

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 406**

51 Int. Cl.:

B64B 1/44 (2006.01)

B64B 1/62 (2006.01)

H01L 31/042 (2014.01)

B64B 1/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2013 PCT/US2013/047241**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014 WO14011384**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2013 E 13816199 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 2872394**

54 Título: **Control de altitud de globo usando ajuste de densidad y/o ajuste de volumen**

30 Prioridad:

11.07.2012 US 201213546806

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

21.07.2020

73 Titular/es:

**LOON LLC (100.0%)
1600 Amphitheatre Parkway
Mountain View, CA 94043, US**

72 Inventor/es:

**TELLER, ERIC;
DEVAUL, RICHARD, WAYNE;
WEAVER, JOSHUA y
BIFFLE, CLIFFORD**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 774 406 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

Control de altitud de globo usando ajuste de densidad y/o ajuste de volumen

Referencia cruzada a la solicitud relacionada

Antecedentes

5 Los dispositivos informáticos tales como ordenadores personales, ordenadores portátiles, tabletas, teléfonos celulares e innumerables tipos de dispositivos con capacidad de Internet son cada vez más frecuentes en numerosos aspectos de la vida moderna. Como tal, la demanda de conectividad de datos a través de Internet, redes de datos celulares y otras redes similares está creciendo. Sin embargo, hay muchas áreas del mundo donde la conectividad de datos aún no está disponible, o si está disponible, no es confiable y/o costosa. Por consiguiente, es deseable una infraestructura de red adicional.

10 El documento US2006/0000945 divulga un sistema de expansión diferencial y un método para el control de flotabilidad que incluye una envoltura de presión cero y una envoltura de superpresión. El documento US 4,174,082 divulga un globo de aire caliente alimentado por energía solar.

Resumen

15 La invención se proporciona como se establece en las reivindicaciones adjuntas. Específicamente, la reivindicación 1 se refiere al globo, la reivindicación 11 al método implementado por ordenador y la reivindicación 15 al medio legible por ordenador no transitorio de la invención.

20 En un aspecto, se proporciona un globo. El globo incluye: (a) una envoltura, (b) una carga útil colocada debajo de la envoltura, en donde la envoltura comprende una primera porción y una segunda porción, en donde la primera porción permite que se transfiera más energía solar al gas dentro de la envoltura que a la segunda porción, y (c) un sistema de control que está configurado para hacer que el globo opere usando un primer modo en donde el movimiento altitudinal del globo es causado, al menos en parte, al girar la envoltura para cambiar una cantidad de primera porción que mira hacia el sol y una cantidad de la segunda porción que mira hacia el sol, en donde el sistema de control está configurado adicionalmente, en respuesta a no alcanzar una altitud o tasa de descenso deseada usando el primer modo, para hacer que el globo cambie del primer modo para operar en un segundo modo en el que el movimiento altitudinal del globo es causado, al menos en parte, al mover un gas o aire de elevación dentro o fuera de la envoltura. La envoltura puede ser de forma no simétrica, de modo que la primera porción tiene un área de superficie que es mayor que el área de superficie de la segunda porción, en donde se transfiere más energía solar al gas dentro de la envoltura cuando la primera porción del globo mirando hacia el sol que cuando la segunda porción del globo está mirando hacia el sol. Alternativamente, o adicionalmente, la primera porción de la envoltura puede tener diferentes propiedades reflectantes, transmisivas y/o emisivas que la segunda porción, incluso en el IR térmico.

30 En otro aspecto, un método implementado por ordenador implica: (a) hacer que un globo opere usando un primer modo, en donde el globo comprende una envoltura y una carga útil colocada debajo de la envoltura, en donde la envoltura comprende una primera porción y una segunda porción, en donde la primera porción permite que se transfiera más energía solar al gas dentro de la envoltura que la segunda porción, y en donde la operación que usa el primer modo comprende causar que el movimiento altitudinal del globo a través de la rotación de la envoltura para cambiar una cantidad de primera porción que mira al sol y una cantidad de la segunda porción que mira al sol; (b) en respuesta a no alcanzar la altitud o tasa de descenso deseada utilizando el primer modo; (c) hacer que el globo cambie del primer modo para operar usando un segundo modo, en donde la operación en el segundo modo comprende provocar un movimiento altitudinal del globo a través del movimiento de un gas o aire de elevación dentro o fuera de la envoltura.

35 En otro aspecto, un medio legible por ordenador no transitorio ha almacenado en él instrucciones que son ejecutables por un dispositivo informático para hacer que el dispositivo informático realice funciones que comprenden: (a) hacer que un globo funcione usando un primer modo, en donde el globo comprende una envoltura y una carga útil colocada debajo de la envoltura, en donde la envoltura comprende una primera porción y una segunda porción, en donde la primera porción permite que se transfiera más energía solar al gas dentro de la envoltura que la segunda porción, y en donde la operación que utiliza el primer modo comprende hacer que el movimiento altitudinal del globo a través de la rotación de la envoltura cambie una cantidad de la primera porción que mira al sol y una cantidad de la segunda porción que mira al sol; (b) en respuesta a no alcanzar la altitud o tasa de descenso deseada utilizando el primer modo; (c) hacer que el globo cambie del primer modo para operar usando un segundo modo, en donde la operación en el segundo modo comprende provocar un movimiento altitudinal del globo a través del movimiento de un gas o aire de elevación dentro o fuera de la envoltura.

45 Estos, así como otros aspectos, ventajas y alternativas, serán evidentes para los expertos en la técnica al leer la siguiente descripción detallada, con referencia cuando sea apropiado a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra una red de globos, de acuerdo con una realización de ejemplo.

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de control de red de globo, de acuerdo con una realización de ejemplo.

5 La figura 3 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra un globo a gran altitud, de acuerdo con una realización de ejemplo.

La figura 4 muestra una red de globos que incluye supernodos y subnodos, de acuerdo con una realización de ejemplo.

La figura 5A muestra un globo, de acuerdo con una realización de ejemplo.

La figura 5B muestra una vista superior del globo que se muestra en la figura 5A.

10 Las figuras 6A y 6B muestran el globo de las figuras 5A y 5B con ciertas porciones de la envoltura del globo expuestas al sol.

La figura 7 muestra un globo, de acuerdo con una realización de ejemplo.

La figura 8A muestra una vista frontal de un globo, de acuerdo con una realización de ejemplo, y la figura 8B muestra una vista lateral del globo que se muestra en la figura 8A.

15 La figura 9 es un método, de acuerdo con una realización de ejemplo.

Descripción detallada

Métodos y sistemas de ejemplo se describen en este documento. Cualquier realización o característica de ejemplo descrita en este documento no debe interpretarse necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras realizaciones o características. Las realizaciones de ejemplo descritas en este documento no pretenden ser limitantes. Se entenderá fácilmente que ciertos aspectos de los sistemas y métodos divulgados se pueden organizar y combinar en una amplia variedad de configuraciones diferentes, todas las cuales se contemplan en el presente documento, siempre que estén cubiertas por las reivindicaciones adjuntas.

20

1. Información general

25 Las realizaciones de ejemplo ayudan a proporcionar una red de datos que incluye una pluralidad de globos; por ejemplo, una red de malla formada por globos de gran altitud desplegados en la estratosfera. Dado que los vientos en la estratosfera pueden afectar las ubicaciones de los globos de manera diferencial, cada globo en una red de ejemplo puede configurarse para cambiar su posición horizontal ajustando su posición vertical (es decir, altitud). Por ejemplo, al ajustar su altitud, un globo puede encontrar vientos que lo llevarán horizontalmente (por ejemplo, latitud y/o longitudinalmente) a una ubicación horizontal deseada.

30 Además, en una red de globos de ejemplo, los globos pueden comunicarse entre sí mediante comunicaciones ópticas de espacio libre. Por ejemplo, los globos se pueden configurar para comunicaciones ópticas utilizando LED ultrabrillantes (que también se denominan LED de "alta potencia" o "alto rendimiento"). En algunos casos, se podrían usar láseres en lugar de o además de los LED, aunque las regulaciones para las comunicaciones láser pueden restringir el uso del láser. Además, los globos pueden comunicarse con estaciones terrestres utilizando comunicaciones de radiofrecuencia (RF).

35 En algunas realizaciones, una red de globos a gran altitud puede ser homogénea. Es decir, los globos en una red de globos a gran altitud podrían ser sustancialmente similares entre sí en una o más formas. Más específicamente, en una red homogénea de globos de gran altitud, cada globo está configurado para comunicarse con uno o más globos a través de enlaces ópticos de espacio libre. Además, algunos o todos los globos en una red de este tipo pueden configurarse adicionalmente para comunicarse con estaciones basadas en tierra y/o basadas en satelitales utilizando comunicaciones de RF y/u ópticas. Por lo tanto, en algunas realizaciones, los globos pueden ser homogéneos en la medida en que cada globo esté configurado para la comunicación óptica de espacio libre con otros globos, pero heterogéneo con respecto a las comunicaciones de RF con estaciones en tierra.

