 100, 500 o 10 000 y su distribución espacial puede ser tal que aumente la velocidad de impresión de la fabricación 248. Por ejemplo, en el caso de la fabricación 248 que tiene una forma similar a un marco, pueden disponerse múltiples unidades de impresión 272A-272I en el conjunto de cabezal de impresión 272 más o menos aproximadamente a la forma del marco, de manera que pequeños desplazamientos de las unidades de impresión 272A-272I y/o la tabla 270 y/o el conjunto de cabezal de impresión 272 pueden lograr una impresión rápida de un plano de fabricación. Una o una pluralidad de fuentes de radiación 278, por ejemplo, una luz UV o láser puede usarse junto con la impresión para fijar/curar el medio impreso, por ejemplo, 272M1 después de la impresión, en dependencia de la identidad del medio y cómo se endurece. Para los medios que se endurecen mediante enfriamiento, puede proporcionarse una fuente 280 de aire frío u otro gas, tal como dióxido de carbono, para enfriar los medios impresos, por ejemplo, 272M2, para permitir que los medios alcancen rápidamente una temperatura que sea óptima para imprimir la siguiente capa y aumentar la velocidad de impresión.

La Figura 6 muestra un sistema 305 que puede usarse para recopilar datos y generar un modelo de fabricación, por ejemplo, 148, 248 que puede usarse como referencia de datos para guiar al controlador de ordenador, por ejemplo, 276 (Figura 5) para dirigir el proceso de fabricación aditiva. Más particularmente, una aplicación arquitectural dada, por ejemplo, el edificio B, tiene varias características arquitecturales, tales como aberturas A, que pueden ser para ventanas, puertas, claraboyas, etc. La abertura A mostrada se representa como que tiene una forma no regular (compleja) para ilustrar que el sistema 305 puede usarse en una abertura A de una forma dada para crear un modelo para una fabricación 148, 248 específicamente adecuado a los requisitos de diseño del edificio B y la abertura A. Mientras que la Figura 6 muestra una representación esquemática en 2D de un edificio B, se entiende que todos los edificios tendrían una forma 3D y que las características, tales como la abertura A, también tendrían tres dimensiones. Un escáner 3D 310, tal como un escáner 3D Model Handy Scan disponible en Creaform, puede usarse para extraer la forma 3D de la abertura A del edificio B y expresar esa forma en forma digital, tal como un archivo de estereolitografía (STL) que puede recibirse como datos de entrada a un programa CAD, tal como Inventor, disponible en Autodesk.

En algunos casos, tal como cuando las características arquitecturales (A) son altamente regulares y precisas, por ejemplo, como consecuencia del diseño modular controlado rígidamente y la fabricación encontrada en módulos fabricados en fábrica para un edificio de gran elevación o, en el caso donde un alto grado de variación y grandes tolerancias son aceptables, el escáner 3D puede ser innecesario y las mediciones específicas de fábrica o las mediciones tomadas por una cinta métrica pueden ser datos de dimensión adecuados 312 para el problema arquitectural. Además de los datos dimensionales definidos funcionalmente, los datos estéticos 312A, por ejemplo, relativos a la forma o perfil de la superficie, también pueden usarse con los datos de dimensión 312 mediante un ordenador que ejecuta el software CAD/CAM 314, tal como Inventor de Autodesk para generar un diseño/modelo CAD/CAM 3D 316. De acuerdo con un aspecto de la presente descripción, el problema arquitectural, por ejemplo, la abertura A a cerrar, puede usarse finalmente para definir la solución, es decir, la fabricación 148, 248. Además con respecto a la definición del "problema" que se resolverá, la fabricación 148, 248 es preferentemente capaz de resistir las fuerzas F, por ejemplo, compresión, viento, etc. que encontrará cuando se incorpore en el edificio B. En algunos casos, la fabricación 148, 248 puede contribuir a la resistencia estructural del edificio B y en otros casos su capacidad de soporte se diseña para ser mínima. En cualquier caso, los requisitos de fuerza o tensión F que experimentará el elemento arquitectural que se instala en la abertura A se determinan preferentemente, por ejemplo, en base a cálculos, modelos arquitecturales de fuerzas estáticas y dinámicas y/o mediciones empíricas. Además de la definición de fuerza del problema que la fabricación 148, 248 pretende resolver, los elementos arquitecturales tienen requerimientos térmicos u objetivos T que también pueden tenerse en consideración en su diseño. Este objetivo térmico T puede expresarse como un valor R. De acuerdo con una modalidad, los datos de fuerza 318 y los requisitos térmicos 320 asociados con una característica arquitectural como la abertura A pueden usarse junto con los datos de propiedad 322 relativos a las propiedades físicas del medio, por ejemplo, 272M1-272M3 y el modelo 3D 316 para realizar un análisis de elementos finitos 324 en el diseño inicial (modelo 3D) 316 de la fabricación 148, 248. Si el FEA indica que el modelo 3D 316 ejecutado en el material que tiene las propiedades reflejadas en los datos de propiedad 322 es adecuado para cumplir con todos los requisitos de fuerza y térmicos, el modelo 3D 316 puede usarse como los datos de referencia para ejecutar la fabricación aditiva de la fabricación 148, 248. En el caso de que el modelo 3D 316 evidencia deficiencias, puede modificarse para producir un modelo 3D alterado 326, por ejemplo, mediante un cambio en las dimensiones o materiales para producir un modelo más robusto que puede someterse a otra ronda de análisis de elementos finitos 324. El modelo 3D 316 o 326 puede usarse entonces por un sistema de impresora 3D 171, 271 para generar señales de control de impresión 328.

En otro enfoque alternativo, la intensidad de tensión sobre el volumen de un diseño/modelo CAD/CAM 3D de una fabricación 148, 148 como se muestra por un FEA puede interpretarse directamente por una computadora en

variaciones de diseño de magnitud correspondiente a las tensiones. Por ejemplo, las áreas del modelo que muestran niveles de tensión que exceden las propiedades del material si se imprimen a una densidad constante, pueden aumentarse automáticamente en densidad por unidad de volumen proporcionalmente al nivel de tensión indicado por el FEA. Alternativamente, los materiales de mayor resistencia pueden imprimirse en mayor proporción en áreas donde el FEA indica que la tensión excederá la capacidad de los materiales menos fuertes. Por ejemplo, si se requiere un miembro de espuma con huecos en el modelo inicial, pero el FEA indica que las tensiones anticipadas provocarán que el miembro de espuma se rompa, entonces los huecos pueden reducirse en tamaño o una fuerte inclusión plástica, por ejemplo, en forma de una nervadura de refuerzo hecha de ABS puede imprimirse en el volumen que de cualquier otra manera sería demasiado débil si se ejecuta solo en material de espuma.

Los métodos de la presente descripción pueden usarse para evitar la extrusión de perfiles, por ejemplo, en aleación de aluminio, así como también el corte, biselado, perforación, mecanizado, unión y sellado asociados de los mismos. Esto puede conducir a reducciones en los desperdicios y en los tiempos de entrega de producción. La formación de la fabricación 148, 248 en base a los requisitos del problema arquitectural a resolver puede resultar en ventanas y puertas que se ajustan bien al edificio B, son fuertes, ligeras y térmicamente eficientes.

Las Figuras 7, 8 y 9 muestran un marco de ventana impreso 3D 412 que tiene una superficie exterior 412S con una pluralidad de paneles adyacentes 412S1– 412S10, etc. que recubren una pluralidad de elementos de pirámide internos 412P. Los elementos piramidales 412P se definen por una pluralidad de miembros de viga 412B1–412B6 que forman los bordes de los elementos piramidales triangulares 412P. Las pirámides se unen en sus esquinas (la convergencia de las vigas unidas) que permite la transferencia de tensiones de una pirámide a la otra. Los paneles adyacentes 412S1 – 412S10 también se unen entre sí y a las vigas 412B1–412B6 para transferir tensiones desde los paneles 412S1 – 412S10 a las pirámides 412P y desde las pirámides 412P a las otras unidas de los paneles adyacentes 412S1 – 412S10. Las pirámides 412P y los paneles unidos pueden considerarse un monolito debido a su formación mediante técnicas de impresión 3D/fabricación aditiva. Debido a que la fabricación aditiva permite la formación de una red compuesta o trama de vigas dentro de los confines de un hueco definido por los paneles 412S1 – 412S10, el marco de ventana monolítico 412 tiene un porcentaje significativo del volumen 412H del marco de ventana que es hueco (no ocupado por el material que compone las vigas o paneles). El volumen hueco 412H representa un ahorro de peso y material, así como también un volumen con conductividad térmica reducida. El hueco 412H puede dejarse hueco o rellenarse con un gas inerte, espuma u otro relleno para reducir la conductividad térmica. En el caso de la espuma, esto puede imprimirse opcionalmente durante la fabricación aditiva del marco de ventana 412.

La Figura 10 muestra una carga uniforme L1 aplicada a una mitad de un marco de ventana 512 (como se biseca por el plano P1 y con restricciones de soporte C1 aplicadas a la otra mitad del marco 512 como se revela en un análisis de topología informática.

La Figura 11 muestra una optimización de forma 512S del marco de ventana 512 (mostrado en líneas discontinuas) de la Figura 10, cuando se somete a la simulación de carga específica L1 y restricciones de soporte C1 para el análisis mostrado en la Figura 10. La optimización de la forma resulta en la identificación de una región 512R donde el material debe concentrarse.

La Figura 12 muestra una optimización de la forma 612S basada en un análisis de topología aplicado al marco de ventana 412 mostrado en las Figuras 7-9, que muestra solo la estructura interna, es decir, las pirámides 612P, modificadas por el análisis de topología.

La Figura 13 muestra un marco de ventana 712 fabricado mediante técnicas de fabricación aditiva y que presenta bloques de ajuste de vidrio 712B y sujetadores de anclaje 712C formados integralmente con el marco 712. De acuerdo con una modalidad, el marco 712 puede formarse de cualquier otra manera similar al marco de ventana 412, que tiene las mismas estructuras de pirámides internas y paneles exteriores. En otro enfoque opcional, el marco de ventana 712 puede formarse de una manera como se muestra en la Figura 14 y se describe más abajo.

La Figura 14 muestra un marco de ventana 812 fabricado mediante técnicas de fabricación aditiva y que presenta bloques de ajuste de vidrio 812B y sujetadores de anclaje 812C formados integralmente con el marco 812. El marco de ventana 812 tiene una pluralidad de paneles/superficies 812S1 – 812S9 que se unen/imprimen integralmente. Una pluralidad de nervaduras de resistencia 812R se forman monolíticamente en el lado interior de los paneles 812S4 y 812S5, que son las únicas visibles en la Figura 15. Opcionalmente, todos los paneles 812S1–812S9 o cualquier subconjunto de los mismos pueden proporcionarse con nervaduras de refuerzo 812R. Las esquinas 812CR1–812CR4 del marco de ventana 812, pueden presentar nervaduras de refuerzo 812RC1–812RC5. De estos, 812RC4 es arqueado y el resto se extiende radialmente desde el centro de rotación del arco de 812RC4. Las características de refuerzo internas, por ejemplo, las nervaduras 812R y 812RC1–812RC5 pueden diseñarse de acuerdo con los resultados de un Análisis de Elementos Finitos (FEA) que mostró los puntos débiles del marco 812 que necesitaban fortalecerse a la luz de las tensiones anticipadas.

Las Figuras 16 y 17 muestran elementos de esquina modulares 982, 1082, respectivamente, que pueden imprimirse mediante el uso de técnicas de fabricación aditiva para formar ángulos de 135° y 90°, respectivamente en un marco de ventana. Los elementos de esquina modulares 982, 1082 presentan subporciones macho 982A–982D y 1082A–

1082D que se extienden desde las porciones base 982E, 1082E respectivamente. Como se muestra en la Figura 18, las subporciones macho 982A-982D pueden deslizarse en las extrusiones huecas de acoplamiento 984, 986 para formar un conjunto de forma 912. Pueden colocarse esquinas modulares similares 982 en los otros extremos de las extrusiones 984, 986 y aceptar extrusiones adicionales como 984, 986 para formar una estructura de marco cerrado 912, por ejemplo, para una ventana. La conexión entre las esquinas modulares 982 y las extrusiones 984, 986 puede asegurarse opcionalmente en una condición ensamblada mediante interacción por fricción, acción de enganche o mediante un adhesivo aplicado a las porciones macho 982A-982D. La esquina modular 1082 de la Figura 17 puede verse fácilmente que opera de manera similar con extrusiones como 984 y 986 de la Figura 18 para formar un conjunto de marco con una esquina cuadrada. Los módulos de esquina impresa 982, 1082 pueden usarse con extrusiones de aluminio existentes para crear marcos de ventana personalizados con ángulos personalizados/diferentes. El conjunto de marco resultante 912, cuando se usa en un marco expuesto a la intemperie, elimina la posible penetración de agua en las esquinas, donde las ventanas tradicionales tienen un corte en bisel que a veces es penetrado por agua. La esquina modular 982, 1082 también simplifica un proceso de conjunto de marco, eliminando la preparación compleja de corte en bisel y la picadura usada en el proceso tradicional de conjunto de marco. También se eliminan las teclas de esquina tradicionales.

Las Figuras 19-21 muestran un proceso de fabricación aditiva para formar un marco de ventana 1112. El marco de ventana 1112 tiene una porción de aluminio 1112A y una porción de plástico 1112B, por ejemplo, hecha de ABS. La porción de aluminio 1112A puede formarse por un cabezal de impresión 1174A que imprime aluminio fundido o polvo de aluminio que se funde y se adhiere a capas previamente impresas mediante descarga eléctrica o energía láser. La porción de plástico puede imprimirse mediante un cabezal de impresión 1174B que imprime perlas o cintas de plástico fundido que se endurecen al enfriarse o plástico que se cura mediante radiación, tal como radiación UV. La porción de plástico 1112B presenta elementos piramidales 1112P y placas exteriores 1112S como las que se muestran en las Figuras 7-9. Como puede apreciarse, probablemente los marcos de ventana como 1112 con la geometría de marco mostrada no se harían mediante procesos de extrusión tradicionales.

La Figura 22 representa esquemáticamente la fabricación de un marco de ventana 1212 con un panel de acristalamiento 1250, por ejemplo, hecho de vidrio o un polímero. El marco de ventana 1212 puede fabricarse mediante un proceso de fabricación aditiva, por ejemplo, impresión 3D, y tiene dos porciones 1212A y 1212B, entre las cuales se captura el panel de acristalamiento 1250. Las porciones del marco de ventana 1212A, 1212B pueden tener opcionalmente características internas como marcos de ventana 412 (Figuras 7-9) u 812 (Figuras 14 y 15). Una o ambas porciones 1212A, 1212B pueden tener una cavidad 1212R para recibir el panel de acristalamiento 1250 en el mismo y mantenerlo en una orientación deseada dada con relación al marco de ventana 1212. Las dos porciones 1212A y 1212B pueden ensamblarse alrededor del panel de acristalamiento 1250, que se captura entre ellos, y luego se sujetan entre sí mediante sujetadores, tales como tornillos o remaches o mediante una soldadura adhesiva o plástica.

La Figura 23 muestra un marco de ventana 1312 con un panel de acristalamiento 1350, por ejemplo, hecho de vidrio o un polímero. El marco de ventana 1312 puede fabricarse mediante un proceso de fabricación aditiva, por ejemplo, impresión 3D, en donde una primera porción 1312B se imprime 3D. El panel de acristalamiento se coloca sobre la parte superior de la primera porción 1312B, que puede presentar una cavidad 1312R para recibir el panel de acristalamiento 1350. Una segunda porción 1312A del marco de ventana 1312 se imprime entonces directamente en la parte superior de la primera porción 1312B mediante el cabezal de impresión 1372, capturando el panel de acristalamiento 1350 dentro del marco de ventana 1312. Dado que la segunda porción se imprime en la primera porción y se fusiona con la primera porción, formando un monolito, no se necesitan sujetadores ni adhesivos para unir la primera y segunda porciones. Para indicar esta formación monolítica, la demarcación entre 1312A y 1312B se muestra en líneas de puntos. Uno podría describir el acristalamiento 1350 como que se incorpora dentro del marco de ventana 1312.

