

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 472**

51 Int. Cl.:

B64G 1/10	(2006.01) B22F 12/53	(2011.01)
B64G 1/26	(2006.01) B29C 64/118	(2007.01)
B64G 1/66	(2006.01) B29C 64/209	(2007.01)
B64G 4/00	(2006.01) B29C 64/241	(2007.01)
B29C 64/10	(2007.01) B33Y 10/00	(2015.01)
B22F 3/115	(2006.01) B33Y 30/00	(2015.01)
B22F 10/22	(2011.01) B33Y 80/00	(2015.01)
B22F 10/30	(2011.01)	
B22F 12/10	(2011.01)	
B22F 12/00	(2011.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2019 PCT/GB2019/052399**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2020 WO20044035**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2019 E 19762196 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2024 EP 3844068**

54 Título: **Aparato para producir una estructura en el espacio**

30 Prioridad:

29.08.2018 GB 201814043
29.08.2018 EP 18275135

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2024

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

COLOSIMO, NICHOLAS GIACOMO ROBERT

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 980 472 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

Aparato para producir una estructura en el espacio

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a aparatos y métodos para producir estructuras y, más particularmente, a la producción, en el espacio, de lentes para antenas.

10 **Antecedentes**

Los satélites, tales como los satélites de comunicaciones, se utilizan en muchas aplicaciones diferentes, que incluyen televisión, teléfono, radio, Internet y aplicaciones militares. Tales satélites pueden estar en una órbita geoestacionaria.

15 Poner un satélite en órbita, p. ej., una órbita geoestacionaria, tiende a ser costoso y complejo. Las naves espaciales tienden a verse muy limitadas tanto por el volumen como por la masa de lanzamiento. Cuando una nave espacial se lanza desde la Tierra, está sujeta a fuerzas importantes que pueden hacer que los sistemas de la nave espacial dejen de funcionar una vez en el espacio.

20 El documento US-2017/036783 A1 se refiere a la fabricación, y más particularmente a la fabricación aditiva de dispositivos para naves espaciales en el espacio.

Resumen de la invención

25 Los presentes inventores se han dado cuenta de que es conveniente desplegar antenas grandes en el espacio, p. ej., en una órbita tal como una órbita geoestacionaria. Tales antenas grandes pueden ser antenas de alta ganancia con un ancho de haz relativamente estrecho.

30 Los presentes inventores se han dado cuenta además de que al producir o fabricar antenas de gran volumen en el espacio, a diferencia de en la Tierra, se tiende a lograr un menor volumen de naves espaciales. Además, se pueden evitar operaciones complejas de desplegado/despliegue de la antena en el espacio, reduciendo de este modo el riesgo de fallo de las partes.

35 En un primer aspecto, la presente invención proporciona un aparato para producir una lente en el espacio según la reivindicación 1.

El receptor y/o el transmisor pueden moverse cada uno con respecto a la boquilla de extrusión, de tal modo que se pueda variar la distancia entre el receptor y/o el transmisor y la boquilla de extrusión.

40 El uno o más propulsores pueden funcionar para hacer que se traslade el aparato para uso en el espacio.

El uno o más propulsores pueden funcionar para hacer que se traslade el aparato en una dirección a lo largo del eje longitudinal.

45 La boquilla de extrusión puede ser una boquilla de extrusión que se extiende radialmente. El aparato puede comprender además una boquilla de extrusión adicional acoplada al módulo de calentamiento y configurada para extrudir el material de alimentación calentado desde el aparato. La boquilla de extrusión adicional puede ubicarse opuesta a la boquilla de extrusión y extenderse en una dirección opuesta a la boquilla de extrusión.

50 El aparato puede comprender además medios de recogida para mantener el material extrudido desde la boquilla de extrusión próximo al aparato. Los medios de recogida pueden comprender un brazo robótico que tiene, como efector final, una pinza.

55 El aparato puede comprender además un brazo robótico que tiene un efector final, comprendiendo el efector final medios de soldadura.

El aparato puede disponerse para el suministro mediante lanzamiento en el espacio.

60 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un método para transmitir o recibir una señal de radio en el espacio según la reivindicación 8.

65 Mientras el material de alimentación calentado se extrude desde la boquilla de extrusión, el uno o más propulsores pueden hacer girar el aparato, haciendo con ello que la estructura adopte una forma de espiral. Mientras el material de alimentación calentado se extrude desde la boquilla de extrusión, el uno o más propulsores pueden hacer que el aparato se traslade, haciendo con ello que la estructura adopte una forma de hélice cónica.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de un aparato de antena;

5 la Figura 2 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra la producción, en el espacio, de una lente mediante el aparato de antena;

la Figura 3 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra el aparato de antena y la lente en uso como una antena receptora;

10 la Figura 4 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra la producción, en el espacio, de una lente adicional;

la Figura 5 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una segunda lente adicional; y

15 la Figura 6 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una tercera lente adicional;

Descripción detallada

20 La Figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de una realización de un aparato, denominado en lo sucesivo "el aparato de antena" 100.

El aparato 100 de antena se usa, en el espacio (p. ej., en una órbita tal como una órbita geoestacionaria), para producir una lente y, en combinación con la lente producida, funcionar como una antena.

25 El aparato 100 de antena tiene generalmente una forma cilíndrica. El aparato 100 de antena es alargado. Un eje longitudinal del aparato 100 de antena se indica en la Figura 1 con el número de referencia 101. El aparato 100 de antena comprende un módulo 102 de fabricación y eléctrico, un módulo 104 de control de sistemas y un módulo 106 transceptor.