40 En otras realizaciones, una red de globos a gran altitud puede ser heterogénea y, por lo tanto, puede incluir dos o más tipos diferentes de globos. Por ejemplo, algunos globos en una red heterogénea pueden configurarse como supernodos, mientras que otros globos pueden configurarse como subnodos. También es posible que algunos globos en una red heterogénea se puedan configurar para funcionar como un supernodo y un subnodo. Dichos globos pueden funcionar como un supernodo o un subnodo en un momento particular, o, alternativamente, pueden actuar como ambos simultáneamente según el contexto. Por ejemplo, un globo de ejemplo podría agregar solicitudes de búsqueda de un primer tipo para transmitir a una estación terrestre. El globo de ejemplo también podría enviar solicitudes de búsqueda de un segundo tipo a otro globo, que podría actuar como un supernodo en ese contexto. Además, algunos globos, que pueden ser supernodos en una realización de ejemplo, se pueden configurar para comunicarse a través de enlaces ópticos con estaciones terrestres y/o satélites.

45

50

En una configuración de ejemplo, los globos de supernodos pueden configurarse para comunicarse con globos de supernodos cercanos a través de enlaces ópticos de espacio libre. Sin embargo, los globos de subnodo pueden no estar configurados para la comunicación óptica de espacio libre y, en cambio, pueden configurarse para algún otro tipo de comunicación, tal como las comunicaciones de RF. En ese caso, un supernodo puede configurarse adicionalmente para comunicarse con subnodos usando comunicaciones de RF. Por lo tanto, los subnodos pueden retransmitir comunicaciones entre los supernodos y una o más estaciones en tierra utilizando comunicaciones de RF. De esta manera, los supernodos pueden funcionar colectivamente como retornos para la red de globos, mientras que los subnodos funcionan para transmitir comunicaciones desde los supernodos a las estaciones terrestres.

En las presentes realizaciones divulgadas, la altitud de un globo se controla en un número de diferentes maneras. Por ejemplo, la flotabilidad y, por lo tanto, la altitud del globo se controla ajustando la temperatura del gas dentro de una envoltura del globo. Cabe señalar que la temperatura del gas dentro de la envoltura en sí no cambia la flotabilidad del globo. Para que la temperatura cambie la flotabilidad, la envoltura debe ser algo elástica para que se expanda cuando se calienta, o el gas en el interior se calienta, o por el contrario, se colapsa en cierto grado cuando se enfría, ya que es el cambio de densidad del gas dentro el globo que, por definición, es lo que cambia la flotabilidad del globo. En cualquier caso, en circunstancias apropiadas, la altitud del globo puede controlarse aumentando o disminuyendo la temperatura del gas dentro de la envoltura. Por lo tanto, durante las horas del día, puede ser posible controlar la altitud del globo controlando la densidad del gas dentro del globo, controlando la cantidad de energía solar que es absorbida por el gas.

Además, cuando se pone el sol, el gas dentro de la envoltura del globo puede enfriarse rápidamente, y controlar la altitud del globo ajustando la temperatura del gas dentro de la envoltura puede no ser posible. Por lo tanto, por la noche, puede ser deseable bombear más o menos gas en la envoltura del globo, o en una cámara de aire dentro de la envoltura del globo, para aumentar o disminuir la flotabilidad del globo. Por lo tanto, puede ser útil proporcionar control de altitud para un globo durante el día usando un primer modo de operación controlando la densidad del gas dentro de la envoltura del globo a través del control de la temperatura del gas dentro de la envoltura del globo, y también será útil controlar la altitud del globo por la noche usando un segundo modo de operación ajustando el volumen del gas dentro de la envoltura o la cámara de aire del globo para ajustar la flotabilidad del globo según corresponda. En ciertos momentos puede ser deseable usar tanto la densidad del gas (controlando la temperatura del gas) como el volumen del gas (bombeando gas dentro o fuera de la envoltura o cámara de aire del globo) para controlar la altitud del globo. Por lo tanto, puede ser deseable proporcionar control de altitud usando el primer modo de operación o el segundo modo de operación, o usando el primer modo y el segundo modo de operación al mismo tiempo.

Durante el día, cuando el sol está presente, la temperatura del gas dentro de la envoltura puede controlarse controlando la cantidad de energía solar que es absorbida por el gas dentro de la envoltura del globo. Para controlar la cantidad de energía solar que es absorbida por el gas dentro de la envoltura del globo, las propiedades de absorción/reflexión de la superficie de la envoltura del globo se ajustan o varían proporcionando un globo con una envoltura que tiene una primera porción de la envoltura que tiene una propiedad diferente de una segunda porción de la envoltura, con respecto a reflejar o absorber energía solar.

En una realización de ejemplo, una primera porción de la envoltura puede ser de color blanco, o algún otro color claro, que refleje más energía solar que una superficie de color oscuro para ayudar a evitar que aumente la temperatura del gas dentro de la envoltura. Una segunda porción de la envoltura podría ser de color negro, o algún otro color oscuro, que absorba más energía solar que una superficie de color claro para permitir que el gas dentro de la envoltura absorba más energía solar, haciendo que la temperatura del gas dentro de la envoltura aumente. También puede darse el caso de que un lado despejado permita que el sol penetre en el globo, calentando el aire interior. De esta manera, una superficie clara sería equivalente a la superficie de color oscuro o negro para la porción de la envoltura que se presenta hacia el sol cuando se desea calentar el aire dentro del globo (en relación con el lado de color claro o reflectante).

Como alternativa, o además de variar las propiedades de absorción o reflexión de las porciones de la envoltura del globo para controlar la cantidad de energía solar que ingresa a la envoltura del globo, también es posible proporcionar un globo de forma no simétrica de manera que una primera porción del globo puede estar orientada hacia el sol que permite que el gas dentro de la envoltura absorba más energía solar que cuando una segunda porción del globo está orientada hacia el sol. Por lo tanto, al elegir qué lado de la envoltura del globo de forma no simétrica se orientará hacia el sol, se puede introducir calor diferencial en el globo. Al rotar o girar el globo en relación con el sol (que funciona en la medida en que el sol no está directamente sobre la cabeza), puede producirse un calentamiento o enfriamiento sustancial al presentar más o menos la superficie de la envoltura al sol, independientemente del sol se utilizan uno o más materiales en las porciones en el exterior del globo. Por supuesto, un globo de forma no simétrica puede usarse con un globo que tiene el mismo material usado para toda el área de la superficie de la envoltura, o puede usarse junto con una primera porción del globo que tiene diferentes propiedades reflectantes, transmisivas o emisivas que una segunda porción del globo.

Por lo tanto, la envoltura del globo puede ser diseñada para servir como un sistema orientable de recolección de energía solar térmica. Cuando se desea obtener o recolectar más energía solar térmica, la porción del globo que permite la mayor transmisión o absorción de energía solar puede rotarse y orientarse hacia el sol. También se debe tener en cuenta que los materiales elegidos para hacer esta envoltura pueden verse muy diferentes en el IR térmico frente a la banda visible. Por lo tanto, puede ser útil caracterizar o describir el material utilizado para la primera porción

del globo y la segunda porción del globo en términos de sus propiedades de reflectividad, transmisividad y emisividad en las dos bandas (IR térmico y banda visible), así como para cada lado, ya que las propiedades pueden ser bastante diferentes. Por ejemplo, el material de la envoltura que parece blanco para los ojos humanos podría ser bastante negro (baja R (reflectividad), alta E (emisividad), baja T (transmisividad) cuando se ve en el IR térmico. Del mismo modo, un material que parece muy reflectante en ambos lados (R alto) cuando se ve en la banda visible puede tener propiedades muy diferentes en un lado frente al otro cuando se ve en la banda IR térmica, por ejemplo, Mylar metalizado que se ve como $R = 0.95$ $E = 0.05/R_{ir} = 0.9$ $E_{ir} = 0.1$ en el lado metalizado y $R = 0.9$ $E = 0.1/R_{ir} = 0.5$ $E_{ir} = 0.5$ en el lado del polímero.

Al controlar qué porción de la envoltura del globo está orientada hacia el sol, se puede controlar la temperatura del gas dentro de la envoltura del globo. El globo está equipado con la capacidad de rotar la envoltura del globo para que la primera porción de la envoltura o la segunda porción de la envoltura se coloque orientada hacia el sol. Cuando se desea aumentar la altitud del globo, la primera porción de la envoltura del globo que permite que el gas absorba más energía solar dentro de la envoltura puede colocarse de frente al sol para aumentar la temperatura del gas dentro de la envoltura (y aumentar la altitud del globo). De manera similar, donde se desea disminuir la altitud del globo, la segunda porción de la envoltura que permite que el gas absorba menos energía solar dentro de la envoltura del globo se puede colocar de frente al sol para disminuir la temperatura del gas dentro del envoltura del globo (y disminuir la altitud del globo). Confiar en el calor solar para subir y bajar el globo puede no ser la forma más confiable de lograr el objetivo de mantener el globo en la estación. Sin embargo, el uso de la energía solar tiene la ventaja de que es muy eficiente y no consume mucha energía. Específicamente, se necesita menos energía para girar el globo en una posición deseada con respecto al sol (utilizando muchas de las posibles formas de girar el globo) que para cambiar la altitud por otros medios, como hacer funcionar un compresor de aire eléctrico. Por lo tanto, el uso de energía solar para controlar la altitud del globo puede usar ventajosamente menos energía que otros métodos para controlar la altitud del globo.