La Figura 24 muestra un marco de ventana 1412 con un panel de acristalamiento 1450 incorporado en el mismo. A diferencia del marco de ventana 1312 de la Figura 23, el marco de ventana 1412 se imprime por el cabezal de impresión 1472 con el panel de acristalamiento 1450 en una orientación vertical, en lugar de horizontal. En un enfoque, una porción inferior del marco de ventana 1412 se imprime para definir una forma de U con una ranura interna para recibir el panel de acristalamiento 1450, que se desliza en la ranura en una orientación vertical. El resto del marco 1412 puede imprimirse entonces para incorporar el panel de acristalamiento de manera segura en el marco 1412. En un enfoque alternativo, el panel de acristalamiento 1450 puede sujetarse mediante una fijación en una orientación vertical y el marco 1412 puede imprimirse alrededor de él.

La Figura 25 muestra una pluralidad de marcos de ventana 1412A-1412D que se imprimen simultáneamente por una pluralidad de cabezales de impresión 3D 1472A-1472D. Los cabezales de impresión 1472A-1472D pueden unirse a una base común 1472E, que se mueve bajo control informático. De esta manera, pueden imprimirse simultáneamente múltiples marcos de ventana 1412A-1412D, reduciendo el tiempo de producción en un entorno de fabricación.

La Figura 26 muestra esquemáticamente que la fabricación aditiva 3D de productos arquitecturales, como ventanas 1512, puertas u otras fabricaciones, puede realizarse en una instalación de fabricación (planta) 1584 alejada de un sitio de trabajo JS o en una instalación de fabricación móvil 1586 posicionada cerca de un sitio de trabajo JS. Dado

que las especificaciones de la fabricación 1512 pueden determinarse digitalmente, por ejemplo, mediante un escáner en un sitio de trabajo JS, la fabricación aditiva permite una presencia virtual en el sitio de trabajo JS. Esta presencia virtual permite que los fabricantes 1512 se fabriquen con un alto grado de certeza en cuanto a ajuste y función, de manera que la fabricación 1512 pueda enviarse desde la instalación de fabricación 1584 al sitio de trabajo JS con un alto grado de confianza en la idoneidad de la fabricación. No obstante, como se muestra en la Figura 27, una unidad de fabricación aditiva móvil 1586 instalada en un contenedor, en la cama de un tráiler de camiones o en la parte posterior de un camión de caja puede usarse para transportar la capacidad de fabricación 3D a un sitio de trabajo JS para facilitar la fabricación e instalación de productos arquitecturales para un edificio B en el sitio de trabajo JS. Una unidad de fabricación 3D móvil 1586 en un sitio de trabajo JS puede reducir los requisitos de transporte de la fabricación arquitectónica, en que las materias primas en forma de gránulos plásticos, polvo de metal o similares son compactas y típicamente no requieren una manipulación cuidadosa. Sin embargo, los artículos fabricados en 3D 1512 típicamente tienen formas cuidadosamente formadas, una densidad muy reducida y dimensiones aumentadas, de manera que requieren una manipulación cuidadosa y son difíciles de empacar y enviar. Una unidad móvil 1586 puede imprimir las fabricaciones arquitectónicas, por ejemplo, marcos de ventana 1512, en el sitio de trabajo JS, eliminando la necesidad de envío, empaque, rotura potencial y costos de responsabilidad. Colocar una unidad de fabricación aditiva móvil (impresión 3D) 1586 en el sitio de trabajo JS permite la personalización y reducción de errores de fabricación, ya que una primera unidad arquitectural fabricada, por ejemplo, una ventana 1512, puede hacerse in situ e inmediatamente colocarse en el edificio B para determinar el ajuste y la función. En caso de que se requiera un cambio de diseño, la especificación digital que guía el proceso de fabricación aditiva/impresión 3D puede cambiarse para eliminar cualquier problema de ajuste y función en unidades generadas subsecuentemente.

Las Figuras 28 y 29 muestran un edificio B con aberturas de ventana WA en el que los marcos de ventana/unidades de ventana 1612 se imprimen en el sitio. Más específicamente, la unidad de impresión 1672 se coloca dentro de una abertura de ventana WA e imprime el marco de ventana/ventana 1612 directamente en la abertura WA, es decir, directamente sobre el latón, bloque, vigas de acero, vigas de madera, etc. que forman la estructura del edificio B y definen las aberturas de ventana WA. De esta manera, el marco de ventana impreso/ventana 1612 está garantizado por su cercana fidelidad y complementariedad con la abertura de ventana WA, lo que conduce a un ajuste a prueba de intemperie del marco de ventana/ventana 1612.

La Figura 30 muestra un sistema 1788 para proporcionar unidades de fabricación 3D/aditiva móvil 1786 (como la unidad móvil 1586 de la Figura 27) y/o 1772 (como la unidad móvil 1672 de la Figura 29) a múltiples sitios de trabajo JS1 y JS2. Como se muestra, el sistema 1788 y el proceso de fabricación 3D permiten la movilidad y una variedad de fabricantes/productos, por ejemplo, 1312, 1412, 1512, 1612 para imprimirse en una pluralidad de sitios de trabajo JS1, JS2, etc. Las unidades móviles dedicadas a imprimir productos de línea de fabricación específicos (ventanas, puertas, escaparates) pueden viajar entre los sitios de trabajo JS1, JS2 y, por lo tanto, incorporar un sistema de fabricación bajo demanda. Un fabricante puede tener una flota de unidades móviles aditivas sobre el terreno y viajar entre sitios de trabajo para satisfacer las demandas de contratistas/clientes. Opcionalmente, las unidades móviles de servicios de impresión 3D 1790 pueden implementarse para reparar impresoras 3D rotas en el sitio de trabajo JS1, JS2 y pueden viajar entre los sitios de trabajo JS1, JS2.

La Figura 31 muestra una sección transversal de una perla o cinta 1802 de material impreso esquemáticamente, tal como un plástico térmico extrudido desde un cabezal de impresión como 172 A de la Figura 4. La forma y las dimensiones de la perla 1802 dependerán de la forma y las dimensiones del orificio del cabezal de impresión (no mostrado) y pueden tener una variedad de formas y dimensiones. En el ejemplo mostrado, las perlas pueden tener un ancho de, por ejemplo, 0,34 pulgadas y una altura de 0,15 pulgadas. La longitud (no mostrada) de la perla 1802 puede ser cualquier longitud seleccionada, por ejemplo, 60 pulgadas o la longitud de una fabricación arquitectónica dada, tal como una ventana o marco de ventana.

La Figura 32 es una vista esquemática en sección transversal de un cuerpo impreso 1804 hecho de una pluralidad de perlas 1802 de material impreso. Como en muchas formas de fabricación aditiva, los elementos/píxeles/perlas impresos/extruidos/fundidos se aplican en forma fluida a una superficie de soporte y luego sobre la parte superior entre sí, adhiriéndose entre sí debido a la adhesión del material, soldadura u otra atracción de la superficie. El material extrudido puede aplicarse en una perla o cinta alargada que se dispensa desde un cabezal de impresión que se mueve a medida que la perla se dispensa o la perla puede extrudirse sobre una estructura de soporte móvil, por ejemplo, una mesa, que se mueve debajo del cabezal de impresión durante la extrusión para recibir una perla/cinta continua alargada de extrusión de una longitud dada. En el ejemplo que se muestra, las perlas 1802 pueden tener, por ejemplo, un ancho de 0,34 pulgadas y una altura de 0,15 pulgadas y en el lado derecho se apilan verticalmente en pilas 1806 veintitrés profundidades, lo que da como resultado una altura total de 3,45 pulgadas. La dimensión horizontal del cuerpo impreso 1802, por ejemplo, 1,70 pulgadas es de manera similar una consecuencia del número de pilas (cinco) en la dirección horizontal y el ancho 0,34 pulgadas de cada perla 1804. Como resultado, las dimensiones de la sección transversal terminadas resultantes de las perlas de impresión 1802 se determinan inicialmente por las dimensiones de las perlas y un objetivo dimensional dado debe reconciliarse con las dimensiones resultantes de múltiplos de las dimensiones de las perlas en las direcciones vertical y horizontal. Lo mismo puede decirse de huecos 1808 o discontinuidades en las pilas 1806. La Figura 32 también ilustra las líneas de dimensión de diseño 1810, 1812 que marcan la altura del diseño, por ejemplo, 3,40 pulgadas (0,05 pulgadas menos que la altura de la pila) y el ancho del diseño, por ejemplo, 1,750 pulgadas (0,05 pulgadas más que el ancho de la pila), respectivamente. El hueco 1808

también está marcado con una línea de diseño 1814, que hace que el hueco 1808 sea más grande que el resultado de las dimensiones de la pila 1806. Además de las consideraciones dimensionales, los espacios 1816 entre las perlas adyacentes 1802, ya sea interna o externa al cuerpo impreso 1804, pueden proporcionar una razón para el procesamiento posterior. Por ejemplo, los espacios externos 1816 resultarán en una superficie externa del cuerpo 1804 que no es lisa, de manera que puede requerirse la eliminación del material en la superficie extensora del cuerpo 1802 para lograr una superficie exterior lisa. Los espacios internos 1816 representan un límite en el contacto/adhesión del área superficial entre las perlas adyacentes 1802 que implican una resistencia menor que la óptima para un número dado de perlas 1802. Las etapas de posprocesamiento, tales como la compresión para deformar las perlas 1802 y presionarlas para entrar en contacto más cercano pueden utilizarse para reducir los espacios internos 1816. En otro enfoque, la ubicación de la impresión de perlas 1802 puede desplazarse en hileras sucesivas, tal una hilera sobreimpresa de perlas 1802 puede desplazarse con relación a la hilera de perlas 1802 sobre la cual se imprime para reducir el volumen de los espacios intraperlas 1816.

La Figura 33 muestra un cuerpo impreso 1820 que tiene las dimensiones de diseño mostradas en la Figura 32. Dado un cuerpo impreso 1804 de la Figura 32, puede procesarse posteriormente después del curado, por ejemplo, mediante el mecanizado de una de más superficies exteriores, para eliminar el material, por ejemplo, mediante una fresadora, un aplanador, una lijadora u otro dispositivo de eliminación de material, por ejemplo, para reducir 0,05 pulgadas desde la altura del cuerpo 1804 para alcanzar la altura de 3,40 pulgadas y mejorar la suavidad de la superficie. En otra alternativa, las perlas impresas 1802 pueden comprimirse hacia abajo mediante una prensa o estampador para reducir su altura y añadirse a su ancho antes del curado. Esta compresión puede llevarse a cabo sobre todo el cuerpo 1804 para distorsionar esas perlas que aún son comprimibles o después de la deposición de una hilera de perlas 1804 y puede resultar en reducir el volumen de separación interna interperlas. Por lo tanto, estas etapas posimpresión pueden emplearse para lograr una dimensión de diseño dada para el cuerpo impreso. Como puede apreciarse, la compresión del cuerpo 1804 puede realizarse en cualquier dirección para lograr un desplazamiento en la dirección perpendicular. Como otra alternativa, una dimensión de perla puede adaptarse, por ejemplo, al seleccionar una forma y dimensiones del orificio de impresión que producen que en múltiples se logre un objetivo dimensional dado.

La Figura 34 muestra un cuerpo impreso 1922 hecho de una pluralidad de hileras horizontales 1924 y columnas verticales 1926 de perlas 1928 de material impreso. Una fachada 1930, por ejemplo, hecha de metal, tal como una extrusión de aluminio, se incrusta en el cuerpo 1922. Un par de extensiones que se extienden hacia abajo 1932, 1934 se extienden desde una placa de superficie superior 1936 y se sobreimprimen por perlas de retención 1924R, 1924L que, cuando se curan, se adhieren a las perlas 1924 más abajo de ellas para retener la fachada 1930 en asociación con el resto del cuerpo 1922.

La Figura 35 muestra una fachada a presión 2038 con una porción central 2038C y las patas derecha e izquierda 2038R, 2038L, respectivamente, que adoptan retener la fachada 2038 al cuerpo impreso 2040 hecho de una pluralidad de perlas impresas 2042.

La Figura 36 muestra una ventana tradicional, plana, impresa 2100 que tiene dimensiones de longitud y ancho rectos, es decir, en dos dimensiones de ancho W y longitud L. Por supuesto, la ventana tiene una dimensión de grosor que se extiende perpendicularmente a la longitud L y ancho W que es generalmente constante. La ventana impresa 2100 puede fabricarse de acuerdo con las técnicas y aparatos descritos anteriormente, por ejemplo, como se describió con relación a las Figuras 4-6.

La Figura 37 muestra una ventana impresa curvada 2200 en donde el marco de ventana 2210 y el panel de acristalamiento 2212 se abultan hacia fuera en la dirección de profundidad al atravesar el ancho y

La Figura 38 muestra una unidad de ventana en ángulo 2300 que tiene un marco monolítico 2301 impreso mediante técnicas de fabricación aditiva, como se describió anteriormente. El marco 2301 tiene un primer lado 2302 dispuesto en un ángulo A con relación a un segundo lado 2304. Las superficies de acristalamiento 2306 y 2308 pueden fabricarse de una única pieza de material, tal como vidrio o plástico, por ejemplo, policarbonato, que se dobla en el ángulo A o dos piezas unidas en su conjunto por un sellador.

La Figura 39 muestra una ventana impresa curvada 2200 como la de la Figura 37 instalada en una abertura de ventana O entre las paredes divergentes W1, W2 de una estructura.

La Figura 40 muestra una ventana impresa en ángulo 2300 como la de la Figura 38 instalada en una abertura o entre las paredes divergentes W1, W2 de una estructura.

Las Figuras 41-44 muestran una estructura de ventana del compuesto 2400 que tiene múltiples paneles de acristalamiento 2402A, 2402B, 2402C, 2402D, 2402E, 2402F, 2402G, 2402H, con una estructura central piramidal 2404. El marco 2406 y todos los parteluces 2408 pueden formarse monolíticamente mediante técnicas de fabricación aditiva descritas anteriormente o pueden formarse mediante métodos de fabricación aditiva en subunidades y luego ensamblarse para formar la estructura de ventana 2400. Si la longitud y el ancho de la ventana se consideran dispuestos en las direcciones x e y, entonces la estructura piramidal 2404 se extiende en la dirección z. La estructura piramidal 2404 define un espacio hueco 2404S. En otras modalidades, otros espacios huecos pueden definirse por

estructuras que tienen otras formas, tales como una pirámide triangular o una cúpula geodésica, abovedada o arqueada.

Las Figuras 45 y 46 muestran una estructura de ventana 2500 con una parrilla de montantes 2502, que puede producirse mediante métodos de fabricación aditivos como se describió anteriormente. La parrilla de montantes puede imprimirse monolíticamente con otras porciones de la ventana 2500, por ejemplo, elementos de hoja 2504 y 2506. En una alternativa, el miembro de acristalamiento 2508 puede colocarse en una cavidad formada en los miembros de hoja, por ejemplo, 2504, 2506 y luego la parrilla de montantes se imprime sobre el panel de acristalamiento 2508. En este caso, el panel de acristalamiento se extiende sobre toda la extensión de la unidad de ventana 2500 y los montantes son decorativos, en lugar de actuar como divisores de panel. En la Figura 46 la unidad de ventana 2500 presenta una parrilla de montantes 2502F en la parte frontal de la ventana 2500 y una parrilla de montantes 2502R en la parte trasera de la ventana 2500. La unidad de acristalamiento 2508 es de doble acristalamiento, con una porción frontal 2508F y una porción trasera 2508R. Un aspecto de la presente descripción es que puede realizarse la impresión 3D de diferentes materiales. La resolución de la impresión también puede variar. Una capa exterior impresa de alta resolución puede aplicarse sobre las capas anteriores para recubrir las capas anteriores y proporcionar un revestimiento exterior dado de un material/color y textura seleccionados para propósitos de sellado/estética. En un ejemplo, una ventana impresa puede proporcionarse con una superficie exterior de material impreso de alta resolución que simula un patrón de grano de madera u otro patrón de textura seleccionado. Con respecto a esto, la sobreimpresión de una capa exterior puede usarse para lograr una apariencia externa seleccionada, que incluye hacer una superficie lisa para recubrir la separación exterior 1816 (Figura 32).