30 El módulo 102 de fabricación y eléctrico tiene generalmente una forma cilíndrica. El módulo 104 de control de sistemas tiene generalmente una forma cilíndrica. El módulo 106 transceptor tiene generalmente una forma cilíndrica.

35 El módulo 102 de fabricación y eléctrico se ubica en un primer extremo del aparato 100 de antena generalmente cilíndrico. El módulo 106 transceptor se ubica en un segundo extremo del aparato 100 de antena generalmente cilíndrico, siendo el segundo extremo opuesto al primer extremo. El módulo 104 de control de sistemas se dispone entre el módulo 102 de fabricación y eléctrico y el módulo 106 transceptor.

40 En esta realización, el módulo 102 de fabricación y eléctrico comprende un módulo 108 de almacenamiento de material de alimentación, un módulo 110 de calentamiento, una boquilla 112 de extrusión y un panel solar 114.

45 El módulo 108 de almacenamiento de material de alimentación contiene una o más materias primas a partir de las cuales se producirá una lente para antena. Tales materias primas se denominan en lo sucesivo "material de alimentación". En esta realización, el material de alimentación es un metal o aleación (p. ej., cobre o un material conductor eléctrico diferente) en forma de polvo. El módulo 108 de almacenamiento de material de alimentación se acopla al módulo 110 de calentamiento y se configura para suministrar el material de alimentación al módulo 110 de calentamiento. El funcionamiento del módulo 108 de almacenamiento de material de alimentación puede controlarse mediante el módulo 104 de control de sistemas.

50 El módulo 110 de calentamiento se configura para calentar el material de alimentación recibido del módulo 108 de almacenamiento de material de alimentación, fundiendo de este modo el material de alimentación recibido. El módulo 110 de calentamiento se acopla a la boquilla 112 de extrusión. El módulo 110 de calentamiento puede configurarse para empujar el material de alimentación fundido a través de la boquilla 112 de extrusión. El funcionamiento del módulo 110 de calentamiento puede controlarse mediante el módulo 104 de control de sistemas.

55 La boquilla 112 de extrusión se extiende radialmente hacia fuera desde el cuerpo sustancialmente cilíndrico del módulo 102 de fabricación y eléctrico. La boquilla 112 de extrusión se configura para recibir material de alimentación fundido del módulo 110 de calentamiento. El módulo 110 de calentamiento y/o la boquilla 112 de extrusión y/u otros medios se configuran para empujar el material de alimentación fundido a través de la boquilla 112 de extrusión y fuera de una abertura u orificio en un extremo distal de la boquilla 112 de extrusión.

60 La boquilla 112 de extrusión puede ser fija, es decir, inmóvil, con respecto al cuerpo sustancialmente cilíndrico del módulo 102 de fabricación y eléctrico. En otras palabras, la boquilla 112 de extrusión puede tener una posición fija con respecto al cuerpo del aparato 100. Por lo tanto, en esta realización, la boquilla 112 de extrusión se configura para extrudir material en una sola dirección con respecto al aparato, es decir, en una dirección radial.

65

La boquilla 112 de extrusión se configura para enfriar el material de alimentación fundido cuando el material de alimentación fundido se mueve a través de la boquilla 112 de extrusión, solidificando de este modo el material de alimentación. El material de alimentación solidificado se extrude desde el extremo distal de la boquilla 112 de extrusión en una dirección radial hacia fuera para formar de este modo una lente, como se describe con más detalle más adelante con referencia a la Figura 2.

En esta realización, cuando el material de alimentación se empuja a través de la boquilla 112 de extrusión, el enfriamiento y la solidificación del mismo pueden deberse a la exposición de la boquilla 112 de extrusión al entorno operativo del aparato 100 de antena (p. ej., el espacio exterior). Sin embargo, la boquilla 112 de extrusión puede enfriarse en al menos una parte de su longitud mediante medios de enfriamiento, p. ej., una camisa de enfriamiento. La longitud de la boquilla 112 de extrusión puede diseñarse para proporcionar una velocidad de enfriamiento predeterminada para el material de alimentación fundido.

El funcionamiento de la boquilla 112 de extrusión puede controlarse mediante el módulo 104 de control de sistemas.

La abertura u orificio de la boquilla 112 de extrusión puede tener cualquier diámetro deseado. Los ejemplos de diámetros para la abertura de la boquilla 112 de extrusión incluyen, pero no se limitan a, diámetros en el intervalo de 0,03 mm a 1 mm, p. ej., 0,03 mm, 0,04 mm, 0,05 mm, 0,06 mm, 0,07 mm, 0,08 mm, 0,09 mm, 0,1 mm, 0,2 mm, 0,3 mm, 0,4 mm, 0,5 mm, 0,6 mm, 0,7 mm, 0,8 mm, 0,9 mm, 1,0 mm, aunque son posibles otros diámetros.

El panel solar 114 se configura para convertir la luz solar incidente en electricidad. El panel solar 114 puede ser un sistema fotovoltaico. El panel solar 114 se acopla a otros componentes del aparato 100 de antena. Por ejemplo, el panel solar 114 puede proporcionar energía eléctrica a uno o más componentes seleccionados del grupo de componentes que comprende el módulo 108 de almacenamiento de material de alimentación, el módulo 110 de calentamiento, la boquilla 112 de extrusión, el módulo 104 de control de sistemas y el módulo 106 transceptor.

En esta realización, el módulo 104 de control de sistemas comprende un controlador 116 y una pluralidad de propulsores 118.