En la noche, cuando el sol está abajo, puede que ya no sea posible usar la rotación directa de energía solar de la envoltura del globo para controlar la altitud del globo. Por lo tanto, los medios alternativos para controlar la altitud deben estar disponibles durante la noche. Un segundo modo de operación que se utiliza para controlar la altitud del globo es mediante la introducción de gas de elevación adicional en la envoltura o la cámara de aire del globo. De esta manera, se bombea gas dentro o fuera de la envoltura o cámara de aire del globo para controlar la altitud del globo por la noche. Se pueden usar altímetros u otros dispositivos para determinar la altitud y/o la tasa de descenso y proporcionar el cambio de un primer modo de control de altitud usando energía solar, a un segundo modo de control de altitud usando el inflado/desinflado de la envoltura del globo o la cámara de aire con gas, o alguna combinación de los mismos.

Además, la carga útil puede incluir una o más celdas solares para almacenar energía que puede usarse para el control de altitud durante la noche. Por ejemplo, la energía solar almacenada durante el día puede usarse para controlar la altitud del globo bombeando gas dentro o fuera de la envoltura del globo o la cámara de aire del globo. Por supuesto, la energía solar almacenada también podría usarse para almacenar energía utilizada para rotar la envoltura del globo durante el día.

Como otro ejemplo, la energía solar almacenada durante el día puede usarse para calentar el gas dentro de la envoltura del globo para proporcionar una mayor flotabilidad. Cuando se usa hidrógeno como gas de elevación, puede ser posible usar la operación cooperativa de una matriz solar y una celda de combustible. El funcionamiento de la celda de combustible genera lastre (agua, un subproducto de la reacción de la celda de combustible) cuya masa puede controlarse controlando el funcionamiento de la celda de combustible. El combustible para la celda de combustible puede generarse oxidando hidrógeno, respaldado por la energía de las celdas solares. El gas de hidrógeno se puede quemar por la noche para calentar la carga útil y/o el gas dentro de la envoltura y/o la cámara de aire del globo.

2. Ejemplo de redes de globos

La figura 1 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra una red 100 de globos, de acuerdo con una realización de ejemplo. Como se muestra, la red 100 de globos incluye globos 102A a 102F, que están configurados para comunicarse entre sí a través de enlaces 104 ópticos de espacio libre. Los globos 102A a 102F podrían configurarse adicional o alternativamente para comunicarse entre sí a través de enlaces 114 de RF. Lo globos 102A 102F puede funcionar colectivamente como una red de malla para comunicaciones de paquetes de datos. Además, al menos algunos de los globos 102A y 102B pueden configurarse para comunicaciones de RF con estaciones 106 y 112 terrestres a través de los respectivos enlaces 108 de RF. Además, algunos globos, como el globo 102F, podrían configurarse para comunicarse a través del enlace 110 óptico con la estación 112 terrestre.

En una realización de ejemplo, los globos 102A a 102F son globos de gran altitud, que se despliegan en la estratosfera. A latitudes moderadas, la estratosfera incluye altitudes entre aproximadamente 10 kilómetros (km) y 50 km de altitud sobre la superficie. En los polos, la estratosfera comienza a una altitud de aproximadamente 8 km. En una realización de ejemplo, los globos de gran altitud pueden configurarse generalmente para operar en un rango de altitud dentro de la estratosfera que tiene una velocidad del viento relativamente baja (por ejemplo, entre 5 y 20 millas por hora (mph)).

Más específicamente, en una red de globos a gran altitud, los globos 102A a 102F generalmente pueden configurarse para operar a altitudes entre 18 km y 25 km (aunque son posibles otras altitudes). Este rango de altitud puede ser ventajoso por varias razones. En particular, esta capa de la estratosfera generalmente tiene velocidades de viento relativamente bajas (por ejemplo, vientos entre 5 y 20 mph) y relativamente poca turbulencia. Además, aunque los vientos entre 18 km y 25 km pueden variar con la latitud y la temporada, las variaciones pueden modelarse de una manera razonablemente precisa. Además, las altitudes superiores a 18 km suelen estar por encima del nivel de vuelo máximo designado para el tráfico aéreo comercial. Por lo tanto, la interferencia con los vuelos comerciales no es una preocupación cuando se despliegan globos entre 18 km y 25 km.

Para transmitir datos a otro globo, un globo 102A a 102F dado puede configurarse para transmitir una señal óptica a través de un enlace 104 óptico. En una realización de ejemplo, un globo 102A a 102F dado puede usar uno o más diodos emisores de luz de alta potencia (LED) para transmitir una señal óptica. Alternativamente, algunos o todos los globos 102A a 102F pueden incluir sistemas láser para comunicaciones ópticas de espacio libre sobre enlaces 104 ópticos. Son posibles otros tipos de comunicación óptica de espacio libre. Además, para recibir una señal óptica de otro globo a través de un enlace 104 óptico, un globo 102A a 102F dado puede incluir uno o más receptores ópticos. Detalles adicionales de globos de ejemplo se discuten en mayor detalle a continuación, con referencia a la figura 3.

En un aspecto adicional, los globos 102A a 102F pueden utilizar uno o más de diversos protocolos de interfaz aérea de RF diferentes para la comunicación con las estaciones 106 y 112 terrestres a través de los respectivos enlaces 108 de RF. Por ejemplo, algunos o todos los globos 102A a 102F puede configurarse para comunicarse con las estaciones 106 y 112 terrestres usando los protocolos descritos en IEEE 802.11 (incluyendo cualquiera de las revisiones IEEE 802.11), diversos protocolos celulares tales como GSM, CDMA, UMTS, EV-DO, WiMAX y/o LTE, y/o uno o más protocolos de propiedad desarrollados para la comunicación de RF de globo a tierra, entre otras posibilidades.

En otro aspecto, puede haber escenarios en los que los enlaces 108 de RF no proporcionan una capacidad de enlace deseada para las comunicaciones de globo a tierra. Por ejemplo, una mayor capacidad puede ser deseable para proporcionar enlaces de retorno desde una puerta de enlace basada en tierra, y también en otros escenarios. En consecuencia, una red de ejemplo también puede incluir globos de enlace descendente, que podrían proporcionar un enlace de aire a tierra de alta capacidad.

Por ejemplo, en la red 100 de globos, el globo 102F está configurado como un globo de enlace descendente. Al igual que otros globos en una red de ejemplo, un globo 102F de enlace descendente puede funcionar para comunicación óptica con otros globos a través de enlaces 104 ópticos. Sin embargo, un globo 102F de enlace descendente también puede configurarse para comunicación óptica de espacio libre con una estación 112 terrestre a través de un enlace 110 óptico. El enlace 110 óptico puede servir, por lo tanto, como un enlace de alta capacidad (en comparación con un enlace 108 de RF) entre la red 100 de globos y la estación 112 terrestre.

Obsérvese que, en algunas implementaciones, un globo 102F de enlace descendente puede funcionar adicionalmente para la comunicación de RF con estaciones 106 terrestres. En otros casos, un globo 102F de enlace descendente solo puede usar un enlace óptico para comunicaciones de globo a tierra. Además, aunque la disposición mostrada en la figura 1 incluye solo un globo 102F de enlace descendente, una red de globo de ejemplo también puede incluir múltiples globos de enlace descendente. Por otro lado, una red de globos también se puede implementar sin ningún globo de enlace descendente.

En otras implementaciones, un globo de enlace descendente puede estar equipado con un sistema especializado de comunicación de RF de alto ancho de banda para comunicaciones de globo a tierra, en lugar de, o además de, un sistema de comunicación óptica de espacio libre. El sistema de comunicación de RF de alto ancho de banda puede adoptar la forma de un sistema de banda ultra ancha, que puede proporcionar un enlace de RF con sustancialmente la misma capacidad que uno de los enlaces 104 ópticos. También son posibles otras formas.

Las estaciones terrestres, tales como las estaciones 106 y/o 112 terrestres, pueden tomar diversas formas. Generalmente, una estación terrestre puede incluir componentes tales como transceptores, transmisores y/o receptores para la comunicación a través de enlaces de RF y/o enlaces ópticos con una red de globo. Además, una estación terrestre puede usar diversos protocolos de interfaz aérea para comunicarse con un globo 102A a 102F a través de un enlace 108 de RF. Como tal, las estaciones 106 y 112 terrestres pueden configurarse como un punto de acceso a través del cual diversos dispositivos pueden conectarse a la red 100 de globos. Las estaciones 106 y 112 terrestres pueden tener otras configuraciones y/o servir para otros fines sin apartarse del alcance de la invención.

En otro aspecto, algunos o todos los globos 102A a 102F podrían configurarse para establecer un enlace de comunicación con satélites basados en el espacio además de, o como alternativa a, un enlace de comunicación terrestre. En algunas realizaciones, un globo puede comunicarse con un satélite a través de un enlace óptico. Sin embargo, otros tipos de comunicaciones por satélite son posibles.

