

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 694**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/28 (2006.01)

H01Q 1/08 (2006.01)

H01Q 15/16 (2006.01)

H01Q 15/20 (2006.01)

H01Q 19/10 (2006.01)

H01Q 19/17 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2009 E 09736214 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2013 EP 2351148**

54 Título: **Estructura desplegable y sistema de antenas con membranas que comprende una estructura de este tipo**

30 Prioridad:

14.10.2008 FR 0856944

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

04.03.2014

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES
(100.0%)
2 Place Maurice Quentin
75001 Paris, FR**

72 Inventor/es:

FONSECA, NELSON

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 445 694 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

Estructura desplegable y sistema de antenas con membranas que comprende una estructura de este tipo.

5 **Campo técnico general**

La invención se refiere a una estructura desplegable que soporta por lo menos una membrana y más particularmente a su utilización en un sistema de antenas cuyas membranas constituyen la estructura radiante principal y en particular las que pueden embarcarse en un sistema de satélite.

10

Estado de la técnica

Las estructuras desplegables se utilizan con frecuencia en los satélites con el fin de responder a numerosas limitaciones de volumen ocupado bajo la cubierta durante el lanzamiento.

15

Se entiende por desplegable una estructura cuyo volumen almacenado es inferior al volumen tras el despliegue.

Se habla de estructura abatible cuando el volumen almacenado es igual al volumen en funcionamiento.

20

Las estructuras desplegables son particularmente apropiadas para el diseño mecánico de antenas, cuya área proyectada en una dirección dada expresada en longitudes de onda condiciona en gran medida el rendimiento de radiación.

25

Por tanto, cuando se requiere una gran directividad o cuando la frecuencia de funcionamiento es relativamente baja, son necesarias antenas de grandes dimensiones.

Más allá de dos a tres metros, las soluciones abatibles generalmente ya no pueden responder a las limitaciones de disposición bajo la cubierta.

30

Entre las soluciones de antenas desplegables conocidas, numerosas realizaciones se basan en tecnologías de membranas.

Asociadas a una estructura portadora y a un sistema de despliegue, las antenas con membranas presentan la ventaja de presentar un volumen ocupado bajo cuando están en configuración de almacenamiento.

35

Estas antenas también presentan en general un peso sustancialmente inferior al de las antenas rígidas de dimensiones equivalentes.

40

Cuando es necesaria una antena de grandes dimensiones, se deben considerar varios problemas que limitan el diseño.

En primer lugar, el volumen de almacenamiento debe ser compatible con unas limitaciones de disposición bajo la cubierta.

45

Además, la estructura portadora y el mecanismo de despliegue asociado deben garantizar una rigidez suficiente con el fin de obtener un buen estado de la superficie, teniendo esta última característica un impacto directo sobre el rendimiento electromagnético de la antena.

50

Más precisamente, la ganancia de la antena se degrada cuando el estado de la superficie no es conforme.

También se pueden acentuar unas radiaciones no deseadas (lóbulos secundarios, radiación posterior, polarización cruzada).

55

La falta de conformidad del estado de la superficie puede ser debida a la precisión de la estructura portadora en sí misma o a los esfuerzos mecánicos y a las vibraciones experimentados.

En particular, para antenas de grandes dimensiones, fenómenos de golpeteo en la dirección ortogonal al plano de la antena pueden afectar sustancialmente al estado de la superficie.

60

Además, cuando son necesarias varias membranas para realizar la función de antena (generalmente, dos o incluso más membranas paralelas), la precisión del posicionamiento relativo es particularmente importante para garantizar buenos rendimientos de adaptación y de radiación.

65

La calidad del estado de la superficie y del posicionamiento relativo eventual de las membranas se define generalmente de manera proporcional a la longitud de onda.

Normalmente es necesaria una precisión del orden de la vigésima parte de la longitud de onda.

Por tanto, la elección de la estructura portadora es particularmente importante para no conducir a un sobredimensionamiento mecánico, con la consecuencia de un aumento de la masa y del volumen ocupado.