El controlador 116 se configura para controlar el funcionamiento de otros componentes del aparato 100 de antena. Por ejemplo, el controlador 116 puede controlar uno o más componentes seleccionados del grupo de componentes que comprende el módulo 108 de almacenamiento de material de alimentación, el módulo 110 de calentamiento, la boquilla 112 de extrusión, el panel solar 114, la pluralidad de propulsores 118 y el módulo 106 transceptor. El controlador 116 puede recibir energía del panel solar 114.

La pluralidad de propulsores 118 está contenida dentro de un sistema de control de reacción (RCS, por sus siglas en inglés) del aparato 100 de antena. Los propulsores 118 pueden funcionar para proporcionar control de actitud del aparato 100 de antena en el espacio. En otras palabras, los propulsores 118 pueden usarse para controlar la orientación del aparato 100 de antena en el espacio con respecto, p. ej., a un sistema de referencia inercial u otra entidad tal como la Tierra. Los propulsores 118 pueden funcionar para proporcionar control de traslación del aparato 100 de antena en el espacio.

La Figura 2 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra la producción, en el espacio, de una lente 200 mediante el aparato 100 de antena. La Figura 2 muestra el aparato 100 de antena visto desde el primer extremo del aparato 100 de antena, a lo largo del eje 101 longitudinal del aparato 100 de antena.

En esta realización, el controlador 116 controla el módulo 102 de fabricación y eléctrico para extrudir el material de alimentación fundido solidificado (es decir, un metal) a través de la boquilla 112 de extrusión, en la dirección de la flecha 201, para formar de este modo la lente 200. En esta realización, la lente 200 es una lente difractiva, p. ej., una lente difractiva de placa de zona de Fresnel. La lente 200, es decir, el material de alimentación solidificado, se extrude radialmente. La lente 200 es un elemento alargado, eléctricamente conductor, p. ej., un cable. La lente 200 es maleable en y próxima al punto en el que la lente 200 sale de la boquilla 112 de extrusión. El controlador 116 puede controlar, p. ej., basado en la temperatura del entorno operativo del aparato 100, el calentamiento y el enfriamiento del material de alimentación solidificado por el módulo 102 de fabricación y eléctrico para garantizar que la lente 200 sea maleable en el punto donde sale de la boquilla 112 de extrusión.

El controlador 116 controla el RCS, incluida la pluralidad de propulsores 118, para hacer que el aparato 100 de antena gire alrededor de su eje 101 longitudinal a medida que la lente 200 se extrude desde la boquilla 112 de extrusión. Esta rotación se indica en la Figura 2 mediante flechas y el número de referencia 202.

La rotación del aparato 100 de antena alrededor de su eje 101 longitudinal hace que la porción maleable de la lente 200 se doble. Más específicamente, una diferencia de inercia entre la lente 200 extrudida y el aparato 100 de antena puede hacer que la porción maleable de la lente 200 (es decir, una porción recientemente extrudida de la lente 200 próxima a la abertura de la boquilla 112 de extrusión) se doble. Por lo tanto, la lente 200 adopta una forma en espiral centrada alrededor del eje longitudinal.

El material extrudido por la boquilla 112 de extrusión se extrude directamente en el espacio, fuera del aparato, por lo que se enfría y se endurece.

En esta realización, la lente 200 en espiral se forma en una superficie plana.

5 La Figura 3 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra el aparato 100 de antena y la lente 200 en uso como una antena receptora.

10 En esta realización, el módulo 106 transceptor se acopla a los otros componentes del aparato 100 mediante un brazo 300 extensible. En particular, el módulo 106 transceptor se conecta al módulo 104 de control de sistemas a través del brazo 300 extensible. El brazo 300 extensible puede controlarse, p. ej., mediante el controlador 116, para variar su longitud. Por lo tanto, la distancia entre el módulo 106 transceptor y el módulo 104 de control de sistemas puede variar. Por lo tanto, la distancia entre el módulo 106 transceptor y la lente 200 puede variar. El brazo 300 extensible puede ser, por ejemplo, un brazo telescópico.

15 En esta realización, las ondas de radio 302 inciden en la lente 200. Las ondas de radio 302 pueden haberse transmitido desde un transmisor terrestre. La lente 200 enfoca las ondas de radio 302 que inciden en el módulo 106 transceptor, p. ej., a través del cambio de fase y la difracción. El módulo 106 transceptor comprende un transceptor configurado para recibir las ondas de radio 302 enfocadas en él por la lente 200. Por lo tanto, las ondas de radio 302 son recibidas por la antena formada por el aparato 100 de antena y la lente 200.

20 En esta realización, el controlador 116 se configura para controlar el brazo 300 extensible para colocar el módulo 106 transceptor en un punto focal de la lente 200. Este posicionamiento del módulo 106 transceptor por parte del controlador 116 puede realizarse usando, por ejemplo, una o más propiedades de la lente 200 (tal como el diámetro o paso de la lente 200) y/o una o más propiedades del aparato 100 de antena (tal como la orientación) y/o una o más propiedades de las ondas de radio 302 (tal como la frecuencia o la longitud de onda). Las propiedades de la lente 200 utilizadas para posicionar el módulo 106 transceptor pueden medirse mediante el aparato 100 de antena, o pueden determinarse o inferirse mediante el controlador 116 basándose en la producción de la lente 200. Las propiedades de las ondas de radio 302 pueden medirse mediante el aparato 100 de antena o pueden estar predeterminadas.

25 El aparato 100 de antena y la lente 200 pueden usarse como una antena de transmisión. Por ejemplo, el módulo 106 transceptor puede incluir un transmisor configurado para enviar una señal eléctrica a la lente 200, que a continuación se transmite como ondas de radio a través de la lente 200.

