

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 921 899**

51 Int. Cl.:

H01Q 19/19 (2006.01)

H01Q 15/14 (2006.01)

H01Q 3/20 (2006.01)

H01Q 15/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2019** **PCT/CN2019/125478**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2021** **WO21017373**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2019** **E 19939758 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2024** **EP 4007071**

54 Título: **Dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente con función de ajuste de pose de dos etapas**

30 Prioridad:

26.07.2019 CN 201910682977

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

06.05.2025

73 Titular/es:

**THE 54TH RESEARCH INSTITUTE OF CHINA
ELECTRONICSTECHNOLOGY GROUP
CORPORATION (100.00%)
Antenna and Servo Department, No.589 West
Zhongshan Road
Shijiazhuang City, Hebei 050081, CN**

72 Inventor/es:

**LIU, GUOXI;
YANG, WENNING;
DU, BIAO;
ZHENG, YUANPENG;
WU, YANG;
NING, XIAOLEI;
ZHAO, JUNHONG;
YANG, JINRONG;
CHEN, LONG y
LIU, SHENGWEN**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 921 899 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

Dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente con función de ajuste de pose de dos etapas

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a los campos técnicos de la comunicación, Telemetría, Seguimiento y Comando (TT&C), y radioastronomía, etc., y particularmente a un dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente con una función de ajuste de posición y pose de dos etapas.

Antecedentes

- 10 Una antena de doble desplazamiento tiene las características de que un reflector principal está desplazado de un subreflector y el subreflector está desplazado de un alimentador. La antena de doble desplazamiento supera no solo un bloqueo del subreflector al reflector principal, sino también bloqueos del alimentador y un brazo de soporte al subreflector, mejorando así las características del lóbulo lateral paraxial de un patrón de antena y las características de relación de onda estacionaria de voltaje de entrada del alimentador, y logrando una alta eficiencia de antena.

- 15 La antena Gregoriana de doble desplazamiento tiene una estructura compacta con un gran espacio entre un alimentador primario y un subreflector, lo cual puede reducir el efecto de campo cercano y lograr fácilmente condiciones de campo lejano, y por eso se utiliza ampliamente. En muchos proyectos se emplea una antena desplazada de alimentación descendente debido a un bajo centro de gravedad para la instalación y el mantenimiento de un sistema de recepción.

- 20 Solo debido a las ventajas anteriores de la antena de doble desplazamiento, un proyecto científico internacional a gran escala - el proyecto de radiotelescopio Conjunto de un kilómetro cuadrado (SKA), adopta la antena reflectora Gregoriana de doble desplazamiento con alimentación descendente.

- 25 En la antena de doble desplazamiento, el tamaño geométrico del subreflector y la relación posicional relativa entre el subreflector y el reflector principal son bastante diferentes de las de una antena reflectora simétrica circular. Cómo ajustar con precisión el subreflector a una posición teórica es un problema de diseño clave. De lo contrario, la relación de posición entre el reflector principal y el subreflector será incorrecta, lo que dará como resultado una baja eficiencia de la antena.

- 30 El proyecto SKA consiste en 2,500 antenas reflectoras de doble desplazamiento con una abertura de 15 metros para recibir señales de radio débiles procedentes del universo distante. Por lo tanto, se requiere que la antena tenga las características de alta eficiencia, bajo ruido, bajo coste y rápida instalación, en donde se requiere que la eficiencia de la antena sea mayor al 88% a 15 GHz.

- 35 En la actualidad, el proyecto SKA ha completado tres antenas de exploración. El documento "DVA-C: A Chinese Dish Prototype for the Square Kilometre Array" (Simposio Internacional sobre Antenas y Promoción de 2015) introduce el desarrollo de un prototipo de SKA en China. El documento "The Design of the MeerKAT Dish Optics" (Electromagnetismo en Aplicaciones Avanzadas, Conferencia Internacional de 2012) introduce el desarrollo de un prototipo de SKA en Sudáfrica. El documento "Update on the SKA offset optics design for the U.S. Technology Development Project" (Aeroespacial, Conferencia IEEE, marzo de 2011) introduce el desarrollo de un prototipo de SKA en Canadá. Los tres prototipos principales anteriores adoptan un subreflector integral hecho de un material compuesto. Aunque este modo de moldeado puede simplificar los procedimientos de fabricación, existen los siguientes defectos para el proyecto SKA:

- 40 (1) Un molde requerido por el subreflector integral también es de una estructura integral con un tamaño geométrico grande, lo cual conduce a una baja precisión de procesamiento. En un procedimiento de moldeado de un material compuesto de gran tamaño, es fácil provocar defectos de tensión interna y retracción desigual, lo cual conduce a una disminución de la precisión general del subreflector moldeado.
- 45 (2) Los tres subreflectores integrales anteriores no están proporcionados con puntos de ajuste de precisión, y no se puede controlar la precisión del subreflector moldeado, lo cual reduce el rendimiento.
- (3) Los tres tipos de subreflector anteriores tienen pocos puntos de soporte estructural y, cuando la antena se desplaza en elevación, es fácil provocar una deformación y afectar la eficiencia de la antena.

- 50 Con la mejora de la potencia de cálculo, se ha aplicado un mecanismo paralelo al ajuste de subreflectores de una pluralidad de antenas reflectoras. Una patente china con número de publicación CN202712431U, titulada "Antenna Sub-Reflector System Comprising Fixed Adjusting Mechanism", divulga un dispositivo para ajustar un subreflector utilizando un mecanismo paralelo Stewart clásico. Una patente china con número de publicación CN105226370A, titulada "Antenna Structure System Based On 6/6-Upu Parallel Mechanism", divulga un dispositivo que utiliza un mecanismo paralelo hexápodo como pedestal de antena para realizar una función de

seguimiento de vértices. Una patente china con número de publicación CN106450653A, titulada "*Parallel Type Six-Freedom-Degree Redundant Driving Antenna Structural System*", divulga un mecanismo que logra un ángulo negativo en elevación para la antena combinando un mecanismo paralelo hexápodo con un cono. El documento "*Orientation of Radio-Telescope Secondary Mirror Via Parallel Platform*" (Ingeniería Eléctrica, Ciencia Informática y Control Automático, 2015 12a Conferencia Internacional) introduce un mecanismo paralelo con un ajuste de seis grados de libertad para un subreflector. El documento "*Stiffness Study of a Hexapod Telescope Platform*" (Antenas y Propagación, Transacciones IEEE, 2011) introduce un dispositivo que utiliza un mecanismo hexápodo como pedestal de un conjunto de antenas planas. Los mecanismos paralelos anteriores pueden realizar un ajuste de seis grados de libertad de una antena o un subreflector, pero para aplicaciones tales como el ajuste de un subreflector de una antena reflectora de doble desplazamiento, existen los siguientes defectos:

(1) La rigidez local es baja. El mecanismo paralelo tradicional generalmente consiste en seis varillas de accionamiento, una plataforma móvil y una plataforma fija, y la plataforma móvil está conectada a las varillas de accionamiento a través de tres puntos de soporte. Cuando la abertura de un subreflector es grande, la plataforma móvil, la cual sirve como base de instalación del subreflector, puede provocar una baja rigidez en una posición de conexión debido a muy pocos puntos de soporte, reduciendo así la precisión de superficie del subreflector.

(2) La capacidad de diseño es deficiente. Con el fin de satisfacer la demanda de soluciones espaciales, la distribución de posición de la varilla no se puede configurar arbitrariamente en el mecanismo paralelo tradicional. Particularmente, en la antena de doble desplazamiento, cuando se requiere que la plataforma fija esté ubicada fuera de la abertura del subreflector, se producirán grandes dificultades en el diseño estructural.

(3) No existe diseño redundante. El mecanismo paralelo hexápodo adopta seis sistemas de accionamiento. Cuando falla un impulsor o una varilla, el sistema no puede funcionar normalmente, e incluso se verá afectada la seguridad del dispositivo.

Para un reflector de una antena particionada, es necesario proporcionar en la parte posterior de cada panel puntos de ajuste. El método de ajuste tradicional de un panel de antena adopta varios pernos los cuales se disponen en la parte posterior del panel y luego se conectan a una estructura de respaldo de antena. Durante el ajuste, se realiza un movimiento del panel de antena ajustando la longitud de atornillado de los pernos. Una patente china con número de publicación CN202004142U, titulada "*Positioning Connection Device of Combined Antenna Panel*", divulga un dispositivo de conexión de panel de antena que utiliza una combinación de pasadores cónicos y tuercas de tornillo. Una patente china con número de publicación CN108172970A, titulada "*antenna panel assembling structure*", divulga una estructura de ajuste de panel de antena con una bisagra esférica. Una patente china con número de publicación CN108155482A, titulada "*Structure of High-Precision Reflector Antenna Composite Panel and Adjustment Method thereof*", divulga un método de ajuste de un panel compuesto con una función de ajuste normal. El documento "*Design, construction, and performance of the Leighton 10.4-m-diameter radio telescopes*" (Actas del IEEE, mayo de 1994) introduce un dispositivo de ajuste de panel con una estructura tipo sándwich de panel de aluminio. El documento "*Surface adjustment of the IRAM 30 m radio telescope*" (Microondas, Antenas y Propagación, IET, 2009) introduce un dispositivo de ajuste con un panel de estructura de celosía. Si bien las estructuras de ajuste de panel particionado anteriores pueden satisfacer el requisito de una antena reflectora con una determinada precisión o una antena reflectora simétrica circular, existen los siguientes defectos para un subreflector de una antena reflectora de doble desplazamiento que requiere alta precisión de posición y alta precisión de superficie:

(1) No se menciona un método de ajuste de un movimiento plano del panel. Los dispositivos de ajuste anteriores pueden realizar un ajuste continuo axial del panel por medio de roscas, pero no existe un modo de ajuste continuo correspondiente para el movimiento y ajuste en un plano horizontal del panel.

(2) El panel de antena necesita superar el ajuste de gravedad en diferentes poses, y la operación es difícil. Como bien se sabe, la antena reflectora tiene forma de paraboloide, y un solo panel tiene diferentes poses cuando varía la posición del reflector. Por ejemplo, el panel de señal tiene una pequeña pendiente cuando está cerca de una posición central del reflector, a la vez que tiene una pendiente grande cuando está en un borde del reflector. Cuando se debe mover y ajustar un panel con una pendiente muy grande, se debe superar un contrapeso de este, y puede producirse fácilmente un deslizamiento durante el ajuste. Particularmente, los operarios que trabajan a gran altitud tendrán grandes dificultades e incluso peligros.

(3) La eficiencia de ajuste es baja, y es fácil provocar que la posición de ajuste no converja. En el caso de un dispositivo sin movimiento o ajuste continuo, depende completamente de experiencias artificiales, y cuando se debe ajustar una dirección, otras direcciones ajustadas se verán afectadas, dando como resultado un círculo vicioso en el que la posición de ajuste del panel no converge.

Resumen

Un objetivo de la presente invención es superar los defectos de las técnicas anteriores, y proporcionar un dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente con una función de ajuste de posición y pose de dos etapas, el cual tiene las características de alta precisión de superficie, alta precisión de ajuste, alta eficiencia de ajuste, alta rigidez y peso ligero.