Por tanto, una antena con membrana desplegable debe satisfacer varias limitaciones: un bajo volumen ocupado en configuración de almacenamiento, un gran tamaño en configuración desplegada, una estructura de mantenimiento precisa y que además pueda soportar esfuerzos mecánicos, y una masa reducida con respecto a su equivalente en tecnologías rígidas.

Presentación de la invención

La invención se refiere a una estructura desplegable que permite obtener una antena con membrana con una abertura radiante de grandes dimensiones al tiempo que conserva un volumen de almacenamiento bajo.

La estructura de la invención ofrece una rigidez adicional con respecto a las antenas desplegables de tipo conocido, en particular con el fin de minimizar los efectos de golpeteo según la dirección ortogonal al plano de la antena.

Además, la estructura de la invención permite garantizar un buen estado de superficie de las membranas desplegadas mediante la adición de barras transversales sobre las que descansan la o las membranas.

Por tanto, según un primer aspecto, la invención se refiere a una estructura desplegable definida según las características de la reivindicación 1.

El despliegue de cada membrana se efectúa en una dirección general que está en la vertical de la base de la estructura y de manera más precisa en una dirección que corresponde a la dada por la forma de los pantógrafos utilizados. Por tanto, la forma de la estructura desplegada viene dada por el perfil de los pantógrafos: recto, parabólico o tal que la estructura desplegada presente una forma hexagonal o trapezoidal.

En configuración desplegada, una estructura de este tipo puede presentar una altura de dos metros y más, en función de las limitaciones mecánicas, de peso y de planeidades exigidas propias de la aplicación objetivo, y más particularmente de la frecuencia de funcionamiento.

Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un sistema de antenas que comprende una estructura desplegable según el primer aspecto de la invención.

Según un tercer aspecto, la invención se refiere a un sistema de satélite que comprende por lo menos un sistema de antenas según el segundo aspecto de la invención.

Presentación de las figuras

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán adicionalmente de la siguiente descripción, que es meramente ilustrativa y no limitativa y debe leerse con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente un satélite;
- la figura 2 ilustra una estructura desplegable según la invención utilizada en un sistema de antenas de tipo red de radiación directa;
- la figura 3 ilustra una estructura desplegable según la invención utilizada en un sistema de antenas de tipo red reflectora o transmisora, alimentada por un elemento radiante enfrentado;
- la figura 4 ilustra dos estructuras desplegables según la invención utilizadas en un sistema de antenas de tipo red de radiación directa;
- la figura 5 ilustra una estructura desplegable según la invención utilizada en un sistema de antenas que comprende varias redes reflectoras o transmisoras según una disposición denominada en paleta con un elemento radiante enfrentado por cada red;
- las figuras 6a, 6b, 6c ilustran varias configuraciones de membranas desplegadas con diferentes perfiles para los pantógrafos enfrentados;
- la figura 7 ilustra una vista de perfil de una estructura desplegable que permite una superficie que no es plana;
- las figuras 8a, 8b ilustran el principio de despliegue de un pantógrafo utilizado para desplegar la estructura

portadora;

- la figura 9 ilustra un pantógrafo que se extiende según una dirección de perfil parabólico;
- 5 - las figuras 10a, 10b, 10c ilustran diferentes fases del despliegue de la estructura portadora.

Descripción detallada

10 La figura 1 ilustra esquemáticamente un satélite 10 que comprende dos estructuras 11 desplegadas. En configuración de almacenamiento, las estructuras desplegadas están replegadas sobre la parte 12 central del satélite.

15 La figura 2 ilustra una estructura 11 desplegada, que comprende dos membranas M, utilizada en un sistema de antenas de tipo red de radiación directa.

Los componentes impresos R (representados en este caso todos idénticos a título ilustrativo) en cada membrana M emiten directamente la energía que les transmite el circuito de alimentación apropiado, habitualmente también impreso.

20 La estructura desplegada en este ejemplo presenta una forma paralelepípedica.

Los pantógrafos 20 están dispuestos de manera paralela, a ambos lados de las membranas M que se deben desplegar.

