

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 026 860**

51 Int. Cl.:

B64G 1/10 (2006.01)
B64G 1/50 (2006.01)
B64G 1/66 (2006.01)
H01Q 1/28 (2006.01)
H01Q 1/08 (2006.01)
H01Q 21/00 (2006.01)
H01Q 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2022** **E 22215632 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.04.2025** **EP 4201819**

54 Título: **Satélite que comprende una antena radiante desplegable**

30 Prioridad:

23.12.2021 FR 2114413

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
12.06.2025

73 Titular/es:

**THALES (100.00%)
4 rue de la Verrerie
92190 Meudon, FR**

72 Inventor/es:

**DELMAS, ANTHONY;
CHAIX, ALAIN;
FRAYSSE, JEAN-PHILIPPE y
VEZAIN, STÉPHANE**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 026 860 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

Satélite que comprende una antena radiante desplegable

5 Campo técnico

La invención se refiere a satélites que comprenden una antena radiante y, en particular, una antena radiante que comprende un bucle bifásico.

10 Antecedentes

Las antenas radiantes de barrido, a menudo denominadas antenas activas para aplicaciones espaciales, constan generalmente de algunas decenas o centenares de elementos radiantes combinados con amplificadores, y tienen una superficie inferior a un metro cuadrado. Estas antenas radiantes activas pueden montarse fácilmente en la Tierra antes de transportarlas al espacio. Estas antenas radiantes también son fáciles de transportar a bordo de cohetes y/o transbordadores espaciales. Además, durante el uso, una parte de la potencia consumida por los amplificadores y los elementos radiantes se disipa en forma de calor, que es necesario evacuar, por ejemplo, mediante sistemas de control térmico basados en el uso de componentes fluidicos pasivos (tales como tubos de calor o bucles de bombas capilares). Para evacuar el calor, estas antenas necesitan una proximidad entre los amplificadores y los radiadores. Sin embargo, para satélites que tienen aplicaciones en telecomunicaciones, para garantizar caudales elevados y ultraelevados, las antenas activas requieren una gran superficie y necesitan un consumo de altos niveles de energía, lo que da lugar por tanto a la disipación de altos niveles de potencia. De este modo, para aplicaciones que necesitan antenas con una mayor superficie (por ejemplo, superior a 8 m²) y muchos elementos radiantes (por ejemplo, varios miles), los sistemas conocidos que comprenden antenas radiantes no pueden garantizar una temperatura uniforme en toda su superficie cuando la potencia emitida es elevada. Además, las antenas de gran superficie y que comprenden numerosos elementos radiantes son difíciles de transportar a bordo de cohetes y/o transbordadores espaciales, son difíciles de montar y disipan altos niveles de potencia (por ejemplo, más de 10 kW) que no pueden ser recuperados por los actuales sistemas de control térmico.

Por último, la noción de homogeneidad de temperatura entre los distintos elementos radiantes es un parámetro clave para garantizar el rendimiento en radiofrecuencia de los sistemas compuestos por antenas radiantes. Un gradiente de 5 a 10 °C permite garantizar este rendimiento.

El documento US 2021/318074 A1 se refiere a un conjunto de panel para su uso con una nave espacial que incluye una carga útil, un panel de radiador y un tubo de calor. La carga útil está configurada para generar calor residual durante el funcionamiento. El panel de radiador está separado de la carga útil y está configurado para disipar el calor residual. El tubo de calor está acoplado a la carga útil y al panel de radiador. El tubo de calor incluye una parte flexible para permitir que el panel de radiador se mueva con respecto a la carga útil. Adicionalmente, el tubo de calor está configurado para transferir el calor residual de la carga útil al panel de radiador.

El documento US 6003817 A se refiere a que los paneles térmicos desplegables se controlen activamente a lo largo de la órbita de un satélite para garantizar la disipación térmica. Ajustando el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre el panel y controlando el flujo de un fluido a través de tubos flexibles de transporte de calor, el calor se carga y descarga para garantizar la estabilidad térmica de los componentes que presentan requisitos especiales desde el punto de vista térmico. Un panel de antena opcional en el lado Nadir del satélite presenta un lado de antena transmisora en una superficie y un lado de radiación térmica en la superficie opuesta. Además, los desplazamientos de los paneles térmicos se controlan de manera que produzcan pares que se opongan a los pares perturbadores.