La Figura 47 muestra un marco/hoja de ventana 2600 formado monolíticamente mediante técnicas de fabricación aditiva como se describió anteriormente. El marco de ventana 2600 puede estar hecho de un polímero termoplástico, tal como el ABS dispensado en cintas/perlas a una temperatura de aproximadamente 221 °F. El marco de ventana 2600 tiene una cavidad interior 2602 para acomodar un panel de acristalamiento 2604, que no está presente en esta vista, como se indica por la línea de referencia de puntos. El panel de acristalamiento 2604 podría ser vidrio, plástico o compuesto, por ejemplo, hecho de múltiples paneles con un vacío o gas entre ellos y se colocaría en la cavidad 2602 mientras está abierto y antes de completar la ventana 2600. Por ejemplo, la mitad del grosor del marco de ventana 2600 podría imprimirse definiendo la mitad de la profundidad de la cavidad 2602, el panel de acristalamiento 2604 puede colocarse entonces en la cavidad parcialmente completada 2602 y luego el resto del marco de ventana 2600 imprimirse, capturando el panel de acristalamiento 2604 en la cavidad 2602. Los selladores o juntas pueden colocarse o imprimirse en la cavidad para sellar la interfaz del panel de acristalamiento 2604/marco 2600 de la intrusión del clima. La ventana 2600 tiene una superficie exterior texturizada 2606, que tiene un efecto revestido con una pluralidad de ranuras paralelas 2606G. Si se desea, el marco de ventana 2600 puede recubrirse con un material pigmentado para proporcionar un color, patrón u otro efecto estético seleccionado.

Se debe entender que las modalidades que se describieron en la presente descripción son meramente ilustrativas y que un experto en la técnica puede realizar muchas variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance del objeto que se reivindica tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. La presente descripción contempla la fabricación aditiva/impresión 3D de lo que ahora se consideran elementos de hardware, tales como manijas de ventanas, bisagras, cierres y otros elementos que ahora se fabrican y ensamblan por separado para la fabricación arquitectónica, tales como ventanas y puertas. De acuerdo con la presente descripción, estos elementos pueden imprimirse simultáneamente o independientemente del producto arquitectónico asociado, por ejemplo, una ventana o puerta. La presente descripción puede usarse para permitir la fabricación de elementos de fachada diseñados a medida (ventanas, puertas, etc.) mediante el uso de fabricación aditiva/impresión 3D para cualquier aplicación dada. Las fabricaciones arquitecturales fabricadas de acuerdo con las técnicas de fabricación aditiva de la presente descripción pueden fabricarse en una variedad de formas, por ejemplo, las estructuras pueden fabricarse con formas circulares y ovaladas. Las líneas de unión y los elementos previamente requeridos por las técnicas de la técnica anterior de fabricación de productos arquitecturales no son necesarios en los productos arquitecturales fabricados aditivamente de la presente descripción. Se apreciará que los huecos internos dentro de la fabricación arquitectónica fabricada mediante técnicas de fabricación aditiva de acuerdo con la presente descripción pueden usarse como canales de calentamiento/enfriamiento y para la circulación de agua. La fabricación aditiva de productos arquitecturales de acuerdo con la presente descripción también puede usarse para incluir elementos de recolección de energía, por ejemplo, celdas solares impresas en los fabricantes, por ejemplo, ventanas y puertas.

La presente descripción revela una nueva tecnología de fabricación que permite la fabricación de ventanas de alto rendimiento a través de procesos de fabricación simples, económicos y ecológicos. La presente descripción reconoce que la fabricación de productos arquitecturales puede hacerse a través de procesos aditivos a diferencia de las técnicas de fabricación sustractivas más tradicionales de corte, perforación, unión, etc. Los procesos de fabricación aditiva (AM) contemplados por la presente solicitud incluyen impresión 3D, sinterización láser selectiva (SLS), fusión láser selectiva (SLM), Sinterización Láser Directa de Metal (DMLS), Fusión por Haz de Electrones (EBM), Producción de Interfaz Líquida Continua (CLIP), Sinterización por Calor Selectiva (SHS), Deposición de Energía dirigida, Fabricación de Forma libre por Haz de Electrones (EBF) y Estereolitografía (SLA).

Se pretende que todas estas variaciones y modificaciones se incluyan dentro del alcance de la descripción como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una fabricación arquitectónica (248; 412) que comprende una pluralidad de depósitos distribuidos espacialmente de material conectados entre sí para formar la fabricación arquitectónica,
los depósitos que se han depositado en un estado fluido en una pluralidad de coordenadas 3D controladas por un ordenador (276) en base a los datos de diseño y que han transitado a un estado no fluido,
la fabricación arquitectónica que es un marco para al menos una de una ventana o una puerta,
la fabricación arquitectónica que es capaz de instalarse en una abertura en un edificio y resistir las fuerzas encontradas cuando se incorpora en dicho edificio.
2. La fabricación arquitectónica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno o más de:
 - (a) los depósitos tienen la forma de al menos uno de puntos, líneas o cintas;
 - (b) la fabricación arquitectónica es monolítica;
 - (c) una textura superficial de la fabricación arquitectónica simula la madera; y
 - (d) se recubre una superficie exterior de la fabricación arquitectónica.
3. La fabricación arquitectónica de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde los depósitos se distribuyen espacialmente para formar áreas de mayor y menor resistencia mecánica, y preferentemente en donde:
 - (a) dichas áreas de mayor resistencia mecánica tienen paredes estructurales más gruesas o más densas; o
 - (b) dichas áreas de mayor resistencia mecánica tienen una nervadura en una superficie de la misma, y opcionalmente en donde dicha nervadura es interna a la fabricación arquitectónica, o la fabricación arquitectónica tiene una esquina y dicha nervadura está en la esquina.
4. La fabricación arquitectónica de cualquier reivindicación anterior, en donde:
 - (a) la fabricación arquitectónica tiene una pluralidad de celdas huecas internas; o
 - (b) la fabricación arquitectónica tiene huecos en la misma, preferentemente en donde dichos huecos se definen por miembros exteriores y miembros internos, con mayor preferencia en donde dichos miembros exteriores incluyen una pluralidad de paredes exteriores y dichos miembros internos incluyen una red de elementos estructurales, y aún con mayor preferencia en donde dicha red de elementos estructurales incluye una pluralidad de pirámides.
5. La fabricación arquitectónica de cualquier reivindicación anterior, en donde la fabricación arquitectónica es compuesta, que tiene una pluralidad de materiales diferentes para formar subporciones asociadas.
6. La fabricación arquitectónica de acuerdo con la reivindicación 5, en donde uno o más de:
 - (a) los diferentes materiales tienen diferentes propiedades térmicas;
 - (b) los diferentes materiales tienen diferentes propiedades mecánicas;
 - (c) al menos una subporción está hecha de un metal y al menos una subporción está hecha de plástico, la fabricación comprende opcionalmente un adhesivo para unir una primera subporción a una segunda subporción;
 - (d) al menos una subporción no se realiza mediante fabricación aditiva, y preferentemente en donde al menos una subporción es una extrusión;
 - (e) una primera porción es un revestimiento exterior sobre una segunda porción, y preferentemente en donde dicho revestimiento exterior es una tapa a presión, o una tapa con una porción de esta incrustada en la segunda porción;
 - (f) una primera porción es una estructura de refuerzo interior, y preferentemente en donde dicha estructura de refuerzo interior es al menos una de un soporte, una viga, o una rejilla; y
 - (g) una segunda porción incluye un material de espuma.
7. La fabricación arquitectónica de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde:
 - (i) el marco tiene al menos uno de bloques de fijación de vidrio integrales o sujetadores de anclaje internos; o
 - (ii) el marco rodea un panel de acristalamiento, y opcionalmente en donde el marco tiene una primera subporción formada monolíticamente con una cavidad para recibir dicho panel de acristalamiento y una segunda porción que se extiende sobre dicho panel de acristalamiento y se une a la primera porción que captura dicho panel de acristalamiento entre ellos.
8. Un método para fabricar una fabricación arquitectónica (248), que comprende las etapas de:

desarrollar datos de diseño, dicho desarrollo incluye determinar las dimensiones de la fabricación arquitectónica al escanear digitalmente una estructura para la que se fabrica la fabricación arquitectónica; someter los datos de diseño al análisis de elementos finitos y al análisis térmico y alterar los datos de diseño en base al análisis térmico; y

depositar una pluralidad de depósitos de un material que tiene un primer estado fluido y un segundo estado no fluido a través de un cabezal de impresión (272; 272A-272I) que tiene una salida, el cabezal de impresión que dispensa el material en el primer estado fluido bajo el control de un ordenador (276), el ordenador que controla la posición de la salida en el espacio y el volumen de material dispensado de acuerdo con las técnicas de fabricación aditiva, el ordenador guiado por los datos de diseño para la fabricación arquitectónica,

la fabricación arquitectónica que es un marco para al menos una de una ventana o una puerta, la fabricación arquitectónica que es capaz de instalarse en una abertura en un edificio y resistir las fuerzas encontradas cuando se incorpora en dicho edificio.

9. El método de la reivindicación 8, en donde al menos uno de:

(a) la etapa de escaneo digital es escaneo 3D; y

(b) el método comprende además alterar los datos de diseño a la luz de dicho análisis de elementos finitos para mejorar la optimización de la forma.

10. El método de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en donde uno o más de:

(a) la pluralidad de depósitos de material incluye una primera cinta de material y una segunda cinta de material, la segunda cinta de material impresa sobre la primera cinta de material generalmente paralela y desplazada lateralmente con relación a la primera cinta de material; y

(b) una dimensión final de la fabricación arquitectónica se logra mediante el procesamiento posterior, preferentemente en donde dicho procesamiento posterior es mediante la eliminación del material.

11. Un aparato (271) para fabricar una fabricación arquitectónica (248), que comprende:

una estructura de soporte (270) para la fabricación arquitectónica, en donde la estructura de soporte es capaz de moverse;

un suministro de material que tiene un estado fluido y un estado no fluido;

al menos un cabezal de impresión (272; 272A-272I) capaz de depositar el material fluido en el primer estado fluido en una pluralidad de posiciones seleccionadas en el espacio;

un aparato de movimiento del cabezal de impresión capaz de mover el cabezal de impresión en el espacio para permitir la deposición del material en una pluralidad de coordenadas 3D; y

un ordenador (276) programado para emitir instrucciones de movimiento al aparato móvil del cabezal de impresión y a la estructura de soporte en base a los datos de diseño que modelan la fabricación arquitectónica accesible para el ordenador, el desarrollo de los datos de diseño que incluyen determinar las dimensiones de la fabricación arquitectónica al escanear digitalmente una estructura para la que se fabrica la fabricación arquitectónica,

la fabricación arquitectónica que es un marco para al menos una de una ventana o una puerta, la fabricación arquitectónica que es capaz de instalarse en una abertura en un edificio y resistir las fuerzas encontradas cuando se incorpora en dicho edificio.

12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en donde uno o más de:

(a) el aparato es móvil y capaz de transportarse a un sitio de trabajo;

(b) el aparato comprende un dispositivo de endurecimiento para hacer que el material no sea fluido; y

(c) el aparato comprende una pluralidad de cabezales de impresión capaces de depositar simultáneamente material, preferentemente en donde dicha pluralidad de cabezales de impresión son capaces de moverse independientemente o juntos.

