

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 480**

51 Int. Cl.:

**B29C 35/02** (2006.01)

**B29C 70/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2017** E 17157275 (3)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018** EP 3210736

54 Título: **Manta del calentador de susceptor inteligente integrado y sistema de despliegue de bolsa de vacío para gran reducción de laminado de revestimiento compuesto**

30 Prioridad:

**29.02.2016 US 201615056509**

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

**04.06.2019**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**HOPKINS, ANDREW M.;  
CARLSEN, JOSHUA P.;  
WILLIAMSON, TAYLOR M.;  
EASTIN, JEFF D.;  
DENNIS, ROBERT D.;  
WILSON, THOMAS D.;  
MORAN, BIANCA M.;  
LARKIN, KARI P.;  
HENRY, JOHN R.;  
JACOB, ISAAC K. y  
KESTNER, JAMES M.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 715 480 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**

Manta del calentador de susceptor inteligente integrado y sistema de despliegue de bolsa de vacío para gran reducción de laminado de revestimiento compuesto.

Campo técnico

5 Las presentes enseñanzas se relacionan con la fabricación de materiales compuestos laminados que incluyen una reducción de un laminado compuesto no curado para formar, por ejemplo, un componente para una aeronave, un vehículo aeroespacial u otro vehículo.

Antecedentes

10 La fabricación de componentes para vehículos tales como aeronaves y vehículos aeroespaciales, vehículos terrestres, etc., a partir de láminas de fibra es bien conocida. Una parte compuesta que incluye una pluralidad de capas o láminas compuestas que se preimpregnan con una resina no curada (es decir, prepregs) se puede ensamblar durante un proceso de período de inactividad. Durante el período de inactividad, diversas capas compuestas no curadas (es decir, 20, 40 o más) se apilan, y luego el aire que puede quedar atrapado entre cada una de las diversas capas puede eliminarse utilizando un vacío durante un proceso de "reducción". Posteriormente, la resina se puede curar en un horno o en una autoclave. Durante el curado de la resina, el componente se apoya en una herramienta de curado que mantiene la forma del componente a la vez que se aplica calor al componente para curar la resina.

15 La reducción y curado de la pluralidad de capas compuestas se puede realizar en una autoclave. Además, se han desarrollado técnicas para la reducción de piezas compuestas sin la necesidad de un horno o autoclave. Por ejemplo, una pluralidad de capas de material compuesto sin curar puede colocarse en una bolsa de vacío y calentarse a una temperatura por debajo de la temperatura de curado. Se aplica un vacío a la bolsa de vacío para eliminar el aire entre cada capa adyacente. La parte de material compuesto reducido puede retirarse de la bolsa de vacío y procesarse de modo que esté lista para calentarse a una temperatura de curado dentro de una autoclave.

20 La reducción de componentes mediante la aplicación de calor dentro de una bolsa de vacío es conveniente y rentable para piezas más pequeñas. Se puede fabricar una manta del calentador relativamente pequeña a un coste razonable y utilizarla para reducir los componentes más pequeños. Sin embargo, este enfoque puede no ser adecuado para algunos componentes, como los componentes de aeronaves (por ejemplo, los estabilizadores horizontales) que pueden fabricarse como una gran estructura sin costura.

25 Por consiguiente, existe la necesidad de un método y un aparato para la reducción de OOA de partes compuestas fuera de la autoclave que empleen herramientas de curado relativamente sencillas y económicas. También existe la necesidad de un método y un aparato del tipo mencionado anteriormente que sea adecuado para procesar piezas a escala relativamente grande fuera de la autoclave utilizando calentamiento por inducción y susceptores inteligentes para proporcionar un control de temperatura preciso y uniforme durante el proceso de reducción.

Resumen

35 A continuación se presenta un resumen simplificado con el fin de proporcionar un entendimiento básico de algunos aspectos de una o más realizaciones de las presentes enseñanzas. Este resumen no es una visión general extensa, ni tiene la intención de identificar elementos claves o críticos de las presentes enseñanzas, ni de delinear el alcance de la divulgación. Más bien, su propósito principal es simplemente presentar uno o más conceptos en forma simplificada como preludeo a la descripción detallada que se presenta más adelante.

40 En una realización, un sistema de despliegue de manta del calentador puede incluir una primera estación de trabajo que incluye un primer conjunto de manta del calentador que incluye una primera manta del calentador de susceptor inteligente, una segunda manta del calentador de susceptor inteligente colocada adyacente a la primera manta del calentador de susceptor inteligente, y una primera superficie de trabajo configurada de tal manera que durante el procesamiento de una primera pieza de trabajo, la primera manta del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente están configuradas para cubrir la primera superficie de trabajo. El sistema de despliegue puede incluir además una segunda estación de trabajo que tiene un segundo conjunto de manta del calentador que tiene una tercera manta del calentador de susceptor inteligente, una cuarta manta del calentador de susceptor inteligente colocada adyacente a la tercera manta del calentador de susceptor inteligente, y una segunda superficie de trabajo configurada de tal manera que durante el procesamiento de una segunda pieza de trabajo, la tercera manta del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta del calentador de susceptor inteligente están configuradas para cubrir la segunda superficie de trabajo. El sistema de despliegue puede incluir además un marco que soporta el primer conjunto de manta del calentador y el segundo conjunto de manta del calentador, y al menos una fuente de alimentación configurada para suministrar energía a la primera estación de trabajo y a la segunda estación de trabajo a partir del marco.

55 En una realización, el marco puede configurarse de tal manera que el primer conjunto de manta del calentador pueda moverse hacia y a partir de la primera superficie de trabajo, y configurarse adicionalmente de manera que el segundo conjunto de manta del calentador pueda moverse hacia y a partir de la segunda superficie de trabajo. El marco puede

incluir además una primera superficie de montaje conectada al primer conjunto de manta del calentador y una segunda superficie de montaje conectada al segundo conjunto de manta del calentador. El sistema de despliegue de manta del calentador puede configurarse de modo que la primera pieza de trabajo pueda procesarse en la primera estación de trabajo solo cuando no se esté procesando una segunda pieza de trabajo en la segunda estación de trabajo.

- 5 En una realización, una base se puede acoplar mecánicamente a la primera superficie de montaje y a la segunda superficie de montaje, en donde la primera superficie de montaje, la segunda superficie de montaje y la base forman un marco en forma de Y.

10 El marco puede ser un marco levantado que tiene una pluralidad de cabrestantes configurados para bajar el primer conjunto de manta del calentador hacia, y levantar el primer conjunto de manta del calentador lejos de la primera superficie de trabajo, y además está configurado para bajar el segundo conjunto de manta del calentador hacia, y levantar el segundo conjunto de manta del calentador lejos de la segunda superficie de trabajo.

15 El sistema de despliegue de manta del calentador puede incluir además una pluralidad de correas de elevación unidas a uno del primer conjunto de manta del calentador y el segundo conjunto de manta del calentador, en donde la pluralidad de cabrestantes está configurada para bajar el primer conjunto de manta del calentador hacia, y levantar el primer conjunto de manta del calentador lejos de la primera superficie de trabajo utilizando la pluralidad de correas de elevación, y además está configurado para bajar el segundo conjunto de manta del calentador hacia, y elevar el segundo conjunto de manta del calentador lejos de, la segunda superficie de trabajo usando la pluralidad de correas de elevación.

20 La primera estación de trabajo puede incluir además una primera bolsa de vacío, y la primera estación de trabajo puede configurarse de manera que la primera bolsa de vacío cubra la primera superficie de trabajo durante el procesamiento de la pieza de trabajo. La segunda estación de trabajo puede incluir una segunda bolsa de vacío, y la segunda estación de trabajo puede configurarse de manera que la segunda bolsa de vacío cubra la segunda superficie de trabajo durante el procesamiento de la segunda pieza de trabajo. El marco puede incluir además una base interpuesta directamente entre la primera estación de trabajo y la segunda estación de trabajo. El sistema de despliegue de manta del calentador puede incluir además una fuente de vacío en comunicación fluida con las bolsas de vacío primera y segunda. La fuente de alimentación y el suministro de vacío se pueden colocar dentro de la base del marco.

30 El sistema de despliegue de manta del calentador puede incluir además al menos un primer sello alargado configurado para mantener un primer vacío entre el primer conjunto de manta del calentador y la primera superficie de trabajo y al menos un segundo sello alargado configurado para mantener un segundo vacío entre el segundo conjunto de manta del calentador y la segunda superficie de trabajo.

35 El sistema de despliegue de manta del calentador puede incluir además una primera capa protectora de liberación que cubre la primera manta del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente. Una segunda capa protectora de liberación puede cubrir la tercera manta del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta del calentador de susceptor inteligente. La primera capa protectora de liberación puede colocarse entre la primera manta del calentador de susceptor inteligente y la primera superficie de trabajo, y la segunda capa protectora puede colocarse entre la segunda manta del calentador de susceptor inteligente y la segunda superficie de trabajo.

40 La primera manta del calentador de susceptor inteligente puede incluir un primer conjunto de cables que incluye un primer cable de susceptor enrollado alrededor de un primer cable de litz, y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente puede incluir un segundo conjunto de cable que incluye un segundo cable de susceptor enrollado alrededor de un segundo cable de litz. Una primera cinta de cable puede incluir el primer conjunto de cable. La primera cinta de cable puede tener una primera longitud a partir de un primer conector a un segundo conector. Una segunda cinta de cable puede incluir el segundo conjunto de cable, y la segunda cinta de cable tiene una segunda longitud a partir de un tercer conector a un cuarto conector. La primera longitud puede variar a partir de la segunda longitud en no más de  $\pm 20\%$ .

50 En otra realización, un método para procesar una primera pieza de trabajo y una segunda pieza de trabajo puede incluir colocar una primera pieza de trabajo sobre una primera superficie de trabajo de una primera estación de trabajo, moviendo un primer conjunto de manta del calentador que tenga una primera manta del calentador de susceptor inteligente, una segunda manta del calentador de susceptor inteligente, y una primera bolsa de vacío a partir de una primera posición alejada de la primera pieza de trabajo hasta una segunda posición próxima a la primera pieza de trabajo, y alimentando la primera manta del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente para calentar la primera pieza de trabajo. El método puede incluir además la aplicación de un primer vacío a la primera bolsa de vacío para eliminar un gas de la primera pieza de trabajo, colocar una segunda pieza de trabajo en una segunda superficie de trabajo de una segunda estación de trabajo y mover un segundo conjunto de manta del calentador que tenga una tercera manta del calentador de susceptor inteligente, una cuarta manta del calentador de susceptor inteligente, y una segunda bolsa de vacío a partir de una tercera posición alejada de la segunda pieza de trabajo hasta una cuarta posición próxima a la segunda pieza de trabajo. Además, el método puede incluir alimentar la tercera manta del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta del calentador de

5 susceptor inteligente para calentar la segunda pieza de trabajo y aplicar un segundo vacío a la segunda bolsa de vacío para eliminar el gas de la segunda pieza de trabajo. La primera estación de trabajo puede colocarse adyacente a la segunda estación de trabajo, y la alimentación de la primera manta del calentador de susceptor inteligente, la segunda manta del calentador de susceptor inteligente, la tercera manta del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta del calentador de susceptor inteligente se puede realizar usando una fuente de potencia soportada por un marco. La aplicación del vacío a la primera bolsa de vacío y la segunda bolsa de vacío puede realizarse utilizando una fuente de vacío soportada por el marco.

10 El método puede incluir además mover una primera superficie de montaje del marco que está unida al primer conjunto de manta del calentador durante el movimiento del primer conjunto de manta del calentador, y mover una segunda superficie de montaje del marco que está unida al segundo conjunto de manta del calentador durante el movimiento del segundo conjunto de manta del calentador. El marco puede configurarse de modo que la primera superficie de montaje del marco y el primer conjunto de manta del calentador se puedan mover a partir de la primera posición a la segunda posición solo cuando se mueven la segunda superficie de montaje y el segundo conjunto de manta del calentador a partir de la cuarta posición a la tercera posición. En una realización, durante la aplicación del vacío a la primera bolsa de vacío, el vacío no puede aplicarse a la segunda bolsa de vacío. En otra realización, el marco puede configurarse de tal manera que la primera superficie de montaje del marco y el primer conjunto de manta del calentador puedan moverse a partir de la primera posición a la segunda posición independientemente del movimiento de la segunda superficie de montaje y el segundo conjunto de manta del calentador. La primera pieza de trabajo puede incluir una pluralidad de primeras capas de material compuesto sin curar, la segunda pieza de trabajo puede incluir una pluralidad de segundas capas de material compuesto sin curar, y el método puede incluir además la reducción de la primera pieza de trabajo durante la aplicación del vacío a la primera bolsa de vacío y la reducción de la segunda pieza de trabajo durante la aplicación del vacío a la segunda bolsa de vacío.

Breve descripción de los dibujos

25 Los dibujos adjuntos, los cuales se incorporan en y constituyen una parte de esta especificación, ilustran realizaciones de las presentes enseñanzas y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la divulgación. En las Figuras:

La Figura 1 es una representación en perspectiva de un conjunto de cable que incluye un cable de litz y un cable de susceptor de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

30 La Figura 2 es una representación en perspectiva de una cinta de cable que incluye una pluralidad de conjuntos de cable de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

La Figura 3 es una vista en planta de una manta del calentador de susceptor inteligente de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

La Figura 4 es una vista en planta que representa dos o más mantas del calentador de susceptor inteligente adyacentes de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

35 La Figura 5 es una representación esquemática de un conjunto de procesamiento tal como un aparato de reducción de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

La Figura 6 es una vista en planta esquemática que representa una parte de una manta del calentador de susceptor inteligente de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

40 La Figura 7 es una vista en planta esquemática que representa dos o más mantas del calentador de susceptor inteligente para conectarse en serie de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

La Figura 8 es una vista en planta esquemática que representa dos o más mantas del calentador de susceptor inteligente para conectarse en paralelo de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

La Figura 9 es una vista en planta que representa una pluralidad de mantas del calentador de susceptor inteligente y una parte compuesta sin curar para ser reducida de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

45 La Figura 10 es una sección transversal que representa una pluralidad de mantas del calentador de susceptor inteligente y una parte de material compuesto sin curar que se debe reducir de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

La Figura 11 es una sección transversal de un conjunto de manta del calentador y capas compuestas a procesar dentro del conjunto de manta del calentador;

50 La Figura 12 es una representación en perspectiva esquemática de un aparato de manta del calentador que incluye una pluralidad de mantas del calentador de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas;

La Figura 13 representa una parte de la estructura de la Figura 12 antes de unir la pluralidad de mantas del calentador;

La Figura 14 es una sección transversal de una parte de la estructura de la Figura 12;

La Figura 15 es una sección transversal de la estructura de la Figura 12 durante la reducción u otro procesamiento;

La Figura 16 es una representación en perspectiva de enrutamiento de potencia y vacío a la estructura de la Figura 12;

5 La Figura 17 es una vista lateral de un sistema de despliegue de manta del calentador en una primera posición, y

La Figura 18 es una vista lateral del sistema de despliegue de manta del calentador en una segunda posición, de acuerdo con las presentes enseñanzas;

La Figura 19 es una vista lateral de otro sistema de despliegue de manta del calentador de acuerdo con las presentes enseñanzas;

10 La Figura 20 es una vista lateral de otro sistema de despliegue de manta del calentador de acuerdo con las presentes enseñanzas;

La Figura 21 es un diagrama de flujo de un método de acuerdo con las enseñanzas actuales; y

La Figura 22 es una vista lateral de una aeronave que incluye una o más partes compuestas formadas usando una realización de las presentes enseñanzas.

15 Cabe señalar que algunos detalles de las Figuras se han simplificado y se han diseñado para facilitar la comprensión de las enseñanzas actuales en lugar de mantener una precisión estructural, un detalle y una escala estrictos.

Descripción detallada

Ahora se hará referencia en detalle a realizaciones de ejemplo de las presentes enseñanzas, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos que se acompañan. Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos números de referencia  
20 en todos los dibujos para referirse a partes iguales o similares.

Se describe una manta del calentador de susceptor inteligente (en adelante, "manta del calentador") para el curado fuera de la autoclave (OOA) de un parche compuesto, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos 9,174,398. La manta del calentador de la patente de ejemplo se puede usar para curar un parche en un área de retrabajo relativamente pequeña.

25 Una realización de las presentes enseñanzas puede proporcionar un método y un aparato para procesar grandes componentes de OOA, por ejemplo, la reducción de una parte de material compuesto sin curar. El método y el aparato pueden permitir la reducción de OOA de una parte compuesta a gran escala, por ejemplo, una pluralidad de capas compuestas sin curar que tienen un tamaño (por ejemplo, un perímetro, huella o dimensión exterior) que anteriormente requerían una reducción u otro procesamiento dentro de una autoclave debido al tamaño u otros factores  
30 contribuyentes. Con el procesamiento previo, aumentar el tamaño de la manta para acomodar piezas compuestas a gran escala presenta diversos desafíos. Por ejemplo, una manta del calentador grande requiere un cableado interno largo con una resistencia eléctrica alta y, por lo tanto, requiere una fuente de alimentación de corriente elevada para alimentar suficientemente la manta, lo cual es costoso. Además, las mantas del calentador de susceptor inteligente muy grandes son caras de fabricar, y el coste de desechar una manta del calentador de susceptor inteligente no  
35 reparable también es costoso. Por lo tanto, los componentes grandes con mayor frecuencia se han reducido y curado dentro de una autoclave. Sin embargo, el procesamiento de la autoclave también es costoso, ya que un gran volumen de gas de proceso, como el nitrógeno, debe calentarse, enfriarse y recalentarse durante la reducción de una pieza compuesta a gran escala dentro de una autoclave. También hay un coste sustancial de capital y tiempo de flujo de fabricación asociado con el uso de una autoclave.

40 Una realización de las presentes enseñanzas puede incluir un aparato de procesamiento que incluye una pluralidad de mantas del calentador interconectadas. Si bien las presentes enseñanzas se describen en general con referencia a un proceso de reducción por simplicidad, se entenderá que también se contempla otro procesamiento, tal como el curado.

45 El aparato de reducción puede incluir un diseño eléctrico particular que requiere una fuente de alimentación de corriente relativamente baja y tiene una interferencia eléctrica baja entre mantas del calentador adyacentes. En una realización, el aparato de reducción puede incluir al menos dos (es decir, dos o más) mantas del calentador, por ejemplo, 8, 12, 16, 20 o más mantas del calentador interconectadas, dependiendo el número de mantas del calentador interconectadas, por ejemplo, en el tamaño de las mantas del calentador y el tamaño de la pieza compuesta que se está reduciendo. Un diseño de manta del calentador modular de acuerdo con una realización de las presentes  
50 enseñanzas puede facilitar el reemplazo y la potenciación de los componentes del aparato a un coste reducido en comparación con los diseños de manta del calentador individuales.

Se apreciará que los ensamblajes reales representados por las Figuras pueden incluir otras estructuras que no se han representado por simplicidad, y esas estructuras representadas pueden eliminarse o modificarse.

La Figura 1 es una representación en perspectiva de una parte de un conjunto 100 de cable de manta del calentador que incluye un cable 102 de litz y un cable 104 de susceptor que puede enrollarse alrededor del cable 102 de litz en una hélice o espiral para formar una pluralidad de devanados de susceptor alrededor del cable de litz. Como se conoce en la técnica, el cable 102 de litz incluye una pluralidad de cables 106 eléctricamente conductivos aislados eléctricamente entre sí, y un aislante 108 eléctrico interpuesto entre el cable 104 de susceptor y la pluralidad de cables 106 conductivos. En una realización, el conjunto 100 de cable puede tener un diámetro de aproximadamente 0.04" a aproximadamente 0.08", o aproximadamente 0.06", medido en una superficie exterior del cable 104 de susceptor, aunque se contemplan otras dimensiones. El conjunto 100 de cable incluye un primer extremo y un segundo extremo opuesto al primer extremo, en donde el conjunto 100 de cable se extiende a partir del primer extremo hasta el segundo extremo. La longitud del conjunto 100 de cable dependerá del tamaño de la manta del calentador del que forma parte, pero, en una realización, el conjunto 100 de cable puede tener una longitud de unos 5 pies a unos 100 pies.