25 Para aumentar la rigidez de la estructura desplegada, se pueden disponer unas barras 21 transversales para conectar los pantógrafos en particular a los extremos de la estructura. Gracias a estas barras transversales, se garantiza la resistencia mecánica de la estructura.

30 Estas barras 21 transversales también contribuyen a la planeidad de las membranas M.

El conjunto de la estructura portadora, incluyendo el pantógrafo 20 y las barras 21 transversales, se puede realizar con materiales habituales en aplicaciones espaciales de tipo aluminio o carbono.

35 Se debe observar que la estructura ofrece naturalmente una dimensión controlable en la dirección ortogonal al plano principal de la antena.

Esta dimensión es controlable porque depende directamente del dimensionamiento del pantógrafo.

40 Este aspecto permite garantizar un buen posicionamiento relativo de las diferentes membranas necesarias.

Las membranas M permiten incluir todas las funciones de radiofrecuencia de tipo conocido y necesarias para la utilización de esta estructura en un sistema de antenas de tipo red de radiación directa, red reflectora o red transmisora, también denominada lente.

45 En particular, una membrana M puede desempeñar el papel de plano de masa, mientras que otra comprende los elementos radiantes.

50 El plano de masa permite, en particular, minimizar la radiación posterior, habitualmente no deseada para modos de funcionamiento de tipo red de radiación directa o red reflectora.

En el caso de un modo de funcionamiento de tipo lente, los elementos impresos no necesitan un plano de masa.

55 El circuito de alimentación o elementos radiantes adicionales de tipo apilados se pueden imprimir eventualmente en una o varias membranas adicionales.

El interés de imprimir el circuito de alimentación en una membrana separada es el de reducir el acoplamiento con los elementos radiantes y por tanto mejorar el rendimiento global de la antena, mientras que las estructuras radiantes de tipo apiladas permiten habitualmente ampliar la banda de frecuencias.

60 Se entiende por membrana un material flexible de pequeño espesor relativamente transparente radioeléctricamente en el que es posible realizar una deposición de metalización (por ejemplo de cobre) con el fin de realizar unos motivos correspondientes a las funciones de radiofrecuencia mencionadas anteriormente.

65 El material utilizado para la membrana puede ser Kapton.

La figura 3 ilustra una estructura 11 desplegada similar a la de la figura 2 utilizada en un sistema de antenas de tipo

red reflectora o lente que comprende además una pluralidad de motivos impresos R dispuestos en cada membrana M y una fuente S dispuesta enfrente.

5 La energía electromagnética es irradiada por la fuente S y después es reflejada o transmitida por la red de elementos impresos.

10 El interés de las redes reflectoras (en inglés, "reflect array") y de las redes transmisoras o lentes (en inglés, "transmit array" o "lens") es el de permitir unos rendimientos de radiación con una superficie plana comparables a los de una antena reflectora de forma parabólica conocida para focalizar la energía y por tanto garantizar en teoría una directividad de antena máxima.

15 Las redes reflectoras y las lentes tal como se han descrito anteriormente son ventajosas porque generalmente una superficie plana es más sencilla de realizar que una superficie formada para una precisión de estado de superficie dada.

La red reflectora o transmisora está constituida por una pluralidad de motivos elementales cuya forma modifica la fase del coeficiente de reflexión o de transmisión respectivamente.

20 Para garantizar un funcionamiento óptimo de la red reflectora o transmisora, la fase del coeficiente de reflexión o de transmisión respectivamente debe compensar la desviación de fase inducida por la diferencia de trayectorias eléctricas entre una superficie plana y la superficie parabólica que presenta su foco a nivel de la fuente S.

25 Con el fin de aumentar la superficie de radiación en el caso de una estructura de radiación directa, es posible posicionar dos estructuras 11 desplegables a ambos lados del centro 12 de un satélite tal como se ilustra en la figura 4.

La figura 5 ilustra una estructura desplegable que comprende dos membranas M, comprendiendo cada membrana varios reflectores R₁, R₂, R₃, R₄ que están impresos según una disposición denominada en paleta.