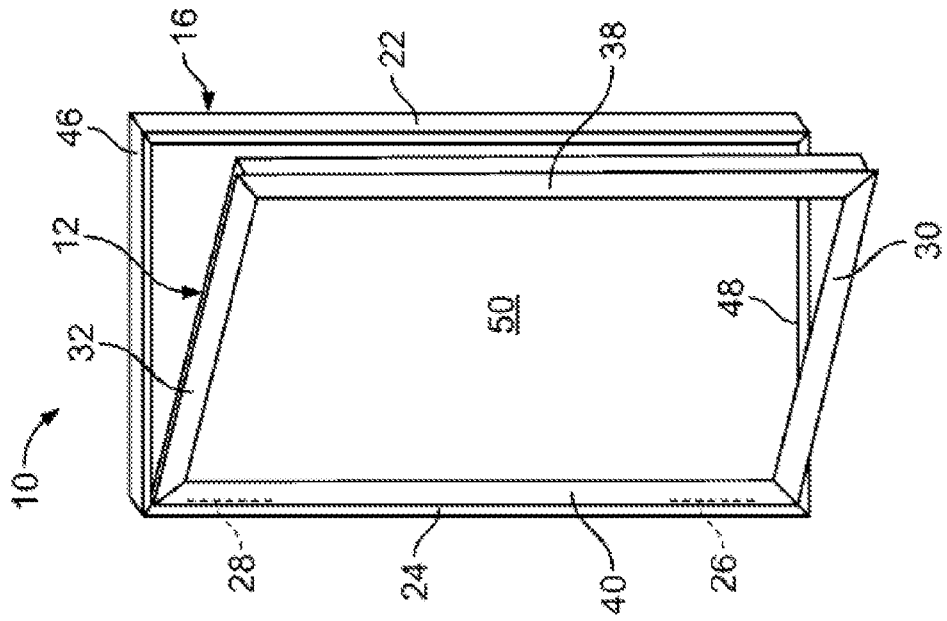


FIGURE 1A

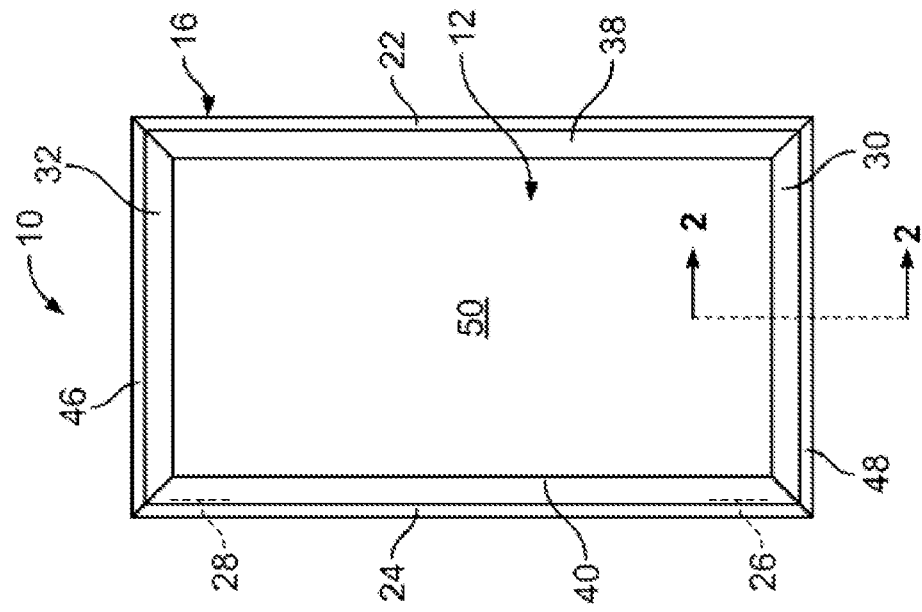


FIGURE 1B

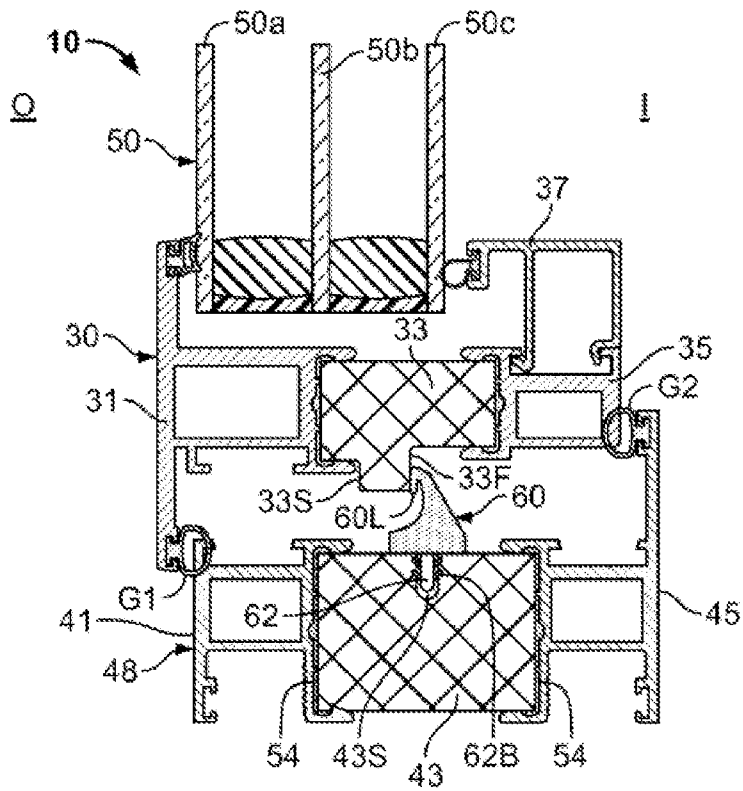


FIGURA 2

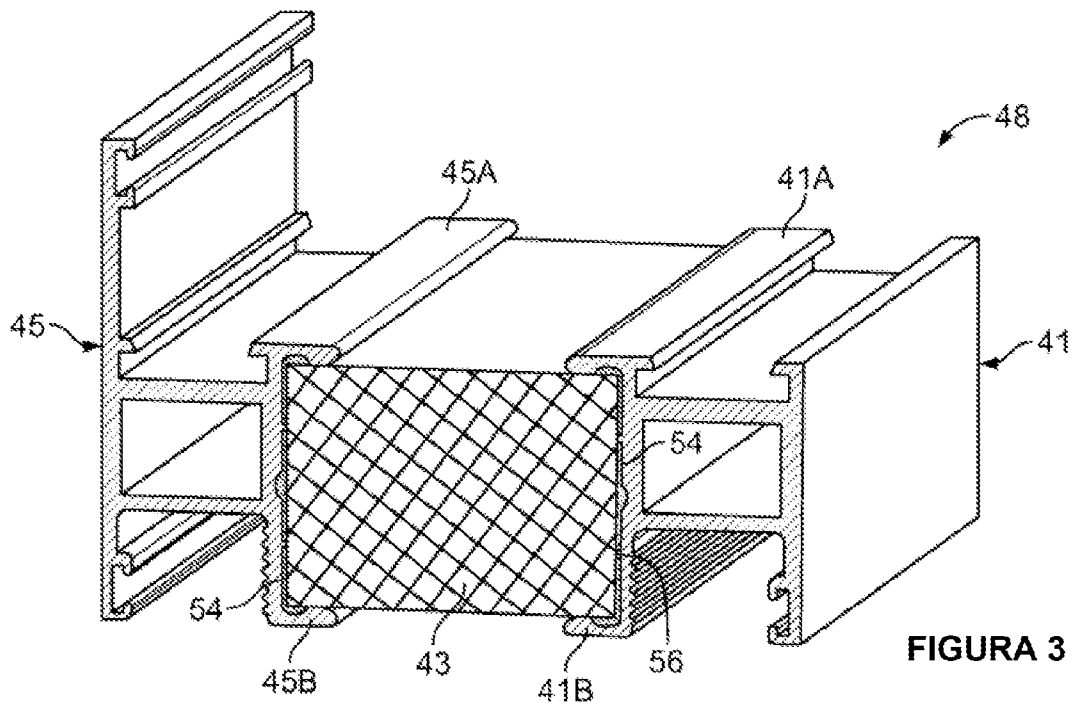


FIGURA 3

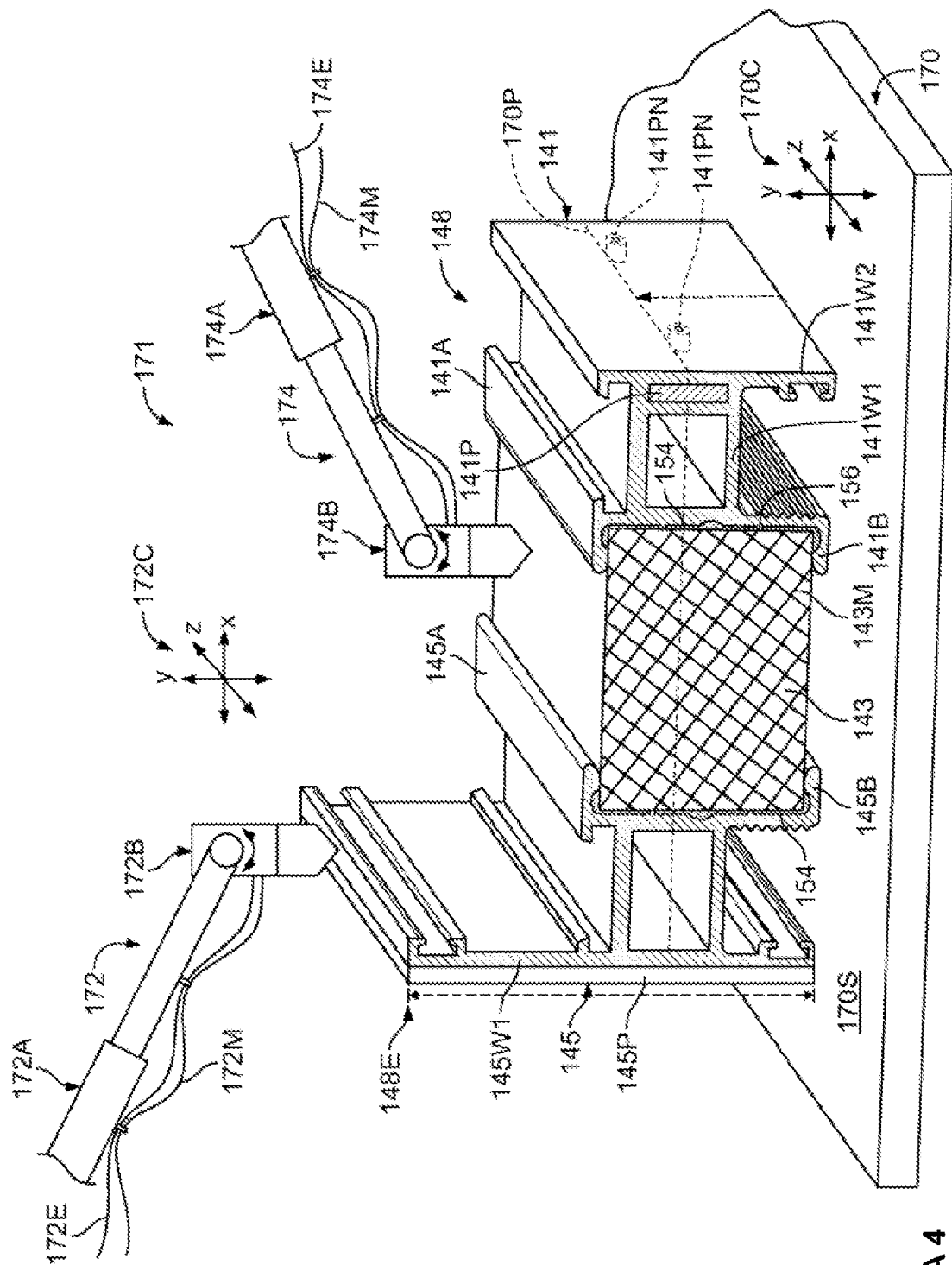


FIGURA 4

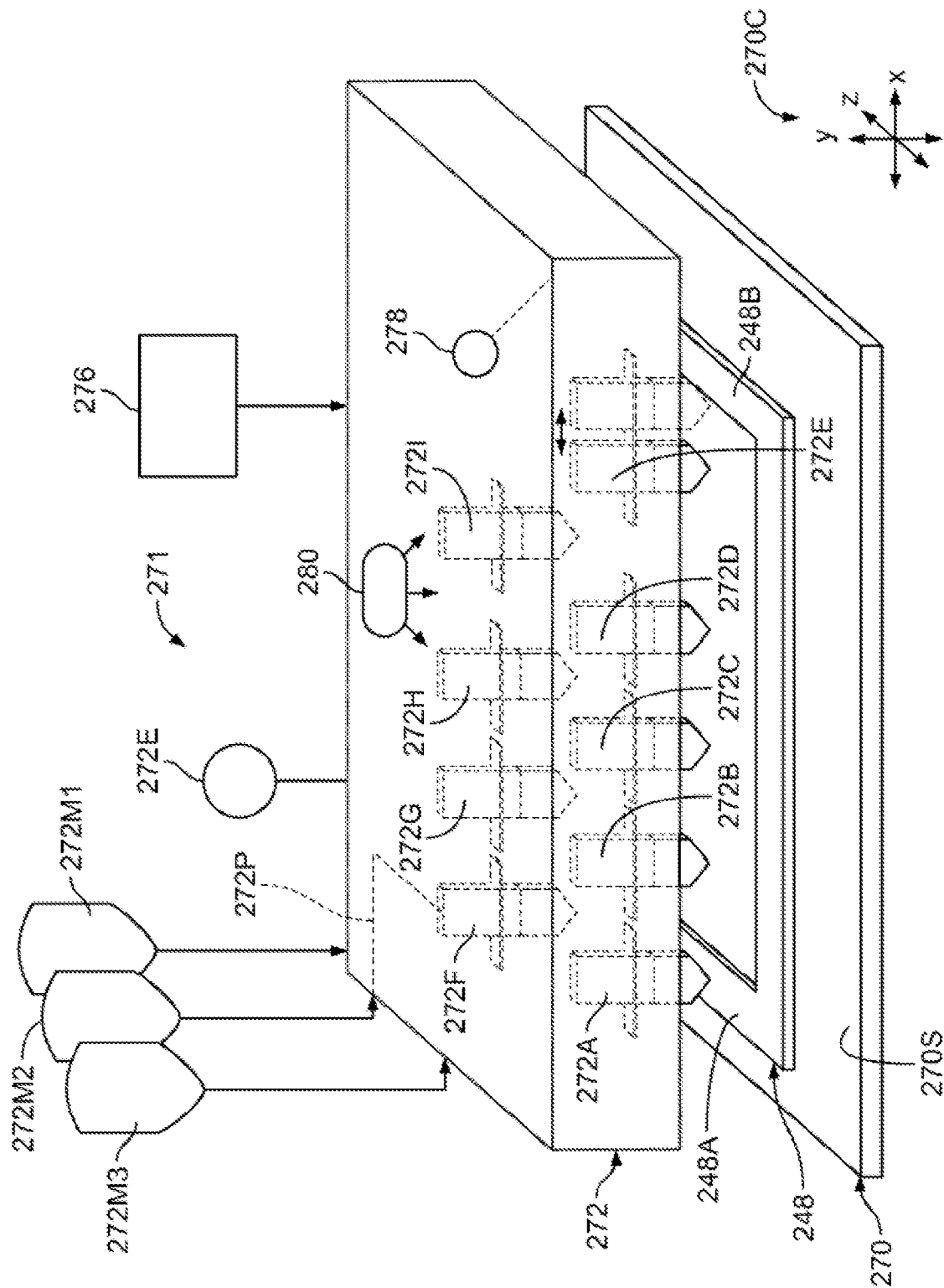


FIGURA 5

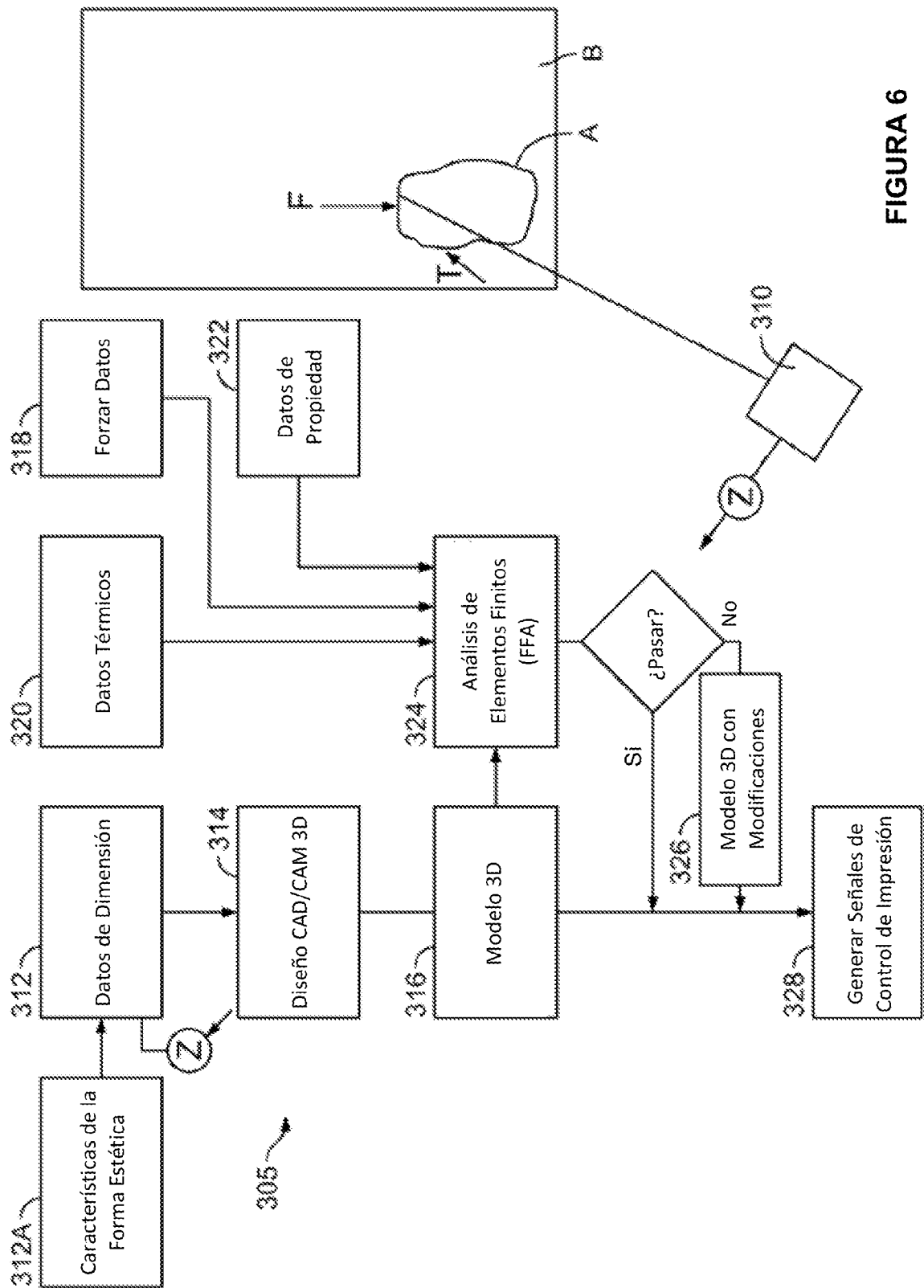


FIGURA 6

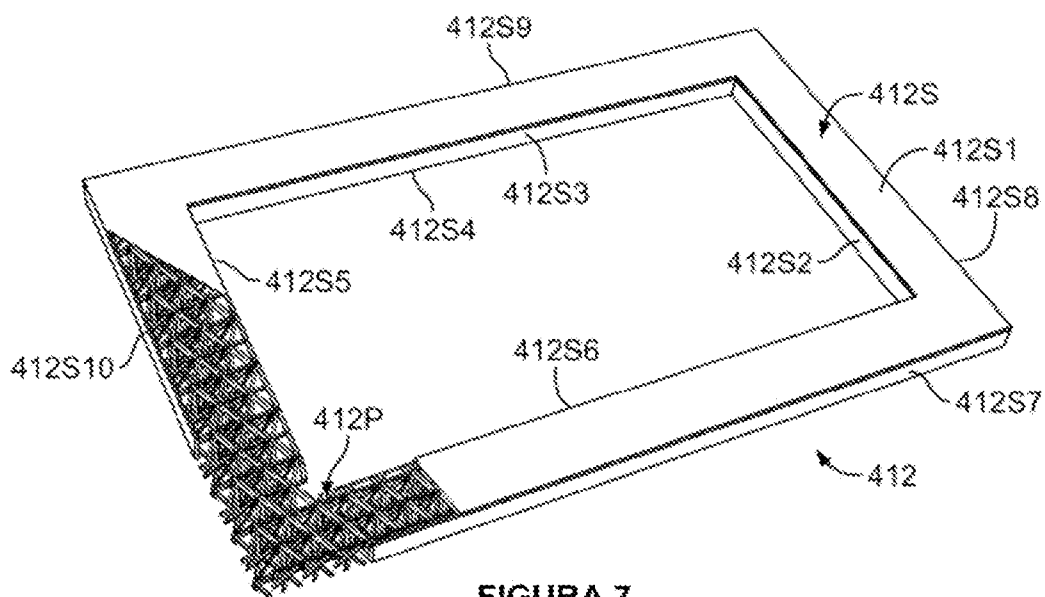


FIGURE 7