5 Con el fin de lograr el objetivo anterior, la presente invención adopta las siguientes soluciones técnicas:

Un dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente con una función de ajuste de posición y pose de dos etapas, que comprende un dispositivo 1 de ajuste, un subreflector 2, una estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa y un dispositivo 4 de ajuste preciso de panel;

10 en donde el dispositivo 1 de ajuste está ubicado en una dirección de una abertura del subreflector 2 y comprende una plataforma 1-1 móvil, una plataforma 1-2 fija, una varilla 1-3 de ajuste primaria, una varilla 1-4 de ajuste auxiliar, una junta 1-5 esférica de plataforma móvil y una junta 1-6 esférica de plataforma fija; la plataforma 1-1 móvil está conectada a la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, y la plataforma 1-2 fija está ubicada fuera de la abertura del subreflector 2; la plataforma 1-2 fija es una estructura de celosía plana con una forma poligonal N, en donde N es un número natural y $N \geq 4$; la plataforma 1-2 fija está compuesta de N varillas 1-2-1 a 1-2-N de plataforma fija, cada dos de las cuales están conectadas por la junta 1-6 esférica de plataforma fija; la plataforma 1-1 móvil es una estructura de celosía plana con una forma poligonal 2N, y está compuesta por 2N varillas 1-1-1 a 1-1-2N de plataforma móvil, cada dos de las cuales están conectadas por la junta 1-5 esférica de plataforma móvil; la varilla 1-1-1 a 1-1-2N de plataforma móvil, la varilla 1-2-1 a 1-2-N de plataforma fija, la varilla 1-3 de ajuste primaria y la varilla 1-4 de ajuste auxiliar forman una estructura de malla con una pluralidad de regiones espaciales triangulares;

el subreflector 2 está compuesto por un panel 2-1 poligonal N y N paneles 2-2 sectoriales, estando los N paneles 2-2 sectoriales distribuidos radialmente alrededor del panel 2-1 poligonal N y teniendo cada uno un área sustancialmente igual a la del panel 2-1 poligonal N, y estando el subreflector 2 conectado a la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa a través del dispositivo 4 de ajuste preciso de panel;

25 la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa está compuesta por un soporte 3-1 de anillo interior, una varilla 3-2 principal, una varilla 3-3 diagonal y una junta 3-4 esférica de anillo interior; en donde el soporte 3-1 de anillo interior tiene una forma poligonal N y está compuesto por N varillas 3-1-1 a 3-1-N de anillo interior, cada dos de las cuales están conectadas entre sí a través de la junta 3-4 esférica de anillo interior; la varilla 3-1-1 de anillo interior, la varilla 1-1-1 a 1-1-2N de plataforma móvil, la varilla 3-2 principal y la varilla 3-3 diagonal forman una estructura de malla con una pluralidad de regiones espaciales triangulares;

30 el dispositivo 4 de ajuste preciso de panel comprende un mecanismo 4-1 de posicionamiento y un mecanismo (4-2) de ajuste, estando el mecanismo (4-1) de posicionamiento ubicado en puntos de conexión entre el panel 2-1 poligonal N y la junta 3-4 esférica de anillo interior de la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, y puntos de conexión entre los N paneles 2-2 sectoriales y la junta 3-4 esférica de anillo interior de la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa; y estando el mecanismo 4-2 de ajuste ubicado en un lado no funcional de un panel de antena.

En comparación con la técnica anterior, la presente invención tiene los siguientes efectos ventajosos:

40 (1) En comparación con las técnicas anteriores, el dispositivo de ajuste de dos etapas adoptado por la presente invención tiene las características de alta precisión de ajuste y alta eficiencia de ajuste. El dispositivo de ajuste es un mecanismo paralelo de múltiples varillas el cual puede realizar un ajuste de pose primario de seis grados de libertad del subreflector; y el dispositivo de ajuste preciso de panel puede realizar un ajuste de precisión de superficie y un ajuste de pose secundario del subreflector.

45 (2) Cada uno del dispositivo de ajuste y la estructura de respaldo de bastidor espacial de una sola capa en la presente invención está compuesto de una pluralidad de unidades triangulares, teniendo así un rendimiento mecánico estable, resistiendo eficazmente una deformación por gravedad de la antena durante el desplazamiento de elevación, mejorando el rendimiento dinámico del sistema de antena, y logrando las ventajas de alta rigidez y peso ligero.

50 (3) El mecanismo paralelo adoptado por el dispositivo de ajuste de la presente invención es de diseño redundante, y el número de varillas de ajuste es mayor que el de la estructura hexápoda tradicional. Cuando algunas varillas fallan o no son válidas, el dispositivo de ajuste aún puede funcionar normalmente, y la estructura es estable sin afectar el sistema de antena, lo cual logra las características de alta confiabilidad.

55 (4) En el método de partición adoptado por el subreflector de la presente invención, el reflector está compuesto de un polígono, y varias unidades sectoriales las cuales se posicionan a través de los bordes exteriores del polígono, superando así el defecto de que las unidades sectoriales son difíciles de posicionar en la dirección circunferencial en el método tradicional.

- (5) El dispositivo de ajuste preciso de panel de la presente invención añade una conexión lateral para el panel y mejora el rendimiento dinámico de la antena. El mecanismo de ajuste no solo proporciona un ajuste continuo en la dirección del plano, sino que también proporciona un soporte lateral para el panel de antena en dos direcciones. Cuando la antena está en un movimiento de elevación, este soporte lateral puede reducir el movimiento del panel, mejorando así la precisión general y el rendimiento dinámico del sistema de antena.
- (6) La presente invención proporciona una ecuación para calcular una cantidad de ajuste del dispositivo de ajuste preciso de panel del subreflector, y la cantidad de ajuste correspondiente se puede calcular de acuerdo con esta ecuación, proporcionando así una base de datos para el ajuste preciso del panel.
- (7) En la presente invención, la plataforma móvil y la plataforma fija las cuales constituyen el dispositivo de ajuste adoptan una estructura de celosía plana hueca, la cual se ubica fuera de la abertura del subreflector para formar un canal electromagnético sin obstrucciones.
- (8) El dispositivo de ajuste de la presente invención es fácil de operar, lo cual mejora la eficiencia de ajuste del panel. Independientemente de la pose del panel de antena, un operador puede realizar los ajustes de rotación y movimiento del panel rotando la varilla correspondiente, superando así las desventajas del ajuste tradicional que empuja manualmente el panel, y logrando las características de alta eficiencia de ajuste y operación segura.
- En resumen, la presente invención es ingeniosa en sus concepciones, clara en ideas y fácil de realizar, lo cual no sólo resuelve los problemas de la deficiente precisión y la baja eficiencia del ajuste tradicional de una sola etapa, sino que también mejora la confiabilidad y la flexibilidad de diseño del mecanismo paralelo, logrando así una mejora importante de las técnicas anteriores.
- Breve descripción de los dibujos
- La Figura 1 es un diagrama esquemático de una composición del sistema de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 2 es un diagrama esquemático de una composición de estructura general de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 3 es un diagrama esquemático de una composición de estructura de un dispositivo de ajuste de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 4 es un diagrama esquemático de la partición de un subreflector de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 5 es un diagrama esquemático de una composición de estructura de una estructura de respaldo de bastidor espacial de una sola capa de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 6 es un diagrama esquemático de una distribución general de un dispositivo de ajuste preciso de panel de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 7 es un diagrama esquemático de una composición de estructura de un dispositivo de ajuste preciso de panel de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 8 es un diagrama esquemático de una composición de estructura de un mecanismo de posicionamiento de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 9 es un diagrama esquemático de parámetros de cálculo de un mecanismo de ajuste de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 10 es un diagrama estructural de un enlace de un mecanismo de ajuste de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 11 es un diagrama estructural de una junta de una estructura de respaldo de bastidor espacial de una sola capa de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 12 es un diagrama de deformación por gravedad de un panel de antena en una dirección x en la técnica anterior;
- La Figura 13 es un diagrama de deformación por gravedad de un panel de antena en una dirección Y en la técnica anterior;
- La Figura 14 es un diagrama de deformación por gravedad de un panel de antena en una dirección x en la presente invención;

La Figura 15 es un diagrama de deformación por gravedad de un panel de antena en una dirección Y en la presente invención;

La Figura 16 es un diagrama de deformación de un subreflector en un estado vertical de acuerdo con una realización de la presente invención;

- 5 La Figura 17 es un diagrama de deformación de un subreflector en un estado horizontal de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 18 es una curva de precisión de superficie de un subreflector en diferentes ángulos de elevación de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción de los números de referencia:

- 10 dispositivo 1 de ajuste, plataforma 1-1 móvil, varilla 1-1-1 de plataforma móvil, varilla 1-1-2 de plataforma móvil, varilla 1-1-3 de plataforma móvil, varilla 1-1-4 de plataforma móvil, varilla 1-1-5 de plataforma móvil, varilla 1-1-6 de plataforma móvil, varilla 1-1-7 de plataforma móvil, varilla 1-1-8 de plataforma móvil, varilla 1-1-9 de plataforma móvil, varilla 1-1-10 de plataforma móvil, plataforma 1-2 fija, varilla 1-2-1 de plataforma fija, varilla 1-2-2 de plataforma fija, varilla 1-2-3 de plataforma fija, varilla 1-2-4 de plataforma fija, varilla 1-2-5 de plataforma fija, varilla 1-3 de ajuste principal, varilla 1-4 de ajuste auxiliar, junta 1-5 esférica de plataforma móvil, junta 1-6 esférica de plataforma fija;

subreflector 2, panel 2-1 pentagonal, panel 2-2 sectorial;

- 20 estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, soporte 3-1 de anillo interior, varilla 3-1-1 de anillo interior, varilla 3-1-2 de anillo interior, varilla 3-1-3 de anillo interior, varilla 3-1-4 de anillo interior, varilla 3-1-5 de anillo interior, varilla 3-2 principal, varilla 3-3 diagonal, junta 3-4 esférica de anillo interior;

- 25 dispositivo 4 de ajuste preciso de panel, mecanismo 4-1 de posicionamiento, varilla 4-1-1 de soporte principal, varilla 4-1-2 de soporte independiente, placa 4-1-3 de conexión de primera dirección, placa 4-1-4 de conexión de segunda dirección, tuerca 4-1-5 de tornillo, arandela 4-1-6 esférica, arandela 4-1-7 cónica, mecanismo 4-2 de ajuste, varilla 4-2-1 en forma de V, enlace 4-2-1-1 A, enlace 4-2-1-2 B, varilla 4-2-2 unidireccional, soporte 4-2-3 de junta doble, soporte 4-2-4 de junta única.

Descripción de las realizaciones

La presente invención se describirá con más detalle más adelante con referencia a los dibujos y realizaciones específicas.

- 30 Como se ilustra en la Figura 1, una antena de doble polarización en general se compone de un reflector principal, un subreflector y un alimentador, en donde el subreflector está en el medio de una trayectoria electromagnética entre el reflector principal y el alimentador para una reflexión secundaria de ondas electromagnéticas. La precisión de superficie y la precisión de posición del subreflector determinan directamente las especificaciones clave de la antena de doble desplazamiento, tal como la eficiencia, el lóbulo lateral y la polarización cruzada.

- 35 En esta realización, se toma como ejemplo un dispositivo de ajuste de subreflector con una abertura de 5 metros en la antena de doble desplazamiento. Como se ilustra en la Figura 2, un dispositivo subreflector de la presente invención comprende un dispositivo 1 de ajuste, un subreflector 2, una estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa y un dispositivo 4 de ajuste preciso de panel.

- 40 Como se ilustra en la Figura 3, el dispositivo 1 de ajuste está ubicado en una dirección de una abertura del subreflector 2 y no obstruye el subreflector 2, y comprende una plataforma 1-1 móvil, una plataforma 1-2 fija, una varilla 1-3 de ajuste primaria, una varilla 1-4 de ajuste auxiliar, una junta 1-5 esférica de plataforma móvil y una junta 1-6 esférica de plataforma fija. La plataforma 1-1 móvil está conectada a la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, la plataforma 1-2 fija está ubicada fuera de la abertura del subreflector 2, y un ángulo incluido entre un plano donde se ubica la plataforma 1-1 móvil y un plano donde se ubica la plataforma 1-2 fija es de 0° a 30°.