Sumario

Para superar las desventajas de los satélites que comprenden antenas radiantes de grandes superficies (por ejemplo, superior a 8 m²) y con muchos elementos radiantes (por ejemplo, varios miles), la invención propone un satélite que comprende una antena radiante que comprende un panel fijo y al menos un panel desplegable y un bucle bifásico que comprende conexiones flexibles.

Para ello, la invención se refiere a un satélite que puede ensamblarse y transportarse, incluso cuando la antena radiante tiene una gran superficie y una potencia elevada. Además, el bucle bifásico recupera el calor emitido por numerosos elementos radiantes.

La invención mejora la situación proponiendo un satélite que comprende: un bastidor, una antena radiante que comprende: elementos radiantes; amplificadores asociados a los elementos radiantes, una base sobre la que se montan los elementos radiantes y los amplificadores, estando configurada la base para portar los elementos radiantes y los amplificadores y para evacuar el calor emitido por los elementos radiantes y/o por los amplificadores cuando están en funcionamiento, comprendiendo la base al menos un panel fijo fijado al bastidor y al menos un panel desplegable articulado al primer panel, cada uno de los paneles lleva al menos uno de los elementos radiantes; y un bucle bifásico por el que circula un fluido y configurado para recuperar calor y transmitirlo a la base, comprendiendo

el bucle bifásico: dos porciones, cada una fijada a uno de los dos paneles de la base; y conexiones flexibles que comprenden al menos un canal térmico flexible y que conectan las porciones del bucle bifásico, circulando el fluido por el al menos un canal térmico flexible.

- 5 En un modo de realización, el panel desplegable está configurado para tener una posición desplegada cuando el satélite está en servicio y una posición plegada cuando el satélite está en transporte.

10 En un modo de realización, el bucle bifásico comprende una bomba configurada para hacer circular el fluido con un caudal superior a un valor predeterminado y un estado bifásico en cada panel y al menos un condensador configurado para evacuar el calor del fluido.

En un modo de realización, la antena radiante tiene una superficie que varía de 8 m² a 20 m².

15 En un modo de realización, el fluido es un fluido caloportador configurado para ser utilizado en estado líquido y en estado bifásico.

En un modo de realización, el fluido caloportador es amoníaco.

20 En un modo de realización, las conexiones flexibles comprenden canales configurados para transmitir señales portadoras de una onda electromagnética emitida y/o recibida por los elementos radiantes.

Breve descripción de los dibujos

25 La invención se comprenderá mejor y otras ventajas se harán evidentes a partir de la siguiente descripción no limitativa y de las figuras, entre las cuales:

la figura 1 ilustra un ejemplo de satélite que comprende una antena radiante en posición desplegada, visto de perfil;

30 la figura 2 ilustra un ejemplo de satélite que comprende una antena radiante en posición plegada, visto de perfil;

la figura 3 ilustra un ejemplo de antena radiante en posición desplegada, visto desde arriba; y

la figura 4 ilustra otro ejemplo de antena radiante en posición desplegada, visto desde arriba.

35 Descripción detallada

La figura 1 ilustra un ejemplo de un satélite 100 visto de perfil. El satélite comprende un bastidor 102 y una antena radiante 120. La antena radiante comprende elementos radiantes 110. Por ejemplo, los elementos radiantes 110 pueden ser antenas de bocina que permiten recibir señales terrestres o transmitir señales a la Tierra. Los elementos radiantes están asociados a amplificadores 103 que permiten amplificar las señales recibidas y/o transmitidas por los elementos radiantes 110. Por ejemplo, cada uno de los elementos radiantes 110 puede estar asociado a un amplificador 103.

45 Además, la antena radiante comprende una base 104 sobre la que están montados los elementos radiantes 110 y los amplificadores 103. La base 104 está configurada para portar los elementos radiantes 110 y para evacuar el calor emitido por los elementos radiantes 110 y/o por los amplificadores 103 cuando están en funcionamiento. La base 104 comprende al menos un panel fijo 104a fijado al bastidor y al menos un panel desplegable 104b, 104c articulado al panel fijo 104a, cada uno de los paneles porta al menos uno de los elementos radiantes 110 y el amplificador 103 asociado. En el ejemplo ilustrado en la figura 1, la antena radiante comprende dos paneles desplegables 104b, 104c, cada uno articulado al panel fijo 104a. En otro ejemplo, la antena radiante puede comprender un único panel desplegable.