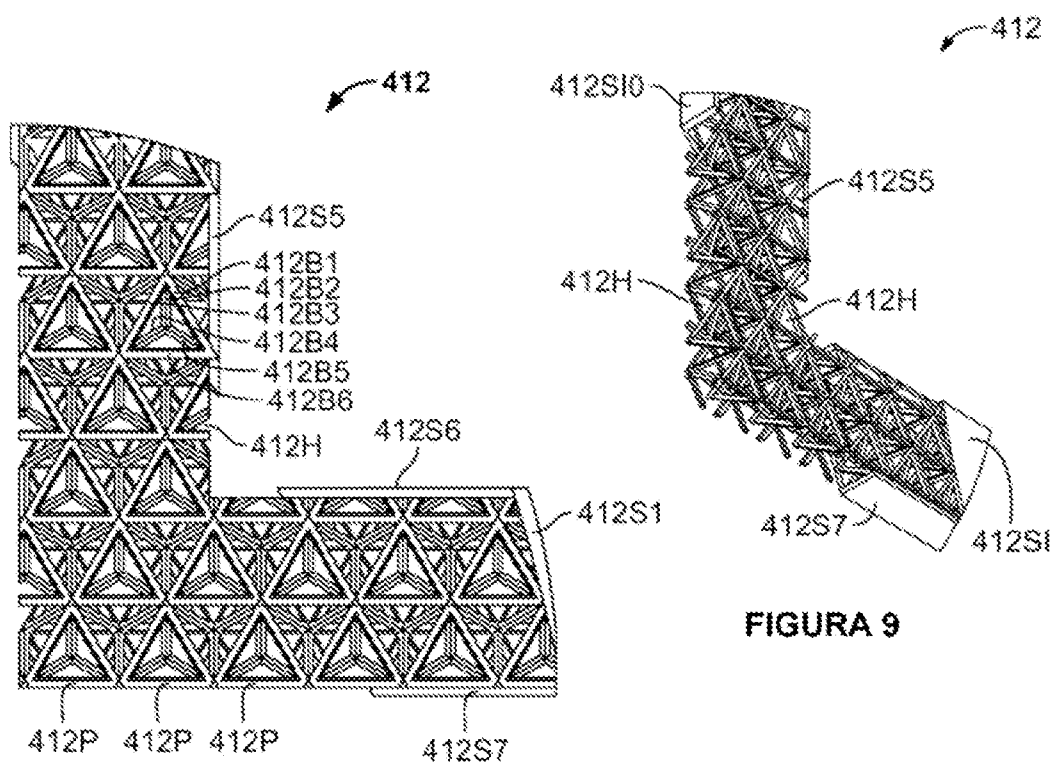
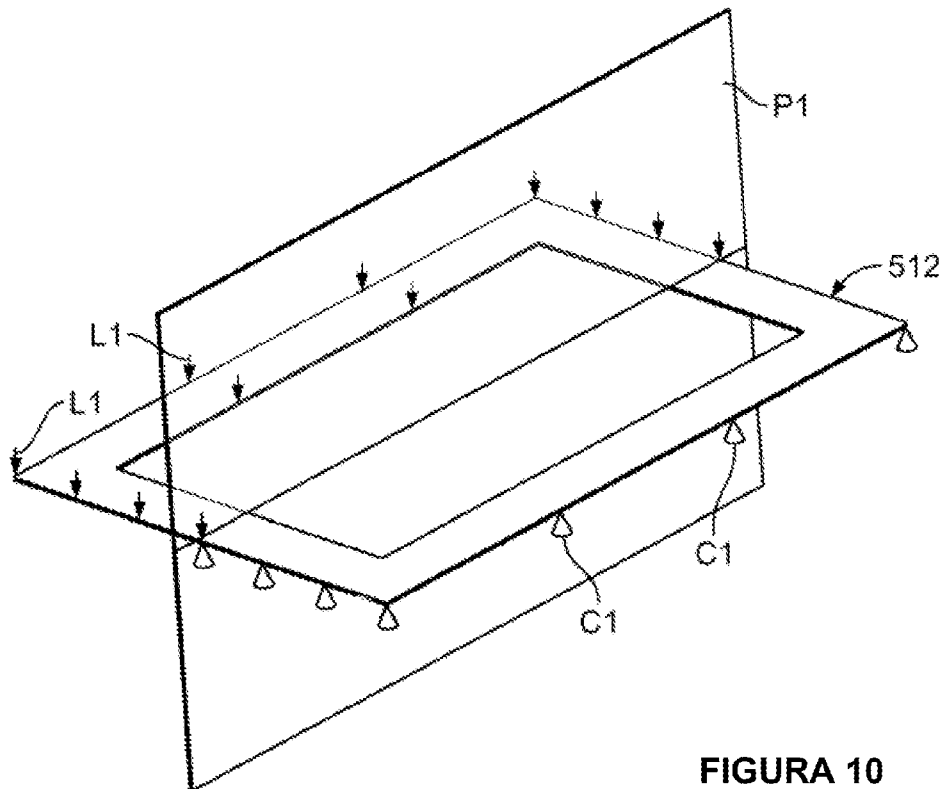
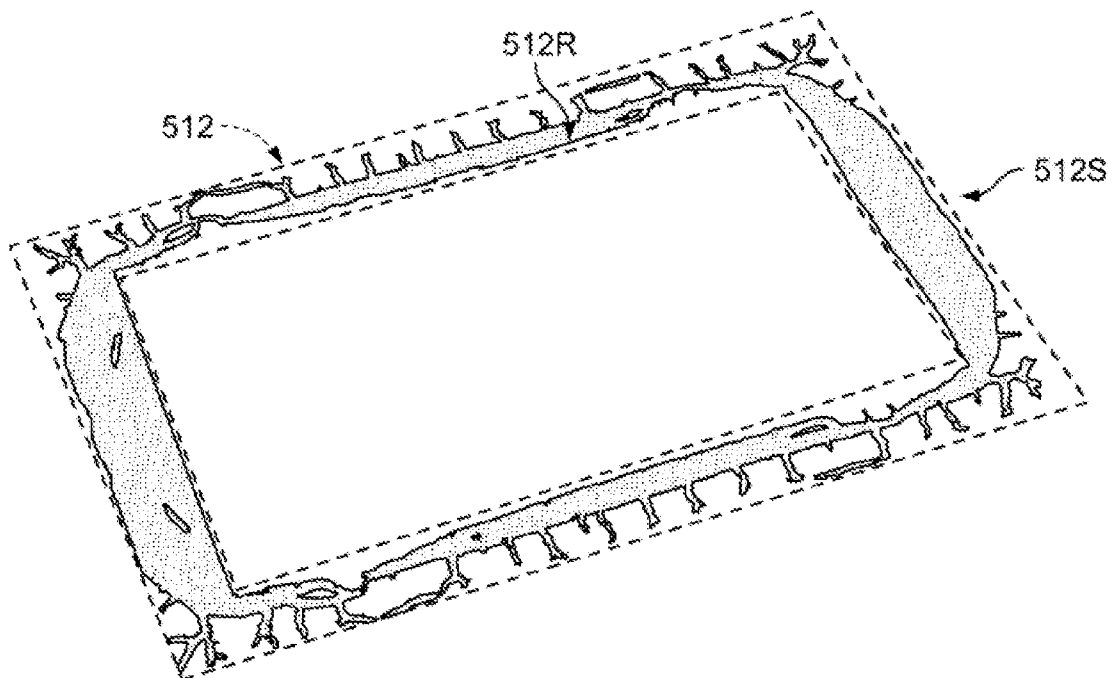


FIGURE 8

FIGURE 9

**FIGURA 10****FIGURA 11**

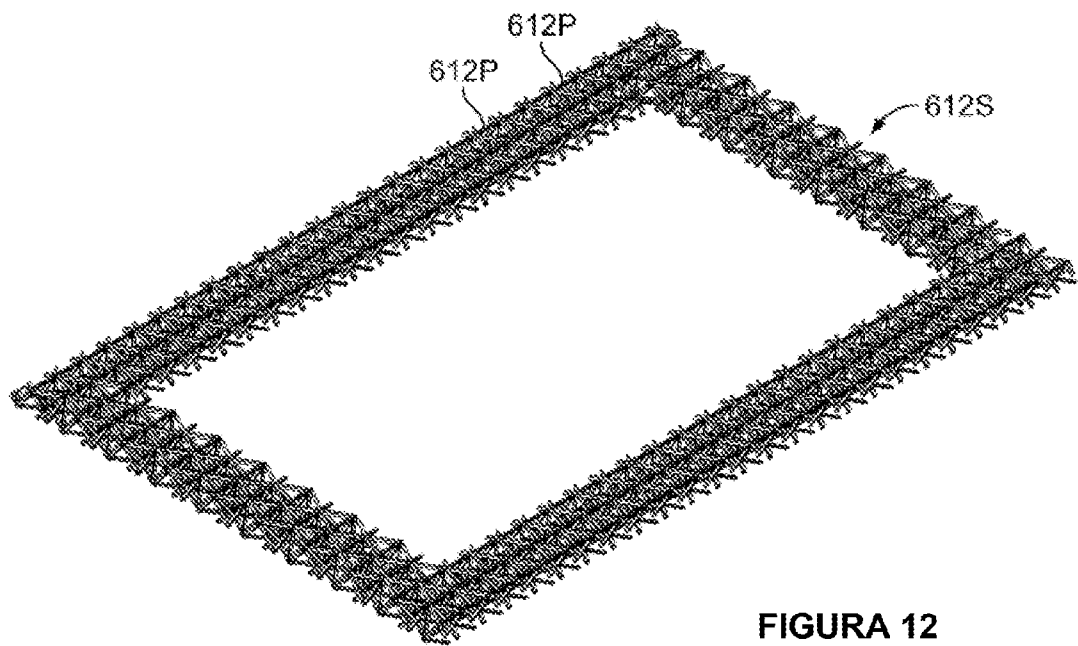


FIGURA 12

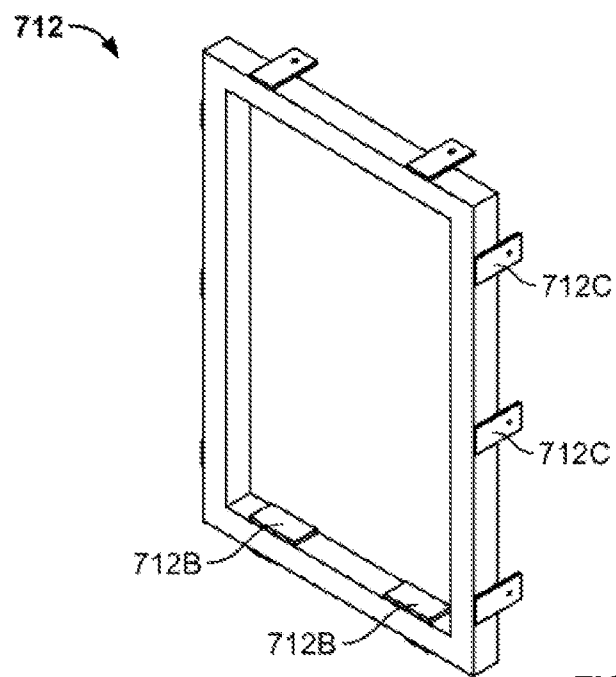


FIGURA 13

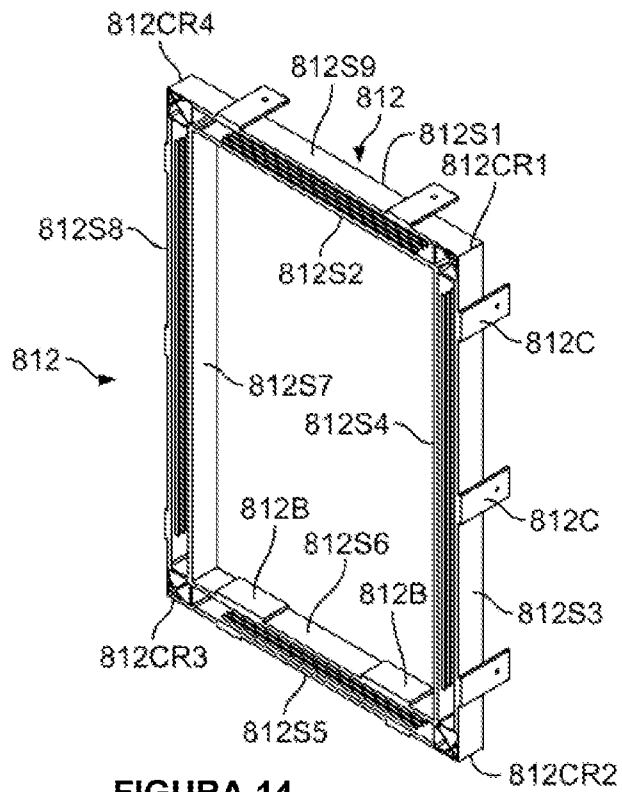


FIGURA 14

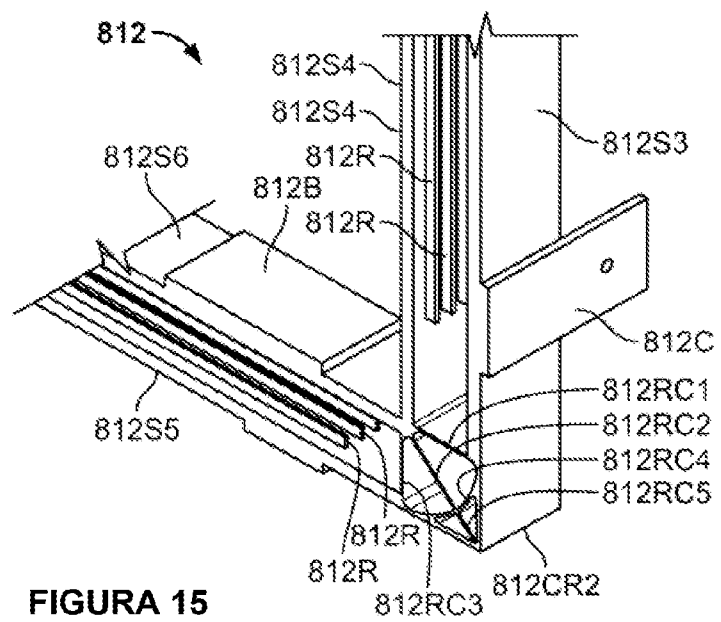
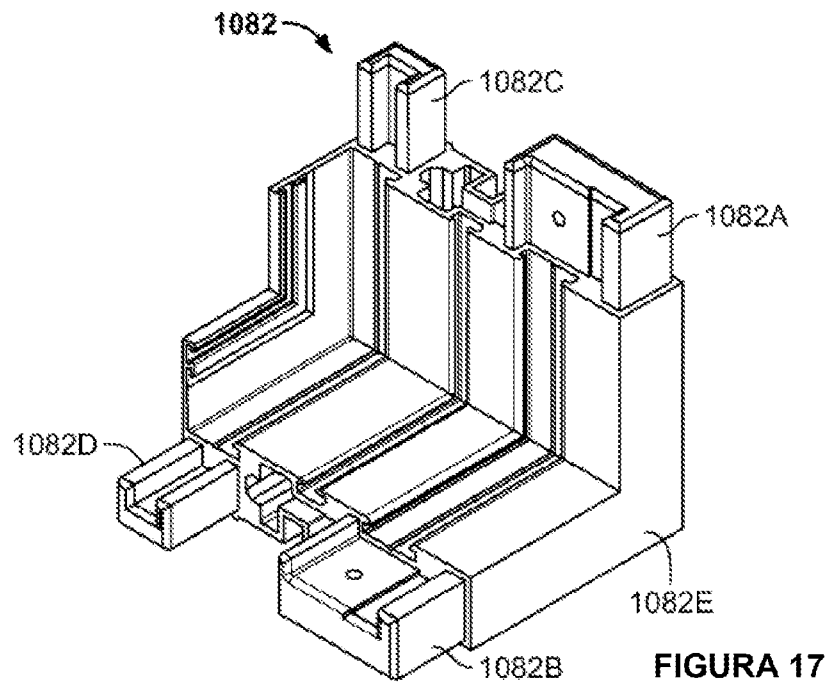
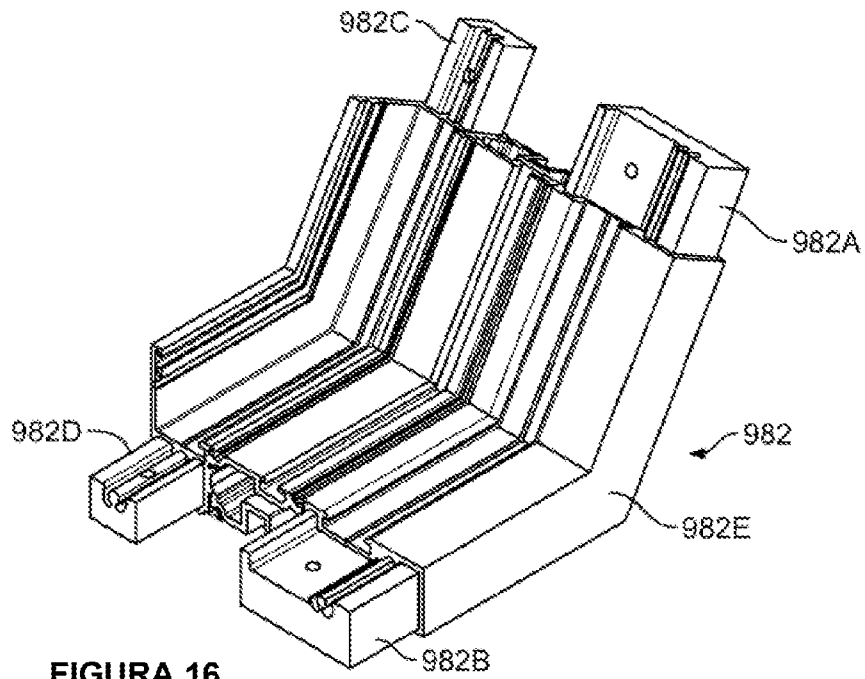