Además, algunas estaciones terrestres, tales como las estaciones 106 y 112 terrestres, pueden configurarse como puertas de enlace entre la red 100 de globo y una o más redes. Dichas estaciones 106 y 112 terrestres pueden servir así como una interfaz entre la red de globos e Internet, la red de un proveedor de servicios celulares y/u otros tipos de

redes. También son posibles variaciones en esta configuración y otras configuraciones de estaciones 106 y 112 terrestres.

2a) Funcionalidad de red de malla

5 Como se indicó, los globos 102A a 102F pueden funcionar colectivamente como una red de malla. Más específicamente, dado que los globos 102A a 102F pueden comunicarse entre sí mediante enlaces ópticos de espacio libre, los globos pueden funcionar colectivamente como una red de malla óptica de espacio libre.

10 En una configuración de red de malla, cada globo 102A a 102F puede funcionar como un nodo de la red de malla, que es operable para recibir datos dirigidos a él y enrutar datos a otros globos. Como tal, los datos pueden enrutarse desde un globo de origen a un globo de destino determinando una secuencia apropiada de enlaces ópticos entre el globo de origen y el globo de destino. Estos enlaces ópticos se pueden denominar colectivamente como un "trayecto de luz" para la conexión entre los globos de origen y destino. Además, cada uno de los enlaces ópticos puede denominarse "salto" en el trayecto de luz.

15 Para operar como una red de malla, los globos 102A a 102F pueden emplear diversas técnicas de enrutamiento y algoritmos de autocuración. En algunas realizaciones, una red 100 de globos puede emplear un enrutamiento adaptativo o dinámico, donde se determina y configura un trayecto de luz entre un globo de origen y de destino cuando se necesita la conexión, y se libera en un momento posterior. Además, cuando se usa el enrutamiento adaptativo, el trayecto de luz puede determinarse dinámicamente dependiendo del estado actual, el estado pasado y/o el estado predicho de la red de globos.

20 Además, la topología de la red puede cambiar a medida que los globos 102A a 102F se mueven uno con respecto al otro y/o con respecto al suelo. En consecuencia, una red 100 de globo de ejemplo puede aplicar un protocolo de malla para actualizar el estado de la red a medida que cambia la topología de la red. Por ejemplo, para abordar la movilidad de los globos 102A a 102F, la red 100 de globos puede emplear y/o adaptar diversas técnicas que se emplean en redes ad hoc móviles (MANET). Otros ejemplos también son posibles.

25 En algunas implementaciones, una red 100 de globo puede configurarse como una red de malla transparente. Más específicamente, en una red de globos transparentes, los globos pueden incluir componentes para la conmutación física que son completamente ópticos, sin ningún componente eléctrico involucrado en el enrutamiento físico de las señales ópticas. Por lo tanto, en una configuración transparente con conmutación óptica, las señales viajan a través de un trayecto de luz de múltiples saltos que es completamente óptico.

30 En otras implementaciones, la red 100 de globo puede implementar una red de malla óptica de espacio libre que es opaca. En una configuración opaca, algunos o todos los globos 102A a 102F pueden implementar conmutación óptico eléctrica óptica (OEO). Por ejemplo, algunos o todos los globos pueden incluir conexiones cruzadas ópticas (OXC) para la conversión OEO de señales ópticas. También son posibles otras configuraciones opacas. Además, son posibles configuraciones de red que incluyen trayectos de enrutamiento con secciones transparentes y opacas.

35 En otro aspecto, los globos en una red 100 de globos de ejemplo pueden implementar multiplexación por división de longitud de onda (WDM), lo que puede ayudar a aumentar la capacidad del enlace. Cuando la WDM se implementa con conmutación transparente, los trayectos de luz físicos a través de la red de globos pueden estar sujetos a la "restricción de continuidad de longitud de onda". Más específicamente, debido a que la conmutación en una red transparente es completamente óptica, puede ser necesario asignar la misma longitud de onda para todos los enlaces ópticos en un trayecto de luz dado.

40 Una configuración opaca, por otro lado, puede evitar la restricción de continuidad de longitud de onda. En particular, los globos en una red de globos opacos pueden incluir los sistemas de conmutación OEO operables para la conversión de longitud de onda. Como resultado, los globos pueden convertir la longitud de onda de una señal óptica en cada salto a lo largo de un trayecto de luz. Alternativamente, la conversión de longitud de onda óptica podría tener lugar solo en saltos seleccionados a lo largo del trayecto de luz.

45 Además, se pueden emplear diversos algoritmos de enrutamiento en una configuración opaca. Por ejemplo, para determinar un trayecto de luz primario y/o uno o más trayectos de luz de respaldo diversos para una conexión dada, se pueden aplicar globos de ejemplo o considerar técnicas de enrutamiento de trayecto más corto, tal como el algoritmo de Dijkstra y el trayecto k-más corto, y/o borde y nodo de enrutamiento diverso o disjunto tal como el algoritmo de Suurballe, entre otros. Además o alternativamente, se pueden emplear técnicas para mantener una calidad de servicio (QoS) particular al determinar un trayecto de luz. Otras técnicas también son posibles.

50 2b) Funcionalidad de mantenimiento de estación

55 En una realización de ejemplo, una red 100 de globo puede implementar funciones de mantenimiento de estación para ayudar a proporcionar una topología de red deseada. Por ejemplo, el mantenimiento de la estación puede implicar que cada globo 102A a 102F mantenga y/o se mueva a una determinada posición en relación con uno o más globos de la red (y posiblemente en una determinada posición en relación con el suelo). Como parte de este proceso, cada globo

102A a 102F puede implementar funciones de mantenimiento de la estación para determinar su posición deseada dentro de la topología deseada y, si es necesario, para determinar cómo moverse a la posición deseada.

5 La topología deseada puede variar dependiendo de la implementación particular. En algunos casos, los globos pueden implementar el mantenimiento de la estación para proporcionar una topología sustancialmente uniforme. En tales casos, un globo 102A a 102F dado puede implementar funciones de mantenimiento de la estación para posicionarse sustancialmente a la misma distancia (o dentro de un cierto rango de distancias) de los globos adyacentes en la red 100 de globos.

10 En otros casos, una red 100 de globos puede tener una topología no uniforme. Por ejemplo, las realizaciones de ejemplo pueden implicar topologías en las que los globos se distribuyen más o menos densamente en ciertas áreas, por diversas razones. Como un ejemplo, para ayudar a satisfacer las demandas de ancho de banda más altas que son típicas en las áreas urbanas, los globos pueden agruparse más densamente en las áreas urbanas. Por razones similares, la distribución de globos puede ser más densa sobre la tierra que sobre grandes cuerpos de agua. Son posibles muchos otros ejemplos de topologías no uniformes.

15 En otro aspecto, la topología de una red de globos de ejemplo puede ser adaptable. En particular, la funcionalidad de mantenimiento de estación de globos de ejemplo puede permitir que los globos ajusten su posición respectiva de acuerdo con un cambio en la topología deseada de la red. Por ejemplo, uno o más globos podrían moverse a nuevas posiciones para aumentar o disminuir la densidad de globos en un área determinada. Otros ejemplos son posibles.

20 En algunas realizaciones, una red 100 de globos puede emplear una función de energía para determinar si y/o cómo deben moverse los globos para proporcionar una topología deseada. En particular, el estado de un globo dado y los estados de algunos o todos los globos cercanos pueden ser ingresados a una función de energía. La función de energía puede aplicar los estados actuales del globo dado y los globos cercanos a un estado de red deseado (por ejemplo, un estado correspondiente a la topología deseada). Un vector que indica un movimiento deseado del globo dado puede entonces determinarse al determinar el gradiente de la función de energía. El globo dado puede determinar las acciones apropiadas a tomar para efectuar el movimiento deseado. Por ejemplo, un globo puede determinar un ajuste o ajustes de altitud de tal manera que los vientos muevan el globo de la manera deseada.

2c) Control de globos en una red de globos

30 En algunas realizaciones, las funciones de red de malla y/o mantenimiento de estación pueden estar centralizadas. Por ejemplo, la figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de control de red de globo, de acuerdo con una realización de ejemplo. En particular, la figura 2 muestra un sistema de control distribuido, que incluye un sistema 200 de control central y un número de sistemas 202A a 202B de control regional. Tal sistema de control puede configurarse para coordinar cierta funcionalidad para la red 204 de globos, y como tal, puede configurarse para controlar y/o coordinar ciertas funciones para los globos 206A a 2061.

35 En la realización ilustrada, el sistema 200 de control central puede configurarse para comunicarse con los globos 206A a 2061 a través de varios sistemas 202A a 202C de control regional. Estos sistemas 202A a 202C de control regional pueden configurarse para recibir comunicaciones y/o datos agregados de globos en las áreas geográficas respectivas que cubren, y para transmitir las comunicaciones y/o datos al sistema 200 de control central. Además, los sistemas 202A a 202C de control regional puede configurarse para enrutar comunicaciones desde el sistema 200 de control central a los globos en sus respectivas áreas geográficas. Por ejemplo, como se muestra en la figura 2, el sistema 202A de control regional puede transmitir comunicaciones y/o datos entre los globos 206A a 206C y el sistema 200 de control central, el sistema 202B de control regional puede transmitir comunicaciones y/o datos entre los globos 206D a 206F y el sistema 200 de control central, y el sistema 202C de control regional pueden transmitir comunicaciones y/o datos entre los globos 206G a 2061 y el sistema 200 de control central.