La Figura 2 es una representación en perspectiva recortada de una parte de una cinta 200 de cable que incluye una pluralidad de conjuntos 100 de cable separados individuales. La pluralidad de conjuntos 100 de cable puede encapsularse o encerrarse entre sí dentro de un aglutinante 202 eléctricamente aislante y térmicamente conductivo tal como aglutinante de silicona. En una realización, el aglutinante 202 puede tener un grosor de aproximadamente 0.025" a aproximadamente 0.25", u otro grosor que sea adecuado para la transferencia de energía térmica generada dentro de los cables de susceptor por el flujo de corriente a través de los cables de litz a una pieza de trabajo adyacente. La cinta 200 de cable puede incluir cualquier número de conjuntos 100 de cable, por ejemplo, al menos dos, o hasta 10 o más conjuntos 100 de cable. La cinta 200 de cable puede tener un ancho de aproximadamente 0.5" a aproximadamente 12", o de aproximadamente 0.5" a aproximadamente 12", o a partir de aproximadamente 2" a aproximadamente 12", o a partir de aproximadamente 0.5" a aproximadamente 6.0", u otro ancho adecuado que dependa, por ejemplo, de restricciones de tamaño, restricciones eléctricas, la cantidad de conjuntos de cable 100 dentro de la cinta 200 de cable, etc.

La Figura 3 es una vista en planta que representa una manta 300 del calentador que incluye la cinta 200 de cable de la Figura 2. Para ilustración, la cinta 200 de cable de la Figura 3 incluye cuatro conjuntos 100A-100D de cables. La manta 300 del calentador puede incluir un sustrato 302 de manta. En una realización, el sustrato 302 de manta puede incluir una capa de aglutinante de silicona a la que se une la cinta de cable usando un accesorio tal como un adhesivo. En otra realización, el sustrato 302 de manta puede incluir dos capas de aglutinante de silicona, en donde la cinta 200 de cable está interpuesta entre las dos capas. En cualquier caso, la cinta de cable se coloca para extenderse hacia adelante y hacia atrás (es decir, una serpentina) a través de la manta del calentador como se muestra en la Figura 3. A la vez que la cinta 200 de cable en la Figura 3 se representa con tres giros de 180° por simplicidad dada la escala de la figura, se apreciará que una cinta 200 de cable puede incluir, por ejemplo, entre seis y doce giros de 180°, u ocho o más giros de 180° a la vez que serpentea a través de la manta 300 del calentador. Además, la cinta 200 de cable puede formarse como una cinta recta y doblarse en un patrón deseado para formar la manta 300 del calentador, y puede extenderse a través de la manta 300 del calentador en otros patrones. En general, la cinta 200 de cable puede cubrir un porcentaje adecuado del área de la superficie de la manta del calentador, el perímetro o la huella para mantener el calentamiento uniforme del artículo que se está reduciendo durante el proceso de reducción.

La manta 300 del calentador incluye además un primer conector 304 eléctrico unido al primer extremo de cada conjunto 100 de cable y un segundo conector 306 eléctrico unido al segundo extremo de cada conjunto de cable. En una realización, el primer conector 304 eléctrico puede ser un conector de tipo macho y el segundo conector eléctrico puede ser un conector de tipo hembra. El par de conectores 304, 306 permiten que una fuente de alimentación se conecte eléctricamente a cada uno de los conjuntos 100A-100D de cables utilizando una conexión en serie o una conexión en paralelo como se describe a continuación. Se pueden fabricar dos o más mantas 300 del calentador.

Se pueden ensamblar dos o más mantas 300 del calentador de la Figura 3 para formar un componente del aparato de reducción como se muestra en la Figura 4, el cual representa una primera manta 300 del calentador y una segunda manta 300 del calentador principal (300'), las cuales pueden ser idénticas o pueden variar en forma. Sin embargo, en general, la longitud de la cinta 200 de cable dentro de cada manta del calentador puede ser similar, de manera que ambas o todas las mantas del calentador se emparejen con respecto a los requisitos de energía. En una realización, la cinta 200 de cable dentro de cada manta 300 de calentador puede fabricarse de tal manera que la longitud de todas las cintas de cable varíe en no más de aproximadamente un  $\pm 10\%$  de una longitud objetivo. En otras palabras, la cinta de cable más corta puede tener una longitud no mayor a 0.9 veces la longitud objetivo de todas las cintas de cable para el aparato de reducción, y la cinta de cable más larga puede tener una longitud no más de 1.1 veces la longitud objetivo. Esto garantiza que todas las mantas del calentador dentro del aparato de reducción funcionen con características de calentamiento y enfriamiento similares, de modo que se pueda mantener una temperatura uniforme y predecible en todo el artículo que está siendo reducido. En otras realizaciones, la cinta 200 de cable dentro de cada manta 300 de calentador puede fabricarse de tal manera que la longitud de todas las cintas de cable varíe en no más del  $\pm 20\%$ , o no más de  $\pm 15\%$ . En otras realizaciones, la variación en longitud puede no ser una consideración de diseño.

La Figura 5 es un diagrama de bloques de un aparato de manta 500 del calentador que puede ser parte de un aparato de reducción. A la vez que la representación de la Figura 5 incluye dos mantas 300, 300' del calentador para reducir una parte de material compuesto un curado de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas, se entenderá que un aparato de manta 500 del calentador puede incluir cualquier número de mantas del calentador. La

Figura 5 muestra una o más fuentes 502, 502' de alimentación que incluyen una entrada 504 y una salida 506. Como se describe a continuación, una fuente 502 de alimentación puede alimentar todas las mantas 300, 300' del calentador, o las fuentes 502, 502' de alimentación separadas pueden alimentar cada manta 300, 300' del calentador. La Figura 5 representa además una caja 508 de conexiones que tiene una entrada (por ejemplo, la salida 506 de la fuente 502 de alimentación). La caja de conexiones proporciona una primera entrada/salida 510 a cada uno de los primeros conectores 304, y una segunda entrada/salida a cada uno de los segundos conectores 306. Las entradas/salidas 510, 512 de la caja 508 de conexiones dependerán del diseño particular o la configuración del aparato 500 de manta del calentador como se describe a continuación. Las mantas 300, 300' del calentador están acopladas eléctricamente y reciben alimentación a través de las entradas/salidas 510, 512 de la caja 508 de conexiones a través de los conectores 304, 306 eléctricos como se muestra.

La Figura 5 representa además una pluralidad de sensores 514 térmicos tales como termopares. Los sensores 514 térmicos están en comunicación 516 térmica con una o más de las mantas 300, 300' del calentador. En una realización, una pluralidad de los sensores térmicos se encuentra en la proximidad térmica de cada una de las mantas 300, 300' para monitorizar la temperatura de las mantas 300, 300' y ayudar a mantener un rango de temperatura uniforme de la manta del calentador durante el arranque. Los sensores 514 térmicos pueden transferir datos de temperatura a un controlador 518, por ejemplo, a través de una conexión por cable o inalámbrica o una interfaz 520. El controlador 518 está en comunicación eléctrica con, y controla, la fuente de alimentación a través de, por ejemplo, un cable 522 de comunicación.

El controlador 518 maestro puede estar acoplado eléctricamente con, y controlar, una pluralidad de controladores 524, 524' esclavos. Cada controlador 524, 524' esclavo está acoplado eléctricamente con una de las mantas 300, 300' del calentador respectivamente. Cada controlador 524, 524' esclavo monitoriza y controla una de las mantas 300, 300' del calentador. Además, cada controlador 524, 524' esclavo puede recibir datos e instrucciones a partir del controlador 518 maestro, y puede pasar datos operativos relativos a las mantas 300, 300' del calentador al controlador 518 maestro. El controlador 518 maestro puede controlar la salida 506 a partir de las fuentes 502, 502' de alimentación basado en los datos operativos de la manta del calentador.

Durante el uso, cada cable 102 de litz de cada cinta 200 de cable está acoplado eléctricamente con la fuente 502 de alimentación. La corriente de la fuente 502 de alimentación que fluye a través del cable 102 de litz genera un campo magnético dentro de cada cable 104 de susceptor de cada cinta 200 de cable de cada manta 300 del calentador. El campo magnético, a su vez, genera calor dentro de la cinta 200 de cable que de ese modo calienta cada manta 300 del calentador. El cable de susceptor incluye una temperatura de Curie ( $T_c$ ), donde la temperatura de Curie resulta, al menos en parte, de la composición particular del cable de susceptor. El calentamiento inductivo del cable de susceptor puede reducirse cuando el manguito de susceptor se vuelve no magnético al alcanzar la temperatura de Curie. La reducción en el calentamiento del manguito de susceptor puede resultar en la reducción del calentamiento conductivo de la estructura. A baja temperatura, la permeabilidad magnética del cable 104 de susceptor es alta y, por lo tanto, la profundidad del revestimiento del cable 104 de susceptor es pequeña y el campo magnético induce fuertes corrientes eddy que tienen una salida térmica relativamente alta que calienta la manta 300 del calentador. En la medida que la temperatura del cable 104 de susceptor aumenta, la permeabilidad magnética del cable 104 de susceptor disminuye a un valor más bajo y la profundidad del revestimiento del cable 104 de susceptor aumenta. A altas temperaturas, la profundidad del revestimiento es mayor que el radio del cable 104 de susceptor, y las corrientes eddy dentro del cable 104 de susceptor interfieren entre sí, lo que debilita las corrientes eddy. Las corrientes eddy más débiles tienen una salida térmica relativamente baja y, por lo tanto, la manta 300 del calentador genera menos calor. Cada parte del cable 104 de susceptor se convierte así en su propio regulador de temperatura para mantener una temperatura uniforme sin alterar la corriente aplicada al cable 102 de litz. La temperatura de autorregulación se produce local y continuamente a lo largo de cada cinta 200 de cable, de manera que la temperatura deseada dentro de un rango de temperatura se mantiene en todos los lugares a lo largo de la cinta 200 de cable y, por lo tanto, a través del área de la manta 300 del calentador. A menos que se indique lo contrario, como se usa en este documento, los términos "manta inteligente del calentador de susceptor", "manta del calentador de susceptor", y "manta del calentador" se relacionan a una manta del calentador que es capaz de autorregular la temperatura.

Como se representa en la Figura 4, al menos dos mantas 300, 300' del calentador se colocan adyacentes entre sí durante una operación de reducción, por ejemplo, para aumentar el área que se puede eliminar simultáneamente. Las dos o más mantas 300, 300' del calentador pueden acoplarse eléctricamente, ya sea en serie o en paralelo, y a la fuente 502 de alimentación como se describe a continuación.

Las flechas posicionadas cerca de cada conector 304, 306 en cada conjunto 100 de cable de la Figura 4 representan una dirección del flujo de corriente AC en un punto dado en el tiempo que proporciona una polaridad de corriente para cada conjunto 100 de cable y, más particularmente, a través de cada cable 102 de litz de cada conjunto 100 de cable. La corriente se aplica a cada cable 102 de litz de forma que la corriente fluye en una dirección opuesta a la dirección del flujo de corriente a través de cada cable 102 de litz adyacente. En otras palabras, durante el uso, la corriente en cada segmento de cable está desfasada 180° con cada segmento de cable adyacente. Como se representa en la Figura 4, la corriente fluye a partir del primer conector 304 hacia el segundo conector 306 para los conjuntos 100A y 100C de cable, y la corriente fluye hacia el primer conector 304 y a partir del segundo conector 306 para los conjuntos 100B y 100D de cable. En otras palabras, la corriente fluye en una primera dirección para los conjuntos 100A y 100C de cable (en general se representan como líneas discontinuas relativamente más largas) y en una segunda dirección

para sus respectivos conjuntos 100B y 100D de cable adyacentes (en general se representan como líneas discontinuas relativamente más cortas), en donde la segunda dirección es opuesta a la primera dirección.

Además, como se representa en la Figura 4, para propósitos de la descripción, cada cinta 200, 200' de cable puede incluir una pluralidad de segmentos o piernas 400, 400' paralelas principales que están posicionadas adyacentes a al menos otro segmento 400, 400' principal. Como se muestra, el segmento 400 principal más a la derecha para la manta 300 del calentador se coloca adyacente a, y es paralelo al segmento 400' principal más a la izquierda para la manta 300' del calentador, de manera que el conjunto 100A de cable se coloca adyacente al conjunto 100A' de cable. Como se muestra, el flujo de corriente a través del conjunto 100A de cable en el segmento 400 principal más a la derecha es opuesto al flujo de corriente a través del conjunto 100A' de cable en el segmento 400' principal más a la izquierda. Sin embargo, se realizará de que esto ocurre particularmente cuando ambas mantas están conectadas a la misma fuente de alimentación. En general, dos o más fuentes de alimentación operarán a frecuencias algo diferentes y, por lo tanto, en este ejemplo, la corriente en el segmento 400 principal más a la derecha estará en la dirección opuesta solo la mitad del tiempo. Esto conducirá a al menos un pequeño aumento en los campos magnéticos.

El mantenimiento del flujo de corriente en direcciones opuestas para todos los conjuntos 100A-100D, 100A'-100D' de cable adyacentes garantiza que cualquier campo magnético no absorbido por los devanados de susceptor se minimice mediante la cancelación de un campo opuesto generado por los dos segmentos 400 principales adyacentes. Este elemento de diseño específico de las mantas 300 del calentador individuales de susceptor inteligentes, al menos en parte, permite colocar dos o más mantas 300 directamente adyacentes entre sí sin causar o provocar interferencias electromagnéticas o térmicas que podrían afectar el calentamiento de la manta 300 del calentador, el aparato de reducción en general, y cualquier elemento que se calienta de ese modo.

Se contemplan diversas configuraciones de conexión para acoplar eléctricamente cada manta del calentador con la fuente de alimentación y/o la caja de conexiones. En una realización como se representa en la Figura 6, se puede usar un par de tipos de conectores en cada extremo de la cinta 200 de cable. En esta realización, los cables de litz que tienen la misma polaridad (por ejemplo, la misma dirección del flujo de corriente) se agrupan en el mismo conector para permitir una conexión eléctrica adecuada a mantas adyacentes o acoplamiento eléctrico a la fuente de alimentación. En la Figura 6, el conector 600 es un conector hembra que tiene una polaridad negativa (es decir, el flujo de corriente hacia el conector) que está conectado a un primer extremo de los conjuntos 100B y 100D de cable, el conector 602 es un conector macho que tiene una polaridad positiva (es decir, flujo de corriente lejos del conector) que está conectado a un segundo extremo de los conjuntos 100B y 100D de cable, el conector 604 es un conector hembra que tiene una polaridad negativa que está conectada a un primer extremo de los conjuntos 100A y 100C de cable, y el conector 606 es un conector macho que tiene una polaridad positiva que está conectada a un segundo extremo de los conjuntos 100A y 100C de cable.

La Figura 7 representa la manta 300 del calentador (por ejemplo, una primera manta del calentador) de la Figura 6, ya que se puede acoplar eléctricamente con una segunda manta 300' del calentador mediante una conexión eléctrica en serie (es decir, en serie). Los conectores 600, 606 de la primera manta 300 del calentador y los conectores 602', 604' de la segunda manta 300' del calentador están conectados eléctricamente o acoplados a la fuente 502 de alimentación y/o la caja 508 de conexiones, por ejemplo, a través de conectores eléctricos como se muestra. Los conectores 602, 604 de la primera manta 300 del calentador están conectados eléctricamente a los conectores 600', 606' de la segunda manta 300' del calentador como se muestra.

La Figura 8 muestra la primera manta 300 del calentador, ya que se puede acoplar eléctricamente a la segunda manta 300' del calentador mediante una conexión eléctrica paralela (es decir, en paralelo). Cada uno de los conectores 600-606, 600'-606' eléctricos están conectados eléctricamente o acoplados a la fuente 502 de alimentación y/o a la caja 508 de conexiones, por ejemplo, a través de conectores eléctricos como se muestra. En una realización, cada fuente 502 de alimentación de la Figura 8 es la misma fuente 502 de alimentación. En otra realización, cada fuente 502 de alimentación de la Figura 8 es una fuente 502 de alimentación diferente, por ejemplo, para reducir los requisitos actuales para cada fuente de alimentación.

La Figura 9 es una vista en planta, y la Figura 10 es una sección transversal, de un conjunto de reducción que incluye una pluralidad de mantas 300A-300P del calentador durante el uso, y una pieza de material compuesto sin curar o un artículo 900 a reducir. En esta realización, 16 mantas del calentador (por ejemplo, correspondientes a 16 zonas de calentamiento) 300A-300P se colocan adyacentes entre sí y se acoplan eléctricamente a una fuente de alimentación, por ejemplo, como se describe anteriormente o utilizando otro diseño de conexión. En una realización, cada manta 300A-300P del calentador se puede conectar a una fuente de alimentación diferente como se describe anteriormente, por ejemplo, para reducir los requisitos de corriente. A la vez que la Figura 10 muestra las mantas 300A-300P del calentador que recubren la parte 900 compuesta, la parte 900 compuesta puede colocarse sobre las mantas 300A-300P del calentador. Se observará que las mantas del calentador también pueden colocarse sobre y debajo de la parte 900 compuesta durante la reducción. Además, a la vez que la parte 900 compuesta de la Figura 10 representa cuatro capas 900A-900D laminadas tales como preimpregnadas, se apreciará que la parte 900 compuesta puede incluir cualquier número de capas laminadas a laminar juntas, por ejemplo, 40 o más capas. Además, la parte 900 compuesta puede incluir un prepreg tejido tridimensional (3D) en lugar de un laminado.