55 En la figura 1, los paneles desplegables 104b, 104c están en una posición desplegada. La figura 2 ilustra el satélite 100 visto de perfil, paneles desplegables 104b, 104c en posición doblada. En efecto, los paneles desplegables 104b, 104c están configurados para tener una posición desplegada que puede utilizarse cuando el satélite 100 está en servicio y una posición plegada cuando el satélite 100 está en transporte. La posición plegada permite, en el caso de antenas radiantes de gran tamaño (por ejemplo, con una superficie superior a 8 m²) facilitar el transporte del satélite a bordo de cohetes y/o transbordadores espaciales optimizando el espacio necesario para el transporte. En un ejemplo, solo uno de los dos paneles desplegables 104b, 104c puede estar en posición desplegada cuando el satélite está en uso. El bastidor puede incluir mecanismos de fijación articulados entre los paneles desplegables y el panel fijo, permitiendo que los paneles desplegables pasen de la posición plegada a la desplegada.

65 Además, la antena radiante 120 comprende un bucle bifásico 106 en el que circula un fluido caloportador. El fluido puede ser, por ejemplo, amoníaco, pentafluoropropano o tetrafluoroetano (tipo "freón"), productos vendidos por la sociedad DuPont de Nemours). El bucle bifásico 106 está configurado para recuperar el calor emitido por los elementos radiantes 110 y/o por los amplificadores 103 y transmitido a la base 104. En un ejemplo, el bucle bifásico 106 puede

configurarse para recuperar el calor también emitido por los amplificadores y transmitido a la base 104. En el ejemplo de la figura 1, el bucle bifásico 106 comprende tres porciones 106a, 106b, 106c, cada una fijada a uno de los tres paneles 104a, 104b, 104c de la base 104. Además, el bucle bifásico 106 comprende conexiones flexibles 108 que comprenden al menos un canal térmico flexible y que conectan las tres porciones 106a, 106b, 106c del bucle bifásico 106, circulando el fluido por el canal térmico flexible. En particular, las conexiones flexibles 108 conectan la porción del bucle bifásico 106 fijada al primer panel desplegable 104b con la porción del bucle bifásico 106 fijada al panel fijo 104a. Asimismo, unas conexiones flexibles 108 conectan la porción del bucle bifásico 106 fijada al segundo panel desplegable 104c con la porción del bucle bifásico 106 fijada al panel fijo 104a. En otro ejemplo, la antena radiante 120 puede comprender un único panel desplegable. De este modo, el bucle bifásico 106 puede comprender solo dos porciones, cada una fijada a uno de los dos paneles de la base 104 (es decir, el panel desplegable y el panel fijo 104a) y las conexiones flexibles conectan la porción del bucle bifásico 106 fijada al panel desplegable con la porción del bucle bifásico 106 fijada al panel fijo 104a. De forma más general, incluye tantos paneles desplegables como sean necesarios para su funcionamiento. Cada uno de los paneles desplegables puede estar articulado al panel fijo 104a o incluso articulado a otro panel desplegable. En cada articulación se proporcionan conexiones flexibles 108, que comprenden al menos un canal térmico. El conjunto de estos canales permite, dentro del mismo bucle bifásico, la circulación del fluido caloportador en cada uno de los paneles, fijo y desplegable.

La figura 3 ilustra la antena radiante 120, visto desde arriba, y con los paneles desplegables 104b, 104c en posición desplegada. En este ejemplo, el bucle bifásico 106 comprende canales representados como líneas de puntos que permiten que el fluido circule y recupere el calor de cada uno de los elementos radiantes 110 y del amplificador 103 asociado. En este ejemplo, los canales están dispuestos en la parte inferior de la antena radiante 120 (es decir, en el lado de la base 104 en contacto con el bastidor 102). También es posible disponer los canales en la cara opuesta de la base, cara en la que están dispuestos los elementos radiantes 110 y los amplificadores 103. También es posible incrustar los canales en la base 104. Los canales pueden discurrir a lo largo de los bordes de la base 104 y ventajosamente opuestos a cada uno de los elementos radiantes 110 y amplificadores 103 para garantizar una uniformidad óptima de la temperatura en toda la superficie de la base 104. Como se ilustra en la figura 3, el fluido circula por la antena radiante 120 entre una entrada 112 de fluido y una salida 114 de fluido.

