



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 343 816**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

H01Q 1/28 (2006.01)

H01Q 1/08 (2006.01)

H01Q 1/12 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 1/42 (2006.01)

B64G 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06726348 .3**

96 Fecha de presentación : **03.03.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1854228**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.11.2007**

54 Título: **Antena de conjunto de elementos en fase.**

30 Prioridad: **04.03.2005 GB 0504521**
04.03.2005 EP 05251558

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.08.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.08.2010

73 Titular/es: **Astrium Limited**
Gunnels Wood Road
Stevenage, Hertfordshire SG1 2AS, GB

72 Inventor/es: **Couchman, Alan, David y**
Russell, Adrian, George

74 Agente: **González Palmero, Fe**

ES 2 343 816 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

Antena de conjunto de elementos en fase.

5 La presente invención se refiere a una antena de conjunto de elementos en fase pensada en particular, pero no exclusivamente, para su utilización con satélites de telecomunicaciones.

Técnica anterior

10 Las estructuras de antena incorporadas en satélites de telecomunicaciones incluyen normalmente reflectores rígidos, de hasta 2,5 metros de diámetro aproximadamente, o estructuras más complejas, por ejemplo reflectores desplegables de malla metálica de una longitud de hasta 9 metros. El conjunto de elementos puede funcionar solamente como una antena de sólo transmisión, de sólo recepción o como una antena combinada de transmisión/recepción.

15 Las antenas de conjunto de elementos en fase son, por lo general, estructuras estacionarias y compactas para la dirección flexible de energía electromagnética para antenas de telecomunicaciones y radares multihaz de seguimiento de reacción rápida. Son mecánicamente estáticas pero pueden reconfigurarse electrónicamente para transmitir o recibir señales a través de una región de cobertura definida. Por ejemplo, los terminales de satélite terrestres utilizan conjuntos de elementos en fase para realizar seguimientos y comunicarse con satélites en una órbita terrestre baja, y antenas de
20 conjunto de elementos en fase con placas planas se utilizan para la recepción de emisiones televisivas por satélite directas a los hogares.

Las antenas de conjunto de elementos en fase se utilizan como una alternativa a las antenas de reflector convencionales incorporadas en artefactos espaciales de comunicaciones. Algunos ejemplos son el satélite militar Boeing
25 Gapfiller, que utiliza distintos conjuntos fijos (no desplegables) de elementos de banda X para la recepción y la transmisión (<http://www.boeing.com/defense-space/space/bss/factsheets/702/wgs/wgsfactsheet.html>), y el satélite comercial Boeing Spaceway que utiliza conjuntos de elementos en fase de banda Ka (<http://www.boeing.com/ids/allsystems/go/issues/voll/num3/story06.html>). Estas antenas tienen una apertura relativamente pequeña y son estructuras fijas.

30 La patente estadounidense 6.505.381 muestra un mecanismo de articulación de acción compleja que actúa entre dos paneles que pueden ser paneles de un conjunto de elementos de antena.

Resumen de la invención

35 En al menos una realización preferida, un sistema de antena planar desplegable de conjunto de elementos en fase para un satélite de telecomunicaciones tiene un diseño de gran apertura y se despliega después de que el satélite esté en órbita en el espacio. La mayor apertura facilita la generación de haces puntuales de menor diámetro sobre la superficie terrestre, permitiendo aumentar la capacidad del sistema a través de órdenes superiores de reutilización de frecuencias. El menor tamaño de haz también se corresponde con un aumento en la EIRP (potencia radiada isotrópica efectiva, *Effective Isotropic Radiated Power*) de transmisión del satélite y en la sensibilidad de recepción permitiendo
40 el funcionamiento con terminales pequeños, de baja potencia y menor coste.

La presente invención proporciona en un primer aspecto una antena de conjunto de elementos en fase que puede desplegarse desde un estado retraído hasta un estado desplegado, que comprende un elemento de base que presenta,
45 al menos en parte, una forma de sección transversal poligonal definida por una pluralidad de regiones de borde, y una pluralidad de paneles de antena, estando conectado cada panel de antena, mediante un medio de articulación respectivo, a una región respectiva de dichas regiones de borde de dicho elemento de base de manera que, en dicho estado retraído, dos o más de los paneles de antena están apilados unos encima de otros en el elemento de base, y siendo los medios de articulación de tal manera que los paneles de antena rotan secuencialmente uno después de otro,
50 alrededor de un único punto de pivote para cada medio de articulación respectivo, desde la pila hasta una posición en la que cada panel es adyacente a una región de borde de base respectiva para proporcionar dicho estado desplegado en el que la antena de conjunto de elementos en fase proporciona un área extendida.

La superficie superior del elemento de base proporciona preferentemente un panel de antena adicional. Con el fin
55 de que la antena funcione correctamente, los paneles y el elemento de base pueden presentar preferentemente una superficie plana bidimensional, ya que de lo contrario pueden producirse incrementos de fase no deseados entre los elementos de radiación. Las superficies superiores de los paneles pueden estar alineadas con la superficie superior del elemento de base en el estado desplegado; sin embargo, pequeños desniveles o discontinuidades pueden corregirse mediante un procesamiento de señal.

60 La forma de la sección transversal poligonal puede tener cualquier forma, pero es preferentemente regular. Puede ser triangular, rectangular, pentagonal, etc., pero en una forma preferida, a partir de consideraciones eléctricas de diseño de antena, es hexagonal, con seis lados. Los paneles de antena pueden presentar la misma sección transversal que el elemento de base, y están apilados encima del elemento de base para presentar una sección transversal uniforme en una
65 dirección longitudinal. Esto es particularmente deseable cuando la antena forma parte de un satélite de telecomunicaciones que debe lanzarse a través de la atmósfera terrestre. Sin embargo, los paneles pueden presentar secciones transversales diferentes si fuera necesario. En una forma preferida, los bordes exteriores de cada panel presentan una forma almenada, de manera que los subconjuntos de elementos de radiación pueden presentar una configuración óptima.

ES 2 343 816 T3

Según se prefiera, los paneles están conformados y dimensionados de manera que en el estado desplegado, los bordes del panel son contiguos a la región de borde de base respectiva. Esto permite la continuidad eléctrica de la antena y permite establecer conexiones eléctricas a través de los bordes. Los bordes de cada panel que se extienden desde la región de borde de base pueden estar situados a continuación del borde correspondiente de un panel adyacente; de esta manera, el área de la antena, cuando está desplegada, es cerrada.

En una construcción alternativa puede proporcionarse un conjunto adicional de paneles de antena, estando articulado cada panel de antena adicional a uno de los primeros paneles de antena mencionados anteriormente, de manera que cuando los paneles de antena se despliegan desde el estado retraído, en primer lugar un primer panel de antena se mueve hasta la posición desplegada y, posteriormente, el panel de antena adicional pivota desde una posición situada encima del primer panel hasta una posición desplegada. De esta manera puede proporcionarse una antena con un área muy grande.

En la posición desplegada, la antena proporciona preferentemente un área cerrada aproximadamente circular, de manera que la antena proporciona una apertura óptimamente grande.

En una manera preferida de articular los primeros paneles de antena, cada panel de antena está acoplado al elemento de base mediante un medio de articulación que presenta un punto de pivote que está situado con respecto a la posición del panel de antena en la pila retraída de elementos de antena, de manera que el panel de antena durante la rotación de la articulación hasta el estado desplegado, realiza una rotación de 180° y un movimiento de traslación hasta el plano en la parte superior del elemento de base en la posición totalmente desplegada.

La articulación es preferentemente de una construcción “embutida”, con una estructura de soporte que se extiende desde el punto de pivote a través del lado inferior del elemento de panel; de esta manera no interfiere con las características eléctricas de la antena. El pivote de la articulación está formado preferentemente como una disposición de manguito alargado y vástago, para garantizar que el punto de pivote permanezca colocado de manera precisa en todas partes.

La pila de paneles de antena puede comprender todos los paneles a un lado del elemento de base. Como alternativa, uno o más paneles de antena pueden estar dispuestos cuando están retraídos en el lado opuesto del elemento de base. Esto puede ser el caso cuando la antena está destinada a un satélite de telecomunicaciones, donde el elemento de base está acoplado a un módulo de servicio mediante un elemento de brazo, con el fin de evitar la colisión con el elemento de brazo.

En una configuración preferida, la antena está dispuesta encima del módulo de servicio del satélite durante la fase de lanzamiento, pero cuando el satélite está en órbita, entonces la antena gira 90°, en su estado retraído, mediante el elemento de brazo, hasta una posición en la que la antena se despliega. En este estado, todo el módulo de servicio, incluyendo los conjuntos de elementos solares desplegados, puede rotar con respecto a la antena (una vez cada 24 horas). Esta disposición es conocida y está descrita, por ejemplo, en el documento *Communications Satellites, The Technology of Space Communications*, publicado en 1987 por Heinemann, Author J. L. Blonstein, página 147. La antena está orientada a la Tierra mientras que los conjuntos de elementos solares del módulo de servicio están orientados al Sol. Los conjuntos de elementos solares están fijados al módulo de servicio y no rotan con respecto al módulo de servicio. En la configuración preferida, la unidad de base tiene que rotar 90° con respecto al brazo que la conecta al módulo de servicio antes de que los paneles estibados puedan desplegarse. El brazo bloquea el despliegue de un panel desde la parte trasera de la unidad de base. La disposición más sencilla es plegar el panel “que falta” directamente desde la cara delantera de la unidad de base. Más paneles pueden estar apilados sobre la cara delantera de la unidad de base pero el diseño de articulación embutida implica que las partes de articulación mecánica (posiblemente conductoras de electricidad) se proyecten delante de la superficie activa de antena, afectando de ese modo al patrón de radiación. Esta invención evita la proyección de partes mecánicas delante de la apertura de antena.

En una realización adicional, la invención proporciona un satélite de telecomunicaciones que comprende un módulo de servicio y una antena de conjunto de elementos en fase según el primer aspecto de la invención acoplada al módulo de servicio mediante un elemento de brazo, incluyendo el módulo de servicio paneles solares, donde en el estado retraído la antena está situada encima del módulo de servicio, e incluyendo el elemento de brazo medios giratorios de manera que la antena, cuando está desplegada, puede rotar con respecto al módulo de servicio, donde para el despliegue, la antena se mueve en primer lugar mediante el elemento de brazo hasta una posición alejada del módulo de servicio, y después los paneles de antena rotan hasta el estado desplegado.