45 Para facilitar las comunicaciones entre el sistema 200 de control central y los globos 206A a 2061, ciertos globos pueden configurarse como globos de enlace descendente, que son operables para comunicarse con los sistemas 202A a 202C de control regional. Por consiguiente, cada sistema 202A a 202C de control regional puede configurarse para comunicarse con el globo o globos de enlace descendente en el área geográfica respectiva que cubre. Por ejemplo, en la realización ilustrada, los globos 206A, 206F y 2061 están configurados como globos de enlace descendente. Como tal, los sistemas 202A a 202C de control regional pueden comunicarse respectivamente con los globos 206A, 206F y 2061 a través de los enlaces 206, 208 y 210 ópticos, respectivamente.

50 En la configuración ilustrada, solo algunos de los globos 206A a 2061 están configurados como globos de enlace descendente. Los globos 206A, 206F y 2061 que están configurados como globos de enlace descendente pueden transmitir comunicaciones desde el sistema 200 de control central a otros globos en la red de globos, tales como los globos 206B a 206E, 206G y 206H. Sin embargo, debe entenderse que en algunas implementaciones, es posible que todos los globos funcionen como globos de enlace descendente. Además, aunque la figura 2 muestra múltiples globos configurados como globos de enlace descendente, también es posible que una red de globos incluya solo un globo de enlace descendente, o posiblemente incluso ningún globo de enlace descendente.

Se tiene en cuenta que un sistema 202A a 202C de control regional puede ser, de hecho, un tipo particular de estación terrestre que está configurada para comunicarse con globos de enlace descendente (por ejemplo, tal como la estación

112 terrestre de la figura 1). Por lo tanto, aunque no se muestra en la figura 2, se puede implementar un sistema de control junto con otros tipos de estaciones terrestres (por ejemplo, puntos de acceso, puertas de enlace, etc.).

En una disposición de control centralizada, tal como la que se muestra en la figura 2, el sistema 200 de control central (y posiblemente también los sistemas 202A a 202C de control regionales) pueden coordinar ciertas funciones de red de malla para la red 204 de globo. Por ejemplo, globos 206A a 2061 pueden enviar al sistema 200 de control central cierta información de estado, que el sistema 200 de control central puede utilizar para determinar el estado de la red 204 de globo. La información de estado de un globo dado puede incluir datos de ubicación, información de enlace óptico (por ejemplo, la identidad de otros globos con los que el globo ha establecido un enlace óptico, el ancho de banda del enlace, el uso de la longitud de onda y/o la disponibilidad en un enlace, etc.), los datos del viento recopilados por el globo y/u otro tipo de información. En consecuencia, el sistema 200 de control central puede agregar información de estado de algunos o todos los globos 206A a 2061 para determinar un estado general de la red.

El estado general de la red puede usarse luego para coordinar y/o facilitar ciertas funciones de redes de malla, tales como determinar trayectos de luz para conexiones. Por ejemplo, el sistema 200 de control central puede determinar una topología actual con base en la información del estado agregado de algunos o todos los globos 206A a 2061. La topología puede proporcionar una imagen de los enlaces ópticos actuales que están disponibles en la red de globos y/o la disponibilidad de longitud de onda en los enlaces. Esta topología se puede enviar a algunos o todos los globos para que se pueda emplear una técnica de enrutamiento para seleccionar trayectos de luz apropiados (y posiblemente trayectos de luz de respaldo) para las comunicaciones a través de la red 204 de globos.

En otro aspecto, el sistema 200 de control central (y posiblemente también los sistemas 202A a 202C de control regional) también pueden coordinar ciertas funciones de mantenimiento de estación para la red 204 de globo. Por ejemplo, el sistema 200 de control central puede ingresar información de estado que se recibe de los globos 206A a 2061 con una función de energía, que puede comparar efectivamente la topología actual de la red con una topología deseada, y proporcionar un vector que indica una dirección de movimiento (si existe) para cada globo, de modo que los globos puedan avanzar hacia la topología deseada. Además, el sistema 200 de control central puede usar datos de viento altitudinal para determinar los ajustes de altitud respectivos que pueden iniciarse para lograr el movimiento hacia la topología deseada. El sistema 200 de control central puede proporcionar y/o soportar también otras funciones de mantenimiento de estación.

La figura 2 muestra una disposición distribuida que proporciona control centralizado, con sistemas 202A a 202C de control regional que coordinan las comunicaciones entre un sistema 200 de control central y una red 204 de globo. Dicha disposición puede ser útil para proporcionar control centralizado para una red de globo que cubre una gran área geográfica. En algunas realizaciones, una disposición distribuida puede incluso admitir una red global de globos que proporciona cobertura en todo el mundo. Por supuesto, una disposición de control distribuido puede ser útil también en otros escenarios.

Además, debe entenderse que también son posibles otras disposiciones del sistema de control. Por ejemplo, algunas implementaciones pueden involucrar un sistema de control centralizado con capas adicionales (por ejemplo, sistemas de subregiones dentro de los sistemas de control regional, y etc.). Alternativamente, las funciones de control pueden ser proporcionadas por un único sistema de control centralizado, que se comunica directamente con uno o más globos de enlace descendente.

En algunas realizaciones, el control y la coordinación de una red de globos pueden ser compartidos por un sistema de control terrestre y una red de globos en diversos grados, dependiendo de la implementación. De hecho, en algunas realizaciones, puede no haber sistemas de control terrestres. En tal realización, todas las funciones de control y coordinación de la red pueden implementarse por la propia red de globos. Por ejemplo, ciertos globos se pueden configurar para proporcionar las mismas funciones o funciones similares que el sistema 200 de control central y/o los sistemas 202A a 202C de control regional. Otros ejemplos también son posibles.

Además, el control y/o coordinación de una red de globos puede descentralizarse. Por ejemplo, cada globo puede transmitir información de estado y recibir información de estado de algunos o todos los globos cercanos. Además, cada globo puede transmitir información de estado que recibe de un globo cercano a algunos o todos los globos cercanos. Cuando todos los globos lo hacen, cada globo puede determinar individualmente el estado de la red. Alternativamente, ciertos globos pueden ser designados para agregar información de estado para una porción dada de la red. Estos globos pueden coordinarse entre sí para determinar el estado general de la red.

Además, en algunos aspectos, el control de una red de globos puede estar parcial o totalmente localizado, de modo que no depende del estado general de la red. Por ejemplo, los globos individuales pueden implementar funciones de mantenimiento de la estación que solo consideran globos cercanos. En particular, cada globo puede implementar una función de energía que tenga en cuenta su propio estado y los estados de los globos cercanos. La función de energía puede usarse para mantener y/o moverse a una posición deseada con respecto a los globos cercanos, sin considerar necesariamente la topología deseada de la red como un todo. Sin embargo, cuando cada globo implementa dicha función de energía para el mantenimiento de la estación, la red de globos en su conjunto puede mantener y/o moverse hacia la topología deseada.

5 Como ejemplo, cada globo A puede recibir información de distancia d_i a d_k con respecto a cada uno de sus k vecinos más cercanos. Cada globo A puede tratar la distancia a cada uno de los k globos como un resorte virtual con un vector que representa una dirección de fuerza desde el primer globo vecino más cercano i hacia el globo A y con una magnitud de fuerza proporcional a d_i . El globo A puede sumar cada uno de los k vectores y el vector sumado es el vector de movimiento deseado para el globo A. El globo A puede intentar lograr el movimiento deseado controlando su altitud.

Como alternativa, este proceso podría asignar la magnitud de la fuerza de cada una de estas fuerzas virtuales igual a $d_i \times d_i$, por ejemplo. Son posibles otros algoritmos para asignar magnitudes de fuerza para globos respectivos en una red de malla.

10 En otra realización, se podría llevar a cabo un proceso similar para cada uno de los k globos y cada globo podría transmitir su vector de movimiento planificado a sus vecinos locales. Se pueden realizar más rondas de refinamiento al vector de movimiento planificado de cada globo con base en los vectores de movimiento planificados correspondientes de sus vecinos. Será evidente para los expertos en la técnica que podrían implementarse otros algoritmos en una red de globos en un esfuerzo por mantener un conjunto de espacios de globos y/o un nivel de capacidad de red específico en una ubicación geográfica dada.

15 2d) Ejemplo de configuración de globo

Se pueden incorporar diversos tipos de sistemas de globos en una red de globos de ejemplo. Como se señaló anteriormente, una realización de ejemplo puede utilizar globos de gran altitud, que típicamente podrían operar en un rango de altitud entre 18 km y 25 km. La figura 3 muestra un globo 300 a gran altitud, de acuerdo con un ejemplo de realización. Como se muestra, el globo 300 incluye una envoltura 302, una falda 304, una carga útil 306 y un sistema 20 308 de corte, que está unido entre el globo 302 y la carga útil 304.