El bucle bifásico 106 comprende una bomba 114 configurada para hacer circular el fluido con un caudal superior a un valor predeterminado y un estado bifásico en cada panel 104a, 104b, 104c. El valor preestablecido puede depender, por ejemplo, de la bomba, del fluido, de una dimensión del bucle bifásico. En particular, puede utilizarse cualquier tipo de bomba 114 para hacer circular el fluido en el bucle bifásico 106, y el fluido que circula en la bomba está en estado líquido. Sin embargo, un estado bifásico del fluido (que puede ser amoníaco, por ejemplo) garantiza un elevado coeficiente de intercambio térmico entre el fluido y los elementos radiantes 110 y/o los amplificadores 103. Al contrario, cuando el fluido está en estado líquido, el coeficiente de intercambio térmico es bajo y la temperatura del fluido aumenta al recuperar el calor de los elementos radiantes 110 y de los amplificadores 103. De este modo, el bucle bifásico 106 de la presente invención está configurado de modo que, cuando el fluido circula por el bucle bifásico 106 cerca de los elementos radiantes 110 y recupera calor de los elementos radiantes 110, la temperatura del fluido aumenta hasta alcanzar su temperatura de saturación. Para obtener un estado bifásico bajo cada panel 104a, 104b, 104c, se pueden proponer varias soluciones, como el uso de calefactores, la regulación del caudal en los paneles o la utilización de un intercambiador de calor entre una entrada y una salida de los paneles. De este modo, al tener un fluido en estado bifásico que permite recuperar el calor emitido por los elementos radiantes y los amplificadores 103, es posible recuperar elevadas potencias de disipación (por ejemplo, superior a 10 kW) con una temperatura del fluido que permanece constante mientras el fluido se encuentra en estado bifásico. Así pues, el bucle bifásico recupera el calor emitido por los elementos radiantes y los amplificadores 103, incluso para un número muy elevado de elementos radiantes (por ejemplo, miles) con condiciones de intercambio constantes y, por tanto una homogeneidad de temperatura de los elementos radiantes (con una diferencia inferior a 10 °C entre elementos radiantes), lo cual necesario para garantizar el rendimiento en radiofrecuencia de la antena radiante.

En un ejemplo, el bucle bifásico 106 puede comprender un intercambiador de calor (no representado) entre una salida de la bomba 114 y la entrada 112 con el fin de aumentar la temperatura del fluido hasta su temperatura de saturación antes de alcanzar los elementos radiantes 110.

En otro ejemplo, el bucle bifásico 106 puede incluir uno o más sensores de temperatura que permiten medir la temperatura del fluido en uno o más puntos y comprobar así si la temperatura del fluido está muy por encima de la temperatura de saturación a nivel de la antena radiante 120. Asimismo, uno o más sensores de temperatura pueden permitir garantizar que la temperatura del fluido sea inferior a la temperatura de saturación antes de que circule en la bomba (la bomba funciona con un fluido en estado líquido).

Además, el bucle bifásico 106 comprende al menos un condensador 116 configurado para evacuar calor del fluido. En la figura 3, se muestra un condensador 116. Sin embargo, en otro ejemplo, pueden utilizarse dos o más condensadores. Por ejemplo, el condensador 116 puede estar unido térmicamente a uno o más radiadores que permiten evacuar el calor de los elementos radiantes 110 y de los amplificadores asociados recuperado por el fluido hacia el exterior del satélite 100. De este modo, el condensador 116 permite condensar el fluido caloportador y, a continuación, reducir la temperatura del fluido por debajo de su temperatura de saturación para volver al estado líquido. Por lo tanto, el fluido puede estar en estado líquido en una salida del condensador 116 para estar en estado líquido

cuando circule por la bomba 114.