Para cada panel de antena, la superficie superior del panel, junto con la superficie superior del elemento de base, proporcionan un conjunto de elementos de radiación de la antena de conjunto de elementos en fase. Los elementos de radiación pueden estar dispuestos en subconjuntos que presentan una forma geométrica determinada. Los bordes externos de cada panel presentan una forma almenada, de manera que los subconjuntos de elementos de radiación pueden presentar una configuración hexagonal óptima. Los subconjuntos pueden extenderse a través de los bordes de los paneles sobre el elemento de base y paneles adyacentes según se requiera.

La superficie inferior de cada panel presenta conductores eléctricos apropiados y componentes para el acoplamiento de los elementos de radiación. Tales pistas conductoras están acopladas al elemento de base, a través de bordes contiguos, mediante contactos eléctricos diseñados de manera adecuada en el estado desplegado. Por ejemplo, los

ES 2 343 816 T3

bordes adyacentes de cada elemento de panel y del elemento de base pueden presentar contactos eléctricos salientes que se accionen por resorte, o tener un diseño en voladizo, por ejemplo, de manera que hagan contacto con alguna fuerza elástica para mantener el contacto eléctrico. Como alternativa, pueden establecer una conexión mediante encaje a presión. Sin embargo, en la práctica, conexiones de proximidad (capacitivas) sencillas pueden ser suficientes a frecuencias de banda Ka. La ventaja con la construcción de articulación de la presente invención es que confiere una gran rigidez mecánica al posicionamiento del panel desplegado con respecto a la unidad de base. Esto facilita una pluralidad de esquemas de conector de múltiples patillas debido a la precisión con la que las partes macho y hembra pueden alinearse.

10 Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones preferidas de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

15 las figuras 1A, 1B y 1C son vistas en perspectiva de una primera realización de la invención que comprende un artefacto espacial con una antena desplegable en un estado retraído, y con paneles solares en un estado plegado y un estado desplegado;

20 las figuras 2A a 2G son vistas en perspectiva que muestran etapas secuenciales en el despliegue de la antena;

las figuras 3A a 3C son vistas en perspectiva de una segunda realización de la invención, donde la figura 3A muestra la antena del satélite de telecomunicaciones en una posición retraída, la figura 3B muestra la antena en una posición elevada desde el cuerpo del satélite, y la figura 3C muestra el conjunto de antena totalmente desplegado;

25 la figura 4 es una vista en planta del conjunto desplegado que muestra los paneles de antena formando una superficie cerrada aproximadamente circular;

la figura 5 muestra detalles de construcción de cada elemento de antena; y

30 la figura 6 muestra, de manera esquemática, una vista en sección transversal de una unidad de base central con paneles de antena conectados a la unidad central mediante articulaciones.

Descripción de las realizaciones preferidas

35 En las realizaciones preferidas de la invención, una antena de conjunto de elementos en fase comprende una pluralidad de paneles de antena, que están articulados entre sí y plegados cuando están estibados antes de su despliegue. Durante el despliegue, el conjunto se despliega para formar una gran apertura de antena planar continua. Cada panel de antena comprende una pluralidad de antenas activas. La composición de cada una de estas antenas activas depende del funcionamiento del conjunto: transmisión/recepción, sólo recepción, sólo transmisión.

40 Haciendo referencia a continuación a las figuras 1 y 2, una primera realización comprende un satélite de telecomunicaciones que presenta un cuerpo 2 de módulo de servicio y una antena 4 desplegable que está colocada en un estado retraído axial al cuerpo 2. Tanto el cuerpo como la antena tienen una sección transversal hexagonal. La antena está montada en el cuerpo mediante un brazo 6. El brazo 6 está acoplado a la antena 4 a través de una articulación 8 giratoria que permite la rotación en dos planos, tal y como resultará evidente. Elementos 10 de soporte están previstos para sostener a la antena en la posición mostrada. El cuerpo 2 de módulo de servicio presenta paneles 11 solares.

45 La antena comprende un elemento 12 de base y una pila de paneles 14 de antena individuales, estando montado un panel 14.1 de antena encima de la base 12 y estando montados los cinco paneles 14.2 a 14.6 de antena restantes debajo de la base 12. La forma de sección transversal de la base 12 está definida por los lados o regiones 12.1 a 12.6 de borde. Cada panel está montado en un lado respectivo de la base 12 mediante una articulación 16.1 a 16.6 respectiva. Cada articulación presenta un pivote 18 fijado a un lado de la base y que comprende un manguito extendido que contiene un vástago giratorio (no mostrado). Una estructura 20 se extiende desde el vástago giratorio hasta el panel 14 respectivo. La estructura está en ángulo con una sección cuadrilateral tal y como se muestra, y una sección cuadrilateral adicional puede estar fijada al lado trasero del panel de antena (no mostrada).

50 Tal y como se muestra en la figura 1, en etapas iniciales, antes del despliegue de la antena, los paneles 11 solares se despliegan en primer lugar, tal y como se muestra en la figura 1B, hasta una posición totalmente extendida, y después los elementos 10 de soporte se retiran, tal y como se muestra en la figura 1C.

60 Tal y como se muestra en la figura 2, el procedimiento de despliegue de la antena lleva en primer lugar la pila 4 de antena retraída hasta una posición elevada con respecto al cuerpo 2 y rota 90° mediante una articulación 8 giratoria acoplada al brazo 6 (véase la figura 1A, la figura 1B y la figura 2A).

65 Tal y como se muestra en la figura 2B, un primer panel 14.1 de antena que está colocado inicialmente encima del elemento 4 de cuerpo, se articula, mediante una articulación 16.1 (figura 1C) montada en la región 12.1 de borde de base, hasta la posición mostrada en la que el panel 14.1 se extiende de manera coplanar a la parte superior 24 de la base y con los bordes 12.1, 26 respectivos de la base y el panel estando situados de manera próxima y contigua entre

ES 2 343 816 T3

sí. En esta posición, contactos 27 eléctricos, formados como contactos capacitivos de proximidad, están dispuestos a lo largo de los bordes 12.1, 26 acoplados eléctricamente. Debe observarse que el panel 14.1 está montado encima del elemento 4 de base, ya que de lo contrario el elemento 6 de brazo estaría colocado a través de la superficie activa del panel de antena, degradando las características de antena.

5

Después, tal y como se muestra en la figuras 2C a 2G, los paneles de antena de la pila por detrás de la base se articulan secuencialmente hasta posiciones coplanares al panel 14.1 y se colocan contra los bordes secuenciales del elemento 12 de base. Los bordes 28 laterales de cada panel que se extienden desde la base están colocados de manera contigua a bordes 28 adyacentes de paneles adyacentes. El resultado es, en el estado totalmente desplegado mostrado en la figura 2G, un patrón de siete hexágonos, incluyendo la parte superior 24 de la base, que forma un área de superficie cerrada que tiene una disposición aproximadamente circular y que proporciona una configuración óptima para una antena de conjunto de elementos en fase para las telecomunicaciones. Cada superficie superior de los paneles de antena y la superficie superior de la base contienen conjuntos de elementos de radiación de la antena de conjunto de elementos en fase.

15

En el estado totalmente desplegado, la articulación 8 giratoria permite que la antena y el módulo de servicio roten uno respecto del otro de manera que las células solares se dirijan al Sol, mientras que la antena permanece dirigida hacia la Tierra. Tal disposición es conocida y está descrita, por ejemplo, en el documento *Communications Satellites, The Technology of Space Communications*, publicado en 1987 por Heinemann, Author J. L. Blonstein, página 147. La única rotación se produce entre la antena y el módulo de servicio, circulando la energía eléctrica a lo largo del brazo que une estas dos estructuras. Solo se requiere una sencilla articulación giratoria eléctrica (+ - CC, 50 V, por ejemplo), en comparación con las dos complejas conexiones eléctricas giratorias entre un par de paneles solares y un cuerpo de satélite convencional. En la configuración preferida, la unidad de base tiene que rotar 90° con respecto al brazo que la conecta al módulo de servicio antes de que los paneles estibados puedan desplegarse. El brazo bloquea el despliegue de un panel desde la parte trasera de la unidad de base. La disposición más simple es plegar el panel "que falta" directamente desde la cara delantera de la unidad de base.

20

25

Los detalles de las disposiciones de articulación para paneles de antena de otra realización se muestran esquemáticamente en la figura 6, en la que dos paneles 14.5, 14.6 de antena de la pila están conectados mediante elementos 16.5, 16.6 de articulación embutida a los lados 12.5 y 12.6 respectivos de la unidad 12 de base. El punto de pivote de la articulación a lo largo del lado de la unidad 12 de base es diferente para cada elemento, y para la articulación 16.5 el punto de pivote se muestra como 60 y para la articulación 16.6 el punto de pivote se muestra como 62. La posición precisa del punto de pivote depende de la posición del panel en la pila de manera que cuando la operación de articulación tiene lugar, el panel se articula desde la pila hasta una posición adyacente al borde superior de la unidad de base. Por lo tanto, cada articulación de panel presenta una única dimensión de desfase que se incrementa con respecto a una articulación para un-panel adyacente en la pila en un valor igual a la mitad del grosor del panel. Haciendo referencia a la figura 6, grosor estibado efectivo de panel de $A-B=0,5$. La construcción de articulación garantiza que no haya ninguna línea de articulación delante de la apertura que pudiera interferir con la radiación de RF. Cuando los paneles están en su estado desplegado, los conectores eléctricos a lo largo de los bordes contiguos de los paneles y del elemento de base proporcionan un acoplamiento eléctrico para los elementos de radiación (no mostrados). Un tipo de articulación robusta y sencilla ofrece una alineación precisa de los bordes e interconexiones eléctricas entre los paneles, tal y como se ha descrito anteriormente.

30

35

40

Haciendo referencia a continuación a la segunda realización mostrada en las figuras 3, 4 y 5, un satélite de telecomunicaciones comprende un elemento 42 de cuerpo de módulo de servicio con una antena 44 montada de manera coaxial al elemento 42 de cuerpo en un estado retraído, véase la figura 3A. Un elemento 46 de brazo acopla la antena al elemento de cuerpo. La antena comprende un elemento 48 de base, una pila de paneles 50 de antena individuales montada en un lado del elemento 48 de base y un único panel 50.1 de antena montado en el lado opuesto del elemento de base. Tal y como se muestra en la figura 3B, la primera etapa en el despliegue de la antena es mover la antena 44 mediante el brazo 46 hasta una posición girada 90° con respecto al elemento 42 de cuerpo. Después, los paneles 50.1 a 50.6 de antena se articulan secuencialmente desde la pila a lo largo de los bordes respectivos del elemento 48 de base para proporcionar la configuración mostrada en la figura 3C, de manera similar a lo descrito anteriormente con referencia a la figura 2. En particular, cada panel 50 se extiende de manera coplanar a la parte superior de la base y con los bordes 54, 56 respectivos de la base y del panel situados de manera próxima y contigua entre sí. Los bordes 58 laterales de cada panel que se extienden desde la base son contiguos a los bordes 58 adyacentes de paneles adyacentes. La configuración se muestra de manera más específica en la figura 4.