- 45 En este ejemplo, un ángulo α incluido entre un plano A donde se ubica la plataforma 1-1 móvil y un plano B donde se ubica la plataforma 1-2 fija es de 15°.

- 50 La plataforma 1-2 fija es una estructura de celosía plana con una forma poligonal N, en donde N es un número natural y $N \geq 4$. La plataforma 1-2 fija está compuesta por N varillas 1-2-1 a 1-2-N de plataforma fija, cada dos de las cuales están conectadas por la junta 1-6 esférica de plataforma fija.

En este ejemplo, la plataforma 1-2 fija tiene una forma pentagonal, y está compuesta por una varilla 1-2-1 de plataforma fija, una varilla 1-2-2 de plataforma fija, una varilla 1-2-3 de plataforma fija, una varilla 1-2-4 de plataforma fija y una varilla 1-2-5 de plataforma fija.

La plataforma 1-1 móvil es una estructura de celosía plana con una forma poligonal $2N$, y está compuesta por $2N$ varillas 1-1-1 a 1-1- $2N$ de plataforma móvil, cada dos de las cuales están conectadas por la junta 1-5 esférica de plataforma móvil.

5 En este ejemplo, la plataforma 1-1 móvil tiene una forma decagonal, y está compuesta por una varilla 1-1-1 de plataforma móvil, una varilla 1-1-2 de plataforma móvil, una varilla 1-1-3 de plataforma móvil, una varilla 1-1-4 de plataforma móvil, una varilla 1-1-5 de plataforma móvil, una varilla 1-1-6 de plataforma móvil, una varilla 1-1-7 de plataforma móvil, una varilla 1-1-8 de plataforma móvil, una varilla 1-1-9 de plataforma móvil y una varilla 1-1-10 de plataforma móvil.

10 Al menos una de las N juntas 1-6 esféricas de plataforma fija corresponde a la junta 1-5 esférica de plataforma móvil.

En este ejemplo, cinco juntas de las juntas 1-6 esféricas de plataforma fija corresponden a las juntas 1-5 esféricas de plataforma móvil.

15 La varilla 1-3 de ajuste primaria está compuesta por N varillas, con dos extremos conectados a la junta 1-5 esférica de plataforma móvil y a la junta 1-6 esférica de plataforma fija, respectivamente, y el número de las varillas 1-3 de ajuste primarias es N .

En este ejemplo, el número de las varillas 1-3 de ajuste primarias es 5.

Dos extremos de la varilla 1-4 de ajuste auxiliar están conectados a la junta 1-5 esférica de plataforma móvil y a la junta 1-6 esférica de plataforma fija, respectivamente, y el número de las varillas 1-4 de ajuste auxiliares es $2N$.

20 En este ejemplo, el número de las varillas 1-4 de ajuste auxiliares es 10.

25 Cada una de la varilla 1-3 de ajuste primaria y la varilla 1-4 de ajuste auxiliar comprende bisagras esféricas ubicadas en sus dos extremos, y una estructura roscada con una longitud ajustable ubicada en el medio de estas. La varilla 1-1 de plataforma móvil, la varilla 1-2 de plataforma fija, la varilla 1-3 de ajuste primario y la varilla 1-4 de ajuste auxiliar forman una estructura de malla con una pluralidad de regiones espaciales triangulares.

En este ejemplo, el dispositivo 1 de ajuste es una estructura de malla compuesta por 15 regiones espaciales triangulares.

30 Como se ilustra en la Figura 4, el subreflector 2 está compuesto de un panel 2-1 poligonal N y N paneles 2-2 sectoriales, en donde los N paneles 2-2 sectoriales están distribuidos radialmente alrededor del panel 2-1 poligonal N y cada uno tiene un área sustancialmente igual a la del panel 2-1 poligonal N , y el subreflector 2 está conectado a la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa a través del dispositivo 4 de ajuste preciso de panel.

En este ejemplo, el subreflector 2 está compuesto por un panel 2-1 pentagonal y cinco paneles 2-2 sectoriales, siendo un área del panel 2-1 pentagonal de 3.7 m^2 y un área del panel 2-2 sectorial de 3.4 m^2 .

35 Como se ilustra en la Figura 5, el bastidor 3 posterior de bastidor espacial de una sola capa está compuesto por un soporte 3-1 de anillo interior, una varilla 3-2 principal, una varilla 3-3 diagonal y una junta 3-4 esférica interior.

El soporte 3-1 de anillo interior y la plataforma 1-1 móvil están ubicados respectivamente en dos planos con una distancia de 500 mm a 3000 mm entre ellos.

40 En este ejemplo, la distancia entre los dos planos es de 1000 mm.

El soporte 3-1 de anillo interior tiene una forma poligonal N , y está compuesto por N varillas 3-1-1 a 3-1- N de anillo interior, cada dos de las cuales están conectadas entre sí a través de la junta 3-4 esférica de anillo interior.

45 En este ejemplo, el soporte 3-1 de anillo interior tiene forma pentagonal, y está compuesto por una varilla 3-1-1 de anillo interior, una varilla 3-1-2 de anillo interior, una varilla 3-1-3 de anillo interior, una varilla 3-1-4 de anillo interior y una varilla 3-1-5 de anillo interior.

Al menos una de las N juntas 3-4 esféricas de anillo interior corresponde a la junta 1-5 esférica de plataforma móvil.

En este ejemplo, las cinco juntas 3-4 esféricas de anillo interior corresponden todas a las juntas 1-5 esféricas de la plataforma móvil.

Dos extremos de la varilla 3-2 principal están conectados a la junta 3-4 esférica de anillo interior y a la junta 1-5 esférica de plataforma móvil, respectivamente, y el número de varillas 3-2 principales es N.

En este ejemplo, el número de varillas 3-2 principales es 5.

5 Dos extremos de la varilla 3-3 diagonal están conectados a la junta 3-4 esférica de anillo interior y a las juntas 1-5 esféricas de la plataforma móvil, respectivamente, y el número de varillas 3-3 diagonales es 2N.

En este ejemplo, el número de las varillas 3-3 diagonales es 10.

La varilla 3-1-1 de anillo interior, la varilla 1-1-1 a 1-1-2n de plataforma móvil, la varilla 3-2 principal y la varilla 3-3 diagonal forman una estructura de malla con una pluralidad de regiones espaciales triangulares.

10 En este ejemplo, la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa es una estructura de malla compuesta por 15 regiones espaciales triangulares.

Como se ilustra en la Figura 6, el dispositivo 4 de ajuste preciso de panel comprende un mecanismo 4-1 de posicionamiento y un mecanismo 4-2 de ajuste. El mecanismo 4-1 de posicionamiento está ubicado en los puntos de conexión entre el panel 2-1 poligonal N y la junta 3-4 esférica de anillo interior de la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, y en los puntos de conexión entre los N paneles 2-2 sectoriales y la junta 3-4 esférica de anillo interior de la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa.

En este ejemplo, el número de mecanismos 4-1 de posicionamiento es 10.

20 Como se ilustra en las Figuras 7 y 8, el mecanismo 4-1 de posicionamiento está compuesto por una varilla 4-1-1 de soporte principal, una varilla 4-1-2 de soporte independiente, una primera placa 4-1-3 de conexión de dirección, una segunda placa 4-1-4 de conexión de dirección, una tuerca 4-1-5 de tornillo, una arandela 4-1-6 esférica, y una arandela 4-1-7 cónica. Una dirección axial de la varilla 4-1-1 de soporte principal es la misma que la dirección normal del panel en la posición de la varilla 4-1-1 de soporte principal. La primera placa 4-1-3 de conexión de dirección está conectada a la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa a través de la varilla 4-1-1 de soporte principal. La segunda placa 4-1-4 de conexión de dirección se conecta al panel a través de un sujetador o pegamento. La primera placa 4-1-3 de conexión de dirección y la segunda placa 4-1-4 de conexión de dirección están proporcionadas con orificios oblongos que tienen direcciones de extensión ortogonales entre sí. La varilla 4-1-2 de soporte independiente está ubicada entre la primera placa 4-1-3 de conexión de dirección y la segunda placa 4-1-4 de conexión de dirección, con un extremo superior de esta ubicado en el orificio oblongo de la segunda placa 4-1-4 de conexión de dirección y fijado por la tuerca 4-1-5 de tornillo, y un extremo inferior de esta ubicado en el orificio oblongo de la primera placa 4-1-3 de conexión de dirección y fijado por la tuerca 4-1-5 de tornillo, la arandela 4-1-6 esférica, y la arandela 4-1-7 cónica.

35 Como se ilustra en la Figura 7, el mecanismo 4-2 de ajuste está ubicado en un lado no funcional del panel de antena y está compuesto por una varilla 4-2-1 en forma de V, una varilla 4-2-2 unidireccional, un soporte 4-2-3 de doble junta y un soporte 4-2-4 de junta única. La varilla 4-2-1 en forma de V comprende un enlace 4-2-1-1 A y un enlace 4-2-1-2 B con longitudes ajustables y teniendo cada uno bisagras esféricas en dos extremos. Un extremo de cada uno del enlace 4-2-1-1 A y del enlace 4-2-1-2 B está conectado a la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, y el otro extremo de este está conectado al soporte 4-2-3 de doble junta. La varilla 4-2-2 unidireccional tiene una longitud ajustable y está proporcionada con bisagras esféricas en dos de esta, en donde un extremo está conectado a la estructura 3 de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, y el otro extremo está conectado al soporte 4-2-4 de junta única.

40 Como se ilustra en la Figura 9, se puede calcular una cantidad de ajuste del panel mediante el mecanismo 4-2 de ajuste en las siguientes ecuaciones:

$$\Delta L_{Ax} = \sqrt{(L \sin \alpha + \Delta x)^2 + (L \cos \alpha)^2} - L$$

$$\Delta L_{Bx} = L - \sqrt{(L \sin \alpha - \Delta x)^2 + (L \cos \alpha)^2}$$

45 en donde ΔL_{Ax} es una cantidad de ajuste del enlace A en una dirección x, ΔL_{Bx} es una cantidad de ajuste del enlace B en la dirección x, L es una longitud inicial del enlace A y del enlace B, α es un ángulo medio entre el enlace A y el enlace B, y Δx es una cantidad de ajuste del panel dado en la dirección x;

$$\Delta L_y = L - \sqrt{(L \cos \alpha - \Delta x)^2 + (L \sin \alpha)^2}$$

en donde ΔL_y es una cantidad de ajuste del enlace A y del enlace B en una dirección y; y Δy es una cantidad de ajuste del panel dado en la dirección y;

$$\Delta R_x = R - \sqrt{(R \cos \beta - \Delta x)^2 + (R \sin \beta)^2}$$

$$\Delta R_y = \sqrt{(R \sin \beta + \Delta y)^2 + (R \cos \beta)^2} - R$$

5 en donde ΔR_x es una cantidad de ajuste de la varilla unidireccional en la dirección x, ΔR_y es una cantidad de ajuste de la varilla unidireccional en la dirección y, R es una longitud inicial de la varilla unidireccional, β es un ángulo incluido entre la varilla unidireccional y un eje horizontal, Δx es una cantidad de ajuste del panel dado en la dirección x, y Δy es una cantidad de ajuste del panel dado en la dirección y.

10 Una relación entre un área de superficie curvada máxima y un área de superficie curvada mínima entre el panel 2-1 poligonal N y los N paneles 2-2 sectoriales es de 1 a 1.3.