FIGURA 15



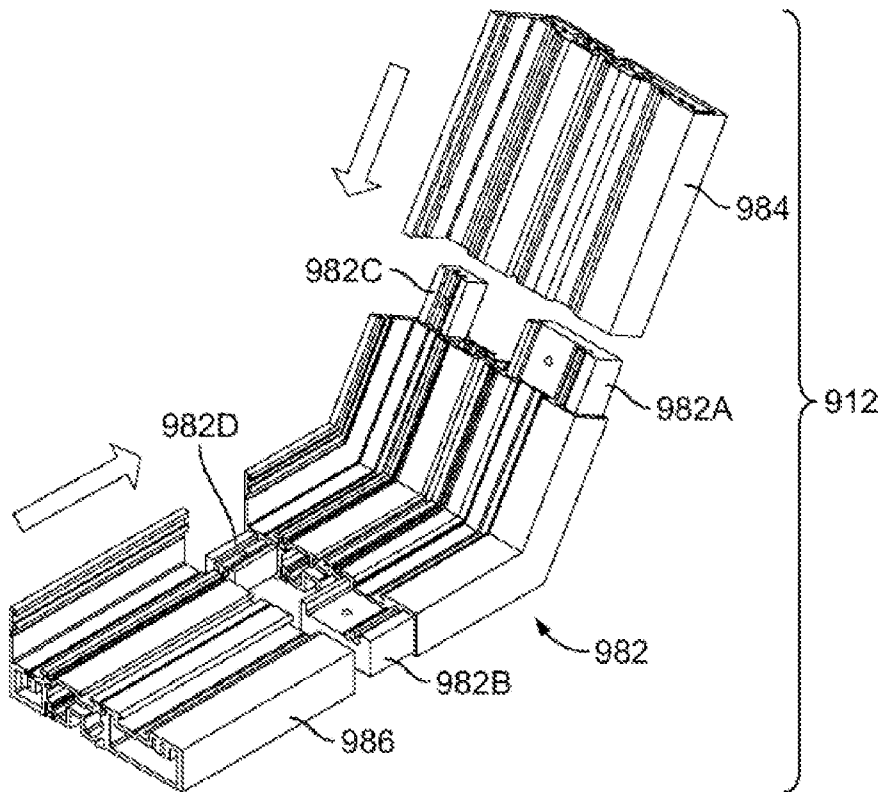


FIGURA 18

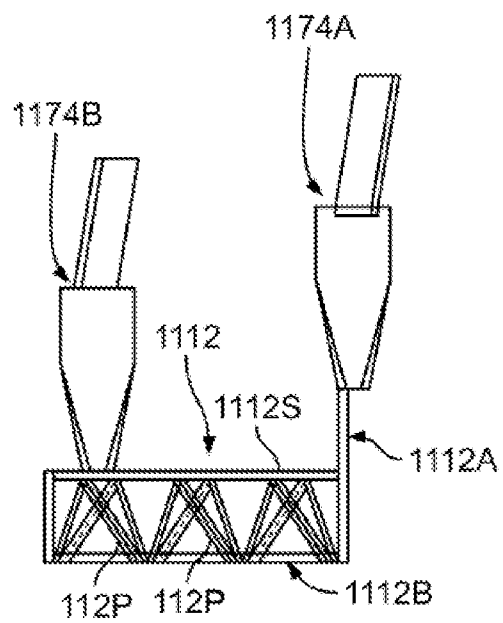


FIGURA 19

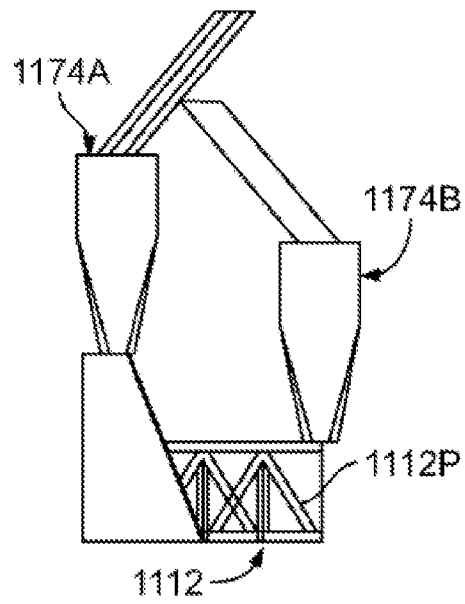


FIGURA 20

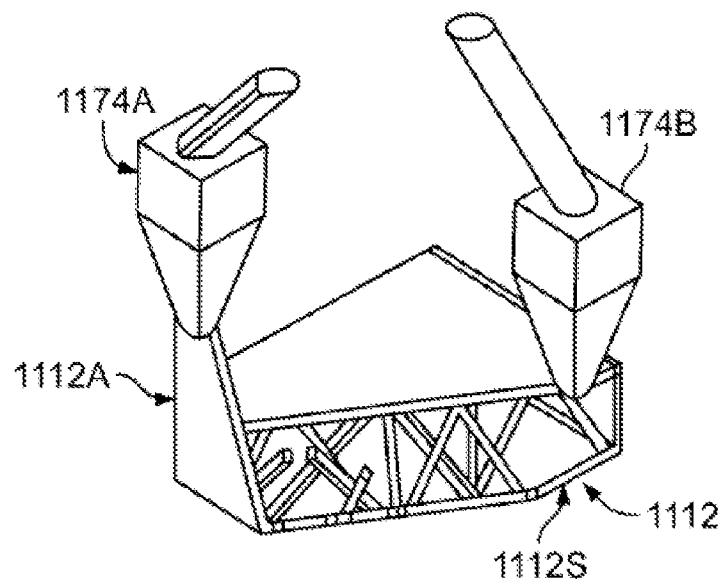


FIGURA 21

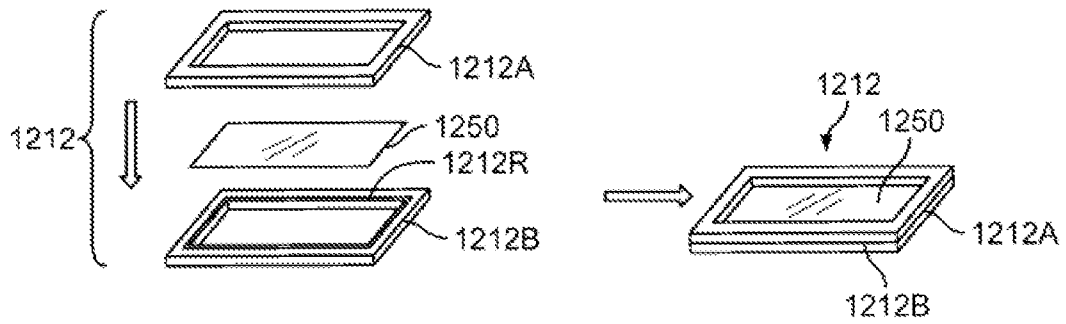


FIGURE 22

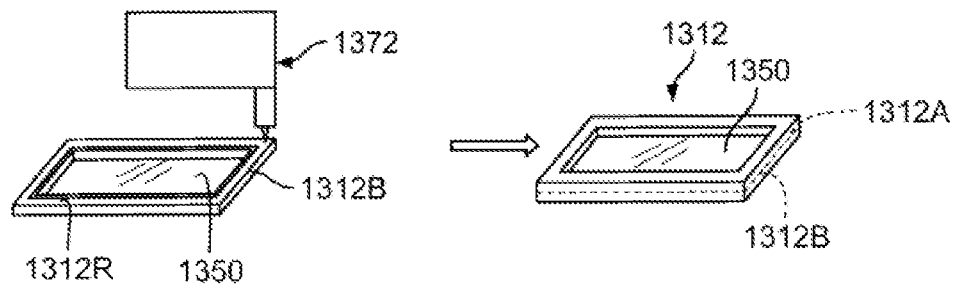


FIGURE 23

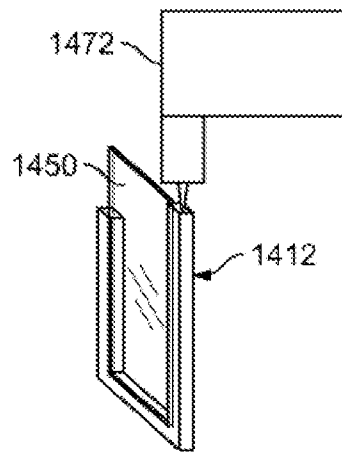


FIGURE 24

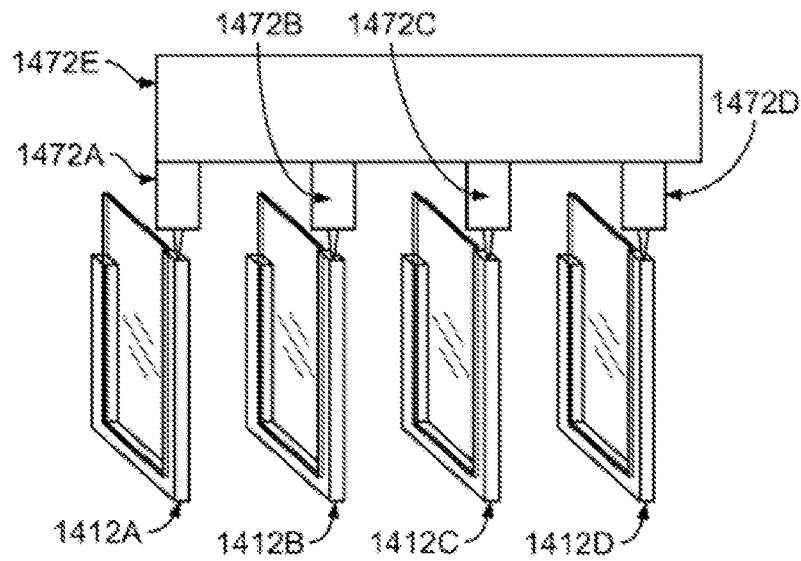


FIGURA 25

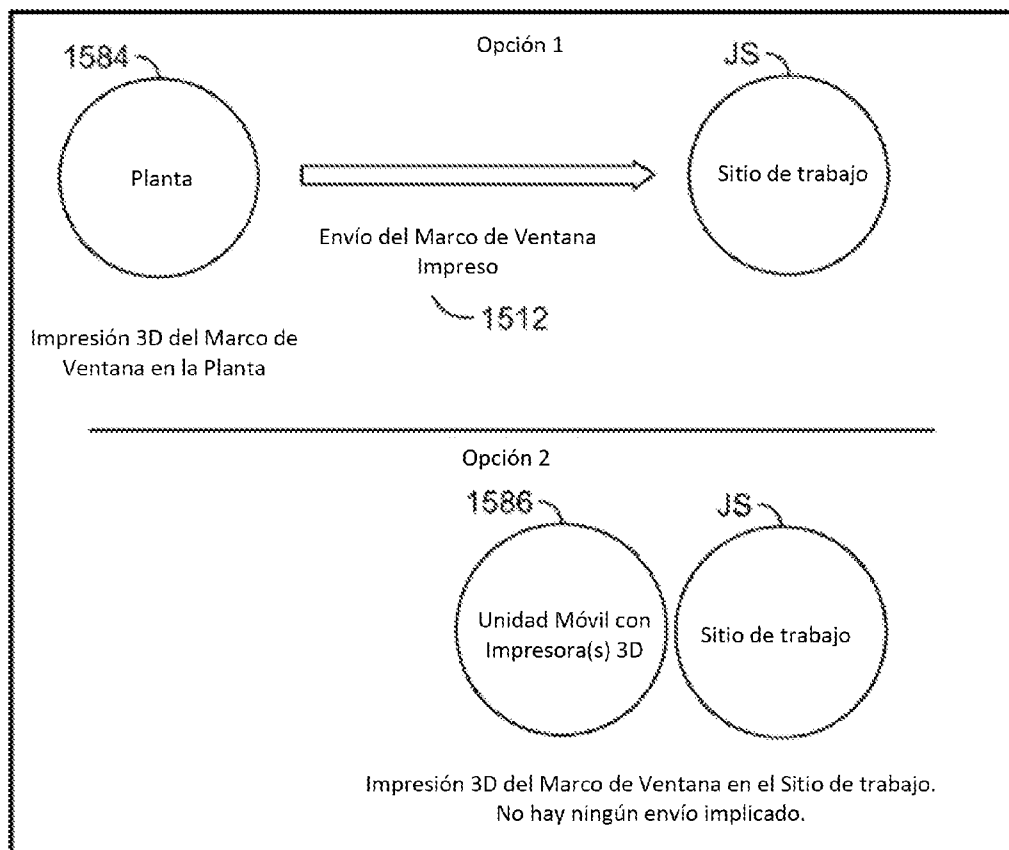