- En la Figura 9, la pluralidad de mantas 300A-300P del calentador incluye formas individualizadas que están diseñadas para adaptarse a la forma de la parte 900 compuesta que se está reduciendo. Cada manta del calentador de la pluralidad de mantas 300A-300P del calentador puede tener la misma o diferente longitud y forma perimetral que todas las demás mantas 300A-300P del calentador. Algunas mantas del calentador de la pluralidad de mantas 300A-300P del calentador pueden tener las mismas longitudes y formas perimetrales que otras mantas 300A-300P del calentador, a la vez que otras mantas del calentador tienen diferentes formas y longitudes perimetrales que otras mantas 300A-300P del calentador. En una realización, cada manta 300A-300P del calentador puede tener una cinta 200 de cable como se describe anteriormente. En una realización que incluye solo una fuente de alimentación que alimenta cada manta 300A-300P del calentador, cada cinta de cable para cada manta 300A-300P del calentador puede diseñarse para que tenga una longitud que no varíe más del  $\pm 20\%$ , o no más del  $\pm 15\%$ , o no más del  $\pm 10\%$  de un valor objetivo común, de manera que los requisitos de energía para cada manta 300A-300P del calentador correspondan y sean similares a todas las demás mantas 300A-300P del calentador. La pluralidad de mantas 300A-300P del calentador puede unirse mecánicamente a una superficie de montaje o soporte 1000 utilizando, por ejemplo, una pluralidad de sujetadores 1002 (representados solo en la manta 300E del calentador en la Figura 10 por simplicidad). Los sujetadores 1002 pueden mantener cada manta en una posición fija con relación a una o más mantas adyacentes. La parte 900 compuesta puede descansar sobre una base o superficie 1004 de trabajo, tal como un mandril de bandeja contorneada, durante la reducción. En una realización en donde cada manta 300A-300P del calentador es alimentada por una fuente de alimentación independiente, la salida de todas las fuentes de alimentación puede ser la misma, o la salida puede coincidir con el requisito de la manta del calentador que es alimenta.
- En una realización, la parte 900 compuesta puede colocarse en una bolsa 1006 de vacío que está unida a una fuente 1008 de vacío durante la reducción. Durante una operación de reducción, se aplica energía eléctrica a cada una de las mantas 300A-300P del calentador a la vez que se aplica un vacío a la bolsa 1006 de vacío por la fuente 1008 de vacío. Las mantas 300A-300P del calentador pueden estar diseñadas para alcanzar y mantener una temperatura objetivo de tal manera que se cumplan los requisitos para reducir la parte 900 compuesta, y por lo tanto, calentar la parte 900 compuesta a una temperatura deseada. El efecto de susceptor inteligente proporciona un control de temperatura localizado para tener en cuenta las variaciones en la carga térmica.
- En una realización, cada una de las 16 mantas del calentador puede controlarse mediante el uso de 16 controladores 524 esclavos (Figura 5), en donde cada controlador 524 esclavo controla y supervisa una de las mantas 300A-300P del calentador. En una realización, el controlador 518 maestro (Figura 5) puede definir una rampa de temperatura de cada manta 300A-300P del calentador, ya sea directamente o a través de los controladores 524 esclavos, hasta que cada manta 300A-300P del calentador alcance un objetivo de temperatura o punto de ajuste. Los 16 controladores esclavos alimentan las 16 mantas del calentador a través de un circuito de control de retroalimentación con base en los valores de temperatura dentro de cada zona medida, por ejemplo, usando sensores 514 térmicos. El software dentro del controlador 518 puede incluir un algoritmo de software que analice múltiples temperaturas en cada zona. La temperatura más alta de una pluralidad de puntos de medición se puede usar para el control en cada punto en el tiempo. La temperatura más alta durante la rampa de temperatura puede cambiar de una ubicación a otra dentro de una zona durante la duración de la rampa de temperatura y/o la temperatura de permanencia.
- Cada una de las una o más fuentes de alimentación puede incluir ajuste de carga que se puede usar para monitorizar la salud de cada manta 300A-300P del calentador inteligente. El controlador 518 maestro y/o los controladores 524 esclavos pueden monitorizar el estado de cada manta 300A-300P del calentador, tanto antes como durante la operación de reducción. El controlador 518 puede monitorizar aún más el funcionamiento de la fuente 1008 de vacío y el vacío dentro de la bolsa 1006 de vacío. Los datos del proceso se pueden capturar y registrar de manera continua dentro de un archivo de datos antes, durante y después de una operación de reducción para análisis en tiempo real o posterior.
- Se apreciará que la pluralidad de mantas 300A-300P del calentador se puede ensamblar en un recinto o interponerse entre dos o más capas rígidas y/o flexibles de manera tal que la pluralidad de mantas 300A-300P del calentador modulares se conviertan en subconjuntos de un conjunto de manta del calentador.
- Se contemplan diversas realizaciones para procesar una parte compuesta. Por ejemplo, la Figura 11 es una sección transversal de un aparato 1100 de manta del calentador durante un proceso de OOA para reducción de una pluralidad de capas 1102, aunque se entenderá que se puede realizar otro procesamiento, tal como un proceso de curado, etc., utilizando la aplicación de calor de un aparato 1100 de manta del calentador. La Figura 11 representa cuatro capas 1102, tales como cuatro capas preimpregnadas que deben ser eliminadas, cualquier cantidad de capas 1102, tal como 40 o más capas, pueden ser eliminadas. Las capas 1102 pueden apilarse sobre un mandril 1104 de bandeja tal como una placa de cofía invar.
- Además de las capas 1102 que deben reducirse y el mandril 1104 de bandeja, la Figura 11 representa una capa 1106 de liberación protectora, dos o más mantas 1108 del calentador, una o más capas 1110, 1112 de respiración y una bolsa 1114 de vacío sellada al mandril 1104 de bandeja con un adhesivo 1116 de doble cara. La capa de liberación 1106 protectora puede ser, para ejemplo, propileno etileno fluorado (FEP), etileno tetrafluoroetileno (ETFE), u otro material adecuado. La bolsa 1114 de vacío puede tener una abertura que recibe un puerto 1118 de vacío.

5 Durante la reducción, se aplica un vacío a las capas 1102 mediante la extracción de aire, nitrógeno u otro gas a través del puerto 1118 de vacío utilizando una fuente 1008 de vacío (Figura 10). Durante la reducción, se aplica corriente a cada una de las mantas 1118 del calentador para calentar las mantas 1118 del calentador que, a su vez, calienta las capas 1102 durante el proceso de reducción. Si bien los parámetros de procesamiento pueden variar, en un proceso, las mantas del calentador pueden elevarse a una temperatura objetivo de  $160^{\circ}\text{F} \pm 610^{\circ}\text{F}$ . Durante la rampa de temperatura, se controla la temperatura de las mantas 1118 del calentador utilizando, por ejemplo, sensores 514 térmicos (Figura 5). Durante la rampa de temperatura, cuando un sensor térmico detecta una temperatura de, por ejemplo,  $110^{\circ}\text{F}$ , el controlador 518 maestro puede iniciar un temporizador de proceso a la vez que la temperatura aumenta al objetivo de  $160^{\circ}\text{F}$ , y durante el procesamiento adicional. Una vez que el temporizador de proceso alcanza un valor deseado, por ejemplo, tres horas, la corriente puede eliminarse de las mantas 1118 del calentador y el aparato 1100 de la manta del calentador puede dejarse enfriar. El registro de datos de proceso puede continuar hasta que se alcance una temperatura específica, por ejemplo,  $110^{\circ}\text{F}$ . Una vez que la temperatura de finalización del proceso se mide con los sensores 514 térmicos, el interior del aparato 1100 de manta del calentador puede ventilarse, la bolsa 1114 de vacío se puede retirar y las capas acodadas 1102 se pueden mover a una autoclave u horno para el curado final.

20 En esta realización, dos o más mantas 1118 del calentador se colocan dentro de la bolsa 1114 de vacío durante la reducción de las capas 1102. La reducción de las capas 1102 se puede preformar de una autoclave u horno. Por lo tanto, esta realización proporciona una fuente de calefacción de un solo lado (mantas 1118 del calentador) que proporciona calentamiento local directamente a un laminado de gran superficie (capas 1102) para reducción. La aplicación directa de calefacción local puede dar como resultado una reducción de laminado que es comparable a los resultados obtenidos por los métodos tradicionales de reducción, con diversas ventajas. Por ejemplo, el proceso descrito anteriormente no requiere el calentamiento de un volumen completo de un horno o autoclave, lo que reduce el tiempo de procesamiento y los costes de energía. La calefacción se proporciona mediante una fuente de alimentación de corriente alterna (AC) y/o de corriente directa (DC), por lo que no se requiere gas natural, lo que simplifica los requisitos de las instalaciones. Además, como el calentamiento está localizado, el enfriamiento del ensamblaje puede ser relativamente rápido sin la necesidad de un enfriamiento activo. Además, toda la herramienta y la estructura de soporte se utilizan para formar el laminado a su forma deseada, lo que reduce los requisitos de espacio en comparación con una autoclave o un horno. Como se describió anteriormente, las mantas del calentador de susceptores inteligentes se autorregulan con respecto a la temperatura. El conjunto 100 de cable continúa calentando, calentando de este modo la manta del calentador de susceptores inteligentes y las capas 1102, hasta que el cable 104 de susceptores alcanza su temperatura ( $T_c$ ) de Curie localmente. Una vez que se alcanza la  $T_c$ , el calentamiento local cesa hasta que el cable 104 de susceptores se enfría por debajo de la  $T_c$  y el calentamiento comienza nuevamente. De este modo, la manta del calentador y las capas 1102 que se calientan mediante la manta del calentador obtienen una temperatura deseada sin sobrecalentamiento.

35 La Figura 12 es una representación en perspectiva esquemática de otra realización de un aparato 1200 de manta del calentador que puede usarse, por ejemplo, para rellenar una pluralidad de capas sin curar de un laminado compuesto. En la Figura 12, una pluralidad de mantas del calentador se monta en un marco o accesorio para proporcionar un aparato de manta del calentador para calentar una pluralidad de capas durante el procesamiento, tal como una operación de reducción. La Figura 12 incluye una primera subsección 1202 que tiene un mandril 1204 de bandeja y una segunda subsección 1210 que tiene 16 mantas 1212 del calentador separadas, aunque se contempla un aparato de manta del calentador que tiene dos o más mantas 1212 del calentador. Cada manta 1212 del calentador está acoplada eléctricamente con una fuente de alimentación a través de uno o más cables 1214 conectados a la cinta 200 de cable, por ejemplo, con un primer conector 304. La pluralidad de mantas 1212 del calentador puede conectarse a la fuente de alimentación ya sea en paralelo (como se representa en la Figura 12) o en serie. Las conexiones en serie y en paralelo se describen anteriormente. Durante la reducción, la segunda subsección 1210 puede bajarse sobre la primera subsección 1202, en donde las capas laminadas que deben ser absorbidas se interponen entre la primera subsección 1202 y la segunda subsección 1210 y, más particularmente, entre el mandril 1204 de bandeja y las mantas 1212 del calentador. La pluralidad de mantas 1212 del calentador puede estar soportada por un marco 1216.

50 La Figura 13 representa la segunda subsección 1210 antes de la instalación de las mantas 1212 del calentador, y representa una bolsa 1300 de vacío en donde, durante la reducción, la pluralidad de mantas 1212 del calentador se interpone entre la bolsa 1300 de vacío y las capas a reducir. La bolsa 1300 de vacío, en parte, permite que se forme un vacío alrededor de las capas que se deben eliminar.

55 La Figura 14 es una sección transversal que representa una parte de la primera subsección 1202 y la segunda subsección 1210, con una pluralidad de capas 1400 de material compuesto sin curar antes de la reducción. La Figura 14 representa un puerto 1402 de vacío que se extiende a través de la bolsa 1300 de vacío. Cuando está en comunicación fluida con la fuente 1008 de vacío (Figura 10), el puerto 1402 de vacío permite que se aplique un vacío a las capas 1400 compuestas durante la reducción al ventilar aire, nitrógeno, vapores, u otro gas. La Figura 14 representa además uno de la pluralidad de cables 1214 conectados eléctricamente a una de las mantas 1212 del calentador utilizando un primer conector 600 y un segundo conector 1404. Se puede unir un sello 1406 de refuerzo a una superficie superior de la bolsa 1300 de vacío para impedir que se desgarre alrededor una abertura a través de la cual se extiende la cinta 200 de cable, y para formar un sello para impedir la pérdida del vacío durante la reducción.

5 La segunda subsección 1210 puede incluir otras características de acuerdo como sea necesario para mantener un vacío durante el procesamiento. Por ejemplo, la Figura 14 muestra un sello 1408 alargado, como un sello T7™ alargado u otro sello alargado reutilizable, que normalmente incluye silicona u otro material suficiente, que contacta físicamente, y mantiene un sello con el mandril 1204 de bandeja durante el procesamiento, y un espaciador 1410 que separa la bolsa 1300 de vacío del mandril 1204 de bandeja para mantener el vacío.

10 La Figura 14 representa además una de una pluralidad de correas 1412 que une la segunda subsección 1210 a una parte del marco 1216, por ejemplo, a una viga en I como se describe a continuación. La pluralidad de correas 1412 puede fabricarse a partir de un material tal como silicio reforzado con fibra de vidrio. La pluralidad de correas 1412 se puede unir a la segunda subsección 1210 y, más particularmente, a la bolsa 1300 de vacío, usando adhesivo de silicona. Una capa 1414 de refuerzo, por ejemplo silicona reforzada con fibra de vidrio, puede interponerse entre la pluralidad de correas 1412 y la bolsa 1300 de vacío para reducir o prevenir daños a la bolsa 1300 de vacío durante el uso.

15 El aparato 1200 de manta del calentador de la Figura 14 puede incluir otras estructuras, como un respiradero 1416 de borde que hace contacto físico con el puerto 1402 de vacío y separa el puerto 1402 de vacío del mandril 1204 de bandeja. El respiradero 1416 de borde puede ser una capa porosa que permite que el aire y/u otros gases evacuados de las capas 1400 de material compuesto y a través del puerto 1402 de vacío durante la reducción de las capas 1400 de material compuesto. El respiradero 1416 de borde puede ser, por ejemplo, una o más capas de Airtech Airweave®N-10. La Figura 14 representa además una capa 1106 de liberación protectora como se describió anteriormente, por ejemplo FEP, y un dique 1418 de borde que se puede usar para alinear y posicionar la pluralidad de capas 1400 compuestas.

20

25 La Figura 14 representa el detalle de la estructura de la Figura 15. La Figura 15 representa además los sujetadores 1002 que se pueden usar para conectar física y mecánicamente la pluralidad de mantas 1212 del calentador a la bolsa 1300 de vacío y a una superficie de montaje o soporte 1500. Como se muestra, el aparato 1200 de manta puede incluir sellos 1408 alargados adicionales que contactan físicamente y mantenga un sello con el mandril 1204 de bandeja durante el procesamiento y los espaciadores 1410 que separan la bolsa 1300 de vacío del mandril 1204 de bandeja para mantener el vacío.

30 La Figura 16 representa una viga 1600 de soporte tal como una viga en I u otra viga rígida que puede formar parte del marco 1216 (Figura 12). La viga 1600 de soporte se puede usar como un punto de unión para la potencia de enrutamiento, vacío, etc., para la conexión a la segunda subsección 1210. La Figura 16 muestra una manguera 1602 de vacío conectada en un primer extremo a la viga en I y en un segundo extremo al puerto 1402 de vacío. La manguera 1602 de vacío puede incluir accesorios 1604 apropiados para la conexión al puerto 1402 de vacío y al suministro 1008 de vacío (Figura 10). Un cable 1606 de alimentación acoplado eléctricamente con una o más fuentes 502 de alimentación, por ejemplo, a través de una caja 508 de conexiones puede enrutarse a lo largo de la viga en I para la conexión eléctrica con los cables 1214 conectados a la cinta 200 de cable de las mantas 1212 del calentador. El cable 1606 de alimentación puede incluir conectores 1608 eléctricos que facilitan la conexión eléctrica con los cables 1214.

35 Cada una de la pluralidad de correas 1412 puede conectarse físicamente a la viga 1600 de soporte utilizando un soporte 1610. Las correas 1412 se usan para sostener la bolsa 1300 de vacío y otras estructuras de la segunda subsección 1210 cuando están en la posición de reposo/almacenamiento.

40 Durante un proceso de reducción u otro proceso de calentamiento, con referencia a la Figura 14, la pluralidad de capas 1400 que deben ser eliminadas puede colocarse en el mandril 1204 de bandeja. La segunda subsección 1210 puede entonces bajarse sobre la primera subsección 1202 de tal manera que la pluralidad de mantas 1212 del calentador estén en proximidad física y en comunicación térmica con, la pluralidad de capas 1400. Tal como se representa, la capa 1106 de liberación protectora puede interponerse entre la pluralidad de mantas 1212 del calentador y la pluralidad de capas 1400. Se entenderá que la estructura de la Figura 14 puede incluir otras características, estructuras o capas que no se han representado por simplicidad, a la vez que los elementos representados pueden eliminarse o modificarse.

45

50 Se contemplan diversas realizaciones para implementar las estructuras de manta del calentador mencionadas anteriormente, por ejemplo, en un entorno de producción. Se apreciará que a la vez que la siguiente descripción describe estructuras y métodos en términos de un flujo de producción, se contemplan los usos en entornos que no son de producción. Se pueden utilizar elementos estructurales tales como marcos de soporte y asistencias de elevación para proporcionar un flujo de producción eficiente que tenga una salida suficiente de producto.

55 La Figura 17 representa un sistema 1700 de despliegue de manta del calentador de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas. El sistema 1700 de despliegue de la Figura 17 incluye una primera estación 1702A de trabajo y una segunda estación 1702B de trabajo que pueden ser similares a la primera estación 1702A de trabajo. En la medida en que las estaciones 1702A, 1702B de trabajo pueden incluir estructuras análogas, por simplicidad de la descripción, la Figura 17 identificadores de referencia que terminan en los elementos de la etiqueta "A" de la primera estación 1702A de trabajo, a la vez que los identificadores de referencia que terminan en los elementos de la etiqueta "B" de la segunda estación 1702B de trabajo.

- 5 Cada estación 1702 de trabajo puede incluir un aparato 1704 de manta del calentador, en donde cada aparato 1704 de manta del calentador puede ser similar o diferente al aparato 1200 de manta del calentador de la Figura 15. Cada estación 1702 de trabajo puede, por lo tanto, incluir una manta 1212 del calentador inteligente y una bolsa 1114 de vacío como se describe anteriormente, cada una de las cuales se puede montar o unir a una superficie de montaje o soporte 1706. Las dos superficies 1706A, 1706B de soporte pueden conectarse físicamente utilizando uno o más puntales o vigas 1708 para mantener las superficies 1706 de soporte en una posición fija entre sí. El uno o más puntales 1708 se pueden conectar mecánicamente a cada una de las superficies 1706A, 1706B de soporte, utilizando cualquier sujetador adecuado, como pernos, soldaduras, pasadores, etc.
- 10 Cada estación 1702 de trabajo puede incluir además una superficie 1710 de trabajo tal como un mandril de bandeja que puede estar contorneado para que un material o pieza 1712 de trabajo sea procesado, tal como una pluralidad de capas compuestas sin curar para ser reducidas. Cada superficie 1710 de trabajo puede posicionarse mediante un soporte 1714 tal como una mesa.
- 15 El sistema 1700 de despliegue puede incluir además una base 1716 a la cual se enrutan, o se posicionan dentro, utilidades tales como energía y vacío. La base 1716 puede colocarse o interponerse entre la primera estación 1702A de trabajo y la segunda estación 1702B de trabajo como se muestra en la Figura 17. La base 1716 puede incluir una varilla o barra 1718 a la cual cada superficie 1706A, 1706B de soporte puede unirse de manera giratoria. En una realización, la varilla 1718 puede permanecer fija y las superficies 1706 de soporte pueden girar alrededor de la varilla 1718. En otra realización, las superficies 1706 de soporte pueden montarse de manera fija en la varilla 1718, a la vez que la varilla 1718 gira dentro de la base 1716. La primera superficie 1706A de soporte, la segunda superficie 1706B de soporte y la base 1716 pueden formar aproximadamente un marco en forma de Y interpuesto entre la primera superficie 1710A de trabajo y la segunda superficie 1710B de trabajo. En esta configuración, una pieza de trabajo en una de las estaciones de trabajo se reduce o se procesa de otra manera solo cuando una pieza de trabajo en la otra estación de trabajo no se está reduciendo o procesando de otro modo.
- 20 Durante el uso, el primer material a procesar 1712A se puede colocar sobre la primera superficie 1710A de trabajo, y la primera superficie 1706A de soporte se puede girar sobre el primer material a procesar 1712A como se muestra en la Figura 17. La energía suministrada a partir de una o más fuentes 502 de alimentación (Figura 5) dentro de la base 1716, o enrutada a la base 1716 a partir de una fuente de alimentación remota, se puede aplicar a la primera manta 1212A del calentador, calentando así la primera manta 1212A del calentador. El vacío provisto de un suministro 1008 de vacío (Figura 10) dentro de la base 1716, o enrutado a la base a partir de un suministro 1008 de vacío remoto, se puede aplicar a la primera bolsa 1114A de vacío, eliminando así el aire y/u otros gases de entre capas del primer material a procesar 1712A, por ejemplo, como se describe anteriormente.
- 25 Durante el procesamiento del primer material 1712A, el segundo material a procesar 1712B puede posicionarse sobre la segunda superficie 1710B de trabajo en preparación para el procesamiento. Así, a la vez que un material se procesa en una superficie 1710 de trabajo, otro material puede prepararse para procesarse en la otra superficie 1710 de trabajo.
- 30 Después de que el primer material 1712A se procesa en la primera superficie 1710A de trabajo y el segundo material 1712B se ha preparado en la segunda superficie 1710B de trabajo, el sistema 1700 de despliegue puede girarse y reposicionarse a partir de una primera posición de la Figura 17 en una segunda posición de la Figura 18. El primer material 1712A procesado puede retirarse de la primera superficie 1710A de trabajo y reemplazarse con un material no procesado durante el procesamiento del segundo material 1712B. Después de retirarlo de la primera superficie 1710A de trabajo, el primer material 1712A procesado puede, por ejemplo, usarse, enviarse, procesarse adicionalmente, etc.
- 35 A la vez que la Figura 17 representa un ángulo  $\theta$  de aproximadamente  $90^\circ$  formado por la primera superficie 1706A de soporte de la primera estación 1702A de trabajo y la segunda superficie 1706B de soporte de la segunda estación 1702B de trabajo, se apreciará que se contemplan otros ángulos, por ejemplo, de aproximadamente  $90^\circ$  a unos  $135^\circ$ .
- 40 El sistema de despliegue de las Figuras 17 y 18, por lo tanto, proporciona dos estaciones 1702 de trabajo que utilizan un área de trabajo relativamente compacta. La base 1716 colocada entre las dos estaciones 1702 de trabajo permite que los equipos que suministran utilidades como la energía y el vacío se coloquen cerca de ambas estaciones de trabajo y proporcionen utilidades a ambas estaciones 1702 de trabajo. Además, una estación 1702 de trabajo puede usarse para procesar una pieza 1712 de trabajo a la vez que la otra estación 1702 de trabajo se utiliza para colocar y preparar otra pieza 1712 de trabajo para su procesamiento. Debido a que las utilidades como la alimentación y el vacío pueden suministrarse a una sola estación de trabajo al mismo tiempo, los requisitos de las utilidades son aproximadamente la mitad en comparación con un sistema de implementación que procesa dos piezas de forma simultánea.
- 45 La Figura 19 representa otra realización de un sistema 1900 de despliegue de manta del calentador que incluye una primera estación 1902A de trabajo y una segunda estación 1902B de trabajo. Se entenderá que se contemplan estaciones de trabajo adicionales en línea con las estaciones 1902 de trabajo representadas. El sistema 1900 de despliegue de la Figura 19 incluye una base 1904 que tiene una torre 1906 vertical. La primera estación 1902A de trabajo incluye una primera superficie 1908A de montaje o soporte unida a la torre 1906 vertical, y la segunda estación 1902B de trabajo incluye una segunda superficie 1908B de montaje o soporte unida a la torre 1906 vertical. Se
- 50
- 55

contemplan diversos sistemas mecánicos, eléctricos, electromecánicos, manuales y automáticos para subir y bajar las superficies 1908 de montaje en relación con la superficie 1710 de trabajo.