En este ejemplo, la relación entre el área de superficie curvada máxima y el área de superficie curvada mínima entre el panel 2-1 pentagonal y los cinco paneles 2-2 sectoriales es 1.1.

15 Como se ilustra en la Figura 10, una estructura roscada intermedia de la varilla 1-3 de ajuste principal y la varilla 1-4 de ajuste auxiliar tiene una longitud ajustable y tiene roscas a izquierda y derecha en combinación. Las bisagras esféricas en los dos extremos de cada una de la varilla 1-3 de ajuste primaria y la varilla 1-4 de ajuste auxiliar son cojinetes de bola.

Como se ilustra en la Figura 11, las varillas 3-1-1 a 3-1-5 de anillo interior, las varillas 1-1-1 a 1-1-10 de plataforma móvil, la varilla 3-2 principal y la varilla 3-3 diagonal comprenden cada una un tubo circular, un cabezal cónico, un perno de alta resistencia y una tuerca de tornillo.

20 Una estructura roscada intermedia del enlace 4-2-1-1 A, el enlace 4-2-1-2 B y la varilla 4-2-2 unidireccional tiene una longitud ajustable y presenta roscas a izquierda y derecha en combinación.

La tuerca 4-1-5 roscada, las arandelas 4-1-6 esféricas y las arandelas 4-1-7 cónicas están distribuidas simétricamente en dos lados de la primera placa 4-1-3 de conexión de dirección.

25 El soporte 4-2-3 de doble junta está ubicado en el centro de gravedad del panel de antena y conectado a este a través de un sujetador o pegamento. El soporte 4-2-4 de junta única se ubica debajo del panel de antena y se conecta a este a través de un sujetador o pegamento.

Un espacio entre el panel 2-1 poligonal N y los N paneles 2-2 sectoriales que constituyen el subreflector 2 es de 0.2 a 5 mm.

En este ejemplo, el espacio entre el panel 2-1 pentagonal y los cinco paneles 2-2 sectoriales es de 2 mm.

30 El principio de ajuste del dispositivo subreflector de la presente invención es como sigue:

(1) Ajuste primario. En primer lugar, medir el reflector principal para determinar la información de ajuste del subreflector, la cual incluye principalmente la cantidad de ajuste de desplazamiento y la cantidad de ajuste de rotación; realizar un proceso de gradación en la información de ajuste del subreflector para obtener valores de ajuste primarios de la cantidad de ajuste de desplazamiento y la cantidad de ajuste de rotación; rotar la varilla de ajuste primaria y la varilla de ajuste auxiliar para ajustar la cantidad de desplazamiento y la cantidad de rotación del subreflector, hasta alcanzar los valores de ajuste primarios de la cantidad de ajuste de desplazamiento y la cantidad de ajuste de rotación.

40 (2) Ajuste secundario. Determinar la información de ajuste secundario con base en los residuos después del ajuste primario; ajustar el mecanismo de posicionamiento y el mecanismo de ajuste del panel poligonal N central para cumplir con el requisito de la cantidad de ajuste secundario; y ajustar los mecanismos de posicionamiento y los mecanismos de ajuste de los N paneles sectoriales periféricos respectivamente, para hacer que todo el subreflector cumpla con el requisito de la especificación de precisión de superficie.

Las ventajas del dispositivo de ajuste preciso de panel adoptado en la presente invención se pueden ilustrar aún más mediante el siguiente análisis de simulación.

45 (1) Ilustración del modelo. Con el fin de ilustrar los efectos ventajosos de la presente invención, se establecen dos modelos de simulación mecánica, en donde uno es la técnica anterior, y el otro es el método de la presente invención. Los tamaños geométricos, los materiales y las condiciones de contorno de los paneles en los dos modelos de simulación son los mismos. Durante el funcionamiento de la antena, el 70% de la carga externa proviene de la gravedad. Por lo tanto, de acuerdo con los dos modelos, se seleccionan dos condiciones de

trabajo representativas, es decir, un análisis de gravedad en la dirección x y un análisis de gravedad en la dirección y.

(2) Resultados del cálculo. Como se ilustra en las Figuras 12 a 15, las Figuras 12 y 13 son diagramas de deformación por gravedad de un panel de antena en la dirección x y en la dirección y en la técnica anterior, respectivamente. Las Figuras 14 y 15 son diagramas de deformación por gravedad de un panel de antena en la dirección x y la dirección y en la presente invención, respectivamente.

(3) Efectos de implementación. Como se ilustra en la Tabla 1, se puede observar a partir de los resultados del cálculo que, en la técnica anterior, una deformación máxima por gravedad del panel en la dirección x es de 61.5 μm y una deformación máxima por gravedad de este en la dirección y es de 49.9 μm . En la presente invención, una deformación máxima por gravedad del panel en la dirección x es de 27.1 μm , y una deformación máxima por gravedad de este en la dirección y es de 24.5 μm . Dado que el mecanismo de ajuste de la presente invención incluye un soporte lateral al panel, la deformación del panel se mejora en gran medida, y las deformaciones en la dirección x y en la dirección y son sustancialmente iguales, con una tasa de cambio de solo 9.6%, mientras que en la técnica anterior la tasa de cambio es de 18.9%. En comparación con la técnica anterior, las tasas de mejora de las deformaciones máximas del panel en la dirección x y en la dirección y son del 55.9 % y del 50.9 % respectivamente en la presente invención.

Tabla 1 Comparación de los resultados de deformación por gravedad de los paneles en la presente invención y la técnica anterior

Contenido comparado	Técnica anterior	Método de la presente invención
Deformación máxima por gravedad en la dirección x	61.5 μm	27.1 μm
Deformación máxima por gravedad en la dirección y	49.9 μm	24.5 μm
Tasa relativa de deformaciones xly en la técnica anterior	18.9%	
Tasa relativa de deformaciones xly en la presente invención	9.6%	
Tasa máxima de mejora de deformación en la presente invención	Gravedad en dirección x	55.9%
	Gravedad en dirección y	50.9%

El efecto de implementación final de la presente invención se ilustra además mediante un análisis de simulación mecánica:

(1) Contenido del cálculo. El contenido del cálculo es la deformación por gravedad del subreflector de la antena de doble desplazamiento en el rango de elevación de 0° a 90°. Los ángulos de elevación calculados comprenden 0°, 15°, 30°, 45°, 50°, 60°, 75° y 90°.

(2) Resultados del cálculo. De acuerdo con los datos de deformación calculados del subreflector, se lleva a cabo un análisis de precisión para obtener la precisión de superficie del subreflector en diferentes ángulos de elevación. Las Figuras 16 y 17 son diagramas de deformación por gravedad de un subreflector en diferentes ángulos de elevación, y la Figura 18 ilustra la precisión de superficie de un subreflector en diferentes ángulos de elevación. A partir de los resultados del cálculo, se puede observar que la precisión de superficie del subreflector es mayor que 52 μm en el rango de elevación de 0° a 90°, lo cual es muy adecuado para la antena de doble desplazamiento que trabaja en una banda de alta frecuencia.

En resumen, el dispositivo subreflector de la presente invención comprende un dispositivo de ajuste, un subreflector, una estructura de respaldo de bastidor espacial de una sola capa y un dispositivo de ajuste preciso de panel. El dispositivo de ajuste adopta plataformas móviles y fijas como un mecanismo de ajuste de subreflector de seis grados de libertad de múltiples varillas para una celosía plana para realizar un ajuste de pose primario del subreflector. El subreflector está compuesto por un panel poligonal y varios paneles sectoriales, y el área de cada panel sectorial es sustancialmente igual a la del panel poligonal. El número de lados internos y externos de la estructura de respaldo de bastidor espacial de una sola capa está en una relación de 1:2, lo cual proporciona una rigidez de soporte para el subreflector. El dispositivo de ajuste preciso de panel comprende un mecanismo de posicionamiento para ajustar el panel en una dirección normal y un mecanismo de ajuste para ajustar un movimiento del subreflector. Un tal dispositivo subreflector no solo realiza un ajuste de posición y pose de dos etapas del subreflector, sino que también mejora la rigidez integral y reduce el peso general del sistema subreflector, a la vez que mejora la eficiencia de instalación y ajuste y reduce el coste de fabricación.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente con una función de ajuste de posición y pose de dos etapas, que comprende un dispositivo (1) de ajuste, un subreflector (2), una estructura (3) de respaldo de bastidor espacial de una sola capa y un dispositivo (4) de ajuste preciso de panel;

5 en donde el dispositivo (1) de ajuste está ubicado en una dirección de una abertura del subreflector (2) y comprende una plataforma (1-1) móvil, una plataforma (1-2) fija, una varilla (1-3) de ajuste primaria, una varilla (1-4) de ajuste auxiliar, una junta (1-5) esférica de plataforma móvil y una junta (1-6) esférica de plataforma fija; la plataforma (1-1) móvil está conectada a la estructura (3) de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, y la plataforma (1-2) fija está ubicada fuera de la abertura del subreflector (2); la plataforma (1-2) fija es una estructura de celosía plana con una forma poligonal N, en donde N es un número natural y $N \geq 4$; la plataforma (1-2) fija está compuesta por N varillas (1-2-1 a 1-2-N) de plataforma fija, cada dos de las cuales están conectadas por la junta (1-6) esférica de plataforma fija; la plataforma (1-1) móvil es una estructura de celosía plana con una forma poligonal 2N, y está compuesta por 2N varillas (1-1-1 a 1-1-2N) de plataforma móvil, cada dos de las cuales están conectadas por la junta (1-5) esférica de plataforma móvil; la varilla (1-1-1 a 1-1-2N) de plataforma móvil, la varilla (1-2-1 a 1-2-N) de plataforma fija, la varilla (1-3) de ajuste primaria y la varilla (1-4) de ajuste auxiliar forman una estructura de malla con una pluralidad de regiones espaciales triangulares;

el subreflector (2) está compuesto por un panel (2-1) poligonal N y N paneles (2-2) sectoriales, estando los N paneles (2-2) sectoriales distribuidos radialmente alrededor del panel (2-1) poligonal N y teniendo cada uno un área sustancialmente igual a la del panel (2-1) poligonal N, y estando el subreflector (2) conectado a la estructura (3) de respaldo de bastidor espacial de una sola capa a través del dispositivo (4) de ajuste preciso de panel;

la estructura (3) de respaldo de bastidor espacial de una sola capa está compuesta por un soporte (3-1) de anillo interior, una varilla (3-2) principal, una varilla (3-3) diagonal y una junta (3-4) esférica de anillo interior; en donde el soporte (3-1) de anillo interior tiene una forma poligonal N y está compuesto por N varillas (3-1-1 a 3-1-N) de anillo interior, cada dos de las cuales están conectadas entre sí a través de la junta (3-4) esférica de anillo interior; la varilla (3-1-1) de anillo interior, la varilla (1-1-1 a 1-1-2N) de plataforma móvil, la varilla (3-2) principal y la varilla (3-3) diagonal forman una estructura de malla con una pluralidad de regiones espaciales triangulares;

el dispositivo (4) de ajuste preciso de panel comprende un mecanismo (4-1) de posicionamiento y un mecanismo (4-2) de ajuste, estando el mecanismo (4-1) de posicionamiento ubicado en puntos de conexión entre el panel (2-1) poligonal N y la junta (3-4) esférica de anillo interior de la estructura (3) de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, y los puntos de conexión entre los N paneles (2-2) sectoriales y la junta (3-4) esférica de anillo interior de la estructura (3) de respaldo de bastidor espacial de una sola capa; y estando el mecanismo (4-2) de ajuste ubicado en un lado no funcional de un panel de antena.

2. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 1, en donde un ángulo incluido entre un plano donde se ubica la plataforma (1-1) móvil y un plano donde se ubica la plataforma (1-2) fija es de 0° a 30° .

3. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 2, en donde al menos una de las N juntas (1-6) esféricas de plataforma fija se corresponde con la junta (1-5) esférica de plataforma móvil.

4. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la varilla (1-3) de ajuste primaria está compuesta por N varillas, con dos extremos conectados a la junta (1-5) esférica de plataforma móvil y a la junta (1-6) esférica de plataforma fija, respectivamente, y el número de varillas (1-3) de ajuste primarias es N.

5. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dos extremos de la varilla (1-4) de ajuste auxiliar están conectados a la junta (1-5) esférica de plataforma móvil y a la junta (1-6) esférica de plataforma fija, respectivamente, y el número de varillas (1-4) de ajuste auxiliares es 2N.

6. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 5, en donde cada una de la varilla (1-3) de ajuste primaria y la varilla (1-4) de ajuste auxiliar comprende bisagras esféricas ubicadas en sus dos extremos, y una estructura roscada con una longitud ajustable ubicada en el medio de esta.

7. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el soporte (3-1) de anillo interior y la plataforma (1-1) móvil están ubicados respectivamente en dos planos con una distancia de 500 mm a 3000 mm entre ellos.

8. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 7, en donde al menos una de las N juntas (3-4) esféricas de anillo interior se corresponde con la junta (1-5) esférica de plataforma móvil.

5 9. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 8, en donde dos extremos de la varilla (3-2) principal están conectados a la junta (3-4) esférica de anillo interior y a la junta (1-5) esférica de plataforma móvil, respectivamente, y el número de varillas (3-2) principales es N.

10. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 9, en donde dos extremos de la varilla (3-3) diagonal están conectados a la junta (3-4) esférica de anillo interior y a la junta (1-5) esférica de plataforma móvil, respectivamente, y el número de varillas (3-3) diagonales es 2N.

10 11. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el mecanismo (4-1) de posicionamiento está compuesto por una varilla (4-1-1) de soporte principal, una varilla (4-1-2) de soporte independiente, una primera placa (4-1-3) de conexión de dirección, una segunda placa (4-1-4) de conexión de dirección, una tuerca (4-1-5) de tornillo, una arandela (4-1-6) esférica y una arandela (4-1-7) cónica; en donde una dirección axial de la varilla (4-1-1) de soporte principal es la misma que
15 una dirección normal del panel en la posición de la varilla (4-1-1) de soporte principal; la primera placa (4-1-3) de conexión de dirección está conectada a la estructura (3) de respaldo de bastidor espacial de una sola capa a través de la varilla (4-1-1) de soporte principal; la segunda placa (4-1-4) de conexión de dirección está conectada al panel a través de un sujetador o pegamento; y la varilla (4-1-2) de soporte independiente está ubicada entre la primera placa (4-1-3) de conexión de dirección y la segunda placa (4-1-4) de conexión de
20 dirección.

12. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la primera placa (4-1-3) de conexión de dirección y la segunda placa (4-1-4) de conexión de dirección están proporcionadas con orificios oblongos que tienen direcciones de extensión ortogonales entre sí.

25 13. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 12, en donde un extremo superior de la varilla (4-1-2) de soporte independiente está ubicado en el orificio oblongo de la segunda placa (4-1-4) de conexión de dirección y fijado por la tuerca (4-1-5) de tornillo, y un extremo inferior de la varilla (4-1-2) de soporte independiente está ubicado en el orificio oblongo de la primera placa (4-1-3) de conexión de dirección y fijado por la tuerca (4-1-5) de tornillo, la arandela (4-1-6) esférica, y la
30 arandela (4-1-7) cónica.

14. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 13, en donde el mecanismo (4-2) de ajuste está compuesto por una varilla (4-2-1) en forma de V, una varilla (4-2-2) unidireccional, un soporte (4-2-3) de doble junta y un soporte (4-2-4) de junta única; en donde la varilla (4-2-1) en forma de V comprende un enlace (4-2-1-1) A y un enlace (4-2-1-2) B con longitudes ajustables y
35 teniendo cada uno bisagras esféricas en dos extremos; un extremo de cada uno del enlace (4-2-1-1) A y del enlace (4-2-1-2) B está conectado a la estructura (3) de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, y el otro extremo de este está conectado al soporte (4-2-3) de doble junta; la varilla (4-2-2) unidireccional tiene una longitud ajustable y está proporcionada con bisagras esféricas en dos de sus extremos, en donde un extremo está conectado a la estructura (3) de respaldo de bastidor espacial de una sola capa, y el otro extremo está
40 conectado al soporte (4-2-4) de junta única.

15. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 14, en donde una cantidad de ajuste del panel mediante el mecanismo (4-2) de ajuste satisface las siguientes ecuaciones:

$$\Delta L_{Ax} = \sqrt{(L \sin \alpha + \Delta x)^2 + (L \cos \alpha)^2} - L$$

$$\Delta L_{Bx} = L - \sqrt{(L \sin \alpha - \Delta x)^2 + (L \cos \alpha)^2}$$

45

en donde ΔL_{Ax} es una cantidad de ajuste del enlace A en una dirección x, ΔL_{Bx} es una cantidad de ajuste del enlace B en la dirección x, L es una longitud inicial del enlace A y del enlace B, α es un ángulo medio entre el enlace A y el enlace B, y Δx es una cantidad de ajuste del panel dado en la dirección x;

50 16. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 15, en donde una cantidad de ajuste del enlace A y del enlace B en una dirección y satisface la siguiente ecuación:

$$\Delta L_y = L - \sqrt{(L \cos \alpha - \Delta x)^2 + (L \sin \alpha)^2}$$

en donde ΔL_y es una cantidad de ajuste del enlace A y del enlace B en una dirección y; y Δy es una cantidad de ajuste del panel dado en la dirección y;

- 5 17. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 16, en donde una cantidad de ajuste de la varilla unidireccional en la dirección x y una cantidad de ajuste de la varilla unidireccional en la dirección y satisfacen las siguientes ecuaciones:

$$\Delta R_x = R - \sqrt{(R \cos \beta - \Delta x)^2 + (R \sin \beta)^2}$$

$$\Delta R_y = \sqrt{(R \sin \beta + \Delta y)^2 + (R \cos \beta)^2} - R$$

- 10 en donde ΔR_x es una cantidad de ajuste de la varilla unidireccional en la dirección x, ΔR_y es una cantidad de ajuste de la varilla unidireccional en la dirección y, R es una longitud inicial de la varilla unidireccional, β es un ángulo incluido entre la varilla unidireccional y un eje horizontal, Δx es una cantidad de ajuste del panel dado en la dirección x, y Δy es una cantidad de ajuste del panel dado en la dirección y.

- 15 18. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 17, en donde una relación entre un área de superficie curvada máxima y un área de superficie curvada mínima entre el panel (2-1) poligonal N y los N paneles (2-2) sectoriales es de 1 a 1.3.

19. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 18, en donde una estructura roscada intermedia de la varilla (1-3) de ajuste primaria y la varilla (1-4) de ajuste auxiliar tiene una longitud ajustable y tiene roscas a izquierda y derecha en combinación.

- 20 20. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado o uniformemente de acuerdo con la reivindicación 19, en donde las bisagras esféricas en los dos extremos de cada una de la varilla (1-3) de ajuste primaria y la varilla (1-4) de ajuste auxiliar son cojinetes de bola.

- 25 21. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 20, en donde la varilla (3-1-1 a 3-1-N) de anillo interior, la varilla (1-1-1 a 1-1-2N) de plataforma móvil, la varilla (3-2) principal y la varilla (3-3) diagonal comprenden cada una un tubo circular, un cabezal cónico, un perno de alta resistencia y una tuerca de tornillo.

22. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 21, en donde una estructura roscada intermedia del enlace (4-2-1-1) A, el enlace (4-2-1-2) B y la varilla (4-2-2) unidireccional tiene una longitud ajustable y tiene roscas a izquierda y derecha en combinación.

- 30 23. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 22, en donde la tuerca (4-1-5) de tornillo, la arandela (4-1-6) esférica y la arandela (4-1-7) cónica están distribuidas simétricamente en dos lados de la primera placa (4-1-3) de conexión de dirección.

- 35 24. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 23, en donde el soporte (4-2-3) de doble junta está ubicado en un centro de gravedad del panel de antena y conectado a este a través de un sujetador o pegamento; y el soporte (4-2-4) de junta única está ubicado debajo del panel de antena y conectado a este a través de un sujetador o pegamento.

25. El dispositivo subreflector de alta precisión particionado uniformemente de acuerdo con la reivindicación 24, en donde un espacio entre el panel (2-1) poligonal N y los N paneles (2-2) sectoriales que constituyen el subreflector (2) es de 0.2 mm a 5 mm.