30 Por lo tanto, se proporciona un módulo 100 de antena que puede usarse para producir (p. ej., en el espacio) una lente 200 y funcionar como una antena.

35 Ventajosamente, la lente de la antena descrita anteriormente se fabrica o produce cuando el módulo de antena está en el espacio. El volumen del módulo de antena es inferior al de la antena en el espacio (es decir, el aparato de antena y la lente). Por lo tanto, se proporciona un volumen reducido para el lanzamiento al espacio. Esto tiende a reducir los costos de lanzamiento.

40 Además, dado que la lente solo se produce una vez que el aparato de antena está en el espacio, la probabilidad de daño a la lente (p. ej., causado por fuerzas experimentadas durante el lanzamiento) tiende a reducirse o eliminarse.

45 El aparato descrito anteriormente tiende a evitar el uso de operaciones complejas de desplegado/despliegue de antenas en el espacio.

50 Ventajosamente, el aparato descrito anteriormente tiende a permitir la colocación de antenas más grandes en el espacio de lo que se puede lograr convencionalmente.

55 En los métodos y aparatos descritos anteriormente, la forma del objeto formado (p. ej., la antena) es definida por el movimiento del aparato en el espacio. En algunas realizaciones, la forma del objeto puede controlarse solo mediante el control del movimiento (es decir, la traslación y/o la rotación) del aparato en el espacio.

En las realizaciones anteriores, la lente se forma en una superficie plana. Sin embargo, en otras realizaciones, la lente no se forma en una superficie plana. Por ejemplo, la lente puede formarse alrededor de un eje para producir una lente cónica en espiral, un reflector parabólico o una antena helicoidal.

60 A modo de ejemplo, la Figura 4 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra la producción, en el espacio, de una lente 400 adicional mediante el aparato 100 de antena.

65 En esta realización, el controlador 116 controla el módulo 102 de fabricación y eléctrico para extrudir material de alimentación fundido solidificado (es decir, un metal) a través de la boquilla 112 de extrusión, para formar de este modo la lente 400 adicional. De la misma manera que para la lente 200 descrita con más detalle anteriormente con referencia a las Figuras 2 y 3, a medida que la lente 400 adicional se extrude desde la boquilla 112 de extrusión, la

pluralidad de propulsores 118 se controla para hacer que el aparato 100 de antena gire alrededor de su eje 101 longitudinal. Esta rotación hace que la lente 200 adicional adopte una forma de espiral centrada alrededor del eje 101 longitudinal. Además, en esta realización, la pluralidad de propulsores 118 se controla para hacer que el aparato 100 de antena experimente un movimiento de traslación, es decir, que se mueva en una dirección a lo largo del eje 101 longitudinal, tal como se indica en la Figura 4 mediante una flecha y el número de referencia 402. Este movimiento del aparato 100 de antena en una dirección a lo largo del eje 101 longitudinal hace que la porción maleable de la lente 400 adicional se doble en una dirección opuesta a lo largo del eje 101 longitudinal. Más específicamente, una diferencia de inercia entre la lente 400 extrudida y el aparato 100 de antena puede hacer que la porción maleable de la lente 400 (es decir, una porción recientemente extrudida de la lente 400 próxima a la abertura de la boquilla 112 de extrusión) se doble en una dirección a lo largo del eje 101 longitudinal. Por lo tanto, la lente 400 adicional adopta una forma de hélice cónica alrededor del eje 101 longitudinal. La lente 400 adicional define una superficie curva indicada en la Figura 4 por una línea de puntos y el número de referencia 404. La lente 400 adicional se puede usar como reflector parabólico.

En las realizaciones anteriores, la lente producida permanece unida al módulo de antena. Sin embargo, en otras realizaciones, una vez producida una lente mediante el módulo de fabricación y eléctrico, se puede separar la lente del módulo de antena, p. ej., separarla del extremo de la boquilla de extrusión para permitir la producción de otra lente. En algunas realizaciones, una lente que se separa del módulo de antena se puede utilizar en una entidad diferente (p. ej., una entidad espacial alejada del módulo de antena). En algunas realizaciones, una estructura (p. ej., una lente) que se separa de la boquilla de extrusión puede recogerse o retenerse en un componente diferente del módulo de antena. Por ejemplo, el módulo de antena puede incluir medios de recogida, tales como un brazo de agarre o un imán, para recoger una lente producida y separada, y mantener la lente separada próxima al módulo de antena.

Por lo tanto, el módulo de antena puede implementarse para producir una pluralidad de lentes u otras estructuras. En algunas realizaciones, la pluralidad de lentes o estructuras producidas por el módulo de antena pueden acoplarse entre sí, para producir de este modo lentes que tengan diferentes propiedades.

A modo de ejemplo, la Figura 5 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra una segunda lente 500 adicional construida a partir de una pluralidad de estructuras en espiral 501, 502. (Las estructuras en espiral 501, 502 pueden ser en sí mismas lentes.)

En esta realización, la segunda lente 500 adicional se construye mediante el módulo de antena de la siguiente manera.

En primer lugar, se produce una pluralidad de estructuras 501 en espiral relativamente pequeñas. Las estructuras 501 en espiral pequeñas se producen una tras otra mediante el módulo 100 de antena, separándose cada estructura 501 en espiral pequeña de la boquilla 112 de extrusión antes de que se produzca una siguiente estructura 501 en espiral pequeña. Las estructuras 501 en espiral pequeñas pueden ser recogidas por el módulo 100 de antena después de la producción. Cada una de las estructuras 501 en espiral pequeñas puede producirse de manera similar a la descrita anteriormente para la lente 200 o la lente 400 adicional. Las estructuras 501 en espiral pequeñas pueden ser sustancialmente idénticas entre sí.