5 Las utilidades tales como la potencia y el vacío pueden dirigirse a través de la base 1904 y la torre 1906 vertical a las mantas 1212 del calentador y las bolsas 1114 de vacío de cada estación de trabajo. En otra realización, una o más fuentes 502 de alimentación (Figura 5) y/o fuentes 1008 de vacío (Figura 10) pueden estar ubicadas dentro de la base 1904.

10 La fijación móvil de las superficies 1908 de soporte a la torre 1906 vertical permite que cada superficie 1908 de soporte para cada estación 1902 de trabajo se baje de manera independiente hacia, y se aleje de, la superficie 1710 de trabajo y la pieza 1712 de trabajo. En esta realización, el procesamiento de las piezas 1712 de trabajo puede ocurrir simultáneamente en más de una estación 1902 de trabajo. El procesamiento simultáneo puede requerir una o más fuentes de alimentación y suministros de vacío que están clasificados para una salida más alta que, por ejemplo, el sistema 1700 de despliegue de la Figura 17, al menos debido a que la potencia y el consumo de vacío pueden ser aproximadamente dos veces más altos. Sin embargo, colocar las utilidades entre las dos estaciones 1902 de trabajo y cerca de ellas, permite que las dos estaciones 1902 de trabajo utilicen las mismas fuentes de alimentación y de vacío. Esto puede proporcionar un sistema 1900 de despliegue con un conteo de partes y un coste de equipo reducidos en comparación con, por ejemplo, dos estaciones de trabajo independientes con diferentes suministros de energía y de vacío. Además, un sistema 1900 de despliegue que permite el procesamiento simultáneo de piezas 1712 de trabajo puede proporcionar un flujo de fabricación con un rendimiento de producción mayor en comparación con un sistema de despliegue que permite el procesamiento en serie pero no paralelo de piezas de trabajo. Adicionalmente, la estructura de la Figura 19 es una estructura de soporte acanalada con un sistema de implementación flexible que no requiere un acceso rotativo a los materiales que se procesan y los controles correspondientes, y por lo tanto tiene el potencial de reducir la complejidad y el coste. Las mantas 1212 del calentador y las bolsas 1114 de vacío se mueven verticalmente hacia y lejos de los materiales que se procesan, y no barren horizontalmente los materiales que se procesan. Sin embargo, al igual que con el diseño de las Figuras 17 y 18, la superficie del suelo debajo de la base 1904 del sistema 1900 de despliegue de la Figura 19 incluiría opcionalmente servicios de concreto reforzado y subterráneos dirigidos a la base 1904. Como se describió anteriormente, los diseños de las Figuras 17-19 incluyen superficies de soporte rígidas a las cuales se unen las mantas 1212 del calentador y las bolsas de vacío 1114 durante el uso.

30 La Figura 20 representa otra realización de un sistema 2000 de despliegue de manta del calentador que incluye el uso de un sistema 2002 superior para suspender un primer conjunto 2004A de manta del calentador de una primera estación 2006A de trabajo y un segundo conjunto 2004B de manta del calentador de una segunda estación 2006B de trabajo. El sistema 2002 superior permite que cada conjunto 2004 de manta del calentador se baje y se levante a partir de una superficie 1710 de trabajo en una dirección vertical perpendicular a la superficie 1710 de trabajo horizontal. El sistema 2000 de despliegue de manta del calentador de la Figura 20 puede incluir una pluralidad de soportes 2008 verticales, un marco 2010 superior soportado por los soportes 2008 verticales, y una base 2011 opcional a través de la cual se pueden suministrar al calentador utilidades como la alimentación a través de los cables 2012 de alimentación y el suministro de vacío a través de conductos 2014 de vacío que pueden suministrarse a los conjuntos 2004 de manta del calentador.

40 El sistema 2000 de despliegue puede incluir además una pluralidad de conjuntos 2016 de cabrestantes, cada uno configurado para elevar y bajar independientemente los conjuntos 2004 de manta del calentador enrollando y desenrollando las correas 2018 de elevación que están unidas físicamente a los conjuntos 2004 de manta del calentador.

45 El sistema 2000 de despliegue proporciona un marco rígido que incluye los soportes 2008 verticales y el marco 2010 superior como una estructura de soporte para las correas 2018 de elevación flexibles y los conjuntos 2004 de manta del calentador. A la vez que la Figura 20 muestra una base 2011 opcional, las utilidades tales como potencia 2012 y vacío 2014 se pueden enrutar a partir de otra ubicación y en todo el marco de 2010. La base 2011 es opcional porque no es necesaria para soportar ningún mecanismo de elevación para los conjuntos 2004 de manta del calentador. Por lo tanto, el concreto fuertemente reforzado que soporta la base 2011 y un mecanismo de elevación de la manta del calentador pueden no ser necesarios. Si se omite la base 2011, no se requiere el enrutamiento subterráneo de utilidades como la energía y el vacío a la base 2011, lo que reduce los costes de construcción y el tiempo de instalación. El superior 2010 también se puede usar para soportar cables de alimentación enrutados a una o más fuentes de alimentación del sistema dentro de la base 2011 que, a su vez, se enrutan a los conjuntos 2004 de la manta del calentador a través de los cables 2012 de alimentación.

55 Además, el sistema 2000 de despliegue mantiene los conjuntos 2004 de manta del calentador flexible en una posición sustancialmente horizontal cuando se encuentra tanto en una posición de almacenamiento como se muestra en la primera estación 2006A de trabajo y en una posición de reducción como se muestra en la segunda estación 2006B de trabajo, y en cada posición intermedia. Al mantener los conjuntos de manta del calentador en una posición sustancialmente horizontal, se requieren superficies 1706, 1908 de montaje acanaladas. Esto permite que los conjuntos 2004 de mantas del calentador flexibles se adapten más fácilmente a los contornos diferentes y más extremos de las piezas 1712 de trabajo. Además, a medida que los conjuntos 2004 de mantas del calentador se bajan sobre la pieza 1712 de trabajo, el conjunto 2004 de manta del calentador contacta físicamente con el centro de la

pieza 1712 de trabajo que cubre sobre la pieza de trabajo a partir del centro hacia afuera. Esto puede reducir o impedir que la capa 1106 protectora de liberación se mueva o se desplace durante el despliegue. Debido a que la pieza 1712 de trabajo puede ser pegajosa cuando el conjunto 2004 de la manta del calentador se baja sobre la pieza 1712 de trabajo, cualquier movimiento lateral del conjunto 2004 de la manta del calentador después del contacto con la pieza 1712 de trabajo puede cambiar la posición de la pieza 1712 de trabajo. Al bajar el conjunto 2004 de la manta del calentador sobre la pieza 1712 de trabajo verticalmente con un contacto central inicial con la pieza 1712 de trabajo puede reducir o impedir el movimiento lateral entre, y el desplazamiento de, la pieza 1712 de trabajo y el conjunto 2004 de la manta del calentador.

Se apreciará que las estructuras descritas en este documento como una bolsa de vacío pueden ser, en algunas realizaciones, una bolsa de vacío tal como una bolsa de vacío desechable o bolsa de vacío de un solo uso que proporciona una cámara de vacío en donde se inserta la pieza de trabajo y luego se sella dentro durante un proceso de reducción (ver, por ejemplo, la bolsa 1006 de vacío de la Figura 10). En otras realizaciones, una bolsa de vacío puede ser una membrana de vacío tal como una hoja simple, o dos o más hojas laminadas, de material flexible que, junto con otra estructura, como el mandril de bandeja, forman una cámara de vacío cerrada y sellada que se usa para proporcionar un vacío alrededor de la pieza de trabajo (ver, por ejemplo, la membrana 1114 de vacío de la Figura 11 y la membrana 1300 de vacío de la Figura 13).

La Figura 21 es un diagrama de flujo que representa un método para procesar una primera pieza de trabajo y una segunda pieza 2100 de trabajo en un sistema de despliegue de acuerdo con una realización de las presentes enseñanzas. En 2102, una primera pieza de trabajo puede colocarse sobre una primera superficie de trabajo de una primera estación de trabajo. Un primer conjunto de manta del calentador que incluye una primera manta del calentador de susceptor inteligente y una segunda manta del calentador de susceptor inteligente se puede mover a partir de una primera posición a partir de la primera pieza de trabajo a una segunda posición próxima a la primera pieza de trabajo, como se muestra en 2104. A continuación, en 2106, la primera manta del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente pueden alimentarse para calentar la primera pieza de trabajo. Se puede aplicar un vacío a la primera bolsa 2108 de vacío para eliminar un gas como aire, nitrógeno, etc., de la primera pieza de trabajo.

En 2010, se puede colocar una segunda pieza de trabajo sobre una segunda superficie de trabajo de una segunda estación de trabajo. Un segundo conjunto de manta del calentador que incluye una tercera manta del calentador de susceptor inteligente y una cuarta manta del calentador de susceptor inteligente se puede mover a partir de una tercera posición a partir de la segunda pieza de trabajo a una cuarta posición próxima a la segunda pieza de trabajo, como se muestra en 2112. Luego, en 2114, la tercera manta del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta del calentador de susceptor inteligente pueden alimentarse para calentar la segunda pieza de trabajo. Se puede aplicar un vacío a la segunda bolsa de vacío en 2116 para eliminar un gas como aire, nitrógeno, etc., de la primera pieza de trabajo.

Se apreciará que, uno o más de los actos representados en este documento, por ejemplo, en la Figura 21, puede llevarse a cabo en uno o más actos y/o fases separadas, y/o en un orden diferente al representado.

El aparato descrito en el presente documento se puede usar para reducir una pieza compuesta o para otras operaciones de procesamiento. Por ejemplo, la Figura 22 representa una aeronave 2200 que incluye partes compuestas que pueden ser reducidas o procesadas de otra manera usando una realización de las presentes enseñanzas. En un uso particular, un estabilizador 2202 horizontal, un estabilizador 2204 vertical y/u otras estructuras de aeronave pueden procesarse como se describe anteriormente.

El diseño de las mantas individuales del calentador de susceptor inteligente permite la capacidad de colocar las mantas del calentador directamente adyacentes entre sí sin causar interferencias electromagnéticas o térmicas entre las mantas del calentador. Dentro de cada cinta de cable, y en los conductores más externos de las cintas de cable adyacentes, las corrientes en cualquiera de los dos conductores adyacentes, en general, siempre viajarán en direcciones opuestas. Esto asegura que cualquier campo magnético no absorbido por los devanados de susceptor se reduzca mediante la cancelación de un campo opuesto generado por los dos cables adyacentes. Se contemplan otras realizaciones, por ejemplo, donde los conductores en los bordes de la manta son alimentados por diferentes fuentes de alimentación. En general, las mantas del calentador son relativamente grandes y contienen diversos conductores, por lo que cualquier interferencia entre los conductores más externos en las mantas adyacentes será de manera manejable pequeña.

El uso de diversas mantas del calentador interconectadas permite además la reducción u otro procesamiento de piezas de trabajo más grandes fuera de una autoclave de lo que era práctico con una manta grande del calentador. El daño a una manta grande del calentador da como resultado el reemplazo de toda la manta del calentador. Si se produce daño a una de las mantas del calentador del conjunto descrito en el presente documento, el diseño modular que utiliza una pluralidad de mantas del calentador tiene como resultado la sustitución de solo una de las subunidades. Además, la corriente elevada y el voltaje necesarios para conducir una pluralidad de cables de litz dentro de una gran manta grande es costoso y peligroso para el personal de fabricación. Al alimentar múltiples mantas del calentador utilizando múltiples fuentes de alimentación, se puede utilizar menos corriente y voltaje, lo que mejora la seguridad del personal de fabricación.

- De acuerdo con un primer aspecto de la divulgación, se proporciona: un sistema de despliegue de manta del calentador, que comprende: una primera estación de trabajo, que comprende: un primer conjunto de mantas del calentador que comprende una primera manta del calentador de susceptor inteligente; una segunda manta del calentador de susceptor inteligente colocada adyacente a la primera manta del calentador de susceptor inteligente; y una primera superficie de trabajo configurada de tal manera que durante el procesamiento de una primera pieza de trabajo, la primera manta del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente están configuradas para cubrir la primera superficie de trabajo; una segunda estación de trabajo, que comprende: un segundo conjunto de manta del calentador que comprende una tercera manta del calentador de susceptor inteligente; una cuarta manta del calentador de susceptor inteligente colocada adyacente a la tercera manta del calentador de susceptor inteligente; y una segunda superficie de trabajo configurada de tal manera que durante el procesamiento de una segunda pieza de trabajo, la tercera manta del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta del calentador de susceptor inteligente están configuradas para cubrir la segunda superficie de trabajo; un marco que soporta el primer conjunto de manta del calentador y el segundo conjunto de manta del calentador; y al menos una fuente de alimentación configurada para suministrar energía a la primera estación de trabajo y a la segunda estación de trabajo a partir del marco.
- Opcionalmente, el marco está configurado de tal manera que el primer conjunto de manta del calentador puede moverse hacia y a partir de la primera superficie de trabajo, y además configurado de tal manera que el segundo conjunto de manta del calentador puede moverse hacia y a partir de la segunda superficie de trabajo.
- Opcionalmente, el marco comprende además una primera superficie de montaje conectada al primer conjunto de manta del calentador y una segunda superficie de montaje conectada al segundo conjunto de manta del calentador.
- Opcionalmente, el sistema de despliegue de manta del calentador se configura de tal manera que la primera pieza de trabajo puede procesarse en la primera estación de trabajo solo cuando no se está procesando una segunda pieza de trabajo en la segunda estación de trabajo.
- Opcionalmente, el sistema de despliegue de manta del calentador comprende además una base acoplada mecánicamente a la primera superficie de montaje y a la segunda superficie de montaje, en donde la primera superficie de montaje, la segunda superficie de montaje y la base forman un marco en forma de Y.
- Opcionalmente, el marco es un marco elevado que comprende una pluralidad de cabrestantes configurados para bajar el primer conjunto de manta del calentador hacia, y elevar el primer conjunto de manta del calentador lejos de la primera superficie de trabajo, y además configurado para bajar el segundo conjunto de manta del calentador hacia, y levantar el segundo conjunto de manta del calentador lejos de la segunda superficie de trabajo.
- Opcionalmente, el sistema de despliegue de manta del calentador comprende además una pluralidad de correas de elevación unidas a uno del primer conjunto de manta del calentador y el segundo conjunto de manta del calentador, en donde la pluralidad de cabrestantes están configurados para bajar el primer conjunto de manta del calentador hacia, y levantar el primer conjunto de manta del calentador lejos de, la primera superficie de trabajo utilizando la pluralidad de correas de elevación, y además, está configurado para bajar el segundo conjunto de manta del calentador hacia, y levantar el segundo conjunto de manta del calentador lejos de, de la segunda superficie de trabajo utilizando la pluralidad de correas de elevación.
- Opcionalmente, la primera estación de trabajo comprende además una primera bolsa de vacío; la primera estación de trabajo está configurada de tal manera que la primera bolsa de vacío cubre la primera superficie de trabajo durante el procesamiento de la primera pieza de trabajo; la segunda estación de trabajo comprende además una segunda bolsa de vacío; la segunda estación de trabajo está configurada de tal manera que la segunda bolsa de vacío cubre la segunda superficie de trabajo durante el procesamiento de la segunda pieza de trabajo; el marco comprende además una base interpuesta directamente entre la primera estación de trabajo y la segunda estación de trabajo; el sistema de despliegue de manta del calentador comprende además un suministro de vacío en comunicación fluida con la primera bolsa de vacío y la segunda bolsa de vacío; y la al menos una fuente de alimentación y la fuente de vacío están situadas dentro de la base del marco.
- Opcionalmente, el sistema de despliegue de manta del calentador comprende además al menos un primer sello alargado configurado para mantener un primer vacío entre el primer conjunto de manta del calentador y la primera superficie de trabajo y al menos un segundo sello alargado configurado para mantener un segundo vacío entre el segundo conjunto de manta del calentador y la segunda superficie de trabajo.
- Opcionalmente, el sistema de despliegue de manta del calentador comprende además una primera capa protectora de liberación que se superpone a la primera manta del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente, y una segunda capa protectora de liberación que se superpone la tercera manta del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta del calentador de susceptor inteligente.
- Opcionalmente, la primera capa protectora de liberación se coloca entre la primera manta del calentador de susceptor inteligente y la primera superficie de trabajo, y la segunda capa protectora de liberación se interpone entre la segunda manta del calentador de susceptor inteligente y la segunda superficie de trabajo.

Opcionalmente, la primera manta del calentador de susceptor inteligente comprende un primer conjunto de cable que comprende un primer cable de susceptor enrollado alrededor de un primer cable de litz; y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente comprende un segundo conjunto de cable que comprende un segundo cable de susceptor enrollado alrededor de un segundo cable de litz.