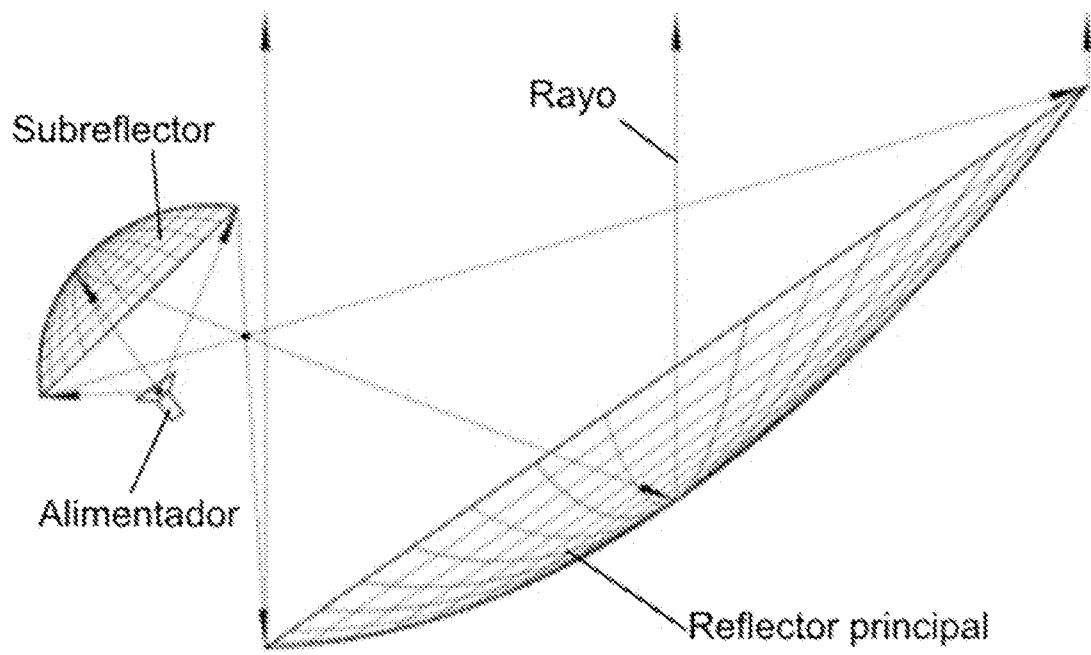


FIG. 1

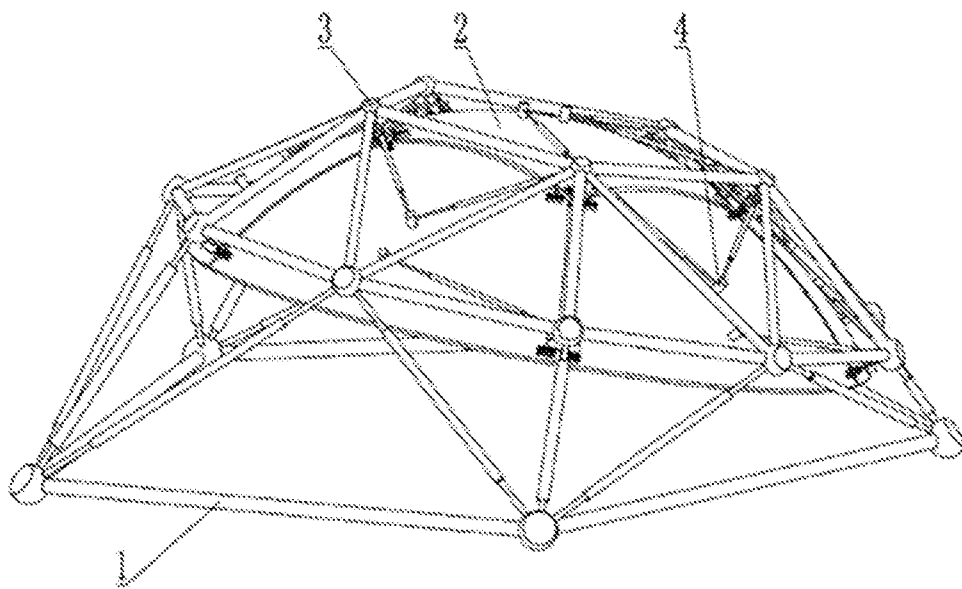


FIG. 2

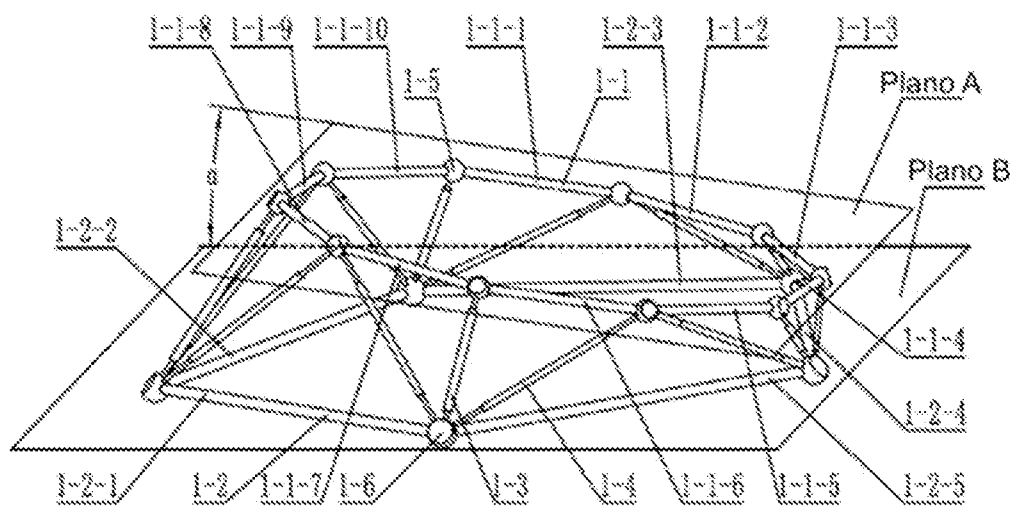


FIG. 3

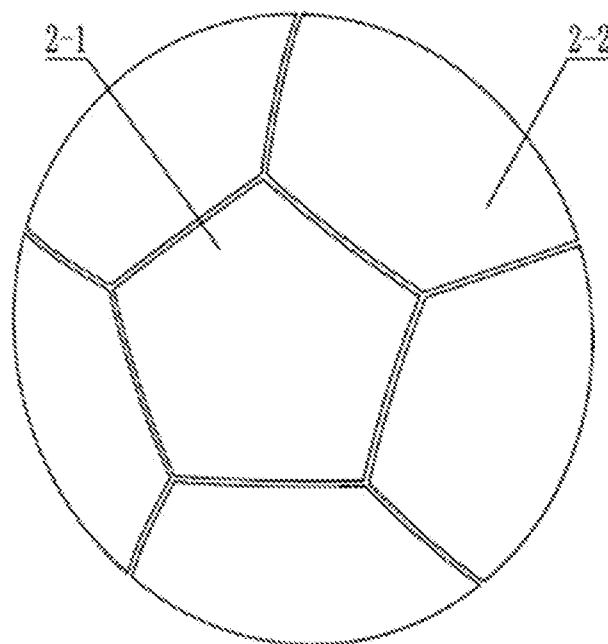


FIG. 4

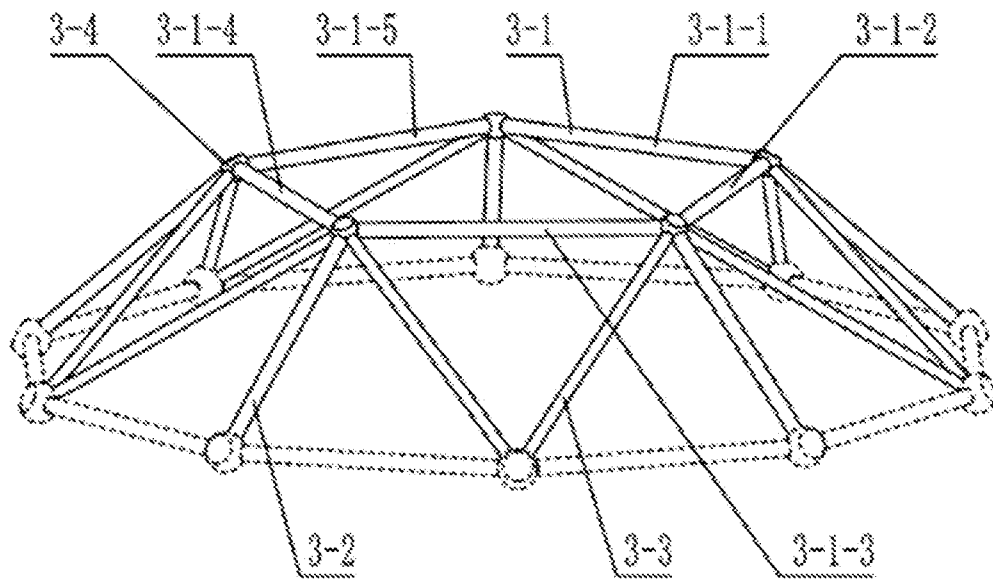


FIG. 5

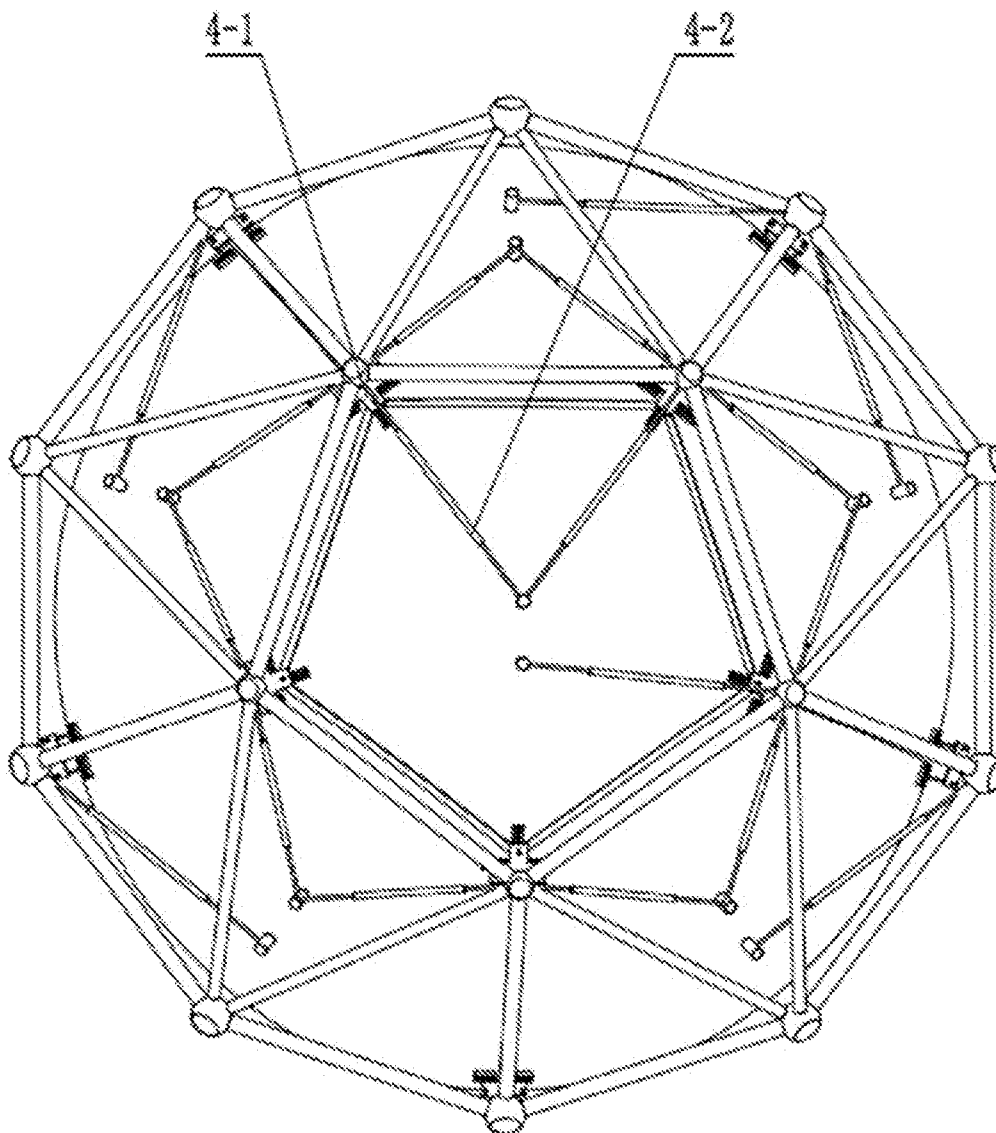


FIG. 6