45

50

55

Debe observarse que los paneles de antena de la segunda realización no son hexágonos regulares sino que sus bordes 60 exteriores presentan almenados 62. Esto permite, tal y como se muestra en la figura 4, que el conjunto de elementos 64 de radiación en fase esté dispuesto en subconjuntos 66 hexagonales. Cada subconjunto 66 comprende diecinueve elementos 64 de radiación dispuestos en una configuración hexagonal. Los subconjuntos para cada panel de antena ocupan los almenados 62 exteriores y se extienden a través de las regiones 54 de borde adyacentes del elemento 48 de base central para mantener una configuración hexagonal regular. Puede observarse que el elemento 48 de base central también presenta un conjunto similar de subconjuntos 66 hexagonales. Como resultado se proporciona un conjunto de siete paneles, presentando cada panel una configuración de subconjuntos hexagonales, teniendo todos los subconjuntos el mismo tamaño y la misma forma. El resultado es una antena de conjunto de elementos en fase de configuración óptima que presenta una forma aproximadamente circular para una gran apertura, proporcionando los conjuntos hexagonales de elementos de radiación características óptimas de formación de haces.

60

65

ES 2 343 816 T3

Cuando los paneles están en su estado desplegado, los conectores eléctricos (no mostrados) a lo largo de los bordes contiguos de los paneles y del elemento de base proporcionan un acoplamiento eléctrico para los elementos de radiación. Un tipo de articulación robusta y sencilla ofrece una alineación precisa de los bordes e interconexiones eléctricas entre los paneles.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

Detalles de la construcción de los elementos de radiación se muestran en la figura 5, en la que circuitos 72 electrónicos están conectados a cada elemento 60 de radiación a través de conductores 74 eléctricos que se extienden de manera perpendicular a la superficie de los paneles de antena. Para un conjunto de transmisión/recepción, cada subconjunto 66 comprende un grupo de 19 elementos de radiación, un divisor de potencia que permite excitar estos elementos mediante una única fuente con relaciones de división de potencia definidas y fases relativas, un amplificador 78 de bajo nivel de ruido (LNA, *low noise amplifier*) para una recepción de señales con un bajo nivel de ruido, un amplificador 80 de alta potencia (HPA, *high power amplifier*) para la transmisión de señales, un filtro 82 paso banda para rechazar transmisiones fuera de banda no deseadas del HPA, y un diplexor 84 para combinar las trayectorias de recepción y de transmisión en una trayectoria común para la conexión al grupo de elementos de radiación y una red de formación de haces. Para un conjunto de sólo transmisión, el LNA y el diplexor se omiten. Para un conjunto de sólo recepción, el HPA y el filtro paso banda se omiten, y el diplexor se sustituye por un filtro paso banda.

Un panel de antena es una combinación de un diseño modular (para el ensamblado de LNA, HPA, diplexor y filtros) y de elementos estructurales sencillos (para la cara delantera de antena que contiene los elementos de radiación, los formadores de haz, los conductos de calor y estructuras de soporte). Esta disposición da como resultado un menor coste (para los ensamblados modulares), y una masa global reducida mediante la utilización de elementos estructurales sencillos.

La antena de conjunto de elementos en fase de la invención, tal y como se ha descrito, proporciona las siguientes ventajas:

- una gran apertura de antena permite la generación de pequeños haces puntuales que permiten un alto orden de reutilización de frecuencias y una mejora de la capacidad del sistema. Los haces pequeños también mejoran la EIRP de transmisión y la sensibilidad de recepción permitiendo el funcionamiento con terminales pequeños, de baja potencia y de bajo coste.
- Un único conjunto de elementos en fase puede sustituir a una pluralidad de antenas de reflector convencionales. Esta característica proporciona los siguientes beneficios:
 - Una menor masa de antena total. Esto supone una menor masa de lanzamiento del artefacto espacial con ahorros de coste asociados. Como alternativa, el ahorro de la masa de antena puede utilizarse para incorporar utilidades adicionales.
 - Una estructura más compacta y que ocupa menos espacio que los equivalentes de reflector. Nuevamente, esto brinda la posibilidad de incorporar utilidades adicionales.
 - La sustitución de antenas de múltiples reflectores por un único conjunto de elementos en fase simplifica el despliegue.
 - Una acomodación más sencilla dentro del vehículo de lanzamiento del artefacto espacial.
 - Reducciones de coste potenciales (una sola antena de conjunto de elementos en fase que sustituye a una pluralidad de equivalentes de reflector).
- Un alto grado de flexibilidad operativa.
 - La cobertura proporcionada por la antena de conjunto de elementos en fase puede reconfigurarse para adaptarse a distribuciones de tráfico variables o a nuevos requisitos de la misión.
 - El conjunto de elementos proporciona un procedimiento de ajuste de la cobertura para compensar la inclinación de órbita, aumentando de ese modo la vida útil del satélite, y para compensar los errores de orientación del satélite.
- Un procedimiento de diseño de antenas de manera que solo se requieren pequeños cambios en un diseño genérico para adaptar la antena a diferentes misiones.
- Capacidad para compensar las distorsiones de antena tanto durante el ensamblaje, la integración y las pruebas en tierra como durante el funcionamiento en órbita.
- Menos susceptibilidad a los efectos de dispersión y al ensombrecimiento provocados por las estructuras del artefacto espacial que para los equivalentes de reflector.

ES 2 343 816 T3

- El conjunto de elementos planar puede ser una unidad autónoma con unidades electrónicas activas (HPA y LNA, etc.) y filtros integrados en el ensamblado. Esto permite que el ensamblaje, la integración y las pruebas de toda la carga útil se lleve a cabo de manera más eficaz.

5 - La apertura de antena puede utilizarse como un radiador térmico.

Después de haber descrito la presente invención con referencia a realizaciones preferidas, debe apreciarse que las realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo en todos los aspectos y que es posible realizar modificaciones y variaciones. Por ejemplo, diferentes formas/tamaños y/o un número diferente de paneles de antena pueden utilizarse en la invención para llevar a cabo el efecto técnico de la invención. Asimismo, además de en aplicaciones incorporadas en satélites de telecomunicaciones, la antena desplegable de conjunto de elementos en fase de la invención también puede utilizarse en sistemas de comunicación terrestres en los que se requiera una gran apertura del conjunto de elementos en fase pero que puedan transportarse o reubicarse fácilmente.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 343 816 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Una antena de conjunto de elementos en fase, que puede desplegarse desde un estado retraído hasta un estado desplegado, que comprende:

un elemento (12) de base que presenta, al menos en parte, una forma de sección transversal poligonal definida por una pluralidad de regiones (12.1 a 12.6) de borde, y

10 una pluralidad de paneles (14) de antena, estando conectado cada panel de antena, mediante un medio (16.1 a 16.6) de articulación respectivo, a una región respectiva de dichas regiones de borde de dicho elemento de base de manera que, en dicho estado retraído, dos o más de los paneles de antena están apilados unos encima de otros en el elemento de base, y siendo los medios de articulación de tal manera que los paneles de antena rotan secuencialmente uno después de otro, alrededor de un único punto de pivote para cada medio de articulación respectivo, desde la pila hasta una posición en la que cada panel es adyacente a una región de borde de base respectiva para proporcionar dicho estado desplegado en el que la antena de conjunto de elementos en fase proporciona un área extendida.

2. Una antena según la reivindicación 1, en la que cada panel de antena tiene generalmente la misma forma de sección transversal que dicho elemento de base.

20 3. Una antena según la reivindicación 2, en la que cada panel de antena tiene una forma hexagonal.

4. Una antena según la reivindicación 2, en la que los bordes (60) exteriores de cada panel de antena, cuando está desplegado, tienen una forma almenada.

25 5. Una antena según cualquier reivindicación anterior, en la que al menos un panel (50.1) de antena está montado en el lado opuesto del elemento de base con respecto a dicha pila en el estado retraído.

30 6. Una antena según cualquier reivindicación anterior, en la que los paneles de antena están dispuestos de manera que cuando rotan desde la pila hasta la posición totalmente desplegada, un borde (56) del panel está situado de manera adyacente y contigua a un borde (54) respectivo del elemento de base.

7. Una antena según cualquier reivindicación anterior, en la que dichos bordes de cada panel desplegado que se extienden desde el elemento base son bordes laterales respectivos adyacentes de paneles adyacentes.

35 8. Una antena según cualquier reivindicación anterior, en la que cada panel de antena está acoplado al elemento de base mediante una articulación (16.1 a 16.6) embutida, que presenta un pivote que comprende un manguito extendido y un vástago giratorio en el mismo, y una estructura que se extiende desde dicho vástago y fijada al lado trasero del panel de antena.

40 9. Una antena según cualquier reivindicación anterior, en la que cada panel de antena está acoplado al elemento base mediante una articulación en un lado de la unidad de base y en la que el punto de pivote de la articulación a lo largo del lado de la unidad de base es diferente para cada panel, dependiendo la posición del punto de pivote de la posición del panel en la pila de manera que cuando la operación de articulación tiene lugar, el panel se articula desde la pila hasta una posición en el estado desplegado coplanar a los otros paneles de antena.

45 10. Una antena según la reivindicación 9, en la que el punto de montaje de la articulación se incrementa para paneles secuenciales en la pila en un valor igual a la mitad del grosor del panel de antena en la pila.

50 11. Una antena según cualquier reivindicación anterior, que incluye medios (27) de conexión eléctricos dispuestos a lo largo de bordes adyacentes, en el estado desplegado, de cada panel y dicho elemento de base, con el fin de establecer conexiones eléctricas entre el elemento de base y elementos de la antena en cada panel.

55 12. Una antena según cualquier reivindicación anterior, en la que los elementos de radiación del conjunto de elementos en fase están dispuestos en subconjuntos (66) configurados de manera regular.