La envoltura 302 y la falda 304 pueden tomar diversas formas, que pueden ser actualmente bien conocidas o aún por desarrollar. Por ejemplo, la envoltura 302 y/o la falda 304 pueden estar hechas de materiales que incluyen Mylar metalizado o BoPet. Adicionalmente o alternativamente, parte o la totalidad de la envoltura 302 y/o la falda 304 pueden estar construidas de un material de látex altamente flexible o un material de caucho tal como el cloropreno. Otros 25 materiales también son posibles. Además, la forma y el tamaño de la envoltura 302 y la falda 304 pueden variar dependiendo de la implementación particular. Además, la envoltura 302 puede llenarse con diversos tipos diferentes de gases, tales como helio y/o hidrógeno. También son posibles otros tipos de gases.

La carga útil 306 del globo 300 puede incluir un procesador 312 y almacenamiento de datos a bordo, tal como la memoria 314. La memoria 314 puede tomar la forma o incluir un medio legible por ordenador no transitorio. El medio 30 legible por ordenador no transitorio puede tener instrucciones almacenadas en él, a las que puede acceder y ejecutar el procesador 312 para llevar a cabo las funciones de globo descritas en este documento. Por lo tanto, el procesador 312, junto con las instrucciones almacenadas en la memoria 314, y/u otros componentes, puede funcionar como un controlador del globo 300.

La carga útil 306 del globo 300 también puede incluir diversos otros tipos de equipos y sistemas para proporcionar una serie de funciones diferentes. Por ejemplo, la carga útil 306 puede incluir un sistema 316 de comunicación óptica, 35 que puede transmitir señales ópticas a través de un sistema 320 de LED ultrabrillante, y que puede recibir señales ópticas a través de un receptor 322 de comunicación óptica (por ejemplo, un sistema receptor de fotodiodo). Además, la carga útil 306 puede incluir un sistema 318 de comunicación de RF, que puede transmitir y/o recibir comunicaciones de RF a través de un sistema 340 de antena.

40 La carga útil 306 también puede incluir una fuente 326 de potencia para suministrar potencia a los diversos componentes del globo 300. La fuente 326 de potencia podría incluir una batería recargable. En otras realizaciones, la fuente 326 de potencia puede representar adicional o alternativamente otros medios conocidos en la técnica para producir potencia. Además, el globo 300 puede incluir un sistema 327 de generación de potencia solar. El sistema 327 de generación de potencia solar puede incluir paneles solares y podría usarse para generar potencia que se carga y/o 45 se distribuye por la fuente 326 de potencia.

La carga útil 306 puede incluir adicionalmente un sistema 324 de posicionamiento. El sistema 324 de posicionamiento podría incluir, por ejemplo, un sistema de posicionamiento global (GPS), un sistema de navegación inercial y/o un sistema de seguimiento de estrellas. El sistema 324 de posicionamiento puede incluir adicional o alternativamente diversos sensores de movimiento (por ejemplo, acelerómetros, magnetómetros, giroscopios y/o brújulas).

50 El sistema 324 de posicionamiento puede incluir adicional o alternativamente una o más cámaras de video y/o fijas, y/o diversos sensores para capturar datos ambientales.

Algunos o todos los componentes y sistemas dentro de la carga útil 306 pueden implementarse en una radiosonda u otra sonda, que puede ser operable para medir, por ejemplo, presión, altitud, posición geográfica (latitud y longitud), temperatura, humedad relativa, y/o velocidad del viento y/o dirección del viento, entre otra información.

55 Como se indicó, el globo 300 incluye un sistema 320 de LED ultrabrillante para la comunicación óptica de espacio libre con otros globos. Como tal, el sistema 316 de comunicación óptica puede configurarse para transmitir una señal óptica

de espacio libre modulando el sistema 320 de LED ultrabrillante. El sistema 316 de comunicación óptica puede implementarse con sistemas mecánicos y/o con hardware, firmware y/o software. Generalmente, la manera en que se implementa un sistema de comunicación óptica puede variar, dependiendo de la aplicación particular. El sistema 316 de comunicación óptica y otros componentes asociados se describen con más detalle a continuación.

5 En otro aspecto, el globo 300 puede configurarse para control de altitud. Por ejemplo, el globo 300 puede incluir un sistema de flotabilidad variable, que está configurado para cambiar la altitud del globo 300 ajustando el volumen y/o la densidad del gas en el globo 300. Un sistema de flotabilidad variable puede tomar diversas formas, y generalmente puede ser cualquier sistema que pueda cambiar el volumen y/o la densidad del gas en la envoltura 302.

10 En una realización de ejemplo, un sistema de flotabilidad variable puede incluir una cámara 310 de aire que se encuentra dentro de la envoltura 302. La cámara 310 de aire podría ser una cámara elástica configurada para contener líquido y/o gas. Alternativamente, la cámara 310 de aire no necesita estar dentro de la envoltura 302. Por ejemplo, la cámara 310 de aire podría ser una cámara de aire rígida que podría presurizarse mucho más allá de la presión neutra. Por lo tanto, la flotabilidad del globo 300 puede ajustarse cambiando la densidad y/o el volumen del gas en la cámara 310 de aire. Para cambiar la densidad en la cámara 310 de aire, el globo 300 puede configurarse con sistemas y/o
15 mecanismos para calentar y/o enfriar el gas en la cámara 310 de aire. Además, para cambiar el volumen, el globo 300 puede incluir bombas u otras características para agregar gas y/o eliminar gas de la cámara 310 de aire. Además o alternativamente, para cambiar el volumen de la cámara 310 de aire, el globo 300 puede incluir válvulas de liberación u otras características que son controlables para permitir que el gas escape de la cámara 310 de aire. Se podrían implementar múltiples cámaras 310 de aire dentro del alcance de esta divulgación. Por ejemplo, se podrían usar
20 múltiples cámaras de aire para mejorar la estabilidad del globo.

En una realización de ejemplo, la envoltura 302 podría llenarse con helio, hidrógeno u otro material más ligero que el aire. La envoltura 302 podría tener una fuerza de flotabilidad ascendente asociada. En tal realización, el aire en la cámara 310 de aire podría considerarse un tanque de lastre que puede tener una fuerza de lastre hacia abajo asociada. En otra realización de ejemplo, la cantidad de aire en la cámara 310 de aire podría cambiarse bombeando aire (por
25 ejemplo, con un compresor de aire) dentro y fuera de la cámara 310 de aire. Al ajustar la cantidad de aire en la cámara 310 de aire, la fuerza del lastre puede ser controlado. En algunas realizaciones, la fuerza de lastre puede usarse, en parte, para contrarrestar la fuerza de flotabilidad y/o proporcionar estabilidad de altitud.

En otras realizaciones, la envoltura 302 podría ser sustancialmente rígida e incluir un volumen cerrado. Se podría evacuar el aire de la envoltura 302 mientras se mantiene sustancialmente el volumen cerrado. En otras palabras, al
30 menos un vacío parcial podría crearse y mantenerse dentro del volumen incluido. Por lo tanto, la envoltura 302 y el volumen cerrado podrían volverse más ligeros que el aire y proporcionar una fuerza de flotabilidad. En otras realizaciones más, el aire u otro material podría introducirse de manera controlable en el vacío parcial del volumen cerrado en un esfuerzo por ajustar la fuerza de flotabilidad global y/o proporcionar control de altitud.

En otra realización, una porción de la envoltura 302 podría ser un primer color (por ejemplo, negro) y/o un primer material del resto de la envoltura 302, que puede tener un segundo color (por ejemplo, blanco) y/o un segundo material. Por ejemplo, el primer color y/o el primer material podrían configurarse para absorber una cantidad relativamente mayor de energía solar que el segundo color y/o el segundo material. Por lo tanto, girar el globo de manera que el primer material esté orientado hacia el sol puede actuar para calentar la envoltura 302 así como el gas dentro de la
35 envoltura 302. De esta manera, la fuerza de flotabilidad de la envoltura 302 puede aumentar. Al girar el globo de manera que el segundo material esté orientado hacia el sol, la temperatura del gas dentro de la envoltura 302 puede disminuir. En consecuencia, la fuerza de flotabilidad puede disminuir. De esta manera, la fuerza de flotación del globo podría ajustarse cambiando la temperatura/volumen de gas dentro de la envoltura 302 utilizando energía solar. En tales realizaciones, es posible que una cámara 310 de aire no sea un elemento necesario del globo 300. Por lo tanto, en diversas realizaciones contempladas, el control de altitud del globo 300 podría lograrse, al menos en parte,
40 ajustando la rotación del globo con respecto al sol.

Además, un globo 306 puede incluir un sistema de navegación (no mostrado). El sistema de navegación puede implementar funciones de mantenimiento de estación para mantener la posición dentro y/o moverse a una posición de acuerdo con una topología deseada. En particular, el sistema de navegación puede usar datos de viento altitudinal para determinar los ajustes altitudinales que dan como resultado que el viento transporte el globo en una dirección deseada y/o a una ubicación deseada. El sistema de control de altitud puede hacer ajustes a la densidad de la cámara del globo para efectuar los ajustes altitudinales determinados y hacer que el globo se mueva lateralmente en la dirección deseada y/o en la ubicación deseada. Alternativamente, los ajustes altitudinales pueden calcularse mediante un sistema de control basado en tierra o basado en satélite y comunicado al globo a gran altitud. En otras realizaciones, los globos específicos en una red de globos heterogéneos pueden configurarse para calcular ajustes altitudinales para
45 otros globos y transmitir los comandos de ajuste a esos otros globos.