- 5 Opcionalmente, el sistema de despliegue de manta del calentador comprende además: una primera cinta de cable que comprende el primer conjunto de cable, teniendo la primera cinta de cable una primera longitud a partir de un primer conector hasta un segundo conector; y una segunda cinta de cable que comprende el segundo conjunto de cable, teniendo la segunda cinta de cable una segunda longitud a partir de un tercer conector a un cuarto conector.

Opcionalmente, la primera longitud varía a partir de la segunda longitud en no más del  $\pm 20\%$ .

- 10 De acuerdo con un segundo aspecto de la divulgación, se proporciona: un método para procesar una primera pieza de trabajo y una segunda pieza de trabajo, que comprende: colocar una primera pieza de trabajo sobre una primera superficie de trabajo de una primera estación de trabajo; mover un primer conjunto de manta del calentador que comprende una primera manta del calentador de susceptor inteligente, una segunda manta del calentador de susceptor inteligente y una primera bolsa de vacío a partir de una primera posición alejada de la primera pieza de trabajo hasta una segunda posición próxima a la primera pieza de trabajo; alimentar la primera manta del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente para calentar la primera pieza de trabajo; aplicar un primer vacío a la primera bolsa de vacío para eliminar un gas de la primera pieza de trabajo; colocar una segunda pieza de trabajo sobre una segunda superficie de trabajo de una segunda estación de trabajo; mover un segundo conjunto de manta del calentador que comprende una tercera manta del calentador de susceptor inteligente, una cuarta manta del calentador de susceptor inteligente y una segunda bolsa de vacío a partir de una tercera posición a partir de la segunda pieza a una cuarta posición próxima a la segunda pieza; alimentar la tercera manta del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta del calentador de susceptor inteligente para calentar la segunda pieza de trabajo; y aplicar un segundo vacío a la segunda bolsa de vacío para eliminar un gas de la segunda pieza de trabajo, en donde: la primera estación de trabajo se coloca adyacente a la segunda estación de trabajo; la alimentación de la primera manta del calentador de susceptor inteligente, la segunda manta del calentador de susceptor inteligente, la tercera manta del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta del calentador de susceptor inteligente se realiza utilizando una fuente de energía soportada por un marco; y la aplicación del vacío a la primera bolsa de vacío y la segunda bolsa de vacío se realiza utilizando una fuente de vacío soportada por el marco.

- 30 Opcionalmente, el método comprende además: mover una primera superficie de montaje del marco que se une al primer conjunto de manta del calentador durante el movimiento del primer conjunto de manta del calentador; y mover una segunda superficie de montaje del marco que se une al segundo conjunto de manta del calentador durante el movimiento del segundo conjunto de manta del calentador.

- 35 Opcionalmente, el marco se configura de tal manera que la primera superficie de montaje del marco y el primer conjunto de manta del calentador se pueden mover a partir de la primera posición a la segunda posición solo cuando se mueve la segunda superficie de montaje y el segundo conjunto de manta del calentador a partir de la cuarta posición a la tercera posición.

Opcionalmente, durante la aplicación del vacío a la primera bolsa de vacío, el vacío no puede aplicarse a la segunda bolsa de vacío.

- 40 Opcionalmente, el marco está configurado de tal manera que la primera superficie de montaje del marco y el primer conjunto de manta del calentador se pueden mover a partir de la primera posición a la segunda posición independientemente del movimiento de la segunda superficie de montaje y el segundo conjunto de manta del calentador.

- 45 Opcionalmente, la primera pieza de trabajo comprende una pluralidad de primeras capas compuestas sin curar; la segunda pieza de trabajo comprende una pluralidad de segundas capas compuestas sin curar; y el método comprende además la reducción de la primera pieza de trabajo durante la aplicación del vacío a la primera bolsa de vacío y la reducción de la segunda pieza de trabajo durante la aplicación del vacío a la segunda bolsa de vacío.

- 50 A pesar de que los rangos numéricos y los parámetros que establecen el amplio alcance de las presentes enseñanzas son aproximaciones, los valores numéricos establecidos en los ejemplos específicos se informan con la mayor precisión posible. Sin embargo, cualquier valor numérico contiene inherentemente ciertos errores que resultan necesariamente de la desviación estándar encontrada en sus respectivas mediciones de prueba. Además, debe entenderse que todos los rangos descritos en el presente documento abarcan cualquiera y todos los sub-rangos incluidos en el mismo. Por ejemplo, un rango de "menos de 10" puede incluir cualquiera y todos los subrangos entre (y que incluyen) el valor mínimo de cero y el valor máximo de 10, es decir, cualquier y todos los subrangos que tengan un valor mínimo de igual o mayor que cero y un valor máximo igual o menor que 10, por ejemplo, de 1 a 5. En ciertos casos, los valores numéricos indicados para el parámetro pueden tomar valores negativos. En este caso, el valor de ejemplo del rango establecido como "menos de 10" puede asumir valores negativos, por ejemplo - 1, -2, -3, -10, -20, -30, etc.



Si bien las presentes enseñanzas se han ilustrado con respecto a una o más implementaciones, se pueden realizar alteraciones y/o modificaciones a los ejemplos ilustrados sin apartarse del espíritu y alcance de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, se apreciará que, si bien el proceso se describe como una serie de actos o eventos, las enseñanzas actuales no están limitadas por el ordenamiento de tales actos o eventos. Algunos actos pueden ocurrir en diferentes órdenes y/o simultáneamente con otros actos o eventos, aparte de los descritos en este documento. Además, no todas las etapas del proceso pueden ser requeridas para implementar una metodología de acuerdo con uno o más aspectos o realizaciones de las presentes enseñanzas. Se apreciará que se pueden agregar componentes estructurales y/o etapas de procesamiento o que los componentes estructurales existentes y/o etapas de procesamiento se pueden eliminar o modificar. Además, uno o más de los actos aquí representados pueden llevarse a cabo en uno o más actos y/o fases separados. Además, en la medida en que los términos “que incluyen”, “incluye”, “tener”, “tiene”, “con” o variantes de la misma se usan en la descripción detallada y en las reivindicaciones, dichos términos pretenden ser inclusivos en una manera similar al término “que comprende”. El término “al menos uno de” se utiliza para indicar que se pueden seleccionar uno o más de los elementos enumerados. Como se usa en el presente documento, el término “uno o más de” con respecto a una lista de elementos como, por ejemplo, A y B, significa A solo, B solo o A y B. El término “al menos uno de” es utilizado para significar que uno o más de los artículos listados pueden ser seleccionados. Además, en la discusión y las reivindicaciones de este documento, el término “en” se usa con respecto a dos materiales, uno “en” el otro, significa al menos algún contacto entre los materiales, a la vez que “sobre” significa que los materiales están cerca, pero posiblemente con uno o más materiales intermedios adicionales, de modo que el contacto es posible pero no es necesario. Ni “en” ni “sobre” implican ninguna direccionalidad como se usa en este documento. El término “conforme” describe un material de recubrimiento en donde los ángulos del material subyacente son preservados por el material conforme. El término “aproximadamente” indica que el valor listado puede estar algo alterado, siempre y cuando la alteración no resulte en una no conformidad del proceso o estructura con respecto a la realización ilustrada. Finalmente, “de ejemplo” indica que la descripción se usa como un ejemplo, en lugar de dar a entender que es un ideal. Otras realizaciones de las presentes enseñanzas serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la consideración de la memoria descriptiva y la práctica de la divulgación en este documento. Se pretende que la especificación y los ejemplos se consideren solo como de ejemplo, con un verdadero alcance y espíritu de las presentes enseñanzas que se indican en las siguientes reivindicaciones.

Los términos de posición relativa que se usan en esta aplicación se definen con base en un plano paralelo al plano convencional o superficie de trabajo de una pieza de trabajo, independientemente de la orientación de la pieza de trabajo. El término “horizontal” o “lateral” tal como se usa en esta aplicación se define como un plano paralelo al plano convencional o superficie de trabajo de una pieza de trabajo, independientemente de la orientación de la pieza de trabajo. El término “vertical” se refiere a una dirección perpendicular a la horizontal. Términos como “en”, “lado” (como en “pared lateral”), “superior”, “inferior”, “sobre”, “encima” y “debajo” se definen con respecto al plano convencional o superficie de trabajo que se define en la superficie superior de la pieza de trabajo, independientemente de la orientación de la pieza de trabajo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador, que comprende:
  - una primera estación (1702A, 1902A, 2006A) de trabajo, que comprende:
    - 5 un primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador que comprende una primera manta (300) del calentador de susceptor inteligente;
    - una segunda manta (300') del calentador de susceptor inteligente colocada adyacente a la primera manta (300) del calentador de susceptor inteligente; y
    - una primera superficie (1710A) de trabajo configurada de tal manera que durante el procesamiento de una primera pieza (1712A) de trabajo, la primera manta (300) del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta (300') del calentador de susceptor inteligente están configuradas para cubrir la primera superficie (1710A) de trabajo;
    - 10 una segunda estación (1702B, 1902B, 2006B) de trabajo, que comprende:
      - un segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador que comprende una tercera manta (300) del calentador de susceptor inteligente;
      - 15 una cuarta manta (300') del calentador de susceptor inteligente colocada adyacente a la tercera manta (300) del calentador de susceptor inteligente; y
      - una segunda superficie (1710B) de trabajo configurada de tal manera que durante el procesamiento de una segunda pieza (1712B) de trabajo, la tercera manta (300) del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta (300') del calentador de susceptor inteligente están configuradas para cubrir la segunda superficie (1710B) de trabajo;
      - 20 un marco (1216) que soporta el primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador y el segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador; y
      - al menos una fuente (502) de alimentación configurada para suministrar energía a la primera estación (1702A, 1902A, 2006A) de trabajo y a la segunda estación (1702B, 1902B, 2006B) de trabajo a partir del marco (1216).
  - 2. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador de la reivindicación 1, en donde el marco (1216) está configurado de tal manera que el primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador puede moverse hacia y a partir de la primera superficie (1710A) de trabajo, y además está configurado de tal manera que el segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador puede moverse hacia y a partir de la segunda superficie (1710B) de trabajo.
  - 3. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador de la reivindicación 1 o 2, en donde el marco (1216) comprende además una primera superficie (1706A, 1906A) de montaje conectada al primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de la manta del calentador y una segunda superficie (1706B, 1906B) de montaje conectada al segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador.
  - 4. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, configurado de tal manera que la primera pieza (1712A) de trabajo puede procesarse en la primera estación (1702A, 1902A, 2006A) de trabajo solo cuando una segunda pieza (1712B) de trabajo en la segunda estación (1702B, 1902B, 2006B) de trabajo no se está procesando.
  - 5. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador de la reivindicación 3 o 4 cuando depende de la reivindicación 3, que comprende además una base (1716) acoplada mecánicamente a la primera superficie (1706A, 1906A) de montaje y la segunda superficie (1706B, 1906B) de montaje, en donde la primera superficie (1706A, 1906A) de montaje, la segunda superficie (1706B, 1906B) de montaje y la base (1716) forman un marco en forma de Y.
  - 6. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el marco (1216) es un marco (2010) superior que comprende una pluralidad de cabrestantes (2016) configurados para bajar el primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador hacia y levantar el primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador lejos de la primera superficie (1710) de trabajo, y además está configurado para bajar el segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador hacia y levantar el segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador lejos de la segunda superficie (1710B) de trabajo.
  - 7. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador de la reivindicación 6, que comprende además una pluralidad de correas (2018) de elevación unidas a uno del primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador y el segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador, en donde la pluralidad de cabrestantes (2016) están configurados para bajar el primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador hacia, y elevar el primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador hacia afuera de, la primera superficie (1710A) de trabajo que usa la pluralidad de correas (2018) de elevación, y están configuradas además para bajar el

- segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador hacia, y elevar el segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador lejos de la segunda superficie (1710B) de trabajo utilizando la pluralidad de correas (2018) de elevación.
- 5 8. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde:
- la primera estación (1702A, 1902A, 2006A) de trabajo comprende además una primera bolsa (1114A) de vacío;
- la primera estación (1702A, 1902A, 2006A) de trabajo está configurada de manera que la primera bolsa (1114A) de vacío se superponga a la primera superficie (1710A) de trabajo durante el procesamiento de la primera pieza (1712A) de trabajo;
- 10 la segunda estación (1702B, 1902B, 2006B) de trabajo comprende además una segunda bolsa (1114B) de vacío;
- la segunda estación (1702B, 1902B, 2006B) de trabajo está configurada de manera que la segunda bolsa (1114B) de vacío se superponga a la segunda superficie (1710A) de trabajo durante el procesamiento de la segunda pieza (1712B) de trabajo;
- 15 el marco (1216) comprende además una base (1716, 1904, 2011) interpuesta directamente entre la primera estación (1702A, 1902A, 2006A) de trabajo y la segunda estación (1702B, 1902B, 2006B) de trabajo; el sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador comprende además un suministro (1008) de vacío en comunicación fluida con la primera bolsa (1114A) de vacío y la segunda bolsa (1114B) de vacío; y
- la al menos una fuente (502) de alimentación y la fuente (1008) de vacío están posicionadas dentro de la base (1716, 1904, 2011) del marco (1216).
- 20 9. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador de la reivindicación 8, que comprende además al menos un primer sello (1408) alargado configurado para mantener un primer vacío entre el primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador y el primera superficie de trabajo y al menos un segundo sello (1408) alargado configurado para mantener un segundo vacío entre el segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador y la segunda superficie de trabajo.
- 25 10. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de manta del calentador de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una primera capa (1106A) de liberación protectora que se superpone a la primera manta (300) del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta (300') del calentador de susceptor inteligente, y una segunda capa (1106B) protectora de liberación que se superpone a la tercera manta (300) del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta (300') del calentador de susceptor inteligente.
- 30 11. El sistema (1700, 1900, 2000) de despliegue de la manta del calentador de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera manta del calentador de susceptor inteligente comprende un primer conjunto de cable que comprende un primer cable de susceptor enrollado alrededor de un primer cable de litz; y la segunda manta del calentador de susceptor inteligente comprende un segundo conjunto de cable que comprende un segundo cable de susceptor enrollado alrededor de un segundo cable de litz.
- 35 12. Un método para procesar una primera pieza (1712A) de trabajo y una segunda pieza (1712B) de trabajo, que comprende:
- colocar (2102) una primera pieza (1712A) de trabajo sobre una primera superficie de trabajo de una primera estación (1702A, 1902A, 2006A) de trabajo;
- 40 mover (2104) un primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador que comprende una primera manta (300) del calentador de susceptor inteligente, una segunda manta (300') del calentador de susceptor inteligente y una primera bolsa (1114A) de vacío a partir de la primera posición a partir de la primera pieza (1712A) de trabajo hasta una segunda posición próxima a la primera pieza (1712A) de trabajo;
- alimentar (2106) la primera manta (300) del calentador de susceptor inteligente y la segunda manta (300') del calentador de susceptor inteligente para calentar la primera pieza (1712A) de trabajo;
- 45 aplicar (2108) un primer vacío a la primera bolsa (1114A) de vacío para eliminar un gas de la primera pieza (1712A) de trabajo;
- colocar (2110) una segunda pieza (1712B) de trabajo sobre una segunda superficie de trabajo de una segunda estación (1702B, 1902B, 2006B) de trabajo;
- 50 mover (2112) un segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador que comprende una tercera manta (300) del calentador de susceptor inteligente, una cuarta manta (300') del calentador de susceptor inteligente y una segunda bolsa (1114B) de vacío a partir de la tercera posición lejos de la segunda pieza (1712B) de trabajo a una cuarta posición próxima a la segunda pieza (1712B) de trabajo;

alimentar (2114) la tercera manta (300) del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta (300') del calentador de susceptor inteligente para calentar la segunda pieza (1712B) de trabajo; y

aplicar (2116) un segundo vacío a la segunda bolsa (1114B) de vacío para eliminar un gas de la segunda pieza (1712B) de trabajo, en donde:

- 5 la primera estación (1702A, 1902A, 2006A) de trabajo se coloca adyacente a la segunda estación (1702B, 1902B, 2006B) de trabajo;

- 10 la alimentación (2106, 2114) de la primera manta (300) del calentador de susceptor inteligente, la segunda manta (300') del calentador de susceptor inteligente, la tercera manta (300) del calentador de susceptor inteligente y la cuarta manta (300') del calentador de susceptor inteligente se realiza utilizando una fuente (502) de alimentación soportada por un marco (1216); y

la aplicación (2108, 2116) del vacío a la primera bolsa (1114A) de vacío y la segunda bolsa (1114B) de vacío se realiza utilizando una fuente (1408) de vacío soportada por el marco (1216).

13. El método de la reivindicación 12, que comprende además:

- 15 mover una primera superficie (1706A, 1906A) de montaje del marco (1216) que se une al primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador durante el movimiento del primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador; y

mover una segunda superficie (1706B, 1906B) de montaje del marco (1216) que se une al segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador durante el movimiento del segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador.

- 20 14. El método de la reivindicación 13, en donde el marco (1216) está configurado de tal manera que la primera superficie (1706A, 1906A) de montaje del marco (1216) y el primer conjunto (1704A, 1904A, 2004A) de manta del calentador se pueden mover a partir de la primera posición a la segunda posición independientemente del movimiento de la segunda superficie (1706B, 1906B) de montaje y el segundo conjunto (1704B, 1904B, 2004B) de manta del calentador.

- 25 15. El método de la reivindicación 12, 13 o 14, en donde:

la primera pieza (1712A) de trabajo comprende una pluralidad de primeras capas (1400) compuestas no curadas; la segunda pieza (1712B) comprende una pluralidad de segundas capas (1400) compuestas sin curar;

y

- 30 el método comprende además descargar la primera pieza (1712A) de trabajo durante la aplicación del vacío a la primera bolsa (1114A) de vacío y la reducción de la segunda pieza (1712B) de trabajo durante la aplicación del vacío a la segunda bolsa (1114B) de vacío.