13. Una antena según la reivindicación 12, en la que los bordes (60) exteriores de cada panel en el estado desplegado son almenados (62) y los subconjuntos se extienden hacia los almenados, extendiéndose los subconjuntos adyacentes al elemento de base a través de los bordes (54) del elemento (48) de base.

60 14. Una antena según cualquier reivindicación anterior, en la que la superficie superior del elemento de base proporciona un panel de antena central.

65 15. Una antena de conjunto de elementos en fase según cualquier reivindicación anterior, incorporada en un satélite de telecomunicaciones, presentando el satélite un módulo (2, 42) de servicio que incluye paneles (11) de células solares y estando acoplada la antena mediante una articulación (8) giratoria a un elemento (6) de brazo que está montado al módulo de servicio, para permitir la rotación relativa de la antena y del módulo de servicio en el estado desplegado.

ES 2 343 816 T3

16. Una antena de conjunto de elementos en fase según la reivindicación 15, en la que al menos un panel (14.1, 50.1) de antena está montado en el lado opuesto del elemento (12, 48) de base con respecto a dicha pila en el estado retraído para permitir el despliegue delante de dicho elemento de brazo.

5 17. Un satélite de telecomunicaciones que comprende un módulo (2, 42) de servicio y una antena (4, 44) de conjunto de elementos en fase según cualquier reivindicación anterior, estando acoplada la antena al módulo de servicio mediante un elemento (6, 46) de brazo, incluyendo el módulo de servicio paneles (11) solares, donde en el estado
10 retraído, la antena está situada encima del módulo de servicio, e incluyendo el elemento de brazo medios (8) giratorios de manera que la antena, cuando está desplegada, puede rotar con respecto al módulo de servicio, donde para el despliegue, la antena se lleva en primer lugar mediante el elemento de brazo hasta una posición alejada del módulo de servicio y después los paneles (14, 50) de antena rotan hasta el estado desplegado.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1A.

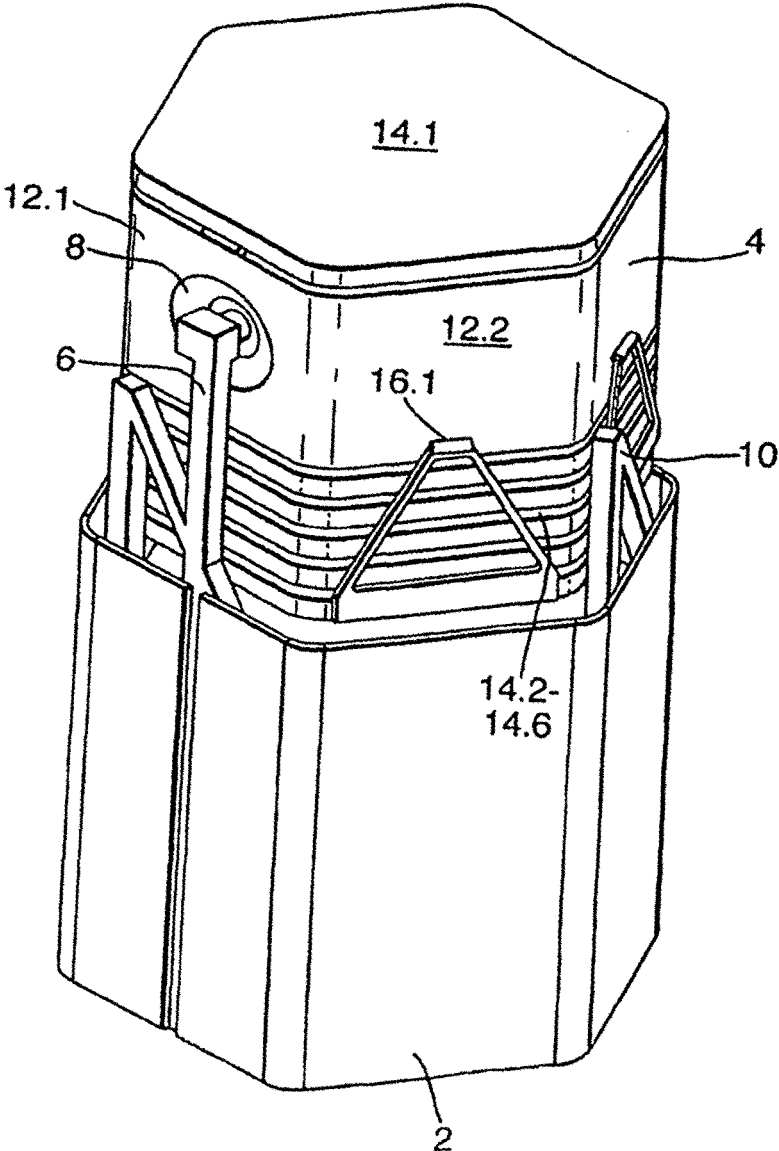
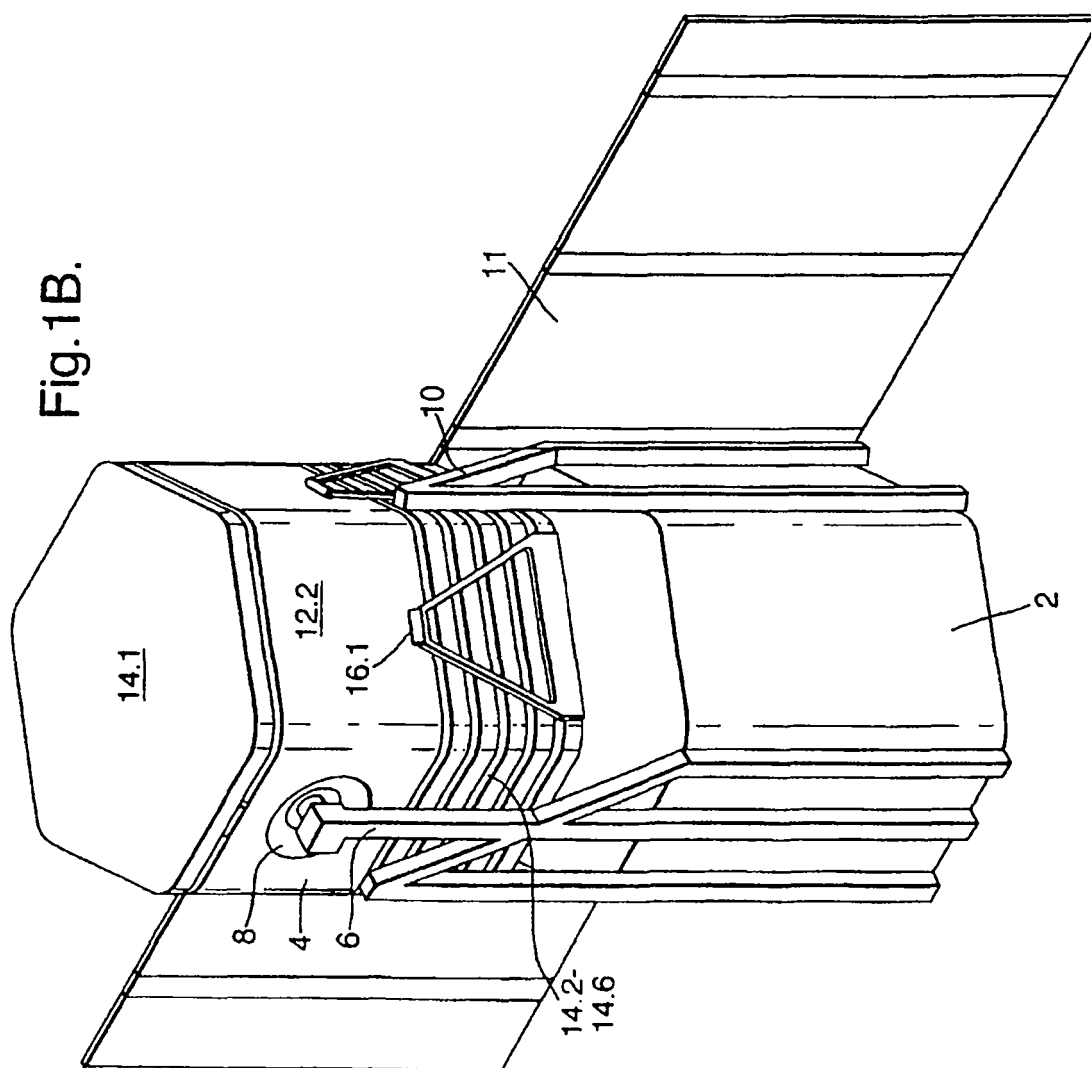
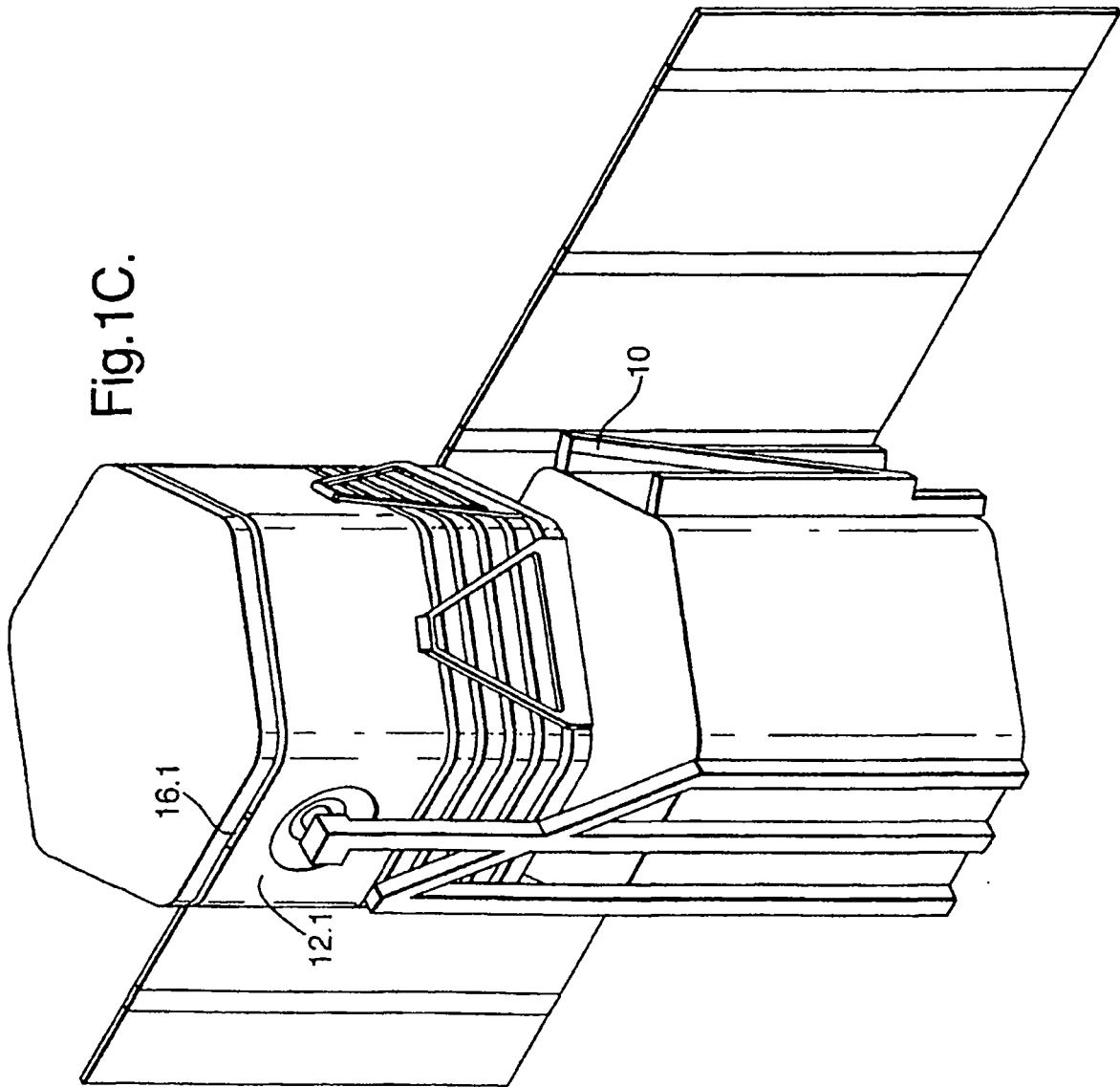