30 Cada una de las fuentes S₁, S₂, S₃, S₄ está asociada respectivamente a un reflector R₁, R₂, R₃, R₄ y apunta en su dirección.

35 Las figuras 6a, 6b, 6c ilustran diferentes orientaciones posibles para los dos pantógrafos que permiten el despliegue de la estructura.

La figura 6a permite obtener una estructura desplegada en forma de paralelepípedo ya descrita anteriormente.

40 Esta disposición presenta la ventaja de disponer de barras transversales rígidas, en contraposición a las otras orientaciones consideradas.

Desde un punto de vista electromagnético, esta orientación permite unas formas de antenas muy rectangulares, permitiendo una directividad importante según un eje únicamente. Este modo de radiación se emplea normalmente en las aplicaciones de radares y radiómetros.

45 El tipo de antena asociado es habitualmente una red de radiación directa, pero también se puede considerar un modo de funcionamiento en red reflectora o transmisora para determinadas aplicaciones específicas.

La figura 6b permite obtener una estructura desplegada en forma de hexágono.

50 Esta forma de estructura es interesante para aumentar la directividad de la antena al tiempo que se obtiene una similitud geométrica entre los dos ejes principales que definen el plano de la antena. Esta última característica permite unos diagramas en sección de radiación en campo lejano muy similares en los dos planos ortogonales principales de la antena, propiedad interesante para determinadas aplicaciones tales como por ejemplo en telecomunicaciones.

55 Esta forma puede tener interés en modo de radiación directa o indirecta (red reflectora o lente).

La figura 6c permite obtener una estructura desplegada en forma de trapecio.

60 Esta forma de estructura es interesante para una implantación de antena de tipo paleta tal como la descrita anteriormente (véase figura 5). En efecto, en este tipo de configuración, los reflectores o las lentes más desviados necesitan presentar generalmente un diámetro más importante con el fin de compensar determinados fenómenos de pérdidas de radiofrecuencia (pérdidas por desbordamiento o rendimiento de superficie degradado).

65 Para cada una de estas orientaciones, el despliegue se efectúa siempre en una dirección perpendicular a la base de la estructura.

Para las configuraciones ilustradas en las figuras 6b y 6c, la secuencia de despliegue requiere unas barras transversales extensibles.

5 Se preferirá utilizar unas tecnologías conocidas de barras extensibles con punto de parada o bloqueo al final del despliegue con el fin de garantizar una mejor rigidez del conjunto de la estructura.

10 La figura 7 ilustra una vista lateral de una estructura desplegada con pantógrafos 20 de perfil parabólico o circular. Unos perfiles de este tipo permiten mejorar el rendimiento de radiofrecuencia de la antena en configuración de red reflectora.

15 Más precisamente, permiten ampliar el ancho de banda de la antena reduciendo las diferencias de trayectoria eléctrica entre la forma real de la antena y la parábola equivalente. Debido a ello, el desfase necesario a nivel de los elementos radiantes que reflejan la energía electromagnética emitida por la fuente es menos importante.

Las figuras 8a, 8b ilustran el despliegue de un pantógrafo 20.

20 Un pantógrafo está constituido por una pluralidad de brazos rígidos 200, 201 dispuestos en tijera y tales que un estrechamiento de la base produce un alargamiento del pantógrafo.

Para ilustrar este punto, la figura 8a presenta un pantógrafo 20 en configuración de almacenamiento, mientras que la figura 8b presenta el mismo pantógrafo 20 en configuración desplegada.

25 El pantógrafo en cuestión se denomina regular porque todos los brazos que lo constituyen presentan la misma longitud.

Definiendo acertadamente las longitudes respectivas de cada brazo, es posible obtener los perfiles parabólico o circular mencionados anteriormente.

30 La figura 9 ilustra un pantógrafo de perfil parabólico.

Debido a su naturaleza, el pantógrafo presenta una rigidez superior en el plano que lo contiene. Por el contrario, puede estar sujeto a fenómenos de golpeteo en la dirección ortogonal al plano que lo contiene.