En segundo lugar, se produce una estructura 502 en espiral relativamente grande. La estructura 502 en espiral grande puede permanecer unida al módulo 100 de antena, p. ej., al extremo de la boquilla 112 de extrusión. La estructura 502 en espiral grande se puede producir de manera similar a la descrita anteriormente para la lente 200 o la lente 400 adicional.

En tercer lugar, las estructuras 501 en espiral pequeñas se unen a la estructura 502 en espiral grande en diferentes ubicaciones respectivas en la estructura 502 en espiral grande. Las estructuras 501 en espiral pequeñas pueden separarse entre sí (p. ej., separarse de manera igual) a lo largo de un círculo centrado alrededor del centro de la estructura 502 en espiral grande. Las estructuras 501 en espiral pequeñas pueden unirse a la estructura 502 en espiral grande mediante cualquier medio apropiado. Por ejemplo, el módulo 100 de antena puede comprender un brazo robótico que comprende un efector final, teniendo el efector final medios de soldadura para soldar las estructuras 501 en espiral pequeñas a la estructura 502 en espiral grande. El brazo robótico y el efector final pueden controlarse mediante el controlador 116.

Por lo tanto, el módulo 100 de antena puede producir la segunda lente 500 adicional.

En las realizaciones anteriores, las lentes y las estructuras producidas por el módulo de antena tienen forma de espiral. Sin embargo, en otras realizaciones, el módulo de antena puede producir una lente o estructura que tenga una forma diferente, es decir, una forma distinta a la de un espiral. El controlador puede controlar el RCS, incluida la pluralidad de propulsores, para mover el aparato de antena a fin de producir una estructura que tenga la forma deseada. Tal movimiento del aparato de antena puede incluir rotación (p. ej., balanceo, cabeceo y guiñada) y traslación (p. ej., a lo largo de tres ejes mutuamente ortogonales, x, y, z, uno de los cuales puede ser el eje longitudinal del módulo de antena).

A modo de ejemplo, la Figura 6 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra una tercera lente 600 adicional construida a partir de una pluralidad de subestructuras 601, 602. (Las subestructuras 601, 602 pueden ser en sí mismas lentes.)

5 En esta realización, la tercera lente 600 adicional se construye mediante el módulo 100 de antena de la siguiente manera.

10 En primer lugar, se produce una primera subestructura 601. La primera subestructura 601 es una estructura ondulada y alargada. La primera subestructura 601 puede producirse mediante el controlador 116 que controla el módulo 100 de antena para que se mueva hacia adelante y hacia atrás a lo largo del eje 101 longitudinal a medida que el material se extrude desde la boquilla 112 de extrusión. El módulo 100 de antena puede controlarse para que no gire. La primera subestructura 601 se puede separar del módulo 100 de antena después de que se haya formado. La primera subestructura 601 puede ser recogida por el módulo 100 de antena después de producirse.

15 En segundo lugar, se produce una segunda subestructura 602. La segunda subestructura 602 puede ser sustancialmente idéntica a la primera subestructura 601 y puede producirse de la misma manera.

20 En tercer lugar, la primera subestructura 601 se une a la segunda subestructura 602. La primera y la segunda subestructuras 602 pueden unirse entre sí de modo que tengan diferentes orientaciones, p. ej., de tal modo que sean sustancialmente ortogonales. La primera y la segunda subestructuras 602 pueden unirse entre sí mediante cualquier medio apropiado, por ejemplo, utilizando el brazo robótico mencionado anteriormente que comprende un efector final que tiene un medio de soldadura.

25 Por lo tanto, el módulo 100 de antena puede producir la tercera lente 600 adicional.

En las realizaciones anteriores, el material de alimentación es un metal o una aleación. Sin embargo, en otras realizaciones, el material de alimentación es un material diferente, por ejemplo, un plástico conductor de la electricidad.

30 En las realizaciones anteriores, el material de alimentación está en forma de polvo. Sin embargo, en otras realizaciones, el material de alimentación está en una forma diferente a la de polvo. Por ejemplo, el material de alimentación puede ser un alambre o un bloque sólido de material.

35 En las realizaciones anteriores, el módulo de antena comprende una única boquilla de extrusión. Sin embargo, en otras realizaciones, la boquilla de la antena comprende una pluralidad de boquillas de extrusión desde las cuales se puede extrudir material para formar una pluralidad de estructuras, p. ej., lentes. Las múltiples boquillas de extrusión pueden controlarse para extrudir material en paralelo (es decir, simultáneamente) o en serie. En algunas realizaciones, dos boquillas de extrusión se ubican en lados opuestos del módulo de antena. Esto tiende ventajosamente a garantizar que, cuando las dos boquillas de extrusión opuestas se controlan para extrudir material al mismo tiempo, las fuerzas que se ejercen sobre el módulo de antena como resultado de la extrusión tiendan a equilibrarse, proporcionando de este modo una estabilidad mejorada del módulo de antena, p. ej., sin necesidad de ninguna intervención mecánica adicional. Preferiblemente, las boquillas de extrusión se disponen alrededor del aparato en pares directamente opuestos. Por ejemplo, en el caso de un aparato cilíndrico, pueden estar presentes uno o más pares de boquillas de extrusión, estando cada par de boquillas de extrusión diametralmente opuesto entre sí. Esto tiende ventajosamente a equilibrar el sistema, p. ej., para permitir que se produzcan extrusiones de malla con el radio de curvatura deseado y, p. ej., para permitir que cada espiral de material extrudido se superponga para crear la malla.