Fig.1B.





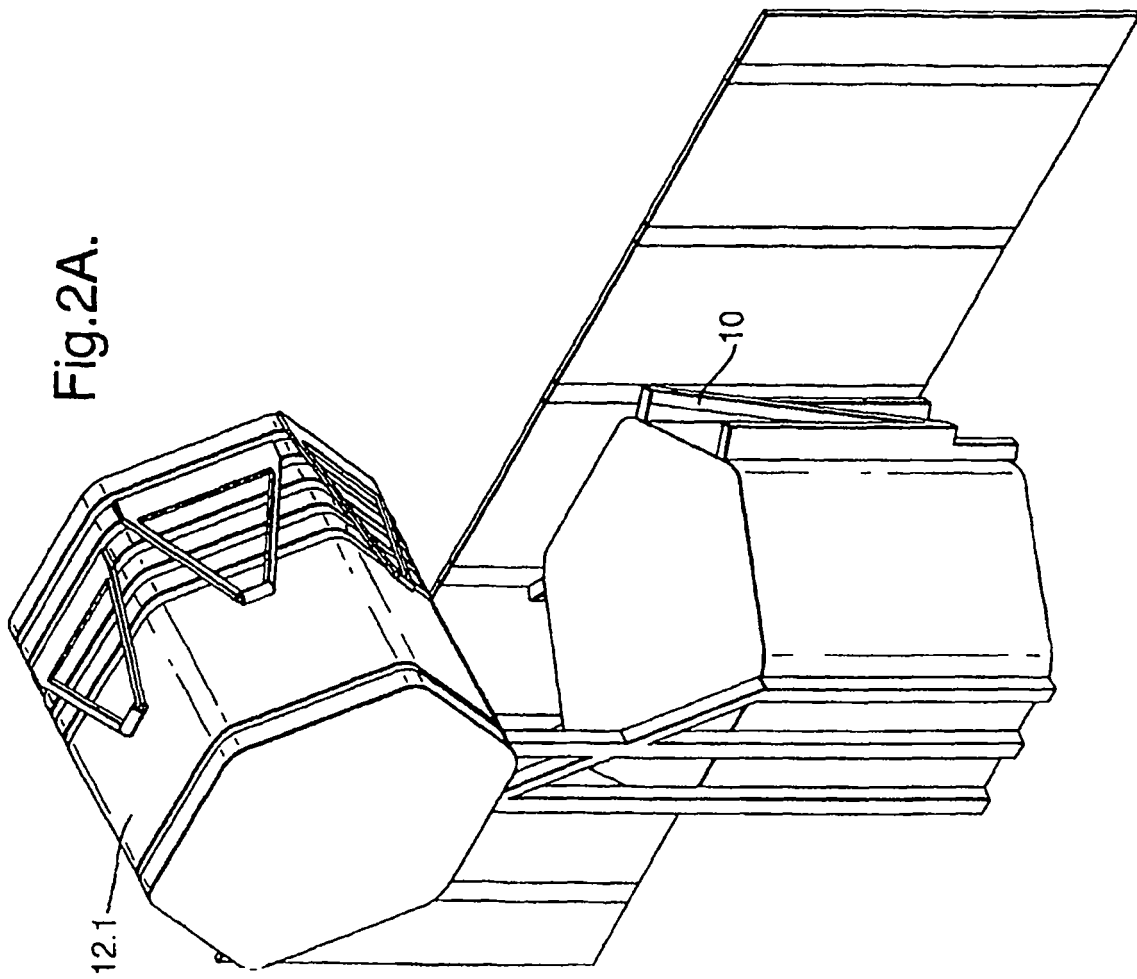


Fig.2B.

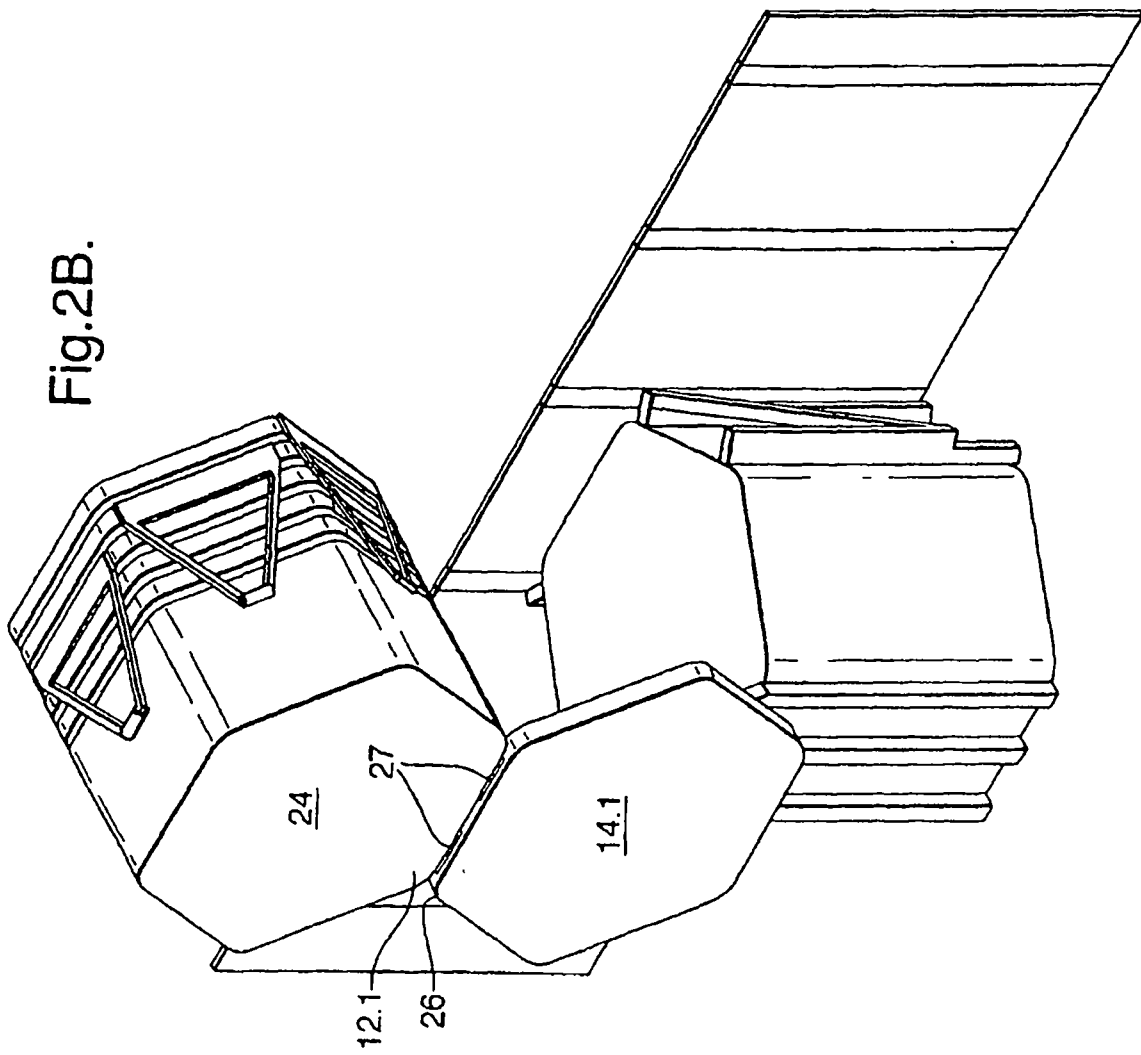


Fig.2C.