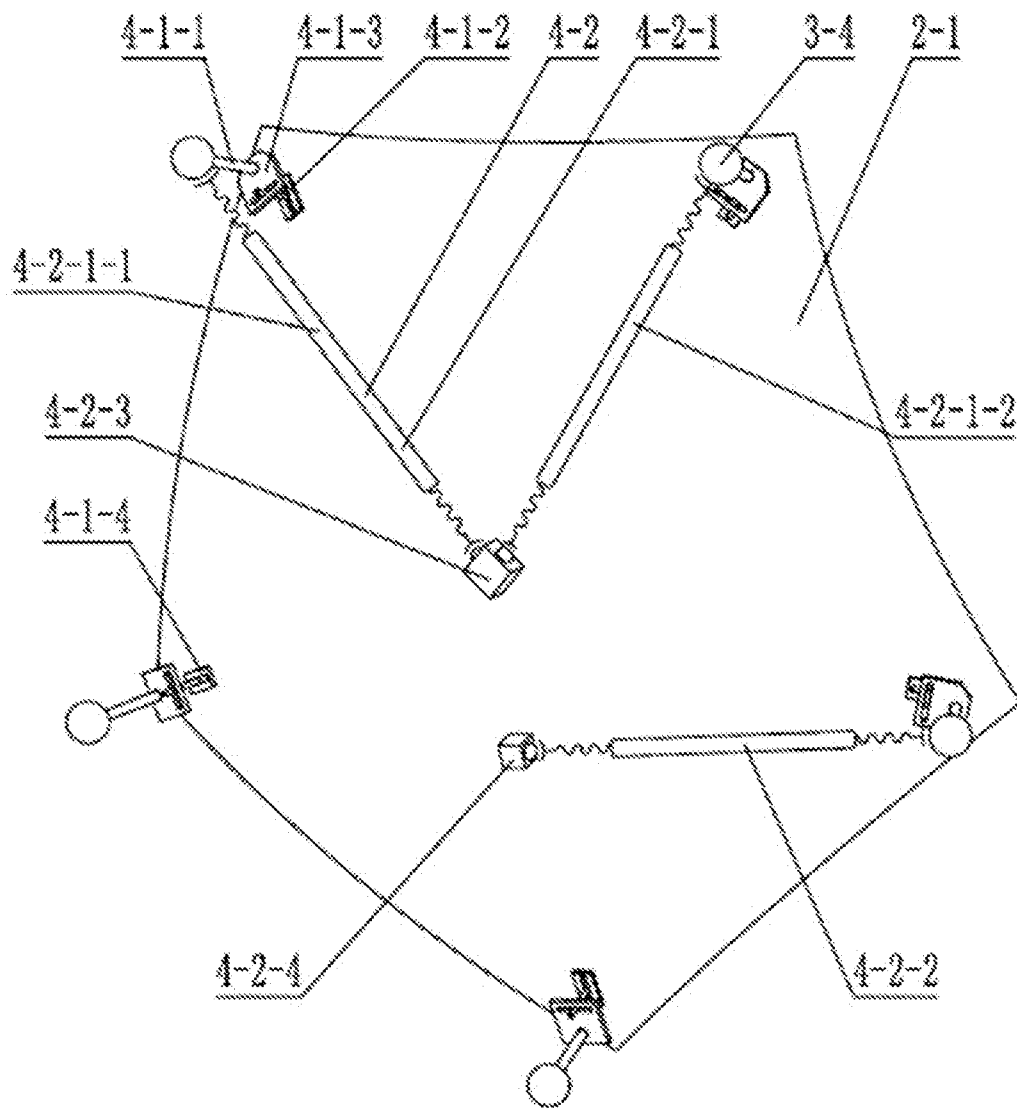


FIG. 7

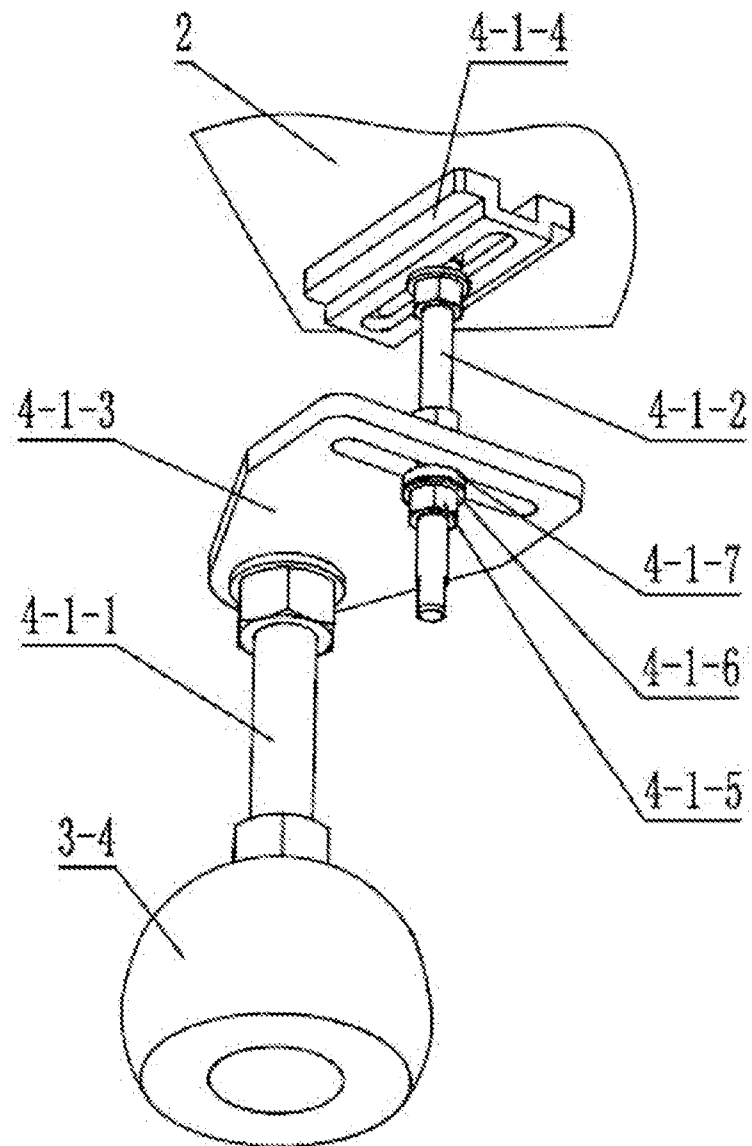


FIG. 8

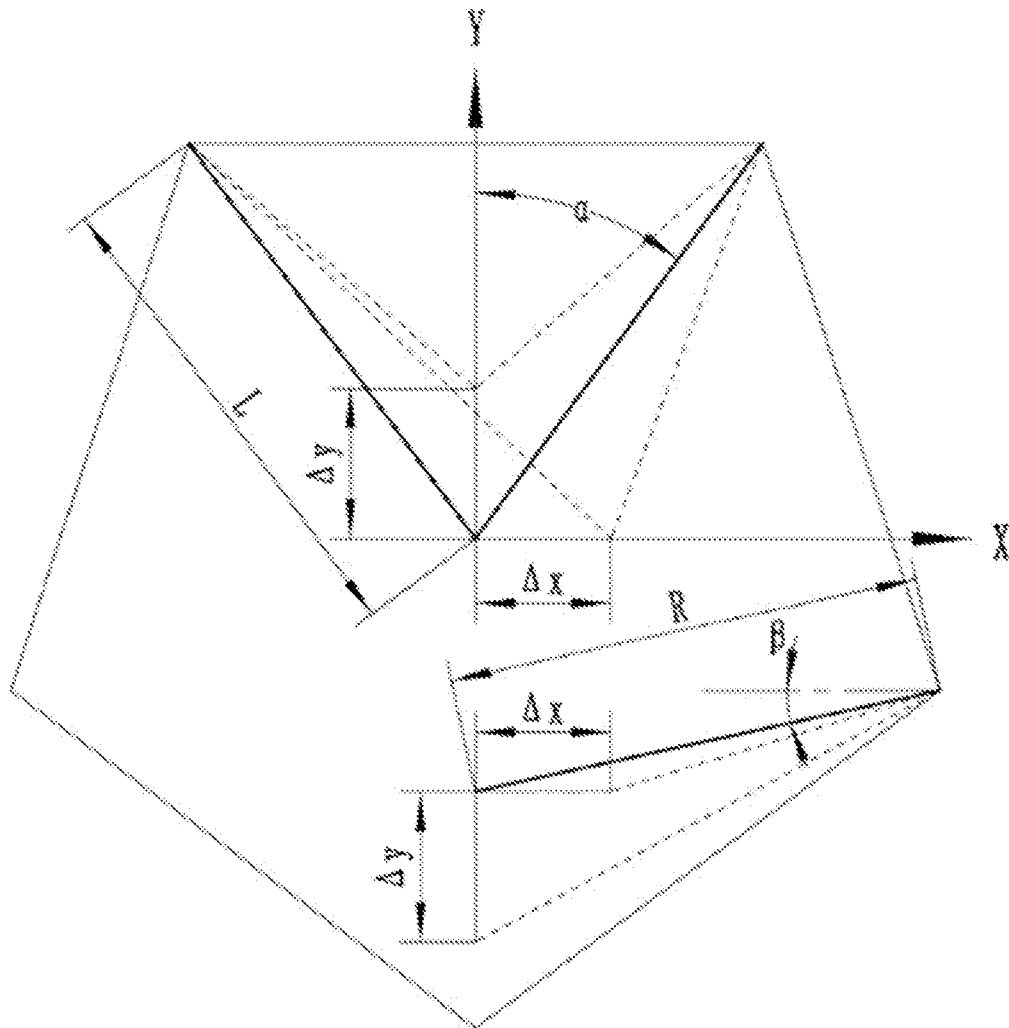


FIG 9

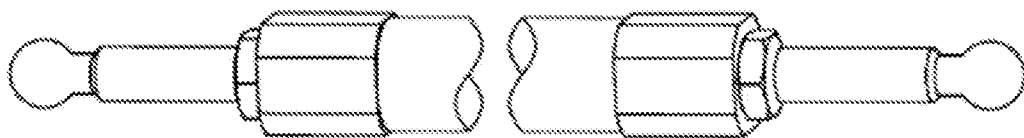


FIG 10

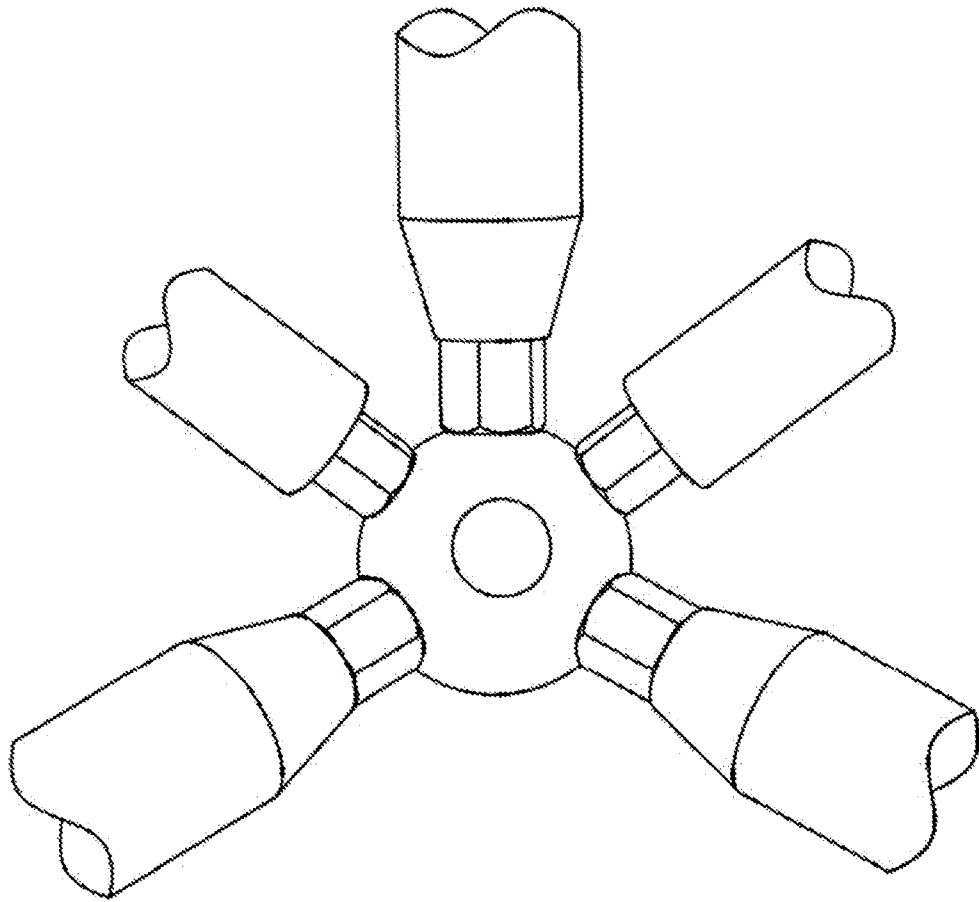


FIG. 11

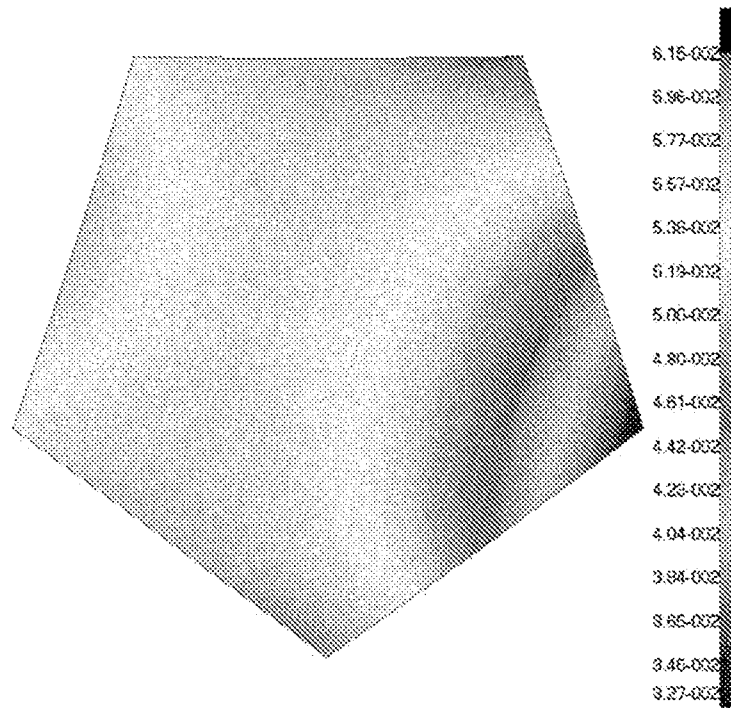


FIG. 12