40 En las realizaciones anteriores, la una o más boquillas de extrusión se ubican en o próximas a un extremo del aparato. Sin embargo, en otras realizaciones, la una o más boquillas de extrusión se ubican en una posición diferente en el aparato. Preferiblemente, una o más de las boquillas de extrusión (más preferiblemente todas las boquillas de extrusión) se ubican en o próximas a un centro de gravedad del aparato. Por ejemplo, las boquillas de extrusión pueden sustancialmente alinearse con el centro de gravedad del aparato a lo largo de un eje longitudinal del aparato. Esto tiende ventajosamente a reducir o eliminar cualquier movimiento no deseado durante la extrusión de la antena, lo que podría hacer que el objeto extrudido se desvíe de la forma deseada. Esto también puede reducir el movimiento no deseado del aparato cilíndrico.

50 En las realizaciones anteriores, el módulo de antena tiene una forma sustancialmente cilíndrica. Sin embargo, en otras realizaciones, el módulo de antena tiene una forma diferente.

55 En las realizaciones anteriores, el módulo de antena comprende un brazo extensible. Sin embargo, en otras realizaciones, se puede omitir el brazo extensible.

60 En las realizaciones anteriores, el módulo de antena comprende un módulo transceptor que incluye un transmisor y un receptor (p. ej., un transceptor). Sin embargo, en otras realizaciones, se puede omitir el módulo transceptor. En algunas realizaciones, el módulo de antena comprende solo un transmisor y no un receptor. En algunas realizaciones, el módulo de antena comprende solo un receptor y no un transmisor.

En las realizaciones anteriores, el módulo de antena comprende un panel solar. Sin embargo, en otras realizaciones, se puede omitir el panel solar. En algunas realizaciones, el módulo de antena comprende una fuente de energía diferente en lugar de o además del panel solar. En algunas realizaciones, el módulo de antena comprende una o más baterías para proporcionar energía al módulo de antena.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (100) para producir una lente (200) en el espacio, comprendiendo el aparato:
 - 5 un módulo (108) de almacenamiento de material de alimentación para almacenar un material de alimentación;
 - un módulo (110) de calentamiento acoplado al módulo de almacenamiento de material de alimentación y configurado para calentar el material de alimentación;
 - 10 una boquilla (112) de extrusión acoplada al módulo de calentamiento y configurada para extrudir el material de alimentación calentado desde el aparato;
 - uno o más propulsores (118) configurados para proporcionar una fuerza propulsora al aparato;
 - un controlador (116) configurado para controlar el uno o más propulsores para controlar la forma de la lente;
 - 15 un receptor y/o un transmisor (106); y en donde el aparato es sustancialmente cilíndrico y es alargado y tiene un eje (101) longitudinal; **caracterizado por que** el uno o más propulsores pueden funcionar para hacer girar el aparato alrededor del eje longitudinal.
2. El aparato de la reivindicación 1, en donde el receptor y/o el transmisor (106) se pueden mover con respecto a la boquilla (112) de extrusión de tal modo que se puede variar la distancia entre el receptor y/o el transmisor y la boquilla de extrusión.
3. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el uno o más propulsores (118) pueden funcionar para trasladar el aparato para usar en el espacio.
- 25 4. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en donde el uno o más propulsores (118) pueden funcionar además para trasladar el aparato en una dirección a lo largo del eje (101) longitudinal.
5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además:
 - 30 una boquilla de extrusión adicional acoplada al módulo (110) de calentamiento y configurada para extrudir el material de alimentación calentado desde el aparato; en donde la boquilla de extrusión adicional se ubica opuesta a la boquilla de extrusión y se extiende en una dirección opuesta a la boquilla de extrusión.
- 35 6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además medios de recogida para mantener el material extrudido desde la boquilla de extrusión próximo al aparato.
7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además un brazo robótico que tiene un efector final, comprendiendo el efector final medios de soldadura.
- 40 8. Un método para transmitir o recibir una señal de radio en el espacio, que comprende: producir una estructura (200) mediante el aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo además el método:
 - 45 proporcionar, desde el módulo (108) de almacenamiento de material de alimentación, material de alimentación al módulo (110) de calentamiento;
 - calentar, mediante el módulo (110) de calentamiento, el material de alimentación recibido;
 - 50 extrudir, desde la boquilla (112) de extrusión, el material de alimentación calentado; y, mientras el material de alimentación calentado se extrude desde la boquilla (112) de extrusión, proporcionar, mediante el uno o más propulsores (118), una fuerza propulsora al aparato, para hacer de este modo que el aparato se mueva; en donde el uno o más propulsores (118) se controlan para hacer girar el aparato alrededor del eje (101) longitudinal y controlar la forma de la estructura que se produce, y en donde el aparato comprende además un transmisor o un receptor (106);
 - 55 y el método comprende además usar la estructura producida como una lente, transmitir o recibir una señal de radio a través del transmisor o el receptor (106) respectivamente.
- 60 9. El método de la reivindicación 8, en donde, mientras el material de alimentación calentado se extrude desde la boquilla (112) de extrusión, el uno o más propulsores (118) hacen que el aparato gire, haciendo con ello que la estructura adopte una forma de espiral.
- 65 10. El método de la reivindicación 9, en donde mientras el material de alimentación calentado se extrude desde la boquilla (112) de extrusión, el uno o más propulsores (118) hacen que el aparato se traslade, haciendo con ello que la estructura adopte una forma de hélice cónica.