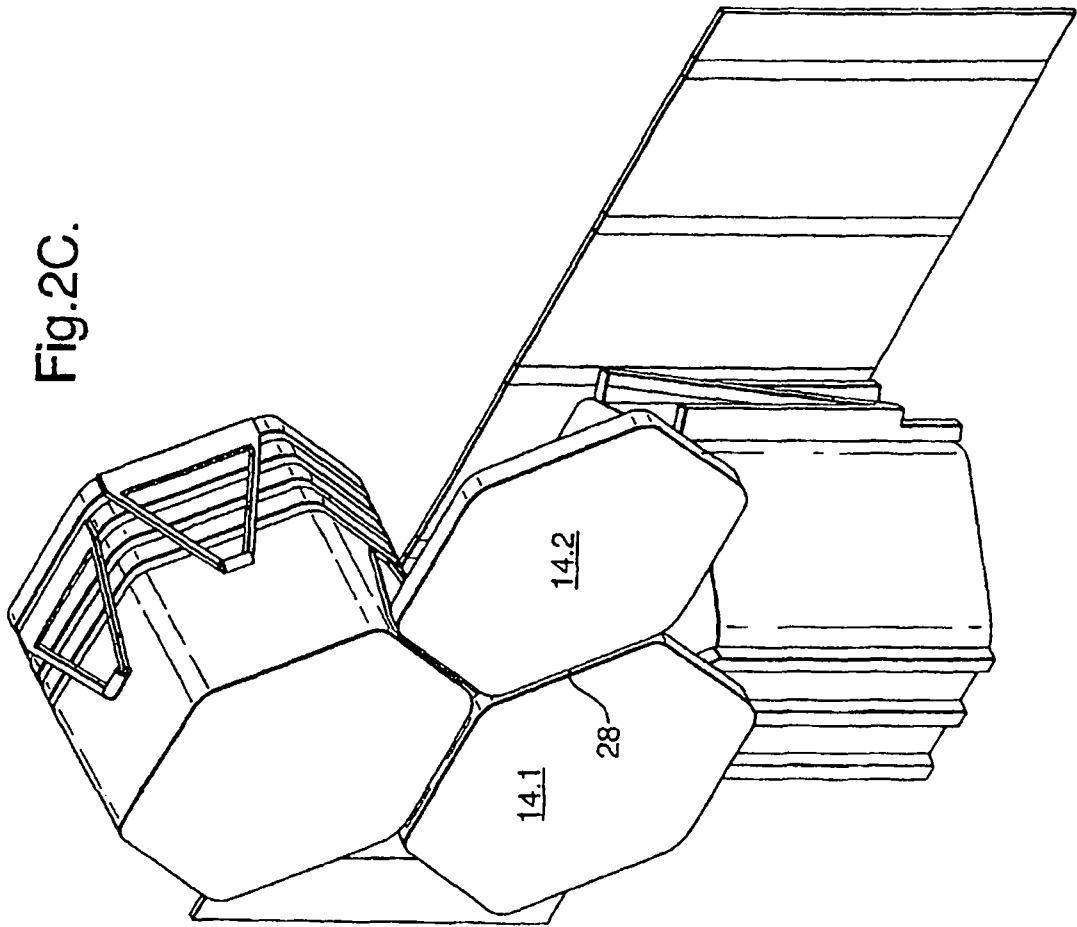


Fig.2D.

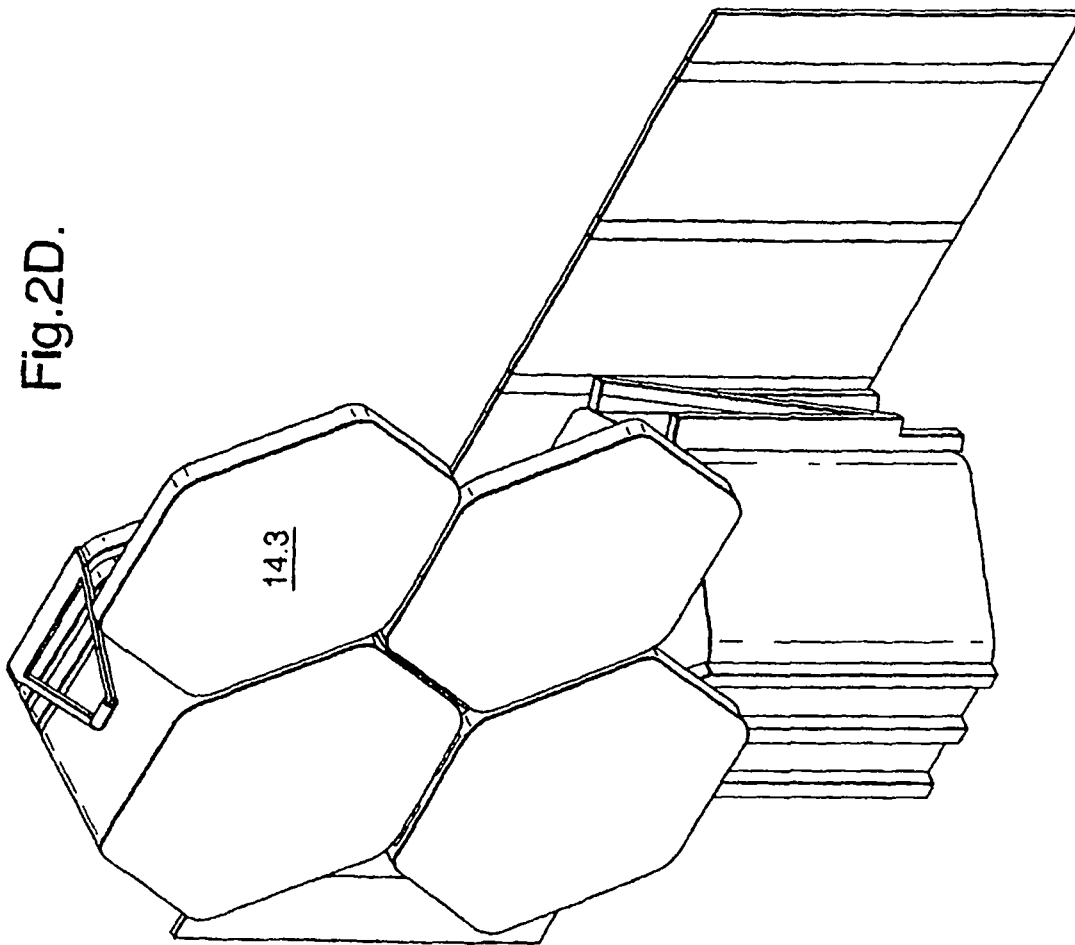


Fig.2E.

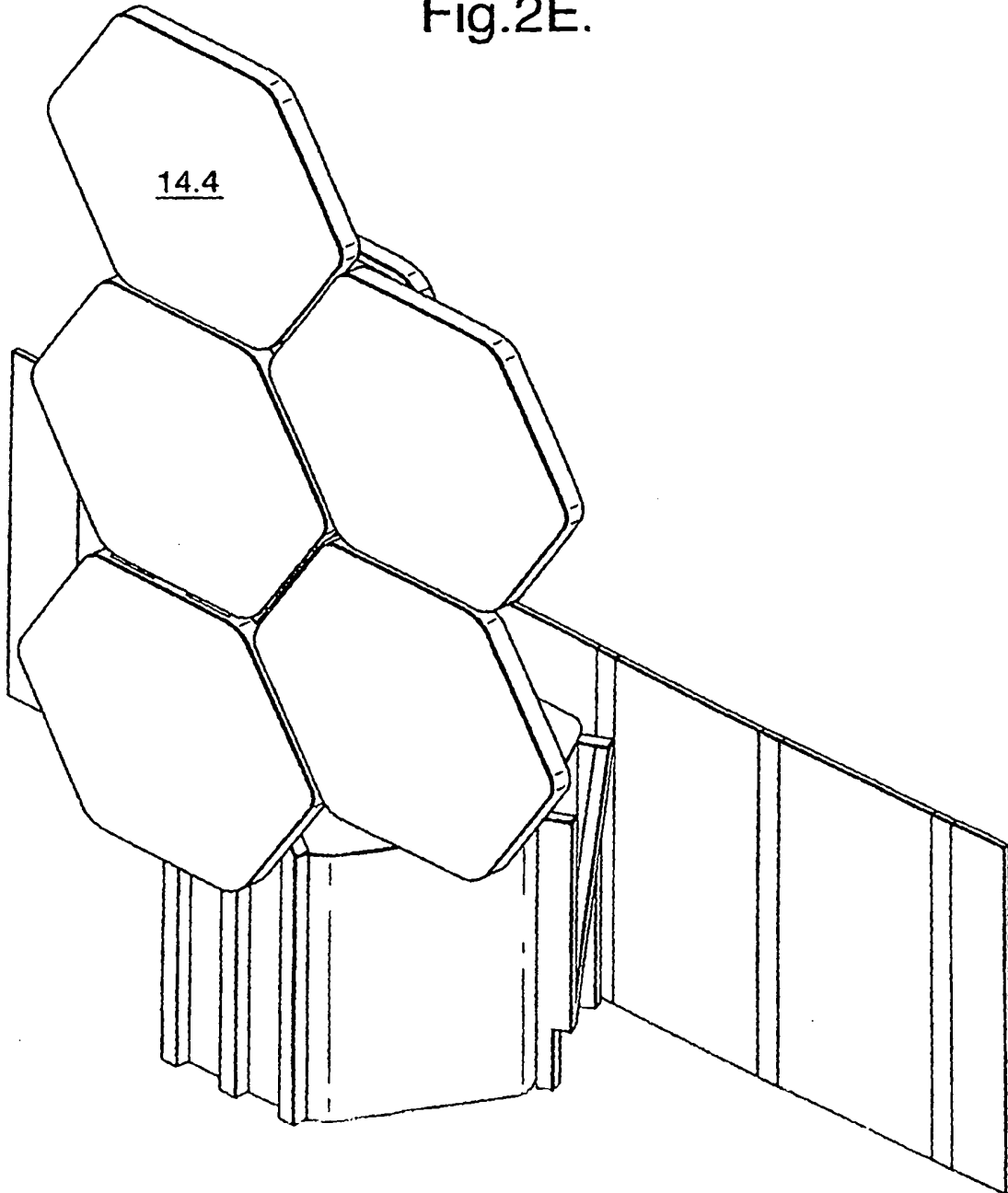


Fig.2F.