FIGURA 26

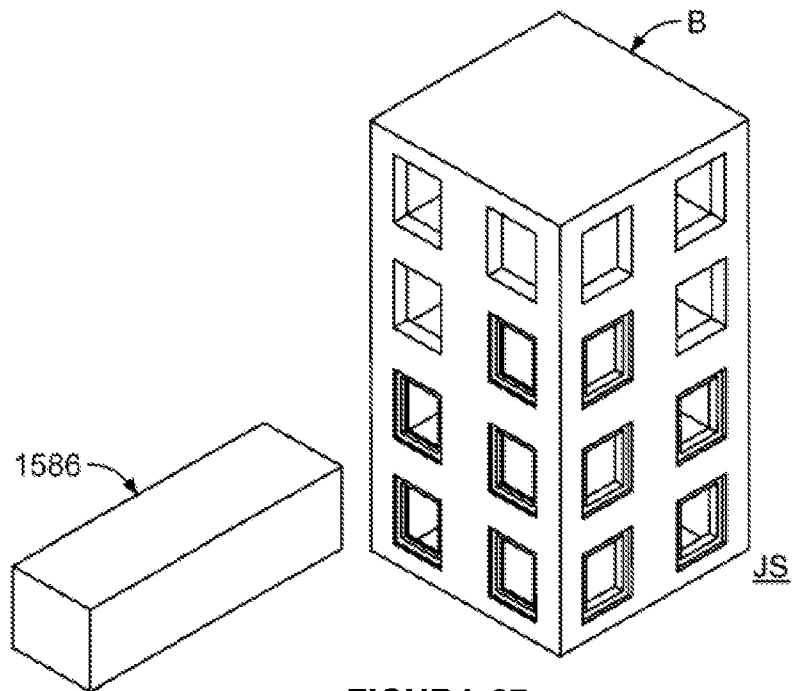


FIGURA 27

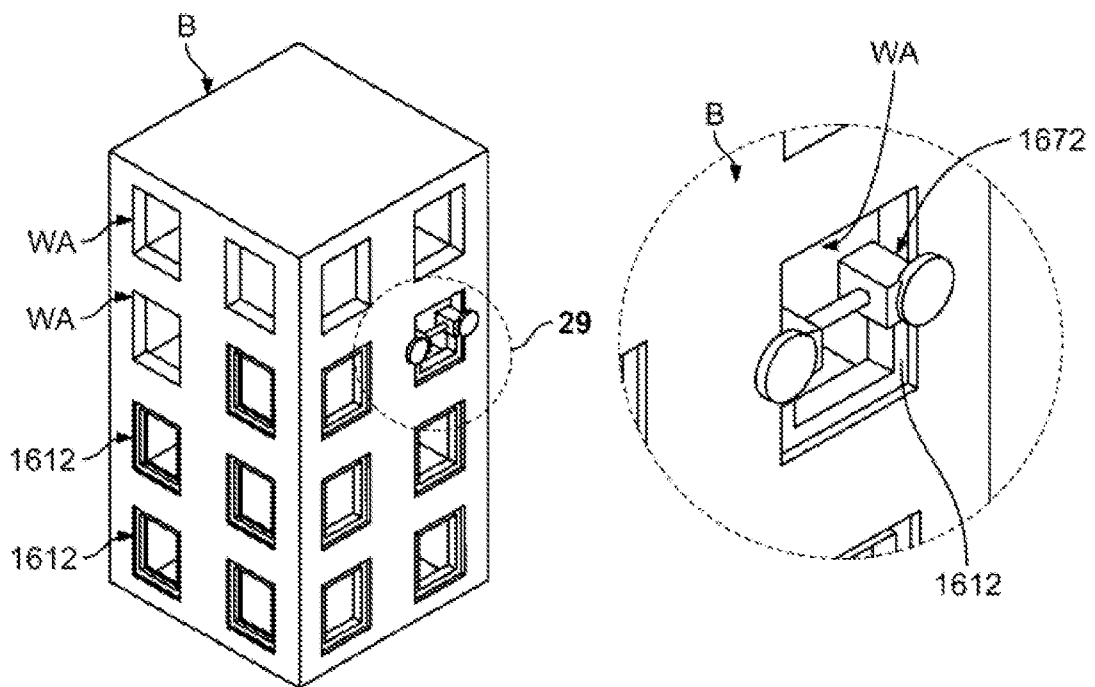


FIGURA 28

FIGURA 29

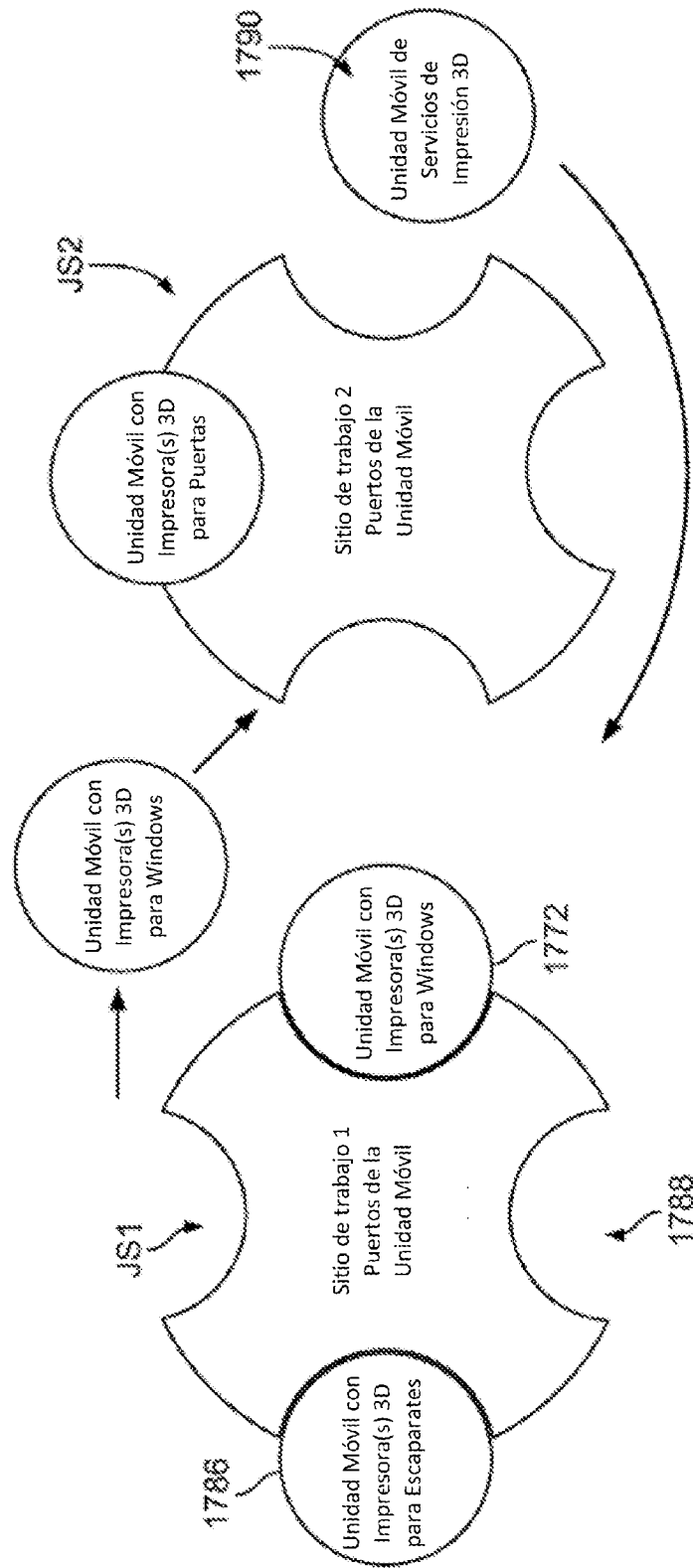


FIGURA 30

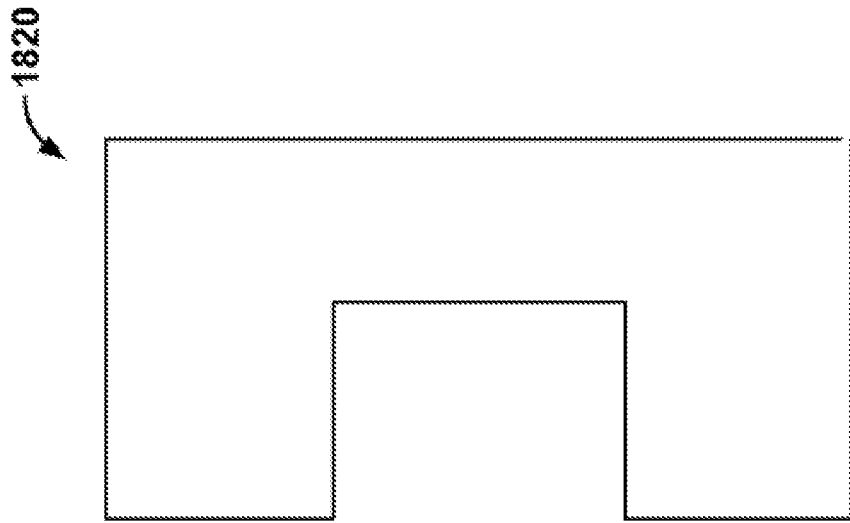


FIGURE 33

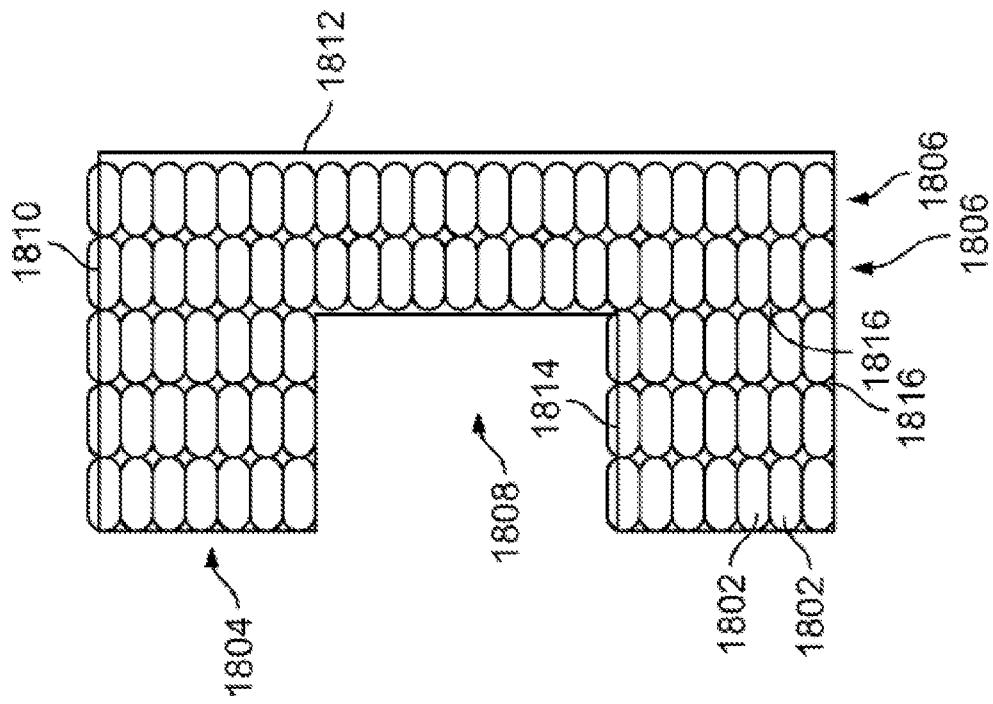


FIGURE 32



FIGURE 31

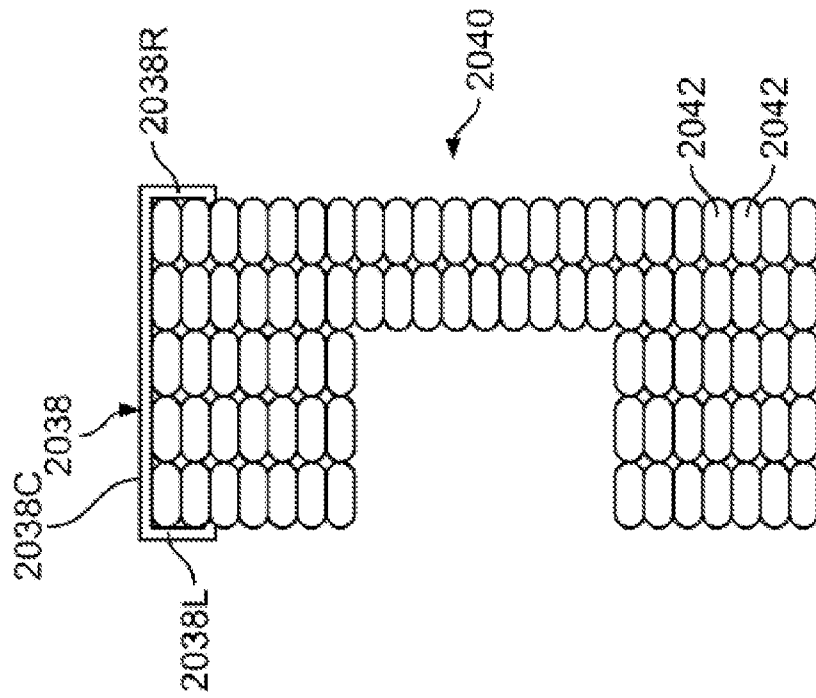


FIGURE 35

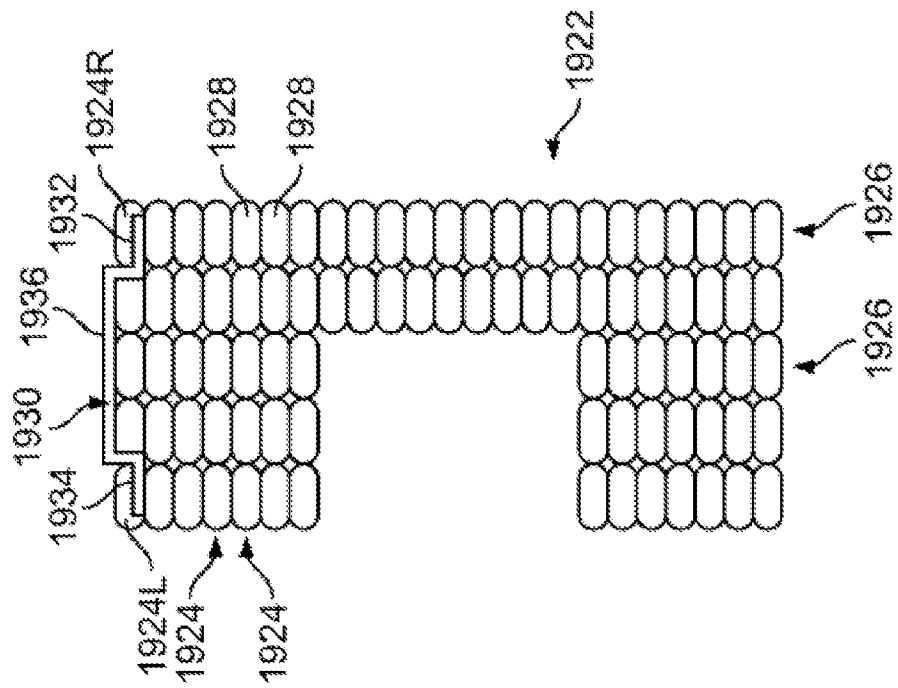


FIGURE 34

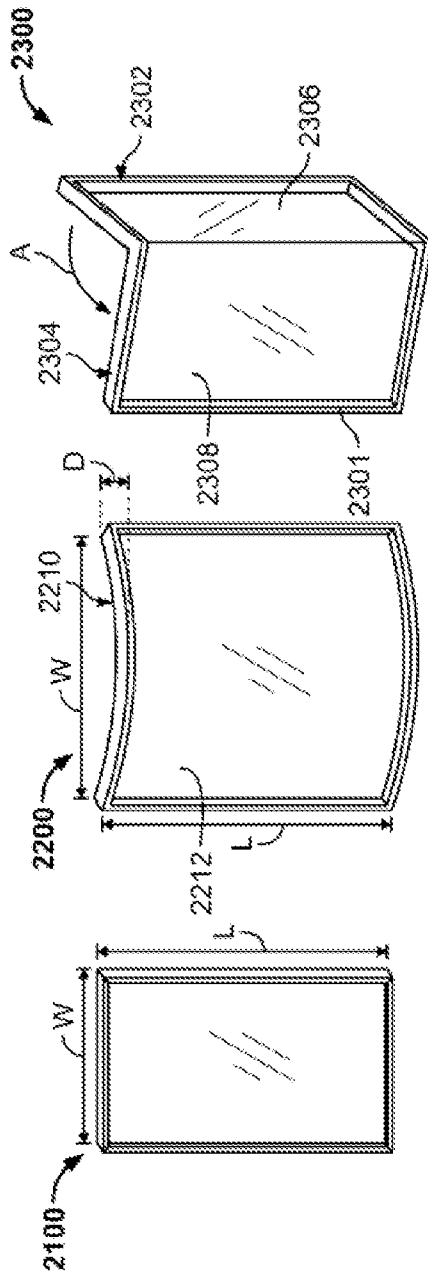


FIGURE 36

FIGURE 37

FIGURE 38