Fig. 1

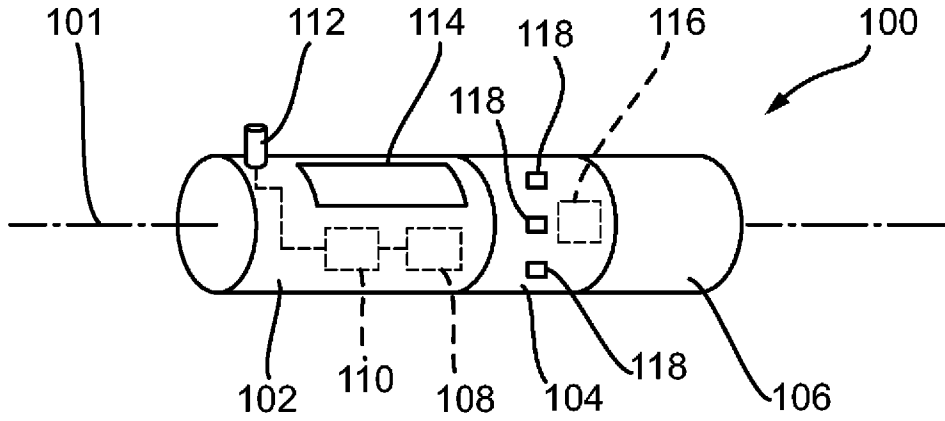


Fig. 2

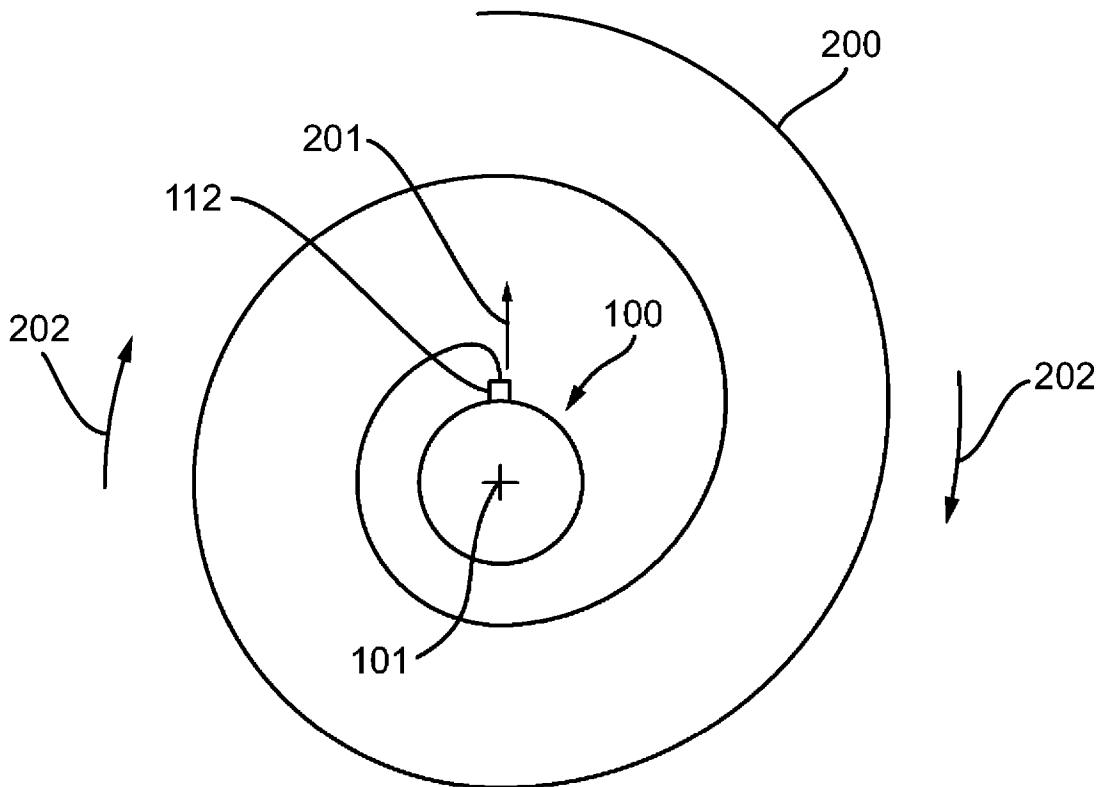


Fig. 3

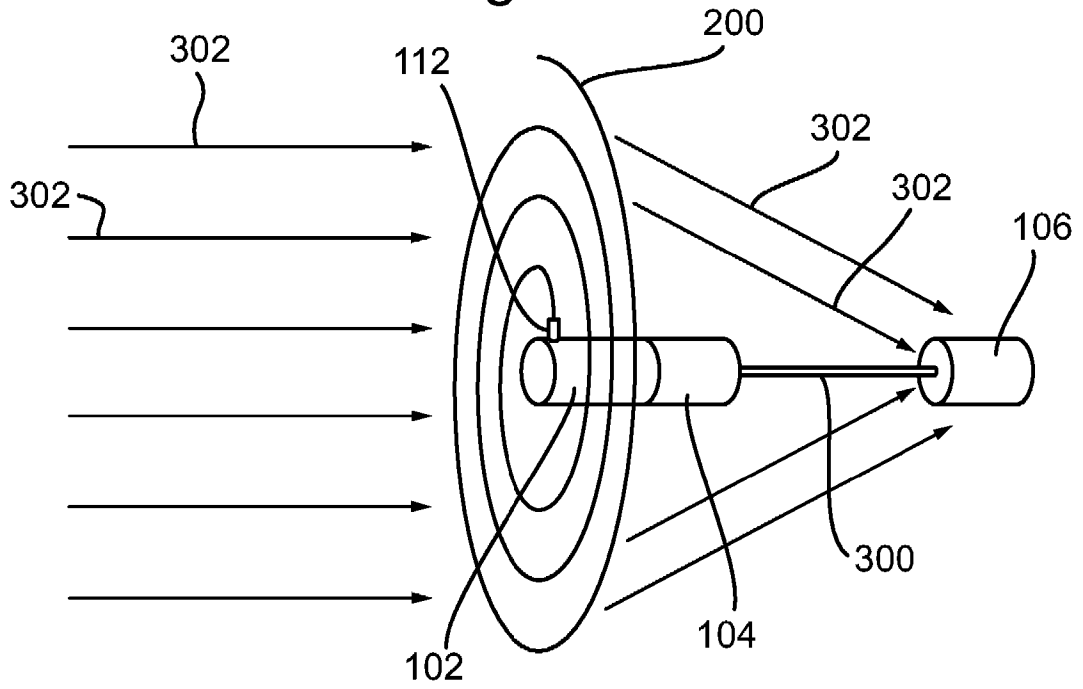