35 Por este motivo, la estructura propuesta presenta una buena disposición de estos pantógrafos que garantiza una mejor resistencia mecánica del conjunto.

40 En particular, los pantógrafos minimizan los fenómenos de golpeteo en la dirección ortogonal al plano que contiene la o las membranas, mientras que el conjunto constituido por la disposición opuesta y por las barras transversales garantiza una buena resistencia mecánica en el plano.

Para una descripción geométrica detallada de los pantógrafos se puede hacer referencia a A. Kaveh, A. Davaran, "Analysis of pantograph foldable structures", agosto de 1994.

45 Las figuras 10a, 10b, 10c ilustran el despliegue de la estructura portadora completa, que comprende los dos pantógrafos 20 enfrentados y las barras 21 transversales. La estructura portadora pasa del estado de almacenamiento al estado totalmente desplegado.

50 Este despliegue se puede realizar de manera conocida o bien mediante un motor de rotación asociado a un mecanismo a base de hilos cuyo arrollamiento produce una tensión que permite alargar el pantógrafo o bien mediante un motor que produce un desplazamiento lineal de uno de los extremos en la base del pantógrafo.

55 En los dos casos, el otro extremo en la base del pantógrafo está fijado a la superficie de contacto con el satélite mediante una unión pivotante.

En función de las limitaciones de planeidad, asociadas directamente a la frecuencia de funcionamiento de la antena, se pueden considerar diferentes modos de fijación de las membranas.

60 Las membranas M pueden estar unidas por ejemplo a los pantógrafos 20 mediante unos sistemas de puesta en tensión. También pueden estar unidas a nivel de las barras transversales.

65 En función del modo de fijación adoptado, la membrana en la posición de almacenamiento puede o bien dejarse libre (entonces se repliega siguiendo a la estructura portadora) o bien enrollarse alrededor de una estructura adecuada en la base del pantógrafo.

En esta última configuración, los puntos de fijación de la membrana estarán limitados. Pero en contrapartida, el

almacenamiento en un rollo evita la aparición de pliegues en la membrana que pueden degradar el estado de superficie para unos funcionamientos a frecuencias más altas.

5 En el caso en el que simplemente se repliega la membrana, es necesario un sistema de puesta en tensión para garantizar la planeidad de las membranas y la desaparición de los pliegues mencionados anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Estructura desplegable que comprende:

- 5 - una base (B);
- una pluralidad de membranas (M) que soportan por lo menos un elemento impreso que tiene la función de antena;
- 10 - una pluralidad de pantógrafos (20) destinada a desplegar las membranas;

caracterizada porque cada membrana (M) está soportada por dos pantógrafos enfrentados, idénticos y dispuestos a ambos lados de la membrana (M) que soportan, replegándose las membranas con los pantógrafos, y porque los pantógrafos son regulares de manera que la estructura se despliega en una dirección (D) perpendicular a la base (B), viniendo dada la forma de la estructura desplegada por el perfil de los pantógrafos.

2. Estructura según la reivindicación 1, caracterizada porque los pantógrafos son paralelos de manera que la estructura desplegada forma un paralelepípedo.

3. Estructura según la reivindicación 1, caracterizada porque los pantógrafos están configurados de manera que la estructura desplegada forma un trapecio.

4. Estructura según la reivindicación 1, caracterizada porque los pantógrafos están configurados de manera que la estructura desplegada forma un hexágono.

5. Estructura según la reivindicación 1, caracterizada porque los pantógrafos tienen un perfil parabólico o circular.

6. Estructura según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los pantógrafos están conectados por lo menos por una barra transversal destinada a garantizar la rigidez de la estructura desplegada.

7. Sistema de antenas con membranas, caracterizado porque comprende por lo menos una estructura desplegable según una de las reivindicaciones anteriores.

8. Sistema de antenas según la reivindicación anterior, caracterizado porque su modo de funcionamiento se elige de entre el siguiente grupo: de tipo red de radiación directa, red reflectora o lente.