Como se muestra, el globo 300 también incluye un sistema 308 de corte. El sistema 308 de corte puede activarse para separar la carga útil 306 del resto del globo 300. El sistema 308 de corte podría incluir al menos un conector, tal como un cable de globo, que conecta la carga útil 306 a la envoltura 302 y un medio para cortar el conector (por ejemplo, un mecanismo de corte o un perno explosivo). En una realización de ejemplo, el cable del globo, que puede ser de

nailon, está envuelto con un alambre de nicromo. Se podría pasar una corriente a través del cable de nicromo para calentarlo y derretir el cable, cortando la carga útil 306 de la envoltura 302.

5 La funcionalidad de corte se puede utilizar en cualquier momento que se necesite acceder a la carga útil en el suelo, tal como cuando es el momento de retirar el globo 300 de una red de globos, cuando se debe realizar mantenimiento en los sistemas dentro de la carga útil 306, y/o cuando la fuente 326 de potencia necesita ser recargada o reemplazada.

10 En una disposición alternativa, un globo puede no incluir un sistema de corte. En tal disposición, el sistema de navegación puede ser operable para navegar el globo a una ubicación de aterrizaje, en el caso de que el globo necesite ser retirado de la red y/o acceder a él desde el suelo. Además, es posible que un globo sea autosostenible, de modo que no sea necesario acceder a él desde el suelo. En aún otras realizaciones, los globos en vuelo pueden ser atendidos por globos de servicio específicos u otro tipo de aerostato de servicio o aeronave de servicio.

3. Red de globos con enlaces ópticos y de RF entre globos

15 En algunas realizaciones, una red de globos a gran altitud puede incluir globos de supernodos, que se comunican entre sí a través de enlaces ópticos, así como globos de subnodos, que se comunican con globos de supernodos a través de enlaces de RF. Generalmente, los enlaces ópticos entre globos de supernodos pueden configurarse para tener más ancho de banda que los enlaces de RF entre globos de supernodos y subnodos. Como tal, los globos de supernodos pueden funcionar como la columna vertebral de la red de globos, mientras que los subnodos pueden proporcionar subredes que proporcionan acceso a la red de globos y/o conectan la red de globos a otras redes.

20 La figura 4 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra una red de globos que incluye supernodos y subnodos, de acuerdo con una realización de ejemplo. Más específicamente, la figura 4 ilustra una porción de una red 400 de globos que incluye globos 410A a 410C de supernodos (que también pueden denominarse "supernodos") y globos 420 de subnodos (que también pueden denominarse "subnodos").

25 Cada globo 410A a 410C de supernodos puede incluir un sistema de comunicación óptica de espacio libre que es operable para la comunicación de datos en paquetes con otros globos de supernodos. Como tal, los supernodos pueden comunicarse entre sí a través de enlaces ópticos. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el supernodo 410A y el supernodo 401B pueden comunicarse entre sí a través del enlace 402 óptico, y el supernodo 410A y el supernodo 401C pueden comunicarse entre sí a través del enlace 404 óptico.

30 Cada uno de los globos 420 de subnodos puede incluir un sistema de comunicación por radiofrecuencia (RF) que es operable para la comunicación de datos por paquetes a través de una o más interfaces aéreas de RF. En consecuencia, cada globo 410A a 410C de supernodo puede incluir un sistema de comunicación de RF que sea operable para enrutar datos de paquete a uno o más globos 420 de subnodo cercanos. Cuando un subnodo 420 recibe datos de paquete de un supernodo 410, el subnodo 420 puede usar su sistema de comunicación de RF para enrutar los datos del paquete a una estación 430 terrestre a través de una interfaz aérea de RF.

35 Como se indicó anteriormente, los supernodos 410A a 410C pueden configurarse tanto para comunicación óptica de mayor alcance con otros supernodos y comunicaciones de RF de menor alcance con subnodos 420 cercanos. Por ejemplo, supernodos 410A a 410C puede usar el uso de LED de alta potencia o ultrabrillantes para transmitir señales ópticas a través de enlaces 402, 404 ópticos, que pueden extenderse hasta 100 millas, o posiblemente más. Configurados como tales, los supernodos 410A a 410C pueden ser capaces de comunicaciones ópticas a tasas de datos de 10 a 50 GBit/seg o más.

40 Se puede configurar un número mayor de globos de gran altitud como subnodos, que pueden comunicarse con nodos de internet terrestres a tasas de datos del orden de aproximadamente 10 Mbit/seg. Por ejemplo, en la implementación ilustrada, los subnodos 420 pueden configurarse para conectar los supernodos 410 a otras redes y/o directamente a los dispositivos del cliente.

45 Se tiene en cuenta que las velocidades de datos y las distancias de enlace descritas en el ejemplo anterior y en otras partes de este documento se proporcionan con fines ilustrativos y no deben considerarse limitantes; son posibles otras velocidades de datos y distancias de enlace.

En algunas realizaciones, los supernodos 410A a 410C pueden funcionar como una red central, mientras que los subnodos 420 funcionan como una o más redes de acceso a la red central. En tal realización, algunos o todos los subnodos 420 también pueden funcionar como puertas de enlace a la red 400 de globos. Además o alternativamente, algunas o todas las estaciones 430 terrestres pueden funcionar como puertas de enlace a la red 400 de globos.

50 4. Controlar la altitud de un globo usando un primer modo de operación al tener una envoltura con una primera porción y una segunda porción, donde la primera porción permite que se transfiera más energía solar al gas dentro de la envoltura y se pueda rotar para colocar una porción deseada de la envoltura orientada hacia el sol durante el día.

55 En una realización, como se muestra en la figura 5A, se muestra un globo 500, con la figura 5B que muestra una vista del globo 500 desde arriba. La flotabilidad del globo 500 (y, por lo tanto, la altitud del globo) puede controlarse ajustando la temperatura del gas dentro de la envoltura 502. A medida que aumenta la temperatura del gas dentro de

la envoltura 502, la densidad relativa del gas dentro de la envoltura 502 disminuye y aumenta el volumen del gas, lo que puede dar como resultado una fuerza más flotante (o ascendente) sobre el globo 500, lo que puede hacer que aumente la altitud del globo. De manera similar, a medida que disminuye la temperatura del gas dentro de la envoltura 502, aumenta la densidad relativa del gas dentro de la envoltura 502 y disminuye el volumen del gas, lo que puede dar como resultado una fuerza menos flotante (o ascendente) sobre el globo 500, que puede hacer que la altitud del globo disminuya. Por lo tanto, la altitud del globo 500 puede controlarse aumentando o disminuyendo la temperatura del gas dentro de la envoltura 502.

Durante el día, la temperatura del gas dentro de la envoltura del globo puede controlarse usando un primer modo de operación controlando la cantidad de energía solar que es absorbida por el gas dentro de la envoltura. En particular, las superficies blancas, o las superficies de colores claros, absorben menos energía solar que las superficies negras o las superficies de colores oscuros. Por lo tanto, la cantidad de energía solar absorbida por el gas dentro de la envoltura 502, y por lo tanto la temperatura del gas, puede controlarse si las propiedades de absorción/reflexión de la superficie de la envoltura 502 que está orientada hacia el sol son ajustables. Por consiguiente, las propiedades de absorción/reflexión de la superficie de la envoltura 502 pueden ajustarse o variarse girando una envoltura 502 que tiene una primera porción 502a que permite una menor transferencia de energía solar al gas dentro de la envoltura (por ejemplo, mediante una disminución de la absorción y/o mayor reflejo de la luz solar), que una segunda porción 502b de la envoltura.

Por ejemplo, una primera porción de la envoltura 502a podría ser de color blanco, o algún otro color claro, que refleje más energía solar que una superficie de color oscuro para ayudar a evitar que aumente la temperatura del gas dentro de la envoltura 502. Una segunda porción de la envoltura 502b podría ser de color negro, o algún otro color oscuro, que absorbe más energía solar que una superficie de color claro para permitir que el gas absorba más energía solar dentro de la envoltura 502, haciendo que la temperatura del gas dentro de la envoltura 502 aumente.

Como alternativa, pero operando según principios similares, la primera porción de la envoltura 502a podría ser opaca o reflectante, evitando así que la luz solar pase a la envoltura 502, para ayudar a evitar que la temperatura del gas dentro de la envoltura 502 se eleve. La segunda porción de la envoltura 502b podría ser translúcida o transmisiva, permitiendo que la luz solar pase a través de la segunda porción de la envoltura 502b y, por lo tanto, más energía solar para ser absorbida por el gas dentro de la envoltura 502, para hacer que la temperatura del gas dentro de la envoltura 502 aumente.