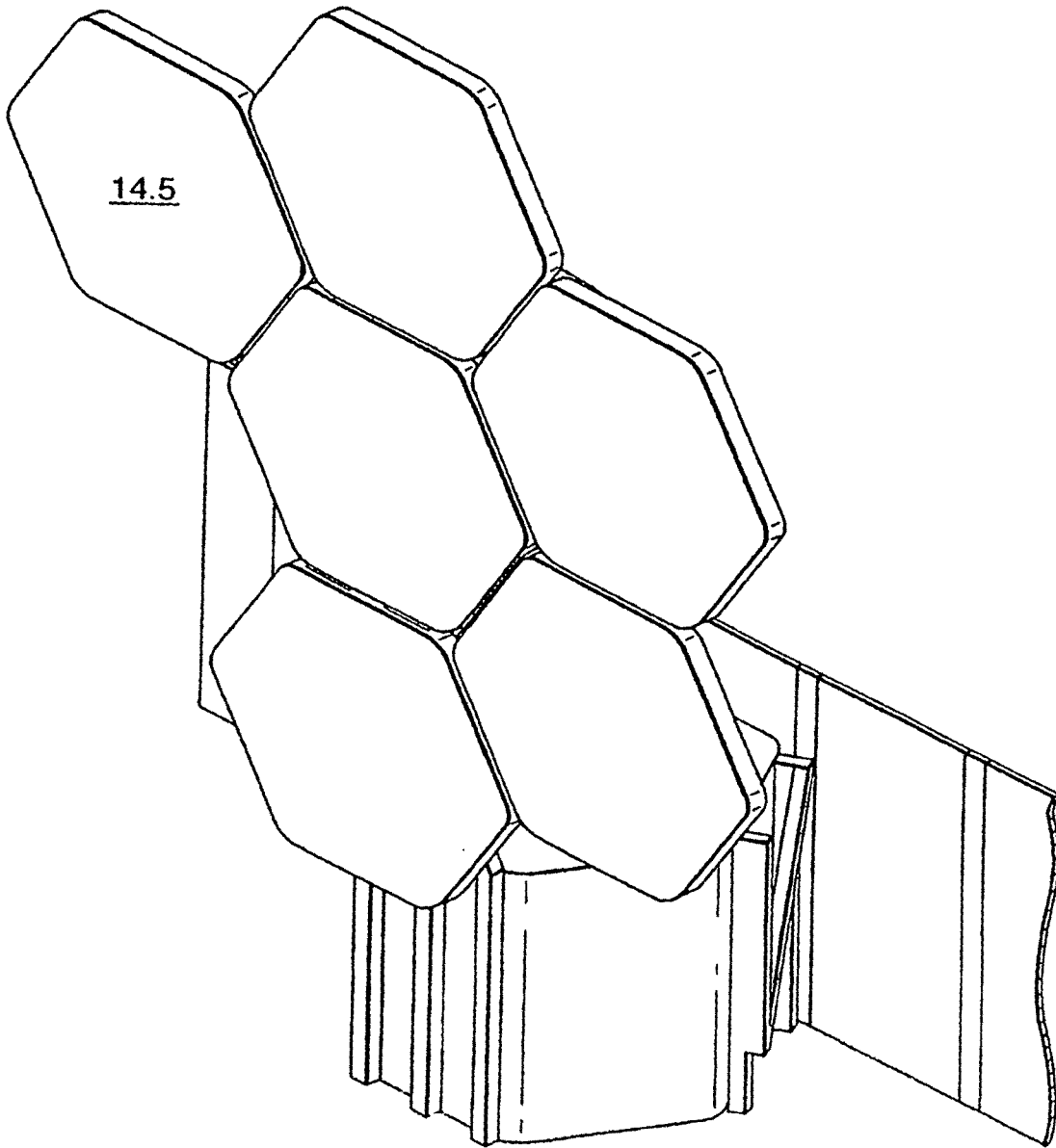


Fig.2G.

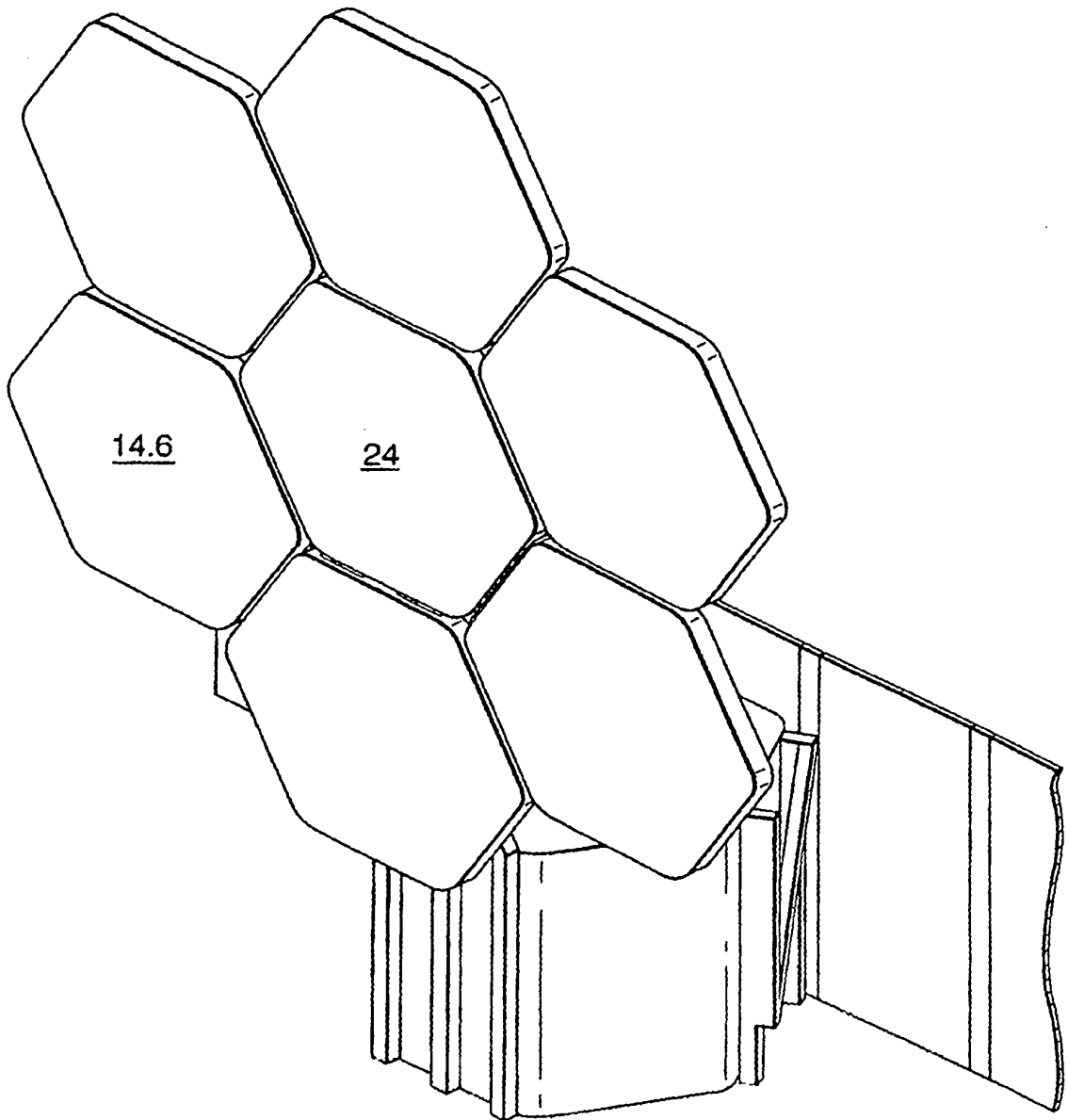


Fig.3b.

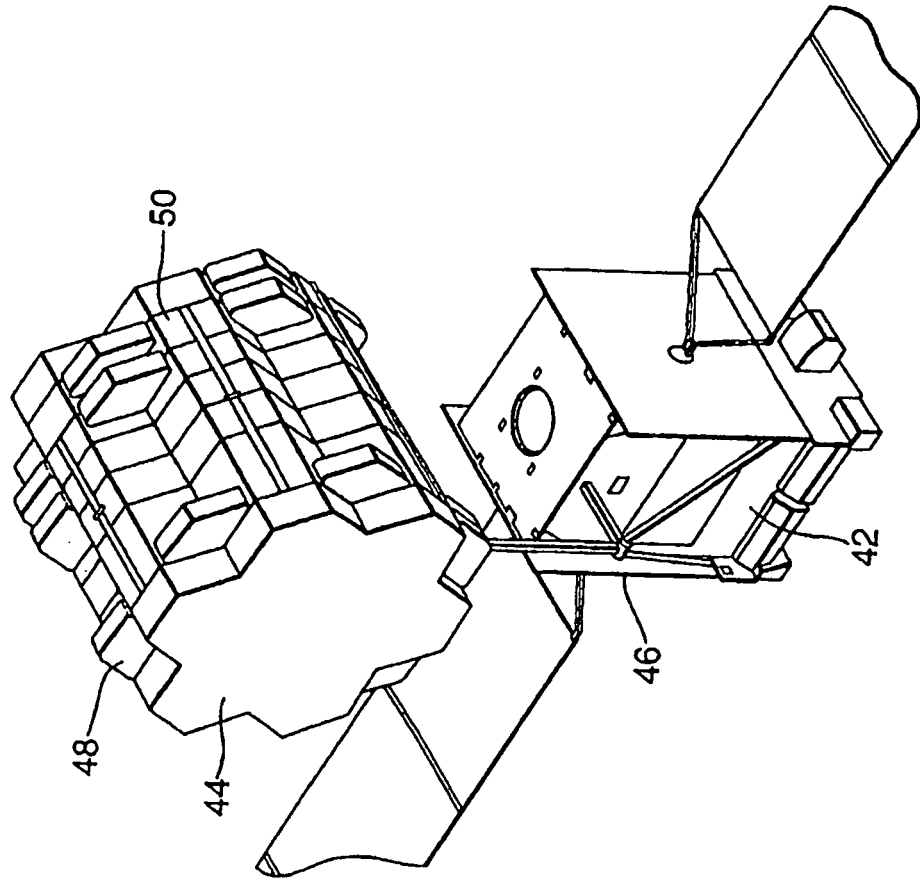


Fig.3A.

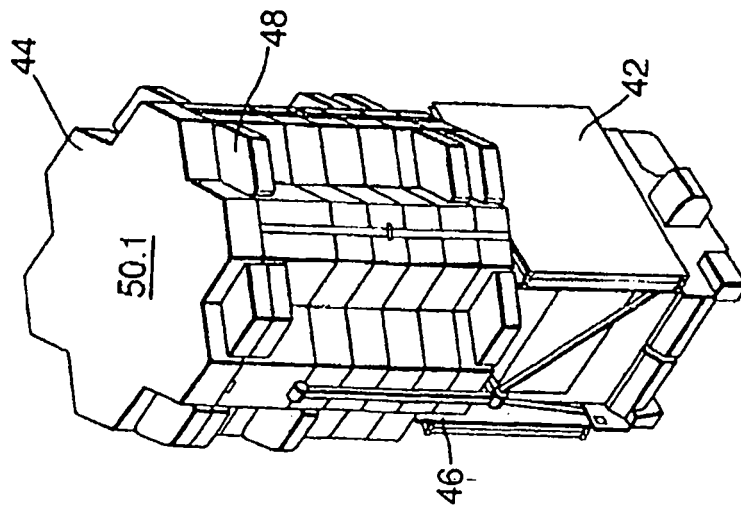


Fig.3C.