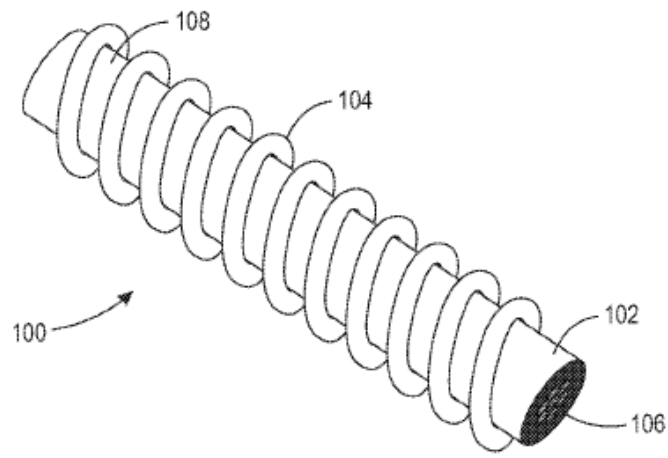


FIG. 1

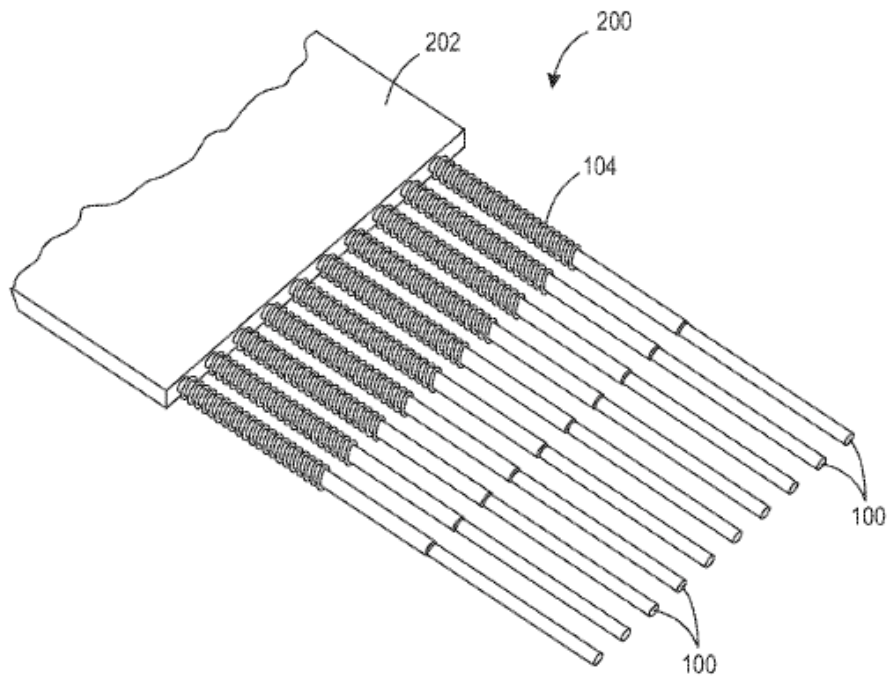


FIG. 2

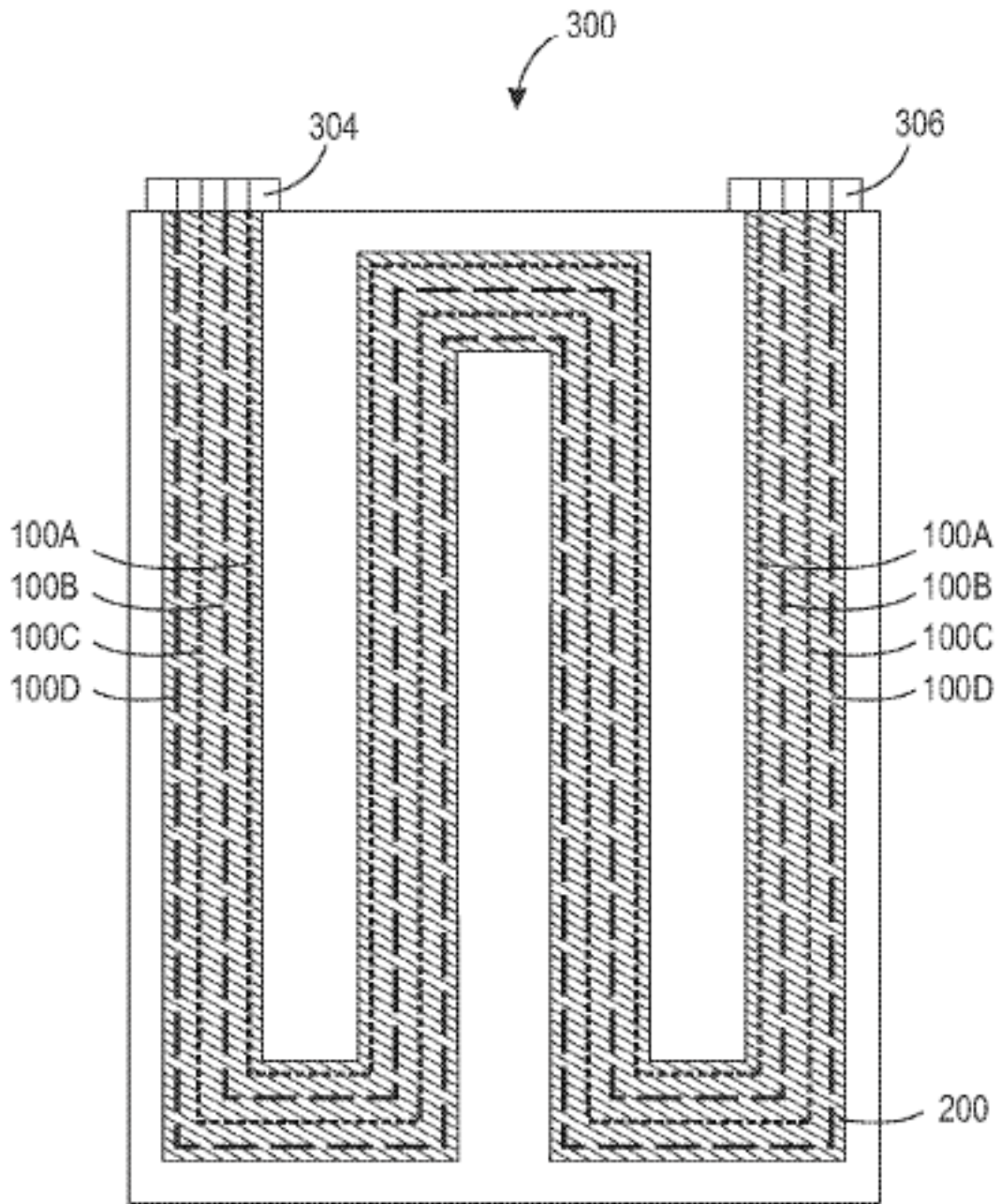


FIG. 3

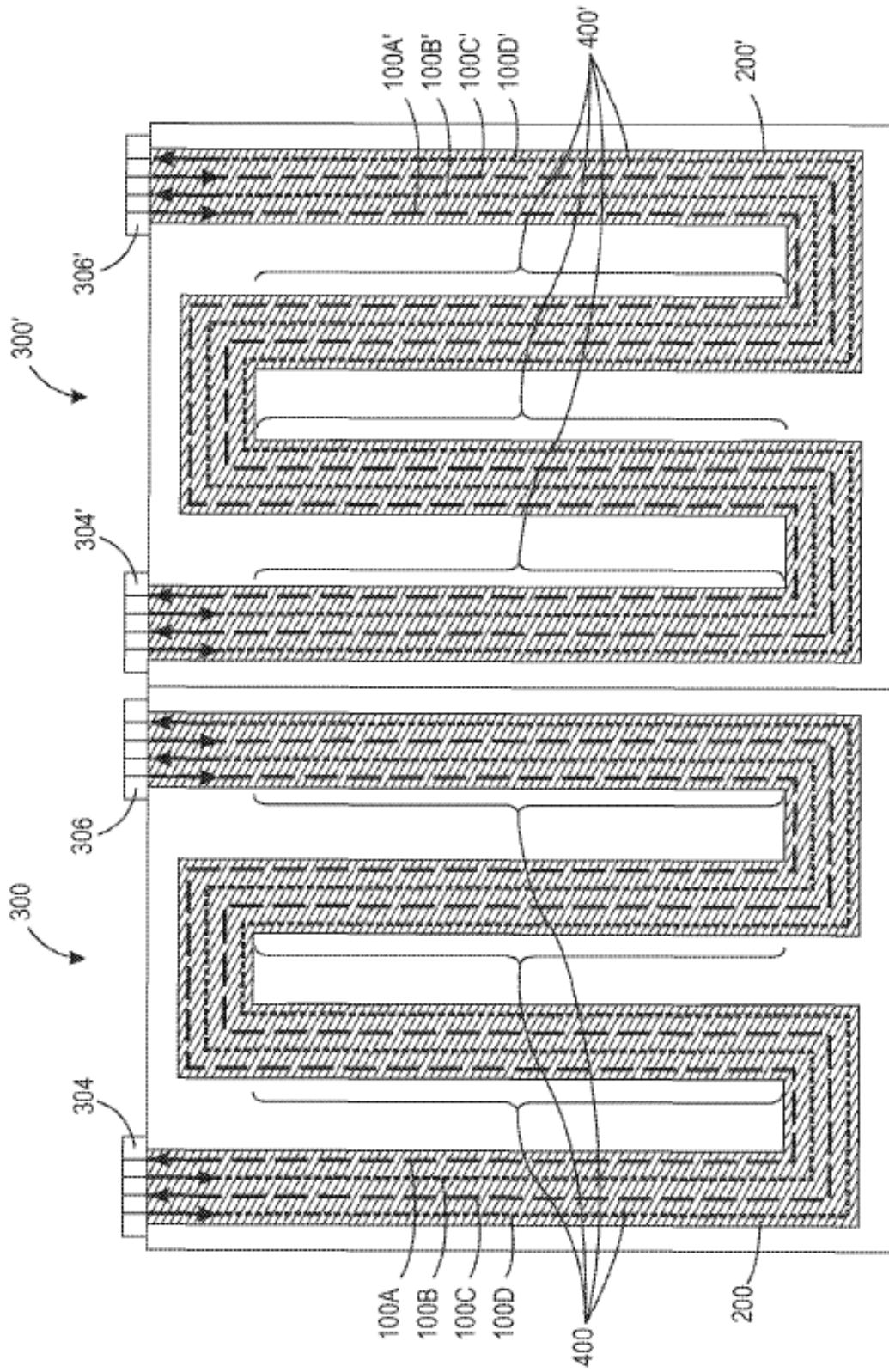


FIG. 4



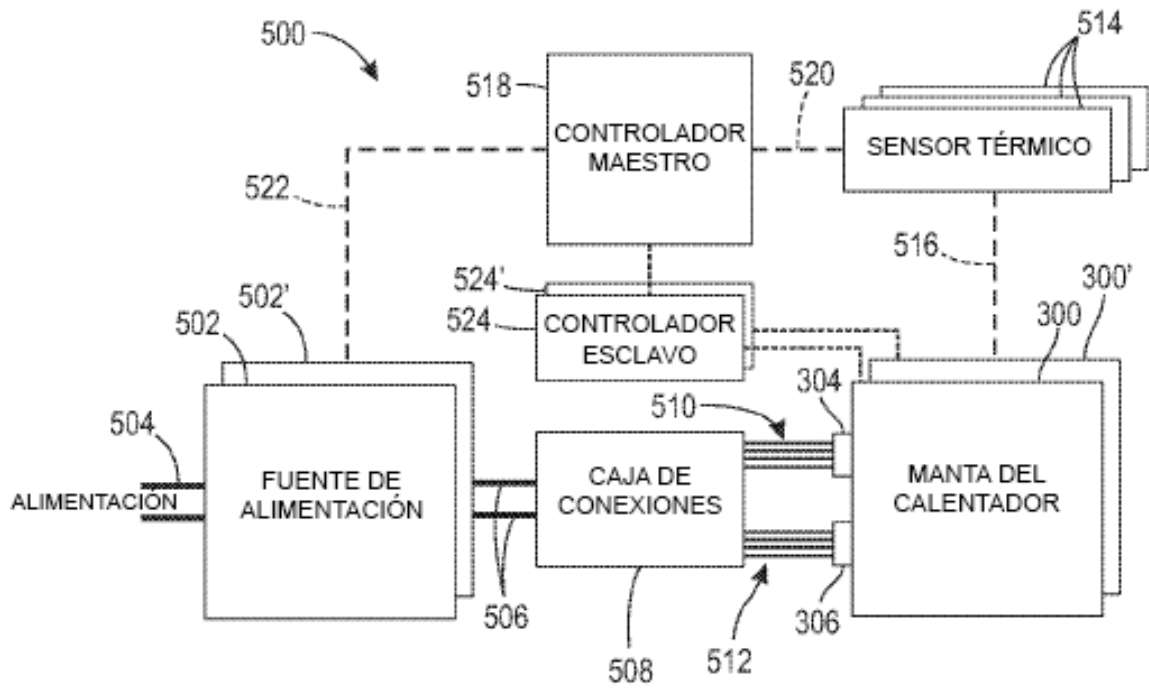


FIG. 5

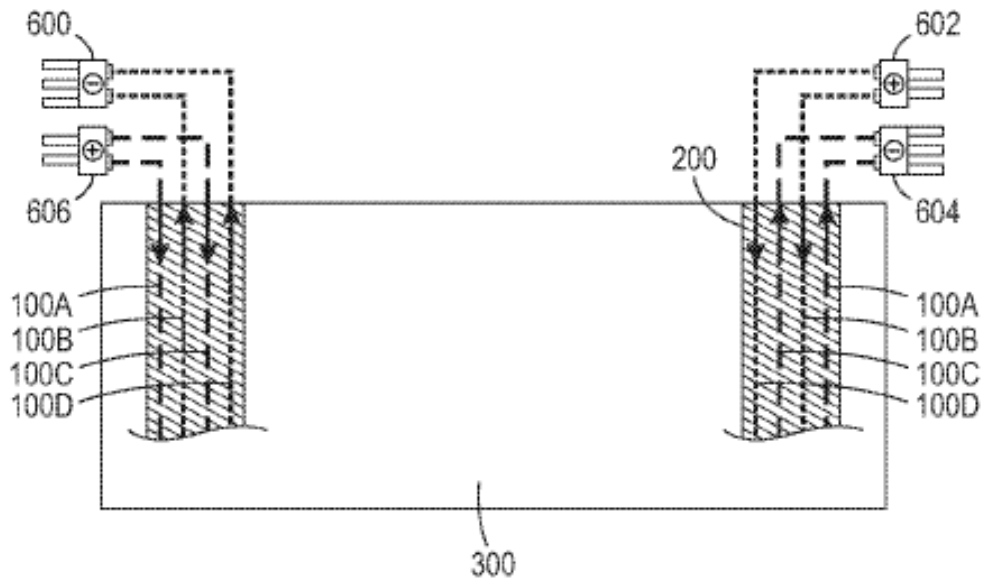


FIG. 6



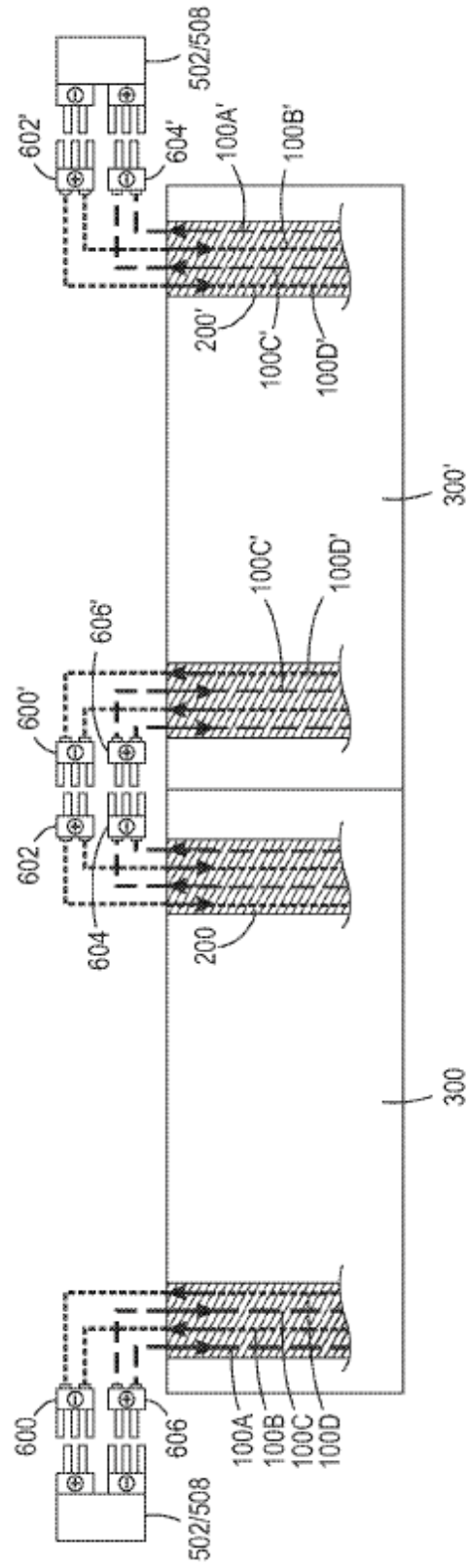


FIG. 7