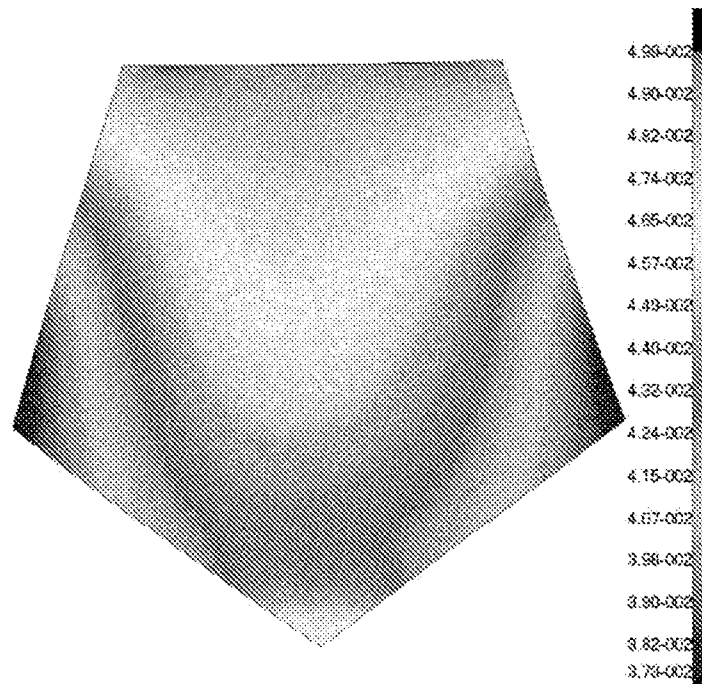


FIG. 13

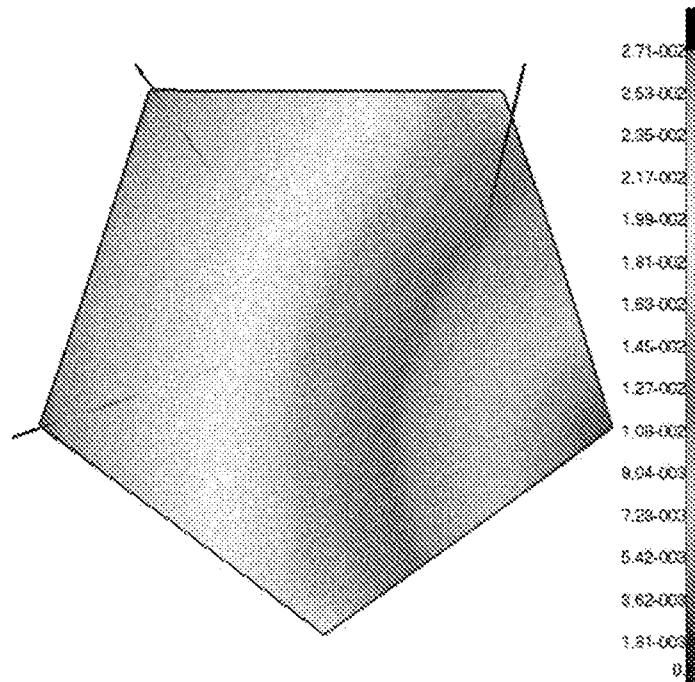


FIG. 14

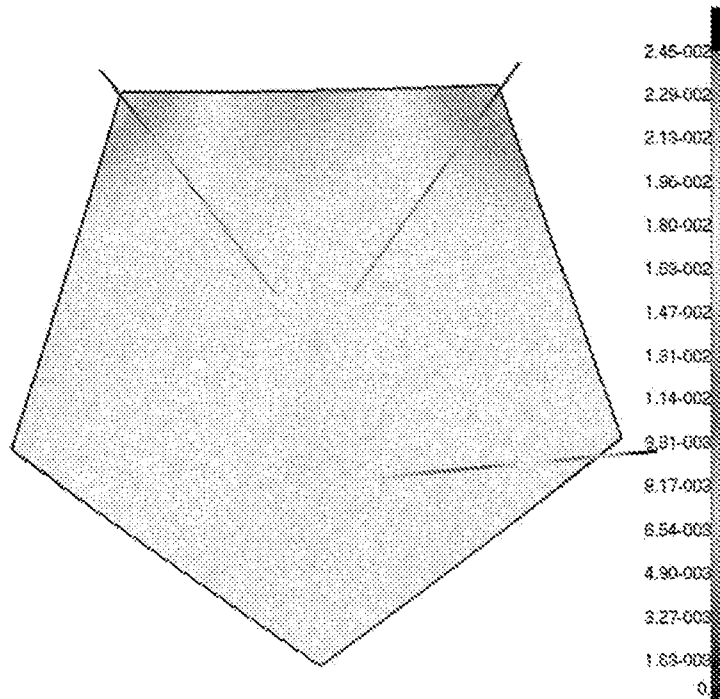


FIG. 15

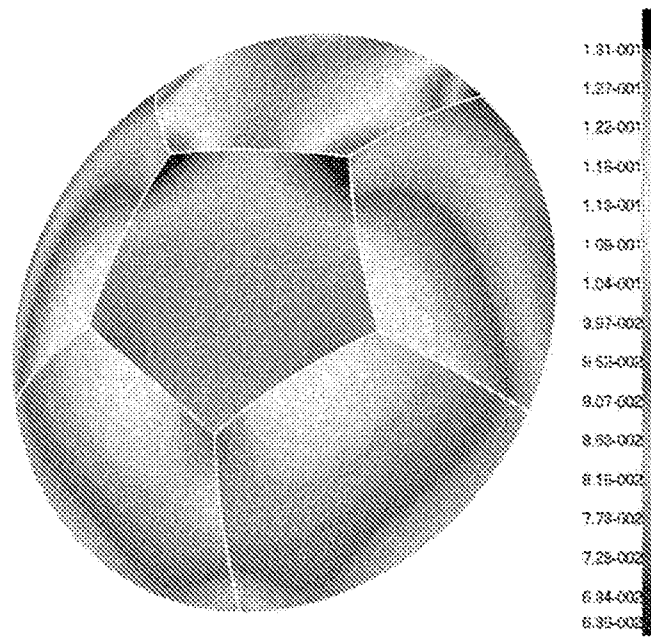


FIG. 16

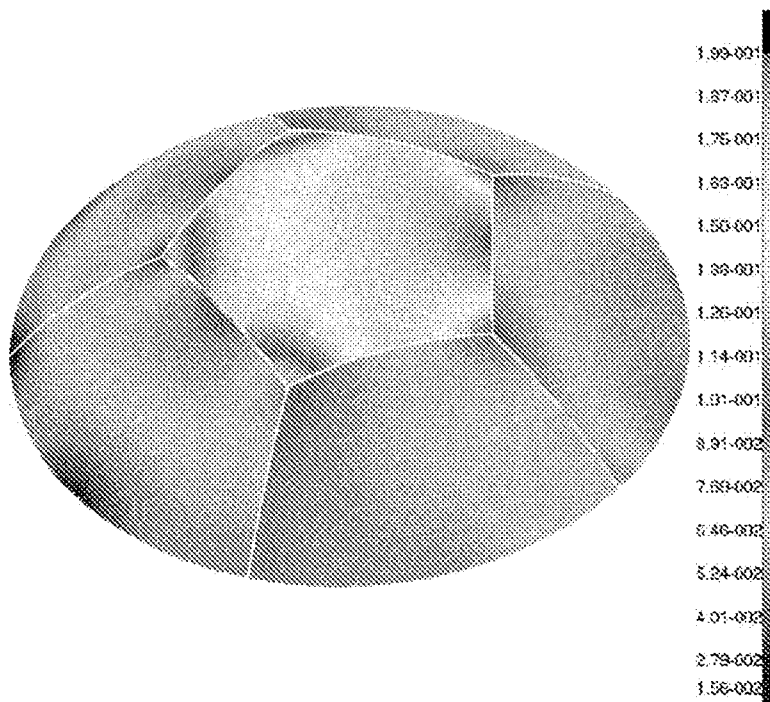


FIG. 17

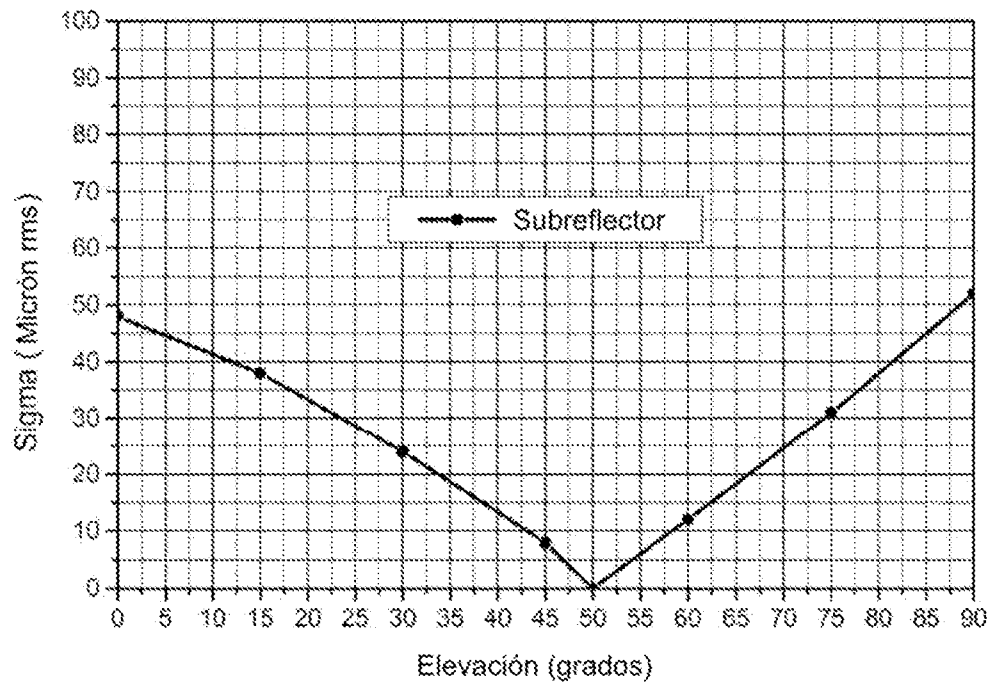


FIG. 18