Fig. 4

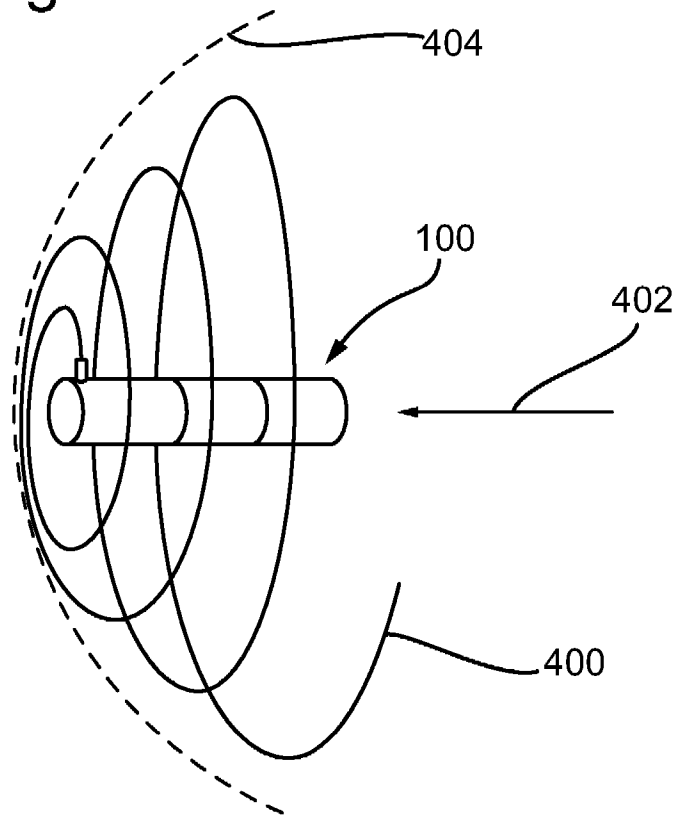


Fig. 5

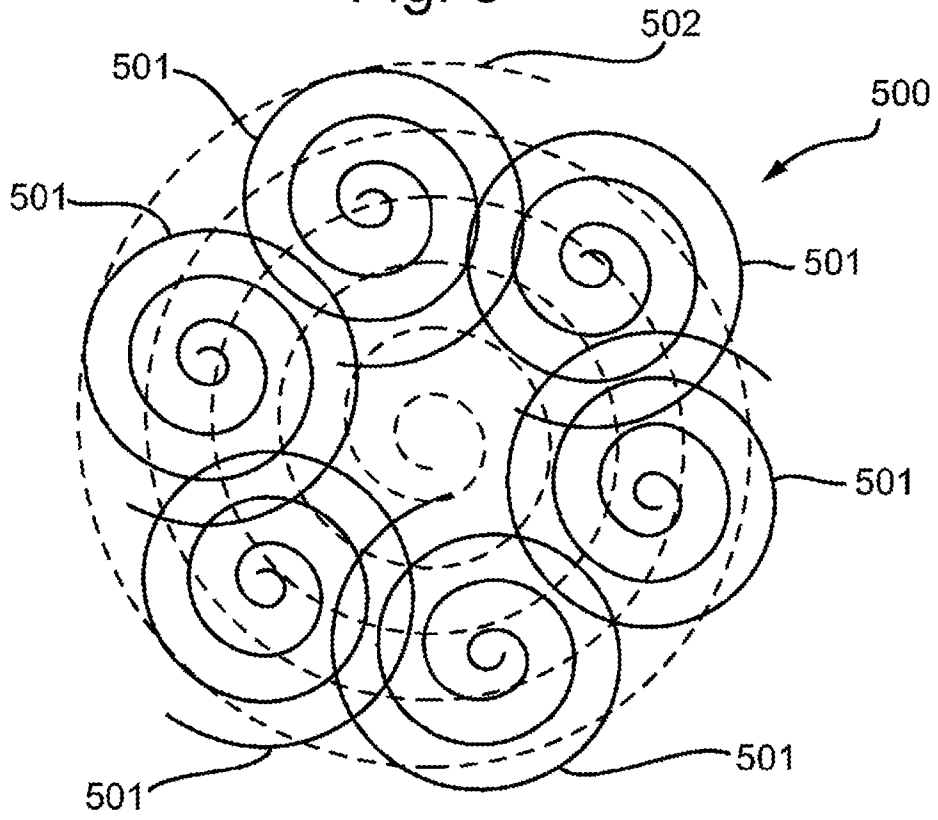


Fig. 6