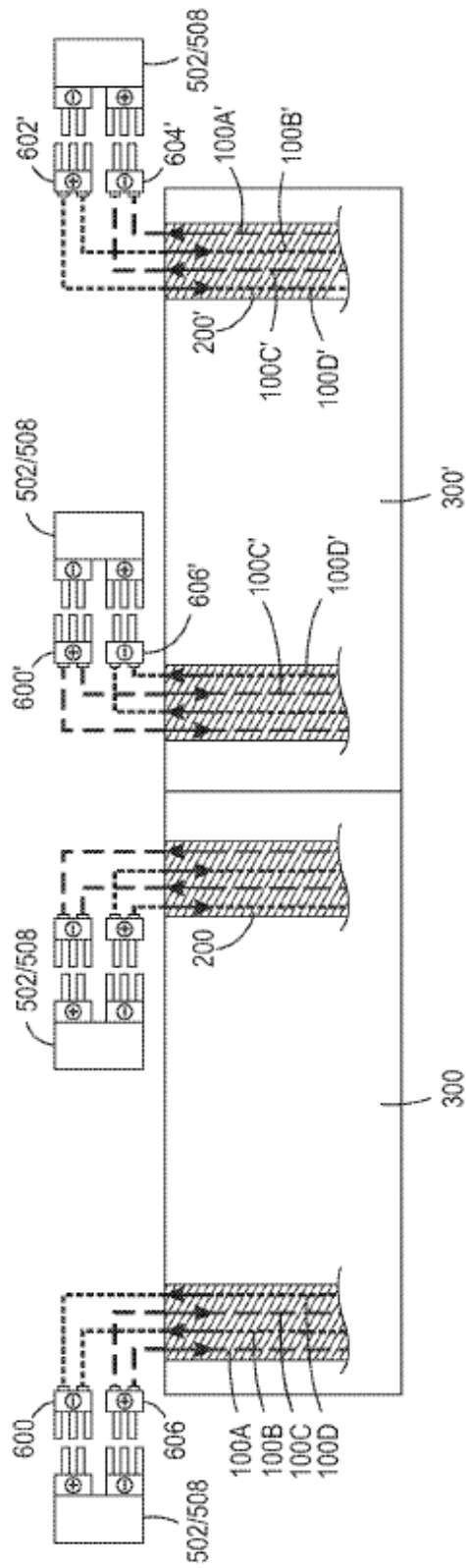


FIG. 8

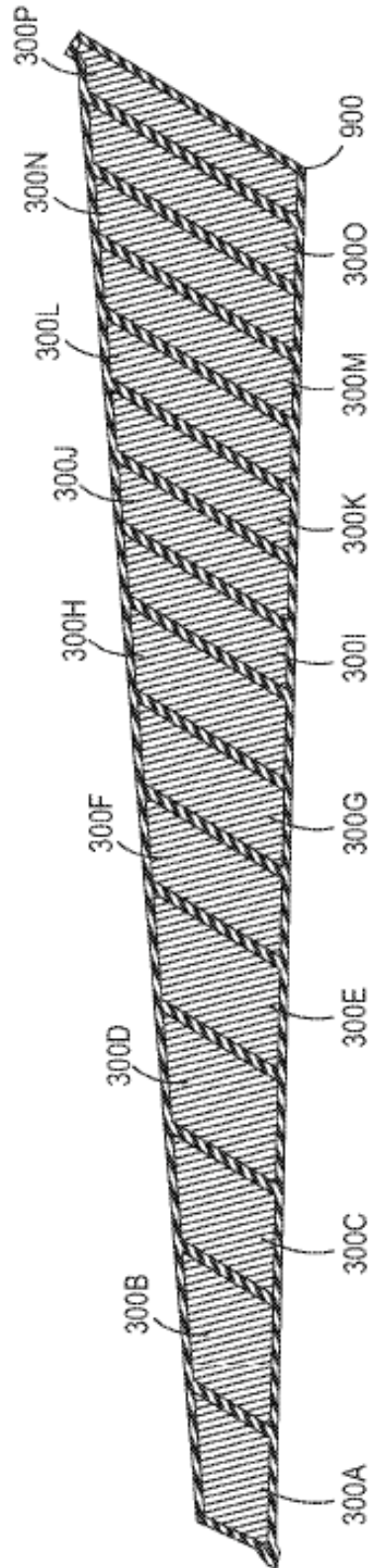


FIG. 9

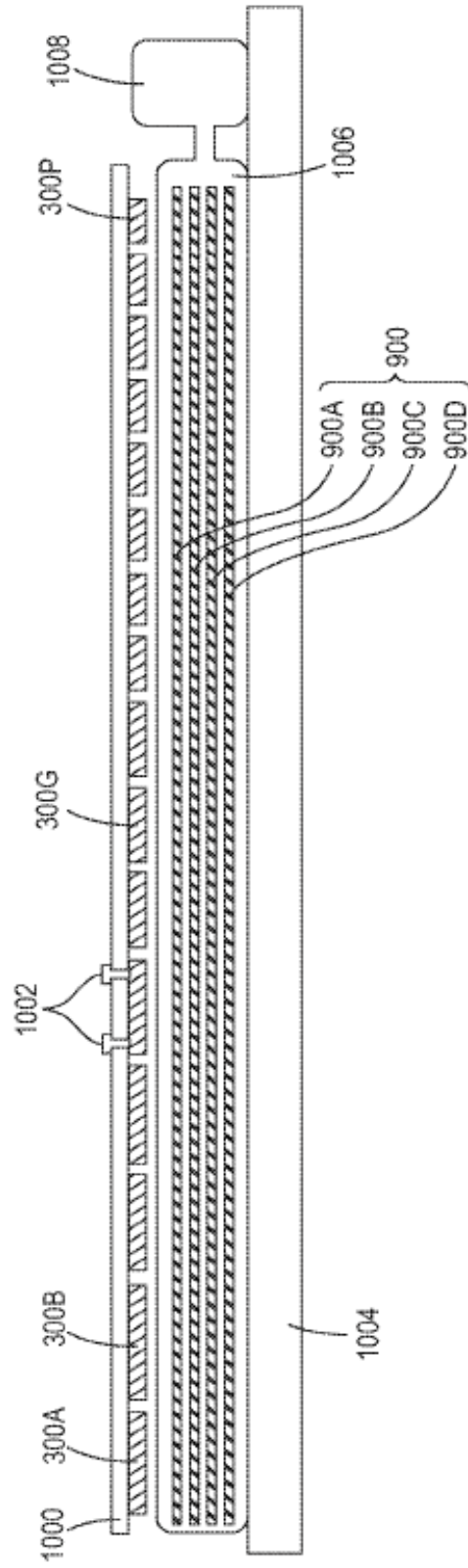


FIG. 10

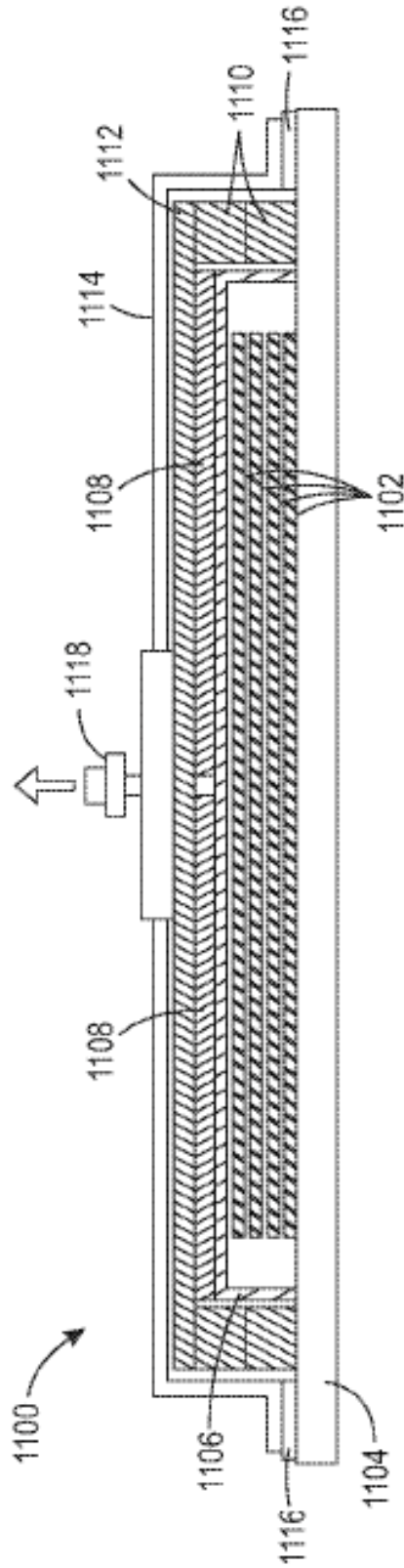


FIG. 11

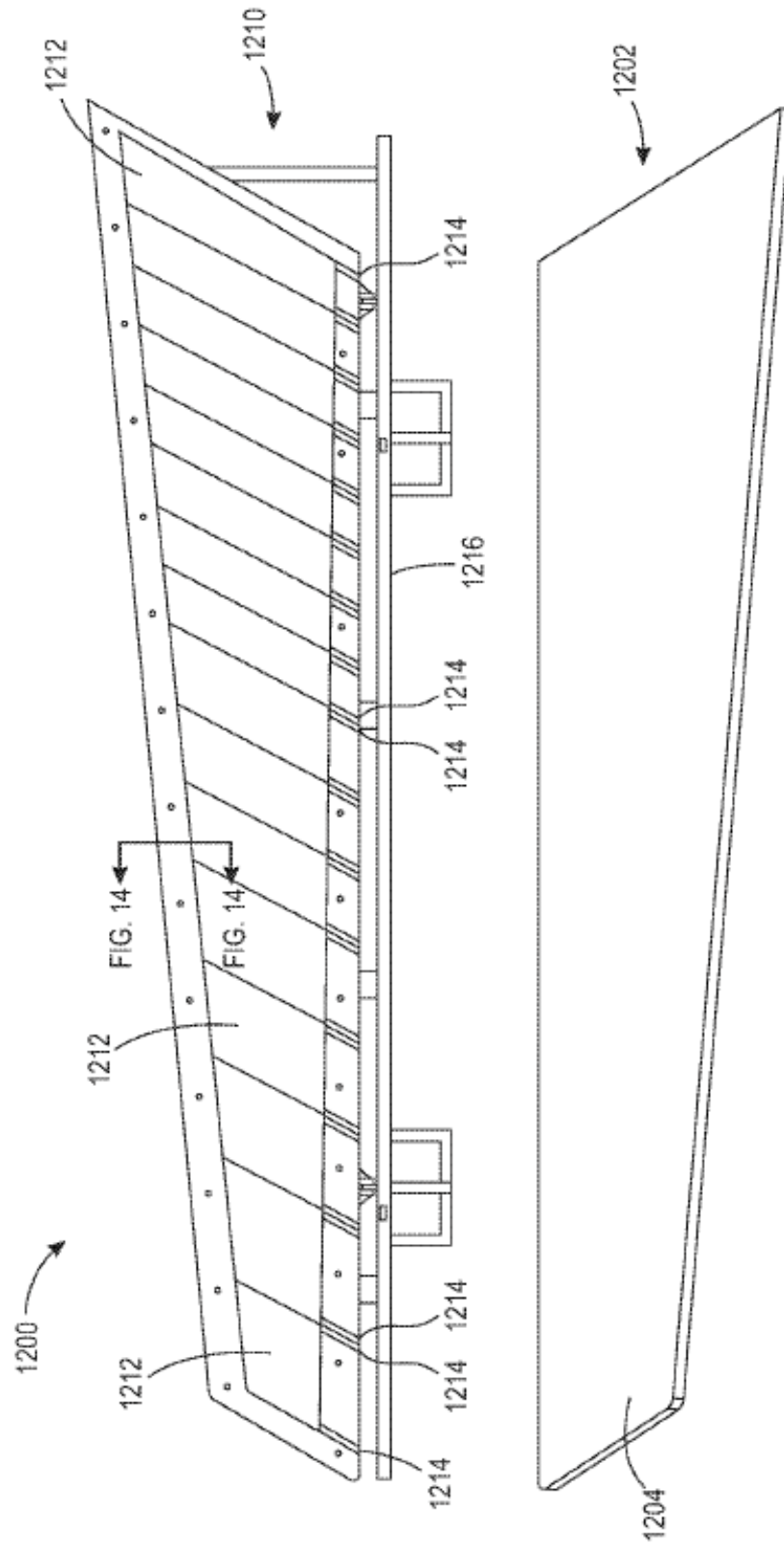


FIG. 12

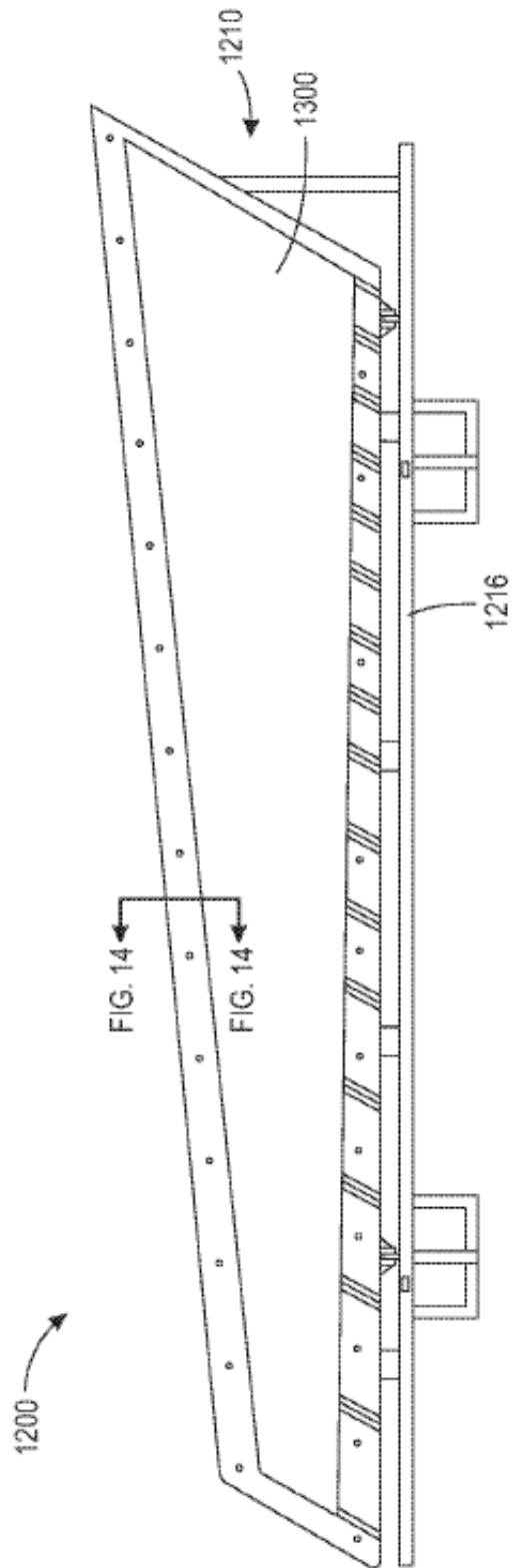


FIG. 13

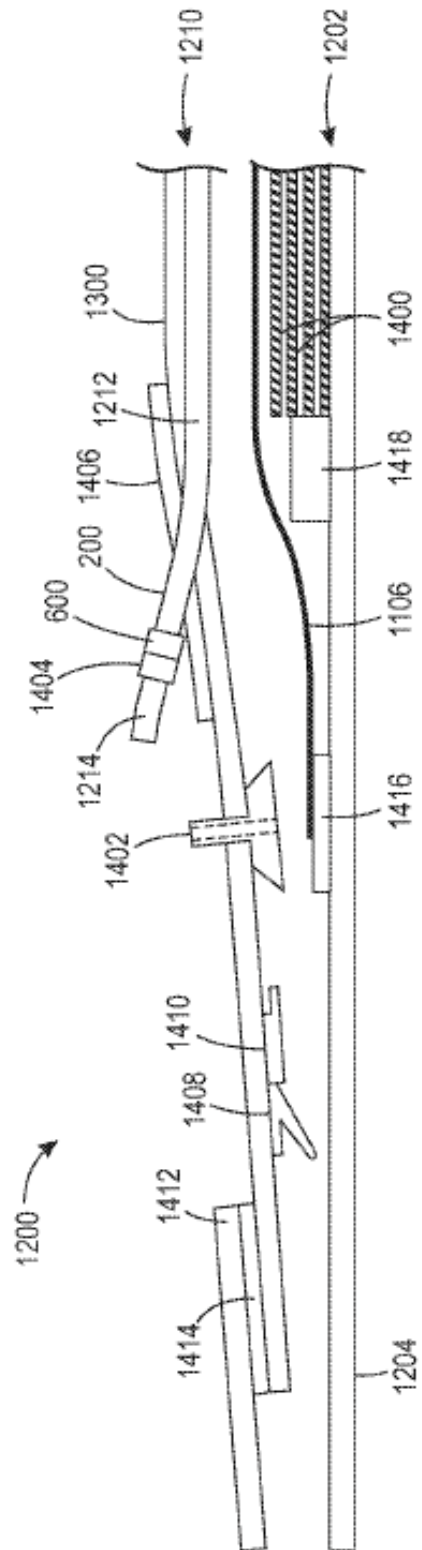


FIG. 14



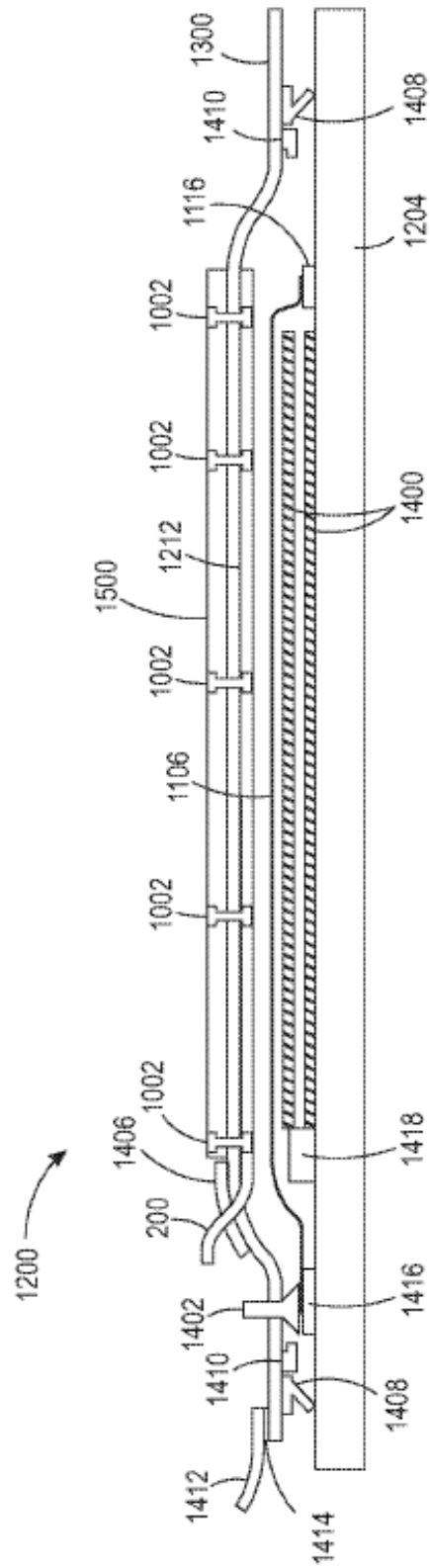