Como se ilustra en la figura 3, en este ejemplo, la antena radiante 120 comprende dos paneles desplegables 104b, 104c que están en posición desplegada. Las conexiones flexibles 108 permiten conectar la porción 106a del bucle bifásico 106 que está colocada en el panel fijo 104a con la porción 106b del bucle bifásico 106 que está colocada en el panel desplegable 104b. Asimismo, las conexiones flexibles 108 permiten conectar la porción 106a del bucle bifásico 106 que está colocada en el panel fijo 104a con la porción 106b del bucle bifásico 106 que está colocada en el panel desplegable 104c.

En un ejemplo, las conexiones flexibles 108 comprenden canales configurados para transmitir señales portadoras de una onda electromagnética emitida y/o recibida por los elementos radiantes 110. Por ejemplo, las conexiones flexibles 108, además de transmitir el fluido a través del bucle bifásico 106, pueden transmitir señales ópticas, eléctricas, etc. que permiten el funcionamiento de la antena radiante 120.

Cabe señalar que en el ejemplo de la figura 3, la bomba se utiliza para hacer circular el fluido en estado bifásico en cada panel 104a, 104b, 104c. Sin embargo, en otro ejemplo, pueden utilizarse otros sistemas para hacer circular el fluido con un estado bifásico en cada panel, como, por ejemplo, un compresor.

La figura 4 ilustra otro ejemplo de antena radiante 220, visto desde arriba, y con los paneles desplegables 104b, 104c en posición desplegada. En este ejemplo, no se representa el bucle bifásico 106. Sin embargo, el bucle bifásico 106 descrito anteriormente en relación con la figura 3 puede utilizarse con la antena radiante 220. La antena radiante 220 comprende tejas 202 fijadas a la base 104. Cada teja 202 comprende elementos radiantes 110. Cada teja 202 está conectada a la teja o tejas adyacentes para formar una antena radiante 220 que tiene la funcionalidad de una antena radiante formada sin estar dividida en diferentes tejas. Las tejas 202 permiten facilitar la fabricación y el montaje de antenas radiantes de gran tamaño. Por ejemplo, la antena radiante 220 puede tener una superficie que varía de 8 m² a 20 m². De este modo, utilizando tejas 202 que permiten dividir la antena radiante 220, por ejemplo, de 1 m² a 2,5 m², puede facilitarse la fabricación y el montaje de la antena radiante 220.

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle utilizando una realización preferida, la invención no se limita a los ejemplos divulgados. Un experto en la materia podrá deducir otras variantes sin apartarse del ámbito de protección de la invención reivindicada. Por ejemplo, en los ejemplos descritos anteriormente, se han representado entre 13 y 36 elementos radiantes. Sin embargo, en otros ejemplos, la antena radiante 120, 220 puede comprender de varios cientos a varios miles de elementos radiantes 110. Además, la invención se ha ilustrado con dos paneles desplegables. En otro ejemplo, el satélite puede comprender un único panel desplegable. Además, en los ejemplos representados anteriormente, un amplificador está asociado a un elemento radiante. Sin embargo, en otro ejemplo, un amplificador puede estar asociado a varios elementos radiantes. Además, en los ejemplos ilustrados anteriormente, los elementos radiantes y amplificadores están montados en la cara superior de los paneles y el bucle bifásico está en la cara inferior de los paneles. Sin embargo, en otro ejemplo, los elementos radiantes pueden fijarse en la cara superior de los paneles, los amplificadores colocados en placas dentro de los paneles, cuyos planos son ortogonales a las caras superior e inferior de los paneles.

REIVINDICACIONES

1. Satélite que comprende:

- 5 un bastidor (102),
una antena radiante (120) que comprende:
- 10 elementos radiantes (110);
amplificadores (103) asociados a los elementos radiantes;
una base (104) sobre la que se montan los elementos radiantes y los amplificadores, estando configurada la base para portar los elementos radiantes y los amplificadores y para evacuar el calor emitido por los elementos radiantes y/o por los amplificadores (103) cuando están en funcionamiento, comprendiendo la base al menos un panel fijo (104a), fijado al bastidor, y al menos un panel desplegable (104b, 104c), articulado al primer panel, portando cada uno de los paneles al menos uno de los elementos radiantes y un amplificador; y
- 15 un bucle bifásico (106) por el que circula un fluido y configurado para recuperar el calor y transmitirlo a la base, comprendiendo el bucle bifásico:
- 20 dos porciones (106a, 106b, 106c), cada una fijada a uno de los dos paneles de la base; y
conexiones flexibles (108) que comprenden al menos un canal térmico flexible y que conectan las porciones del bucle bifásico, circulando el fluido por el al menos un canal térmico flexible.