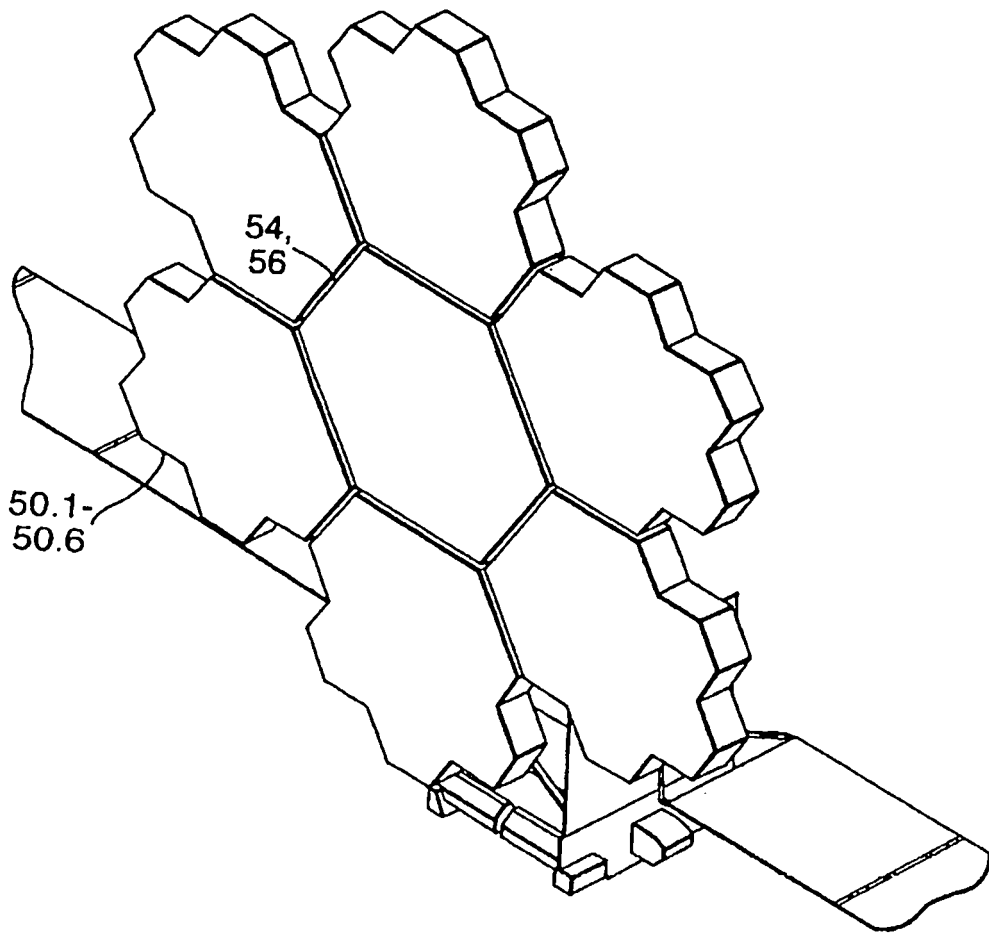


Fig. 4.

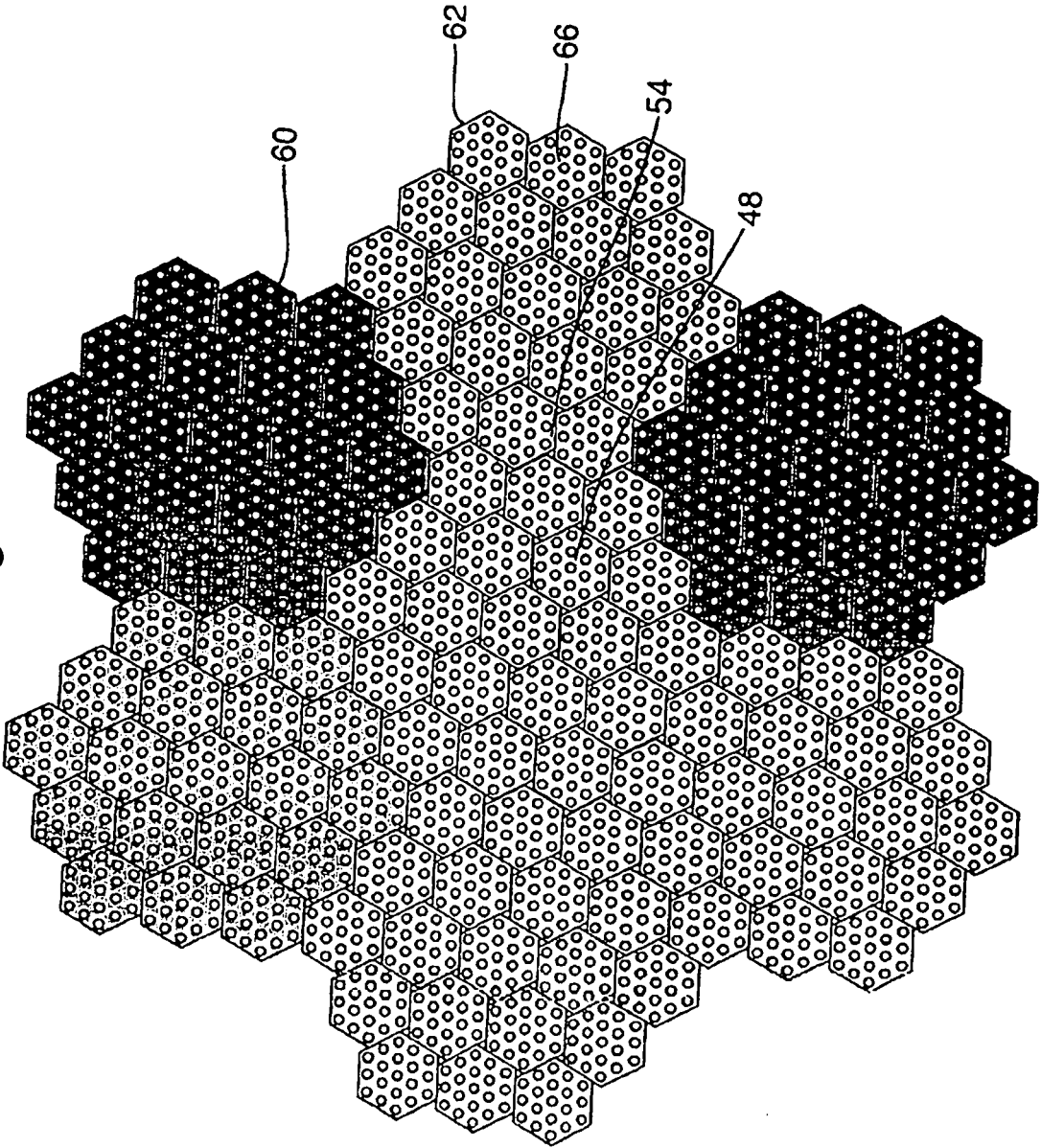


Fig.5.

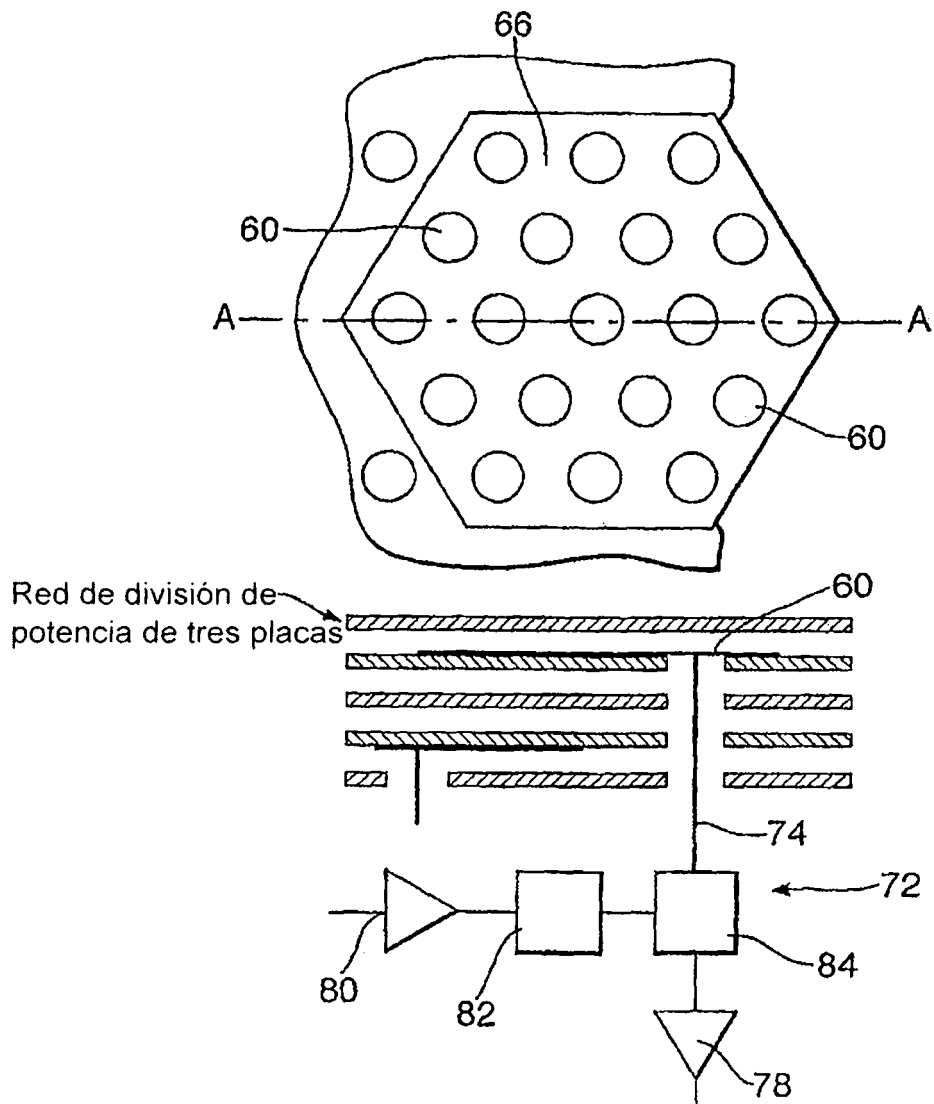


Fig.6.