FIG. 15

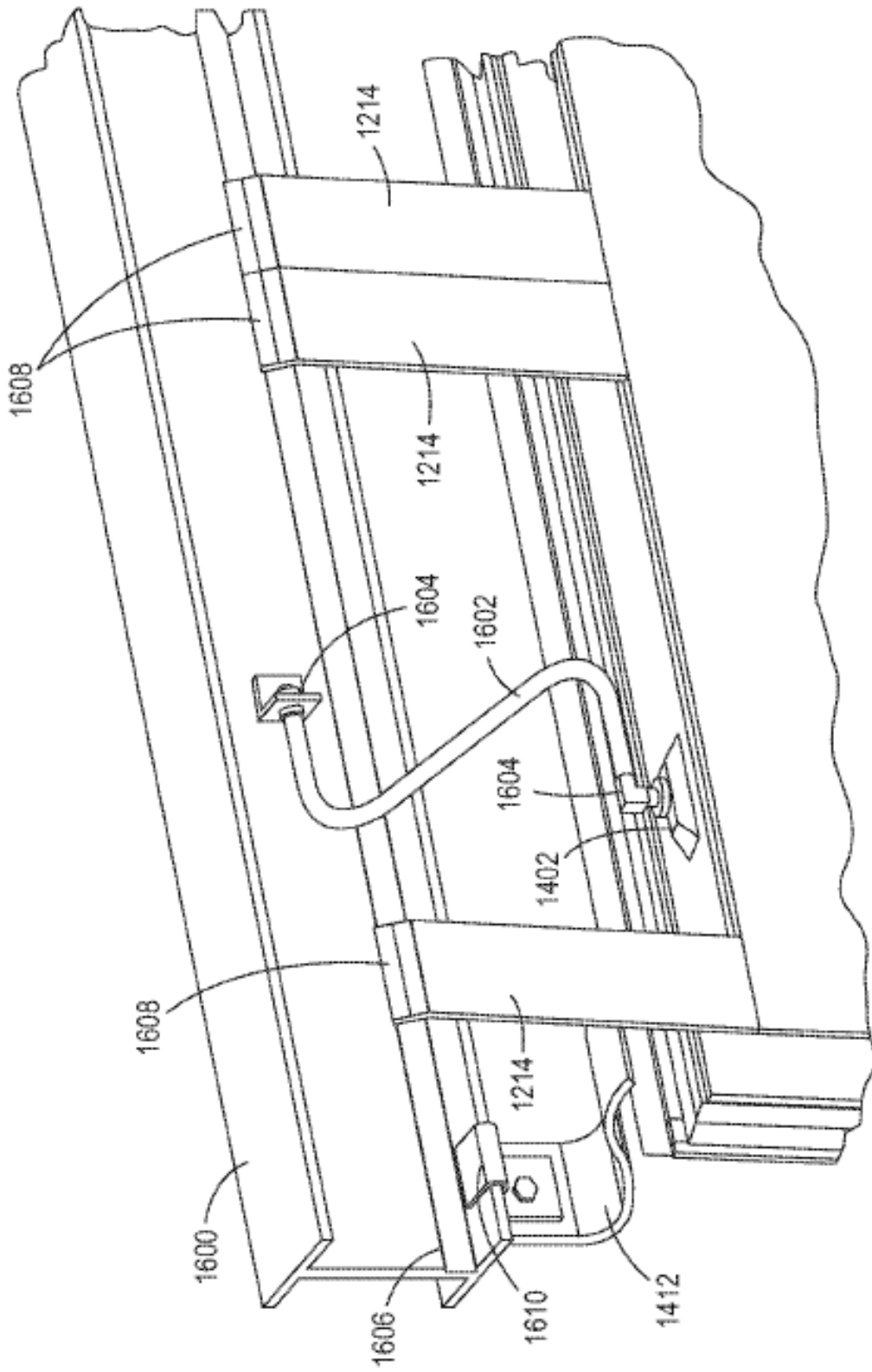


FIG. 16

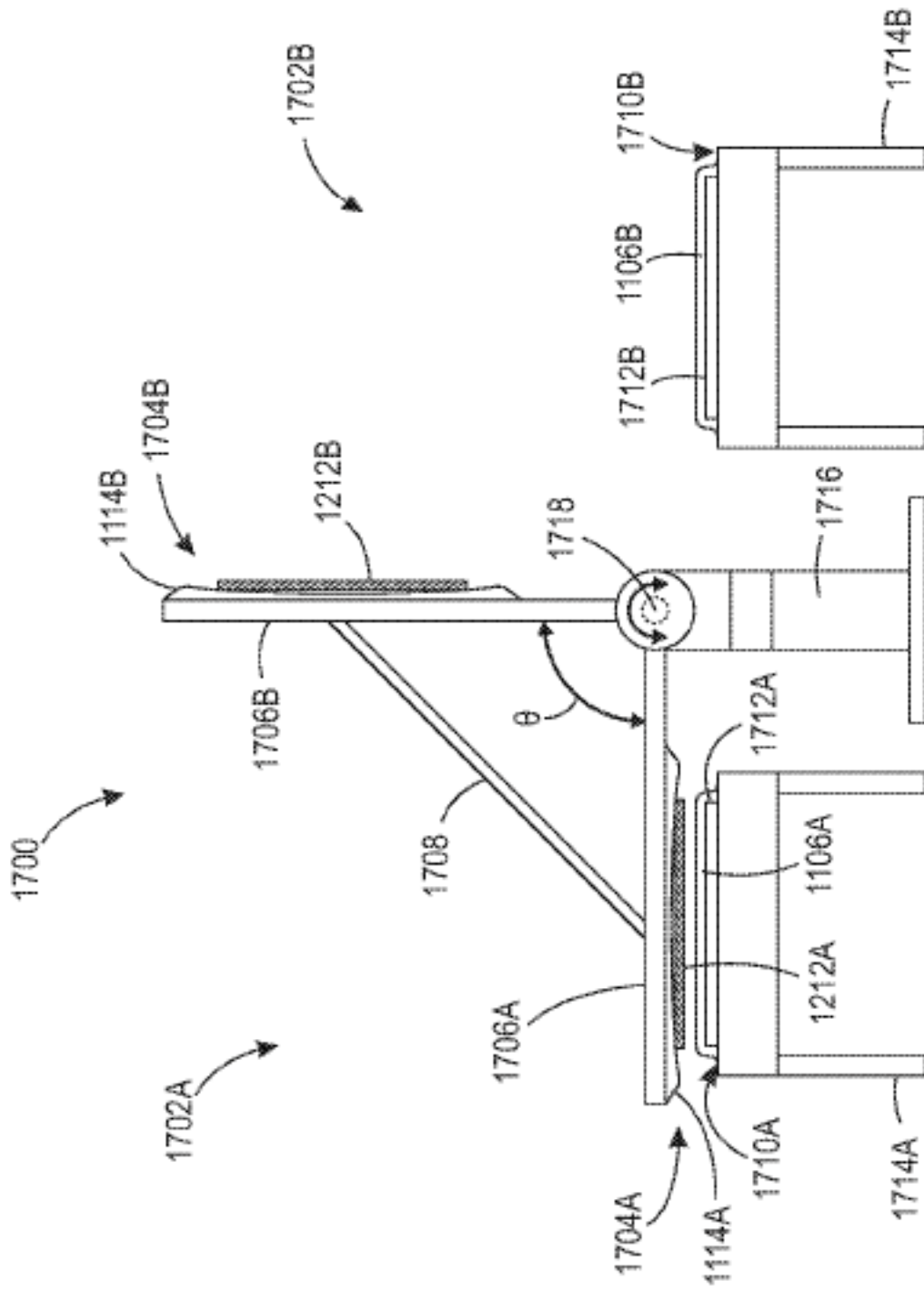


FIG. 17

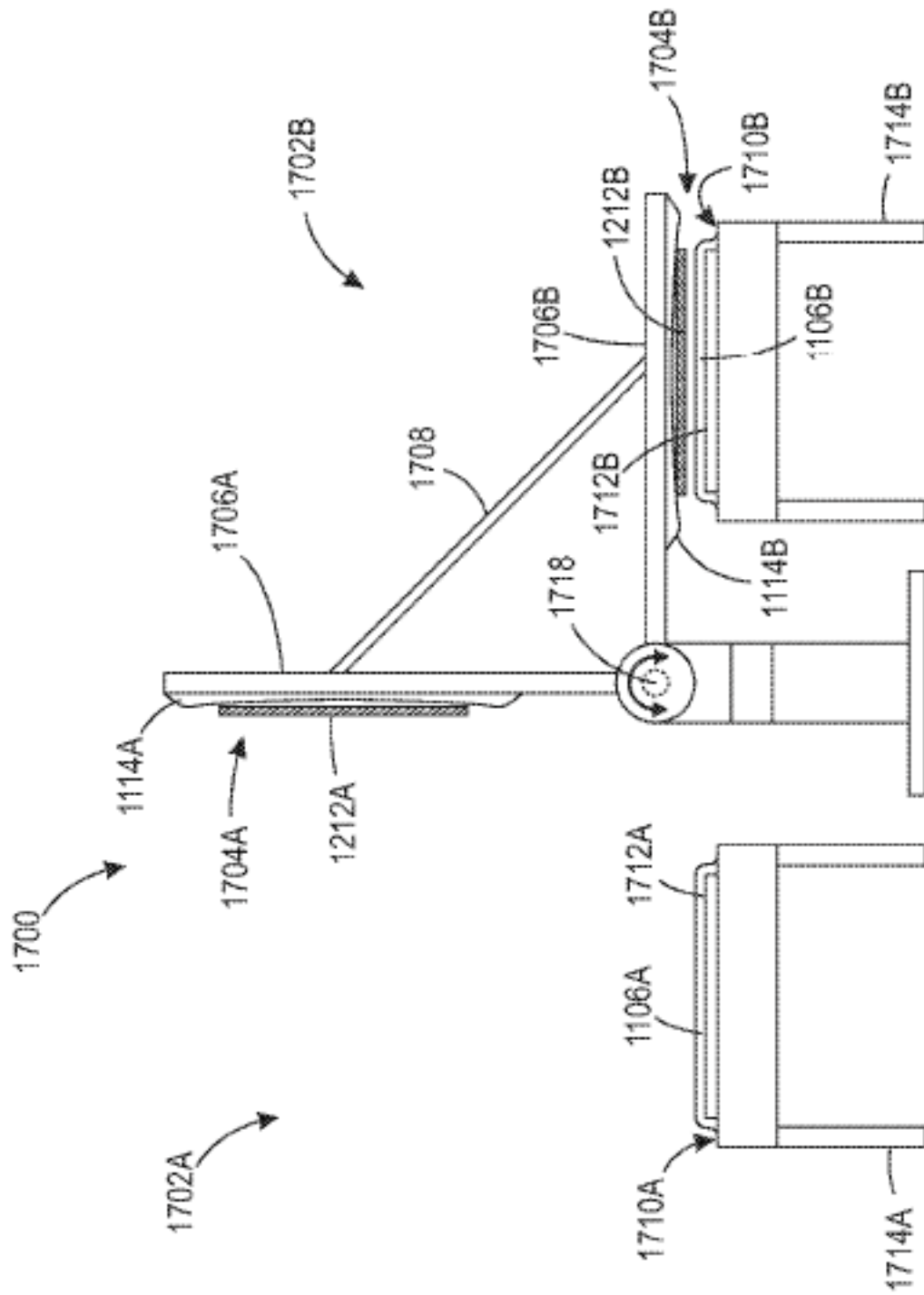


FIG. 18

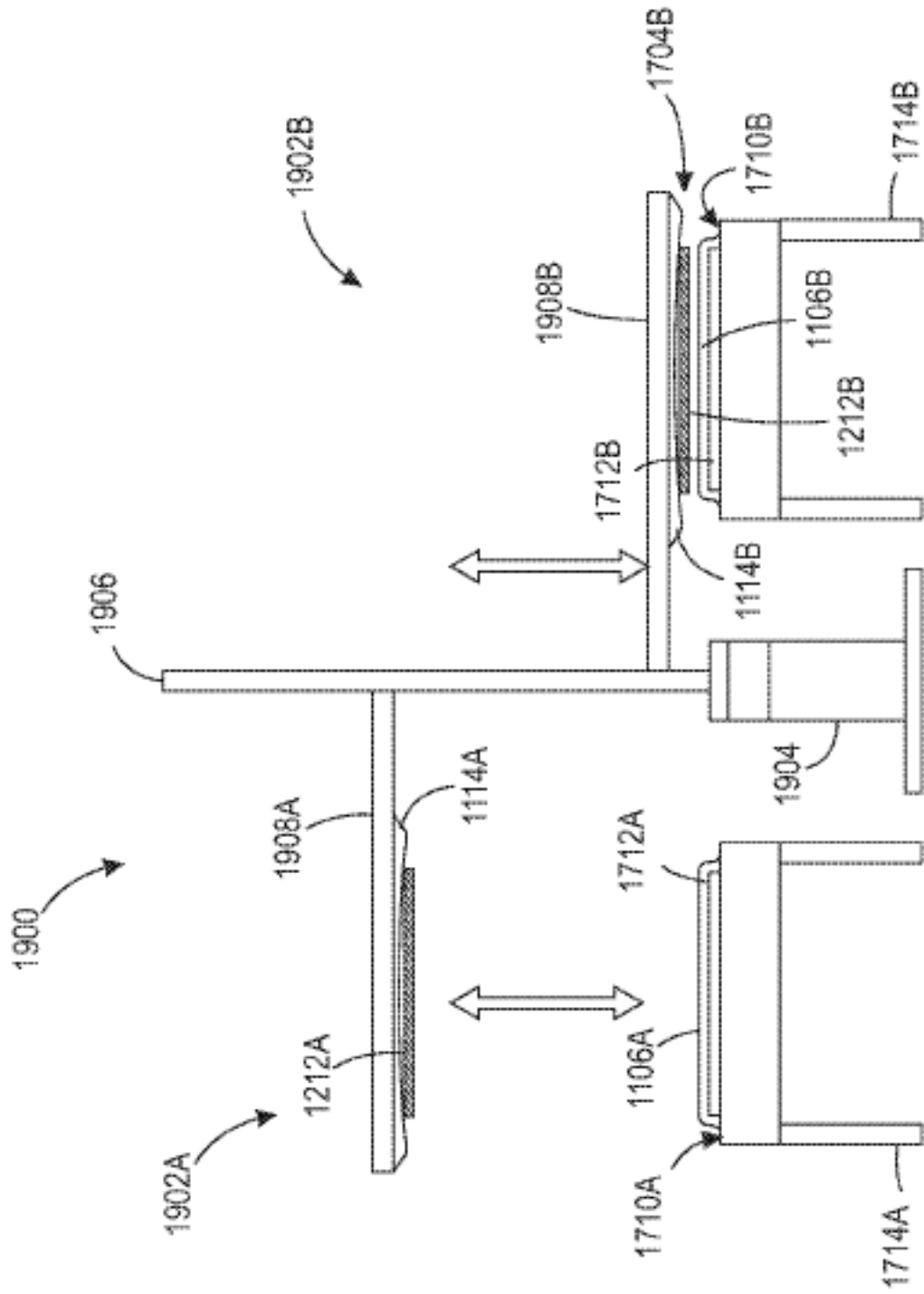


FIG. 19

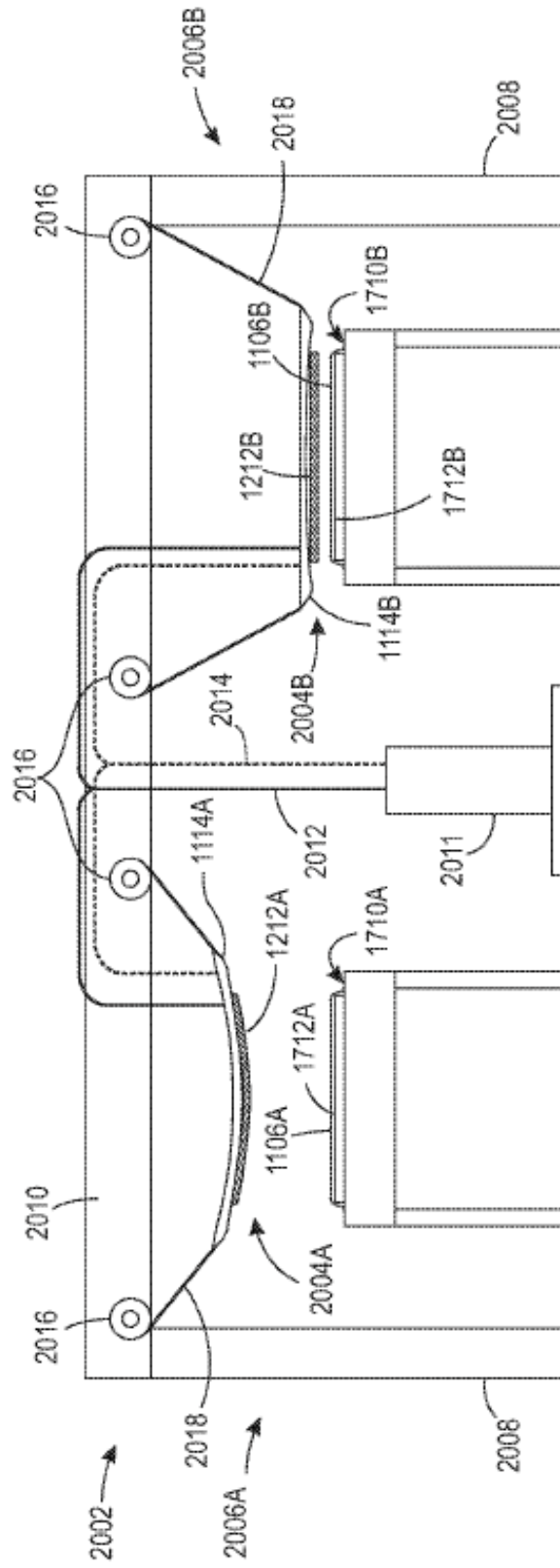


FIG. 20

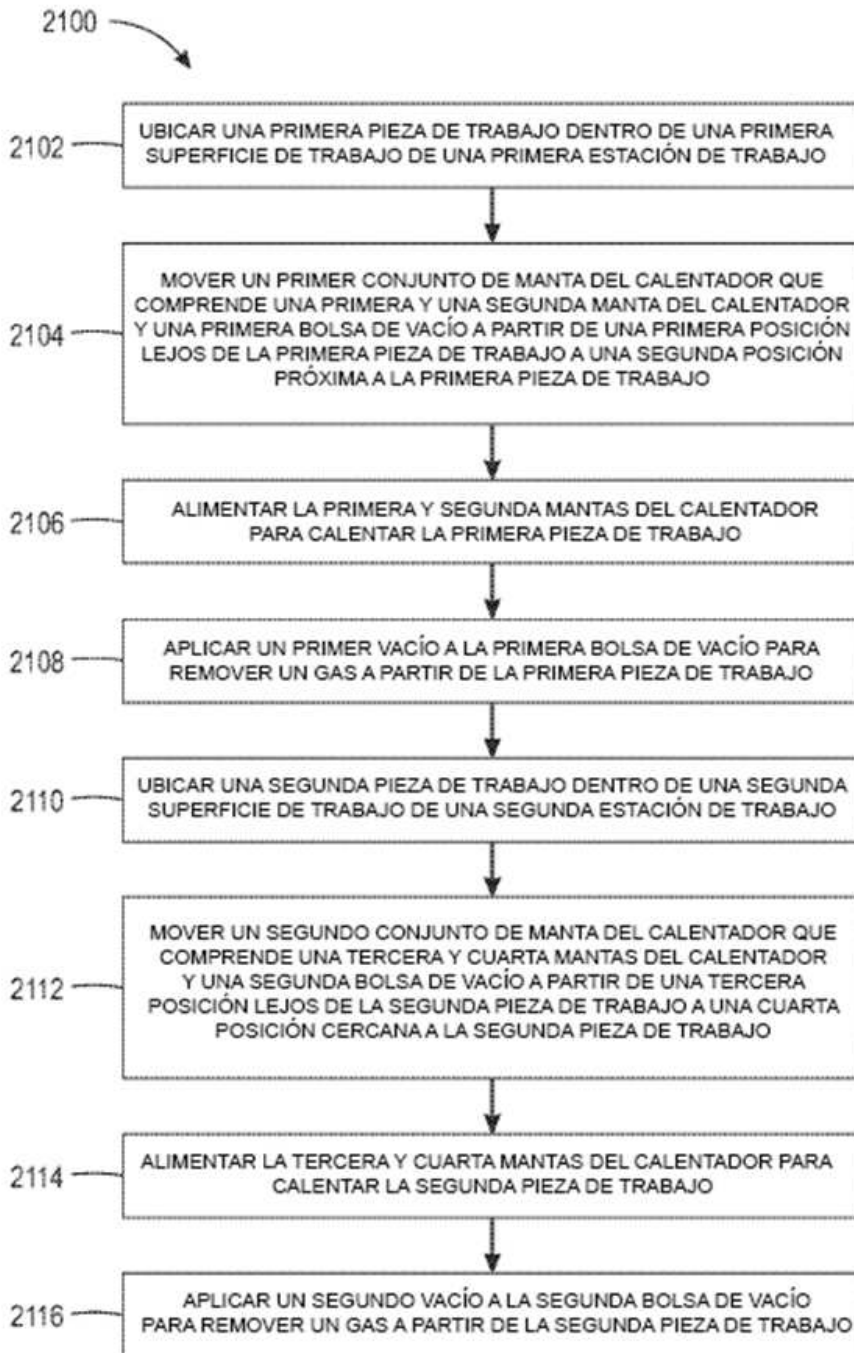


FIG. 21

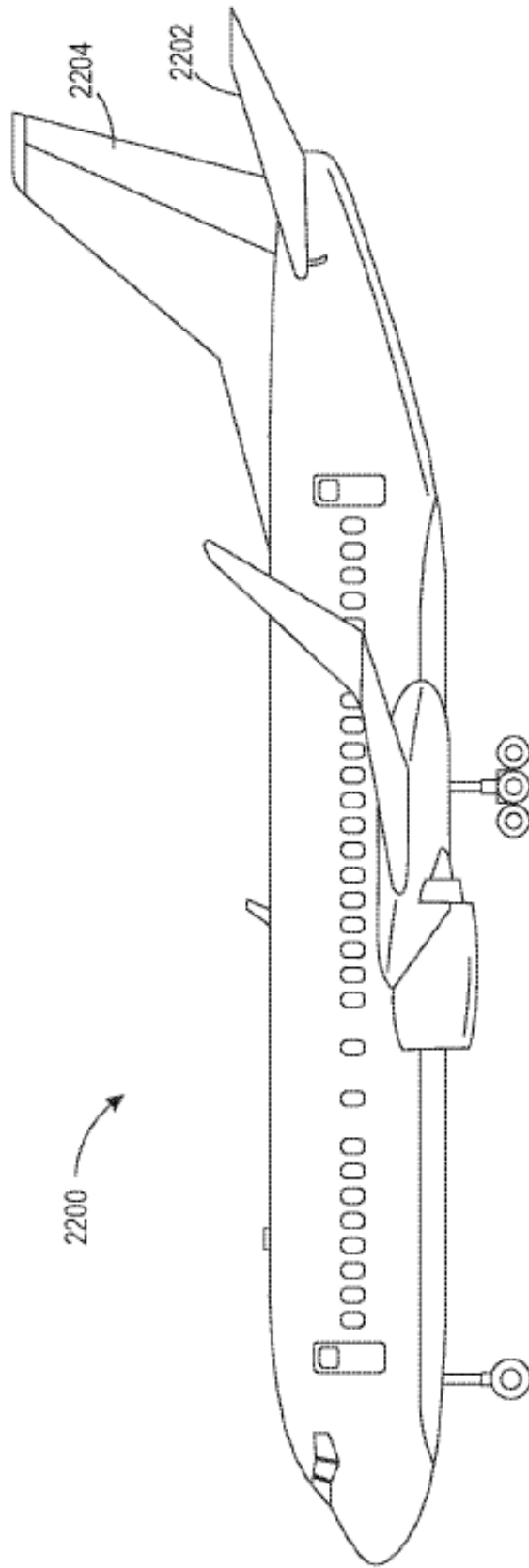


FIG. 22