2. Satélite según la reivindicación 1, en el que el panel desplegable está configurado para tener una posición desplegada cuando el satélite está en servicio y una posición plegada cuando el satélite está en transporte.

25 3. Satélite según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el bucle bifásico comprende una bomba configurada para hacer circular el fluido a un caudal superior a un valor predeterminado y en estado bifásico en cada panel y al menos un condensador configurado para eliminar el calor del fluido.

30 4. Satélite según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la antena radiante tiene una superficie que varía de 8 m² a 20 m².

5. Satélite según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el fluido es un fluido caloportador configurado para ser utilizado en estado líquido y en estado bifásico.

35 6. Satélite según la reivindicación 5, en el que el fluido caloportador es amoníaco.

7. Satélite según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las conexiones flexibles comprenden canales configurados para transmitir señales portadoras de una onda electromagnética emitida y/o recibida por los elementos radiantes.

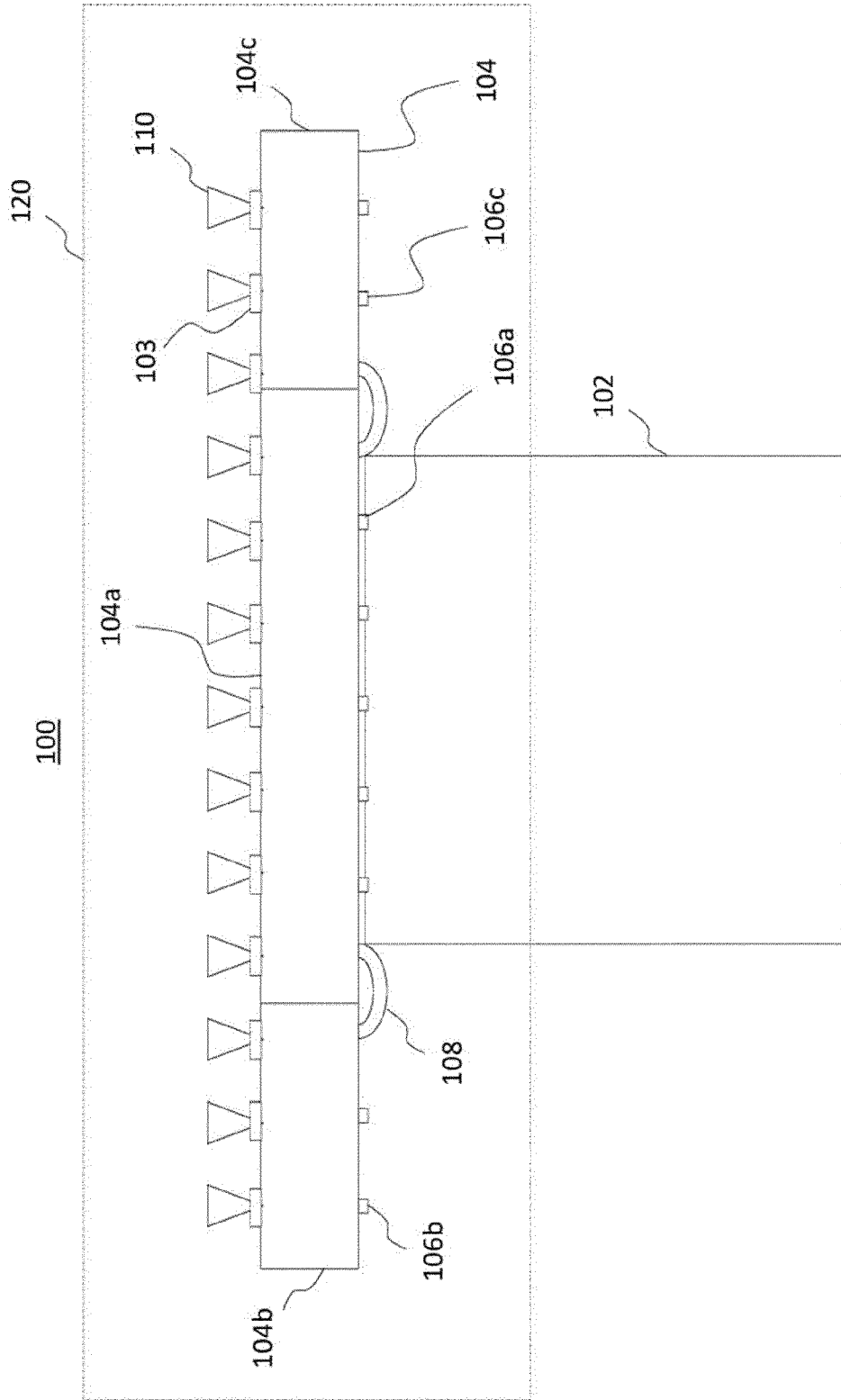


Fig. 1

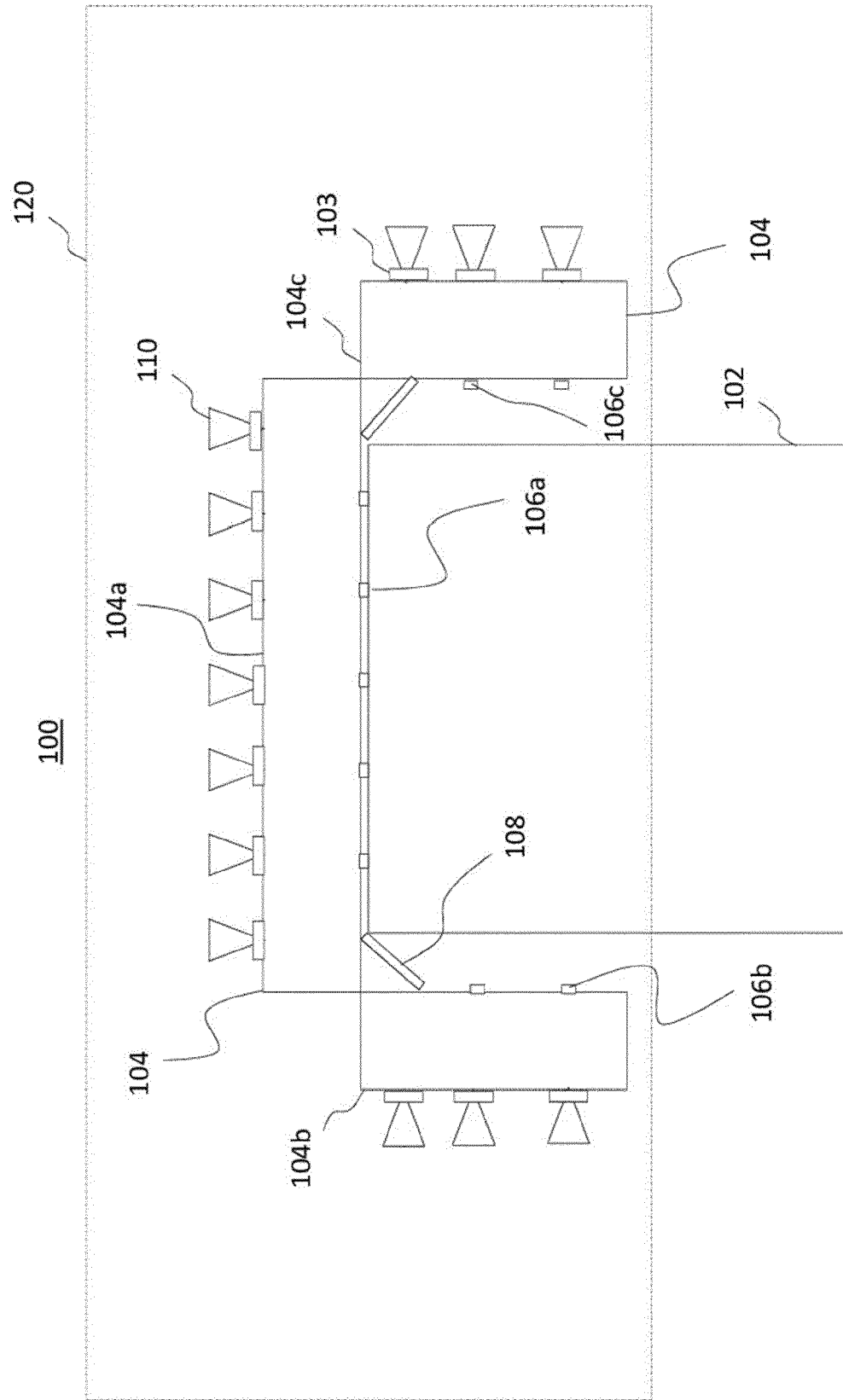


Fig. 2

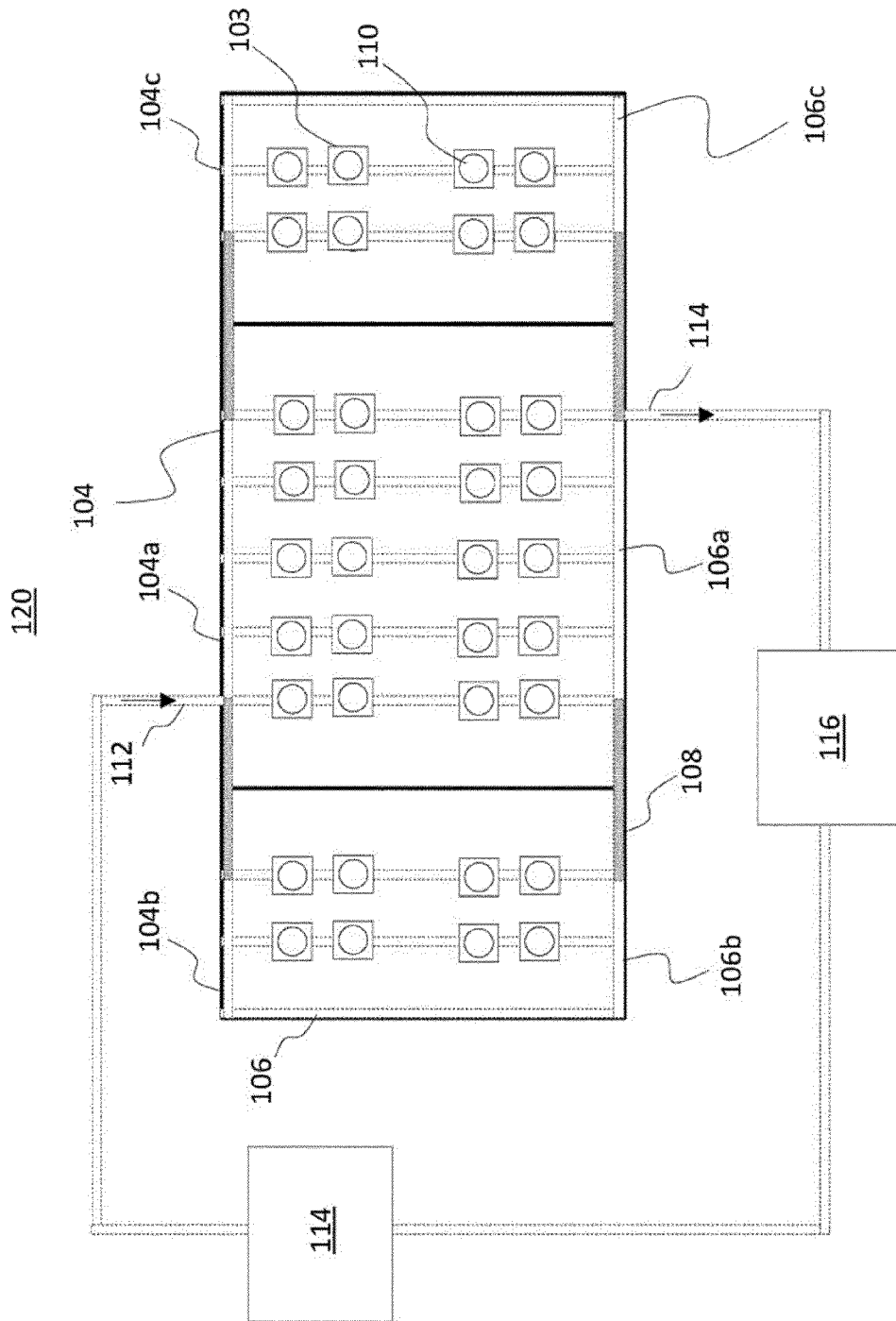


Fig. 3

220