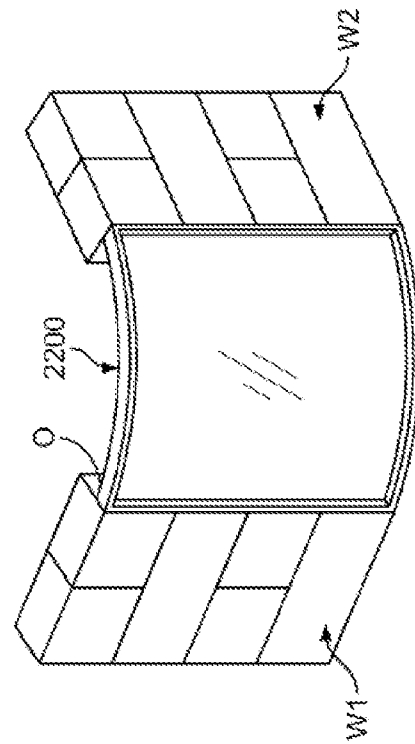


FIGURE 39

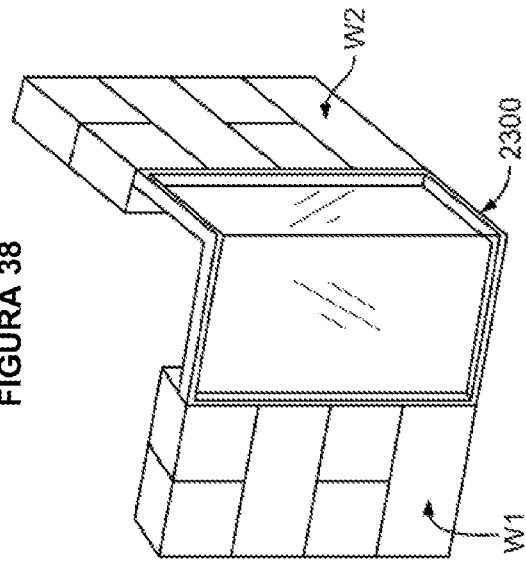


FIGURE 40

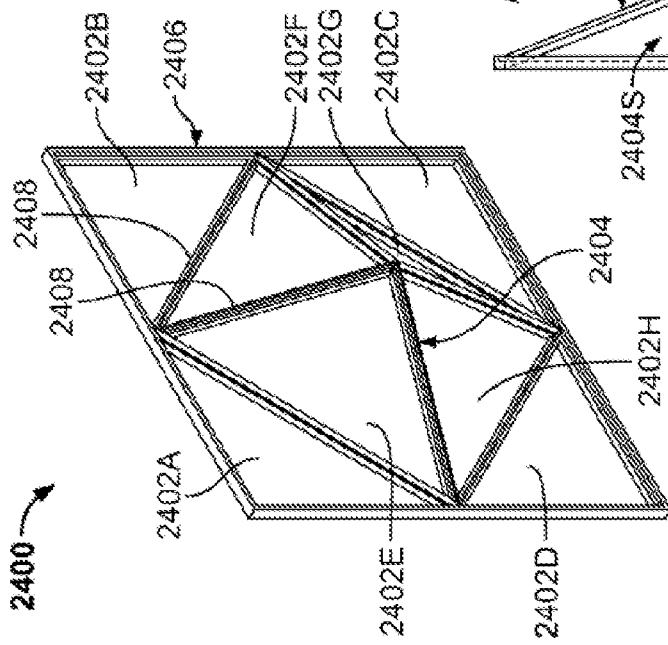


FIGURE 41

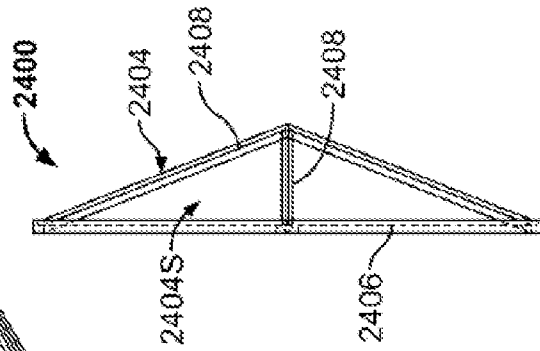


FIGURE 42

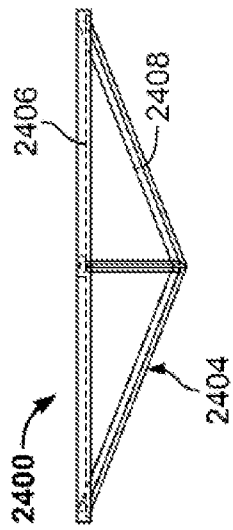


FIGURE 43

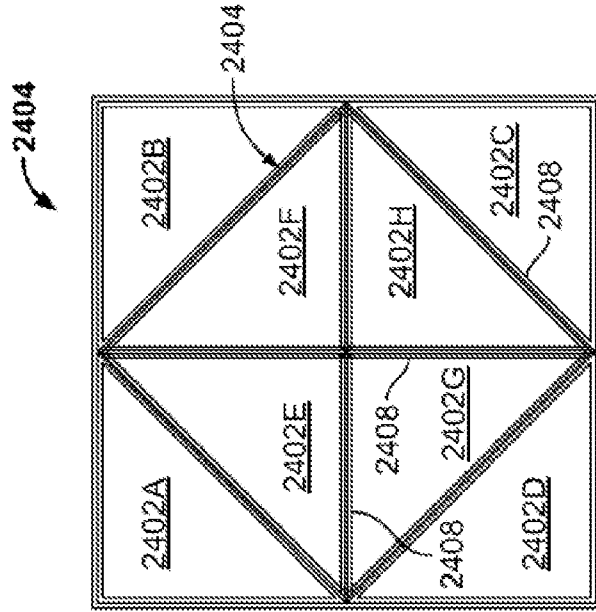


FIGURE 44

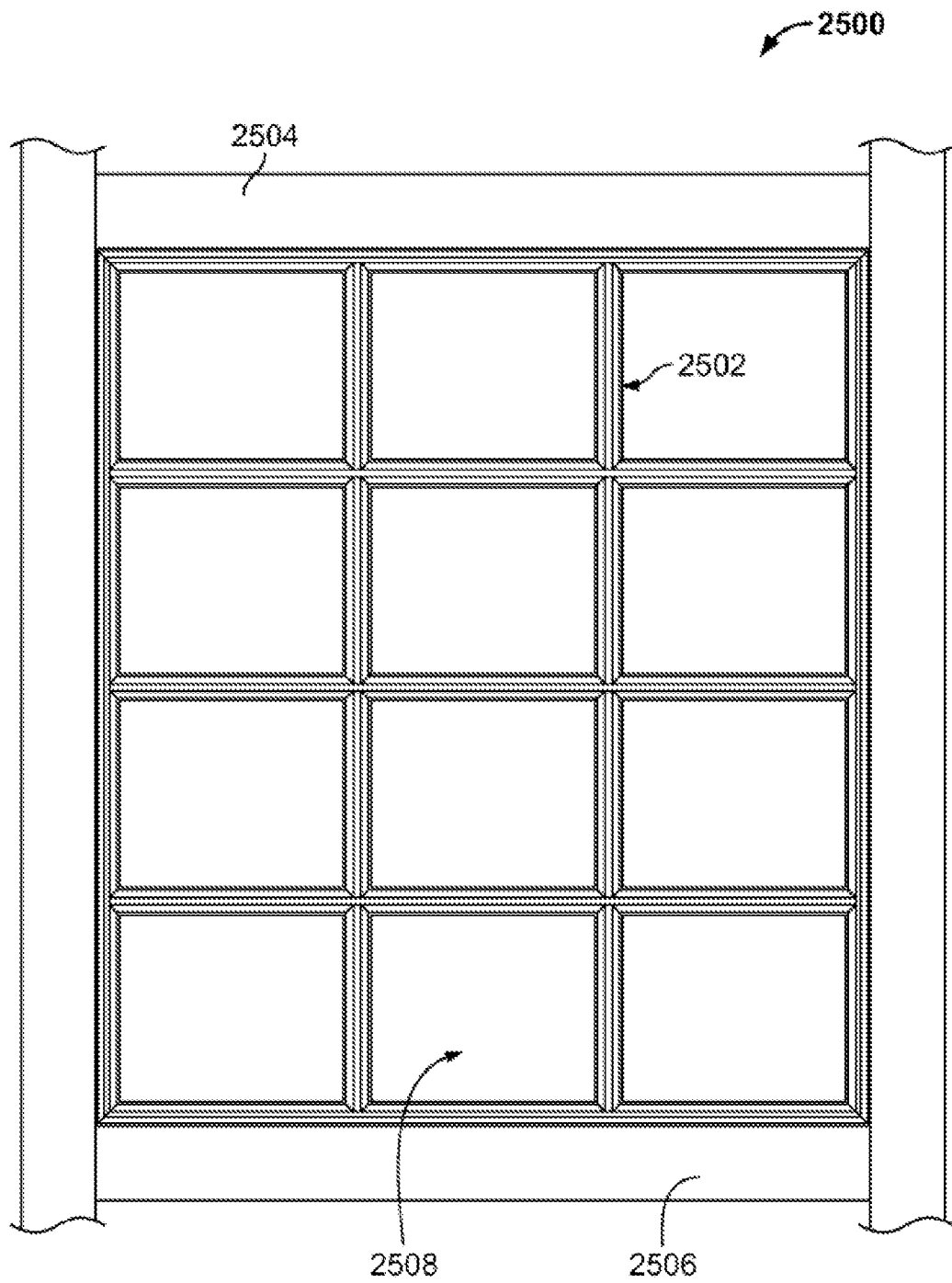


FIGURA 45

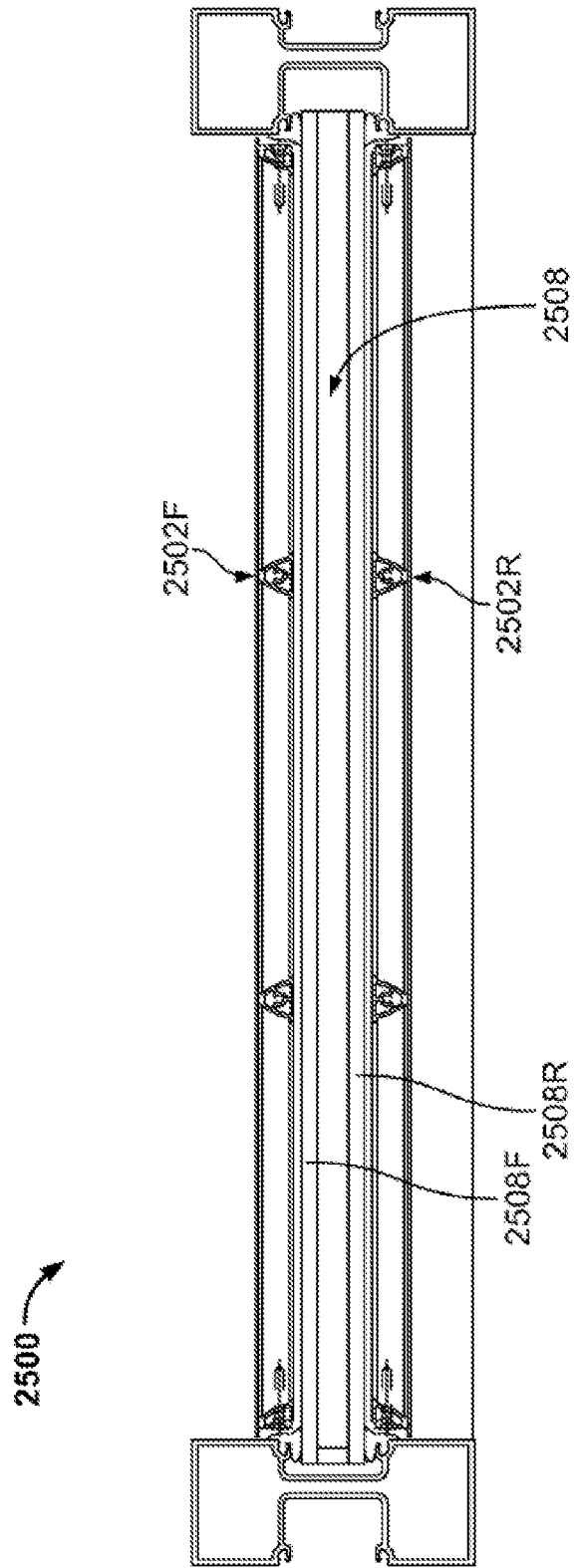


FIGURA 46

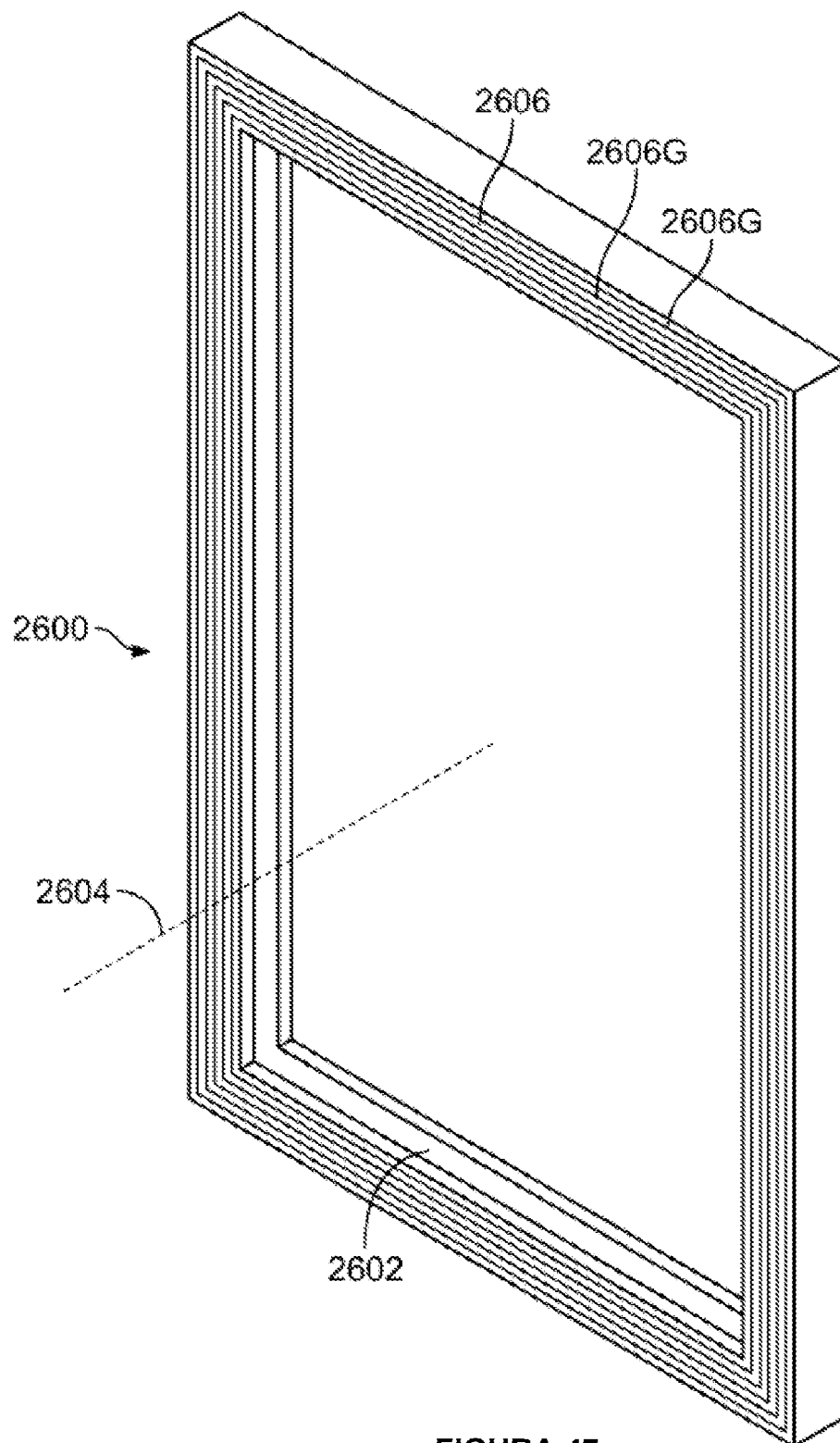


FIGURA 47