9. Sistema de satélite que comprende por lo menos un sistema de antenas con membranas según la reivindicación anterior.

FIG. 1

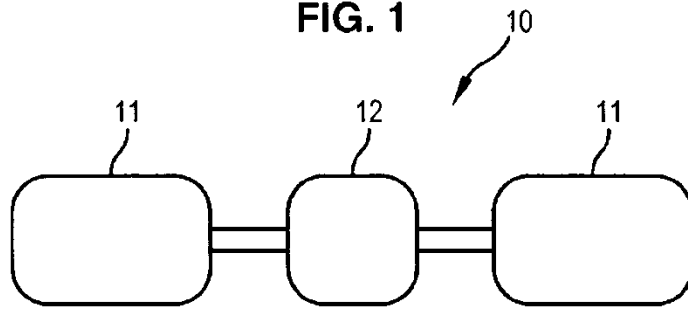


FIG. 2

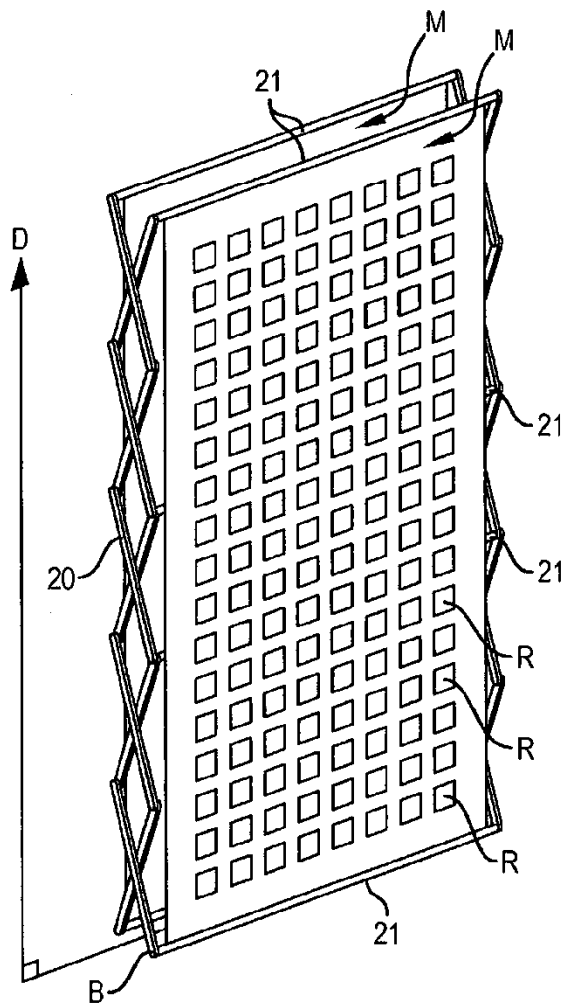


FIG. 3

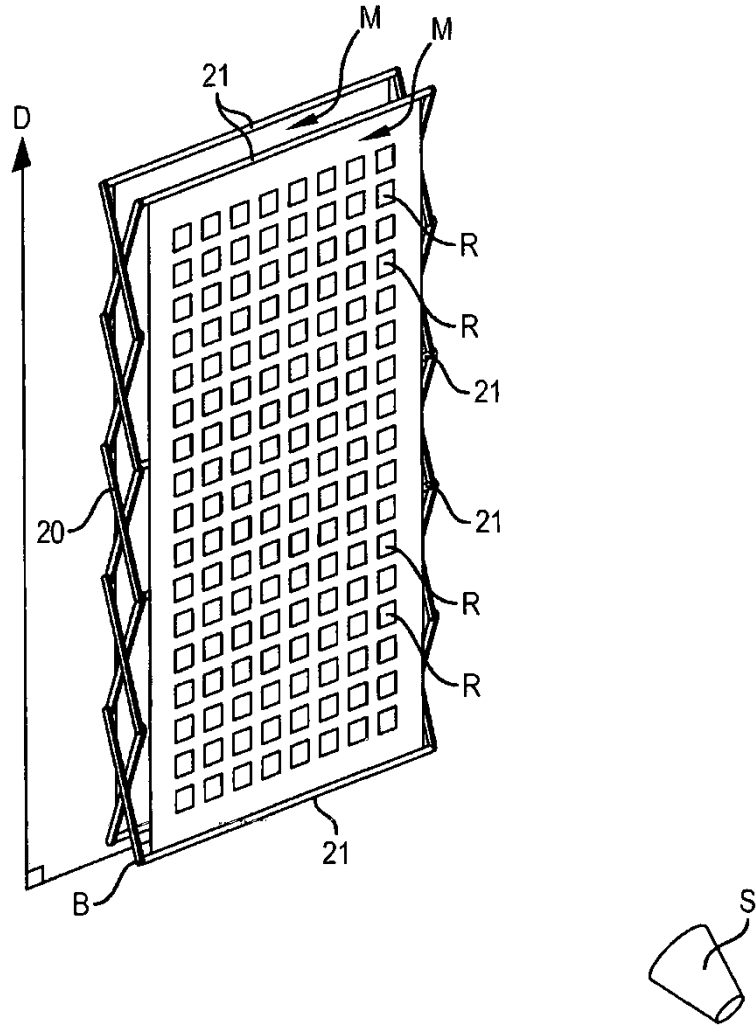


FIG. 5

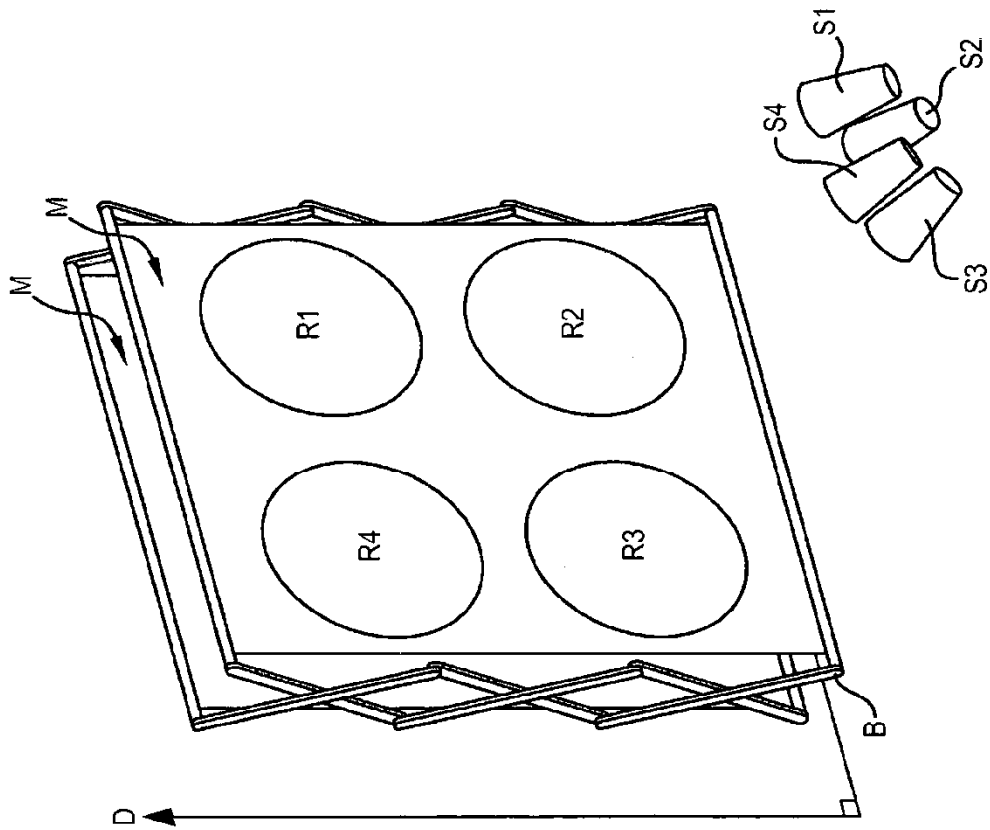


FIG. 4