Por otra parte, alternativamente, o además de variar las propiedades de absorción o reflexión de las porciones de la envoltura del globo para controlar la cantidad de energía solar que ingresa a la envoltura del globo, también es posible proporcionar un globo de forma no simétrica de manera que una primera porción del globo puede estar orientada hacia el sol que permite que el gas dentro de la envoltura absorba más energía solar que cuando una segunda porción del globo está orientada hacia el sol.

Por ejemplo, en la figura 8A, se muestra el globo 1500 que tiene una envoltura 1502 que tiene una primera porción 1502a que tiene un área de superficie circular grande que permite que el gas dentro de la envoltura 1502 absorba más energía solar que la segunda porción 1502b de la envoltura 1502 que se muestra en la figura 8B. La figura 8B muestra la envoltura 1502 del globo después de que se ha girado 90 grados desde la posición mostrada en la figura 8A. Al elegir qué porción (1502a o 1502b) de la envoltura del globo de forma no simétrica para orientarse hacia el sol, se puede introducir calor diferencial en el globo. Al rotar o girar el globo 1500 en relación con el sol, puede producirse un calentamiento o enfriamiento sustancial al presentar más o menos la superficie de la envoltura al sol, sin tener en cuenta qué materiales se usan para la primera porción 1502a o la segunda porción 1502b. Por supuesto, un globo de forma no simétrica puede usarse con un globo que tiene el mismo material usado para toda el área de la superficie de la envoltura, o puede usarse junto con una primera porción del globo que tiene diferentes propiedades reflectantes, transmisivas o emisivas que una segunda porción del globo.

Con referencia de nuevo a las figuras 5A y 5B, controlando si la porción 502a o 502b de la envoltura 502 está orientada hacia el sol, la temperatura del gas dentro de la envoltura 502 del globo 500 puede controlarse. Como se analiza con más detalle a continuación, el globo 500 puede estar equipado con la capacidad de rotar la envoltura 502 de modo que la primera porción de la envoltura 502a o la segunda porción de la envoltura 502b esté posicionada orientada al sol. Cuando se desea aumentar la altitud del globo 500, la primera porción de la envoltura 502a que permite que el gas absorba más energía solar dentro de la envoltura 502 se puede colocar de frente al sol para aumentar la temperatura del gas dentro de la envoltura 502 (y aumentar la altitud del globo 500). De manera similar, cuando se desea disminuir la altitud del globo 500, la segunda porción de la envoltura 502b que permite que el gas absorba menos energía solar dentro de la envoltura 502 se puede colocar frente al sol para disminuir la temperatura del gas dentro de la envoltura 502 (y disminuir la altitud del globo 500).

De manera similar, haciendo referencia de nuevo a las figuras 8A y 8B, controlando si la porción 1502a o 1502b de la envoltura 1502 está orientada hacia el sol, la temperatura del gas dentro de la envoltura 1502 del globo 1500 puede controlarse. El globo 1500 puede estar equipado con la capacidad de rotar la envoltura 1502 de modo que la primera porción de la envoltura 1502a o la segunda porción de la envoltura 1502b esté posicionada hacia el sol. Cuando se desee aumentar la altitud del globo 1500, la primera porción de la envoltura 1502a que permite que el gas absorba más energía solar dentro de la envoltura 1502 se puede colocar de frente al sol para aumentar la temperatura del gas

dentro de la envoltura 1502 (y aumentar la altitud del globo 1500). De manera similar, donde se desea disminuir la altitud del globo 1500, la segunda porción de la envoltura 1502b que permite que el gas absorba menos energía solar dentro de la envoltura 1502 se puede colocar frente al sol para disminuir la temperatura del gas dentro de la envoltura 1502 (y disminuir la altitud del globo 1500).

5 Se apreciará que puede ser deseable tener una cierta cantidad de la primera o segunda (o incluso tercera o más porciones) de la envoltura orientada hacia el sol. Así, por ejemplo, puede preferirse tener el 100% de la primera porción de la envoltura orientada hacia el sol, y el 0% de la segunda porción de la envoltura orientada hacia el sol, o viceversa. Alternativamente, puede desearse tener una proporción preferida del 30% de la primera porción de la envoltura y el 70% de la segunda porción de la envoltura mirando hacia el sol.

10 Las figuras 5A y 5B muestran un escenario simplificado que supone que la mitad de la superficie del globo está expuesta al sol. Sin embargo, como se muestra en las figuras 6A y 6B, en el globo 1400, la porción 1402a de envoltura permite que el gas dentro de la envoltura 1402 absorba más energía solar que la porción 1402b de envoltura. La porción 1402a de envoltura cubre un área W, y en ciertos momentos del día, por ejemplo, cuando el sol está directamente sobre la cabeza, solo una porción W' del área W está directamente expuesta a la luz solar. De manera similar, la porción 1402b de envoltura permite que el gas dentro de la envoltura 1402 absorba menos energía solar que la porción 1402a de envoltura. La porción 1402 de envoltura cubre un área B, y en ciertos momentos del día, solo una porción B' del área B está directamente expuesta a la luz solar.

Suponiendo que el área W tiene un factor de transmisión de energía WT y el área B tiene un factor de transmisión de energía BT, y el área de superficie del área expuesta al sol de W es W' y el área de superficie del área expuesta al sol B es B', la energía total a ser absorbida por el gas dentro de la envoltura del globo puede estar gobernada por las ecuaciones Energía Total = (W' x WT) + (B' x BT). Por lo tanto, la cantidad de energía transferida al gas dentro de la envoltura 1402 puede verse como una función del área W' y B' que está directamente expuesta al sol. Al girar la envoltura 1402 del globo para que se aumente el área de W' (y por lo tanto se disminuye el área B'), se puede aumentar la cantidad de energía solar transferida al gas dentro de la envoltura 1402. Por el contrario, si se desea disminuir la cantidad de energía absorbida por el gas dentro de la envoltura 1402, entonces la envoltura 1402 del globo puede rotarse de modo que el área W' disminuya (y, por lo tanto, el área B' aumente).

La ecuación anterior para Energía Total también puede simplificarse porque supone que los factores de transmisión de energía WT son constantes en el área W' expuesta al sol y que el factor de transmisión de energía BT también es constante en el área expuesta al sol B'. Sin embargo, los factores de transmisión de energía WT y BT pueden variar a través de la superficie de la envoltura con base en el ángulo de incidencia en el que la luz solar incide en la envoltura en un punto dado. Además, la cantidad de energía solar transferida al gas en la envoltura puede ser una función de la forma y el tamaño del área de la superficie que mira al sol, el tamaño y la forma de B' y W', la posición y/o ubicación del sol en relación con la envoltura, la intensidad de la luz solar (que puede ser una función de la hora del día, el mes, el año) y/o las propiedades de absorción, reflexión y/o refracción de los materiales con los que B y W están contruidos.

35 No obstante, la cantidad de energía solar absorbida o reflejada por la envoltura del globo puede controlarse y/o ajustarse controlando y/o ajustando la cantidad de las porciones de la envoltura del globo que están orientadas hacia el sol. De esta manera, la absorción de energía del gas o aire dentro del globo puede controlarse de manera continua alterando las proporciones de las porciones de la envoltura del globo que mira al sol.

Las figuras 5 y 5A muestran líneas divisorias agudas entre las diferentes porciones de la envoltura. Sin embargo, se apreciará que la división entre las porciones de la primera y la sección de la envoltura podría ser gradual, permitiendo una cantidad continuamente decreciente de energía solar absorbida por el gas dentro de la envoltura a medida que la porción más oscura o transmisora de la envoltura es girada lejos desde una posición orientada hacia el sol hasta una posición donde la porción más clara o más opaca o reflectante de la envoltura se coloca orientada hacia el sol. Por lo tanto, con un cambio gradual entre la primera y la segunda porción de la envoltura, a medida que la envoltura gira lentamente, la cantidad de energía solar que puede ser absorbida por el gas dentro de la envoltura puede reducirse lentamente. Las porciones de la envoltura del globo podrían estar hechas de materiales que absorben la luz o reflejan la luz para cambiar la temperatura (y, por lo tanto, la presión y la densidad del gas) en el interior del globo, así como materiales que cambian su elasticidad y se expanden y/o contraen cuando ellos, o el gas dentro de ellos, o se calienta y/o enfría.

50 Además, el tamaño y la forma del globo podrían modificarse para permitir una distinción más clara entre la primera y la segunda porción de la envoltura. Por ejemplo, la envoltura del globo podría tener una forma generalmente rectangular con dos superficies principales dispuestas en sentido opuesto que corresponden a la primera y segunda porciones de la envoltura.

El globo 500 que se muestra en las figuras 5A y 5B, o el globo 1500 que se muestra en las figuras 8A y 8B puede, pero no es obligatorio, incluir además una cámara de aire, como la cámara 310 de aire representada en la figura 3. La cámara de aire puede usarse para actuar como un tipo de lastre para controlar aún más la altitud del globo 500 o 1500. A medida que la cámara de aire se llena con más aire, la densidad del gas dentro de la envoltura aumenta, lo que resulta en una disminución de la fuerza de flotación hacia arriba del globo, lo que también resulta en una disminución en la altitud del globo. De manera similar, para aumentar la fuerza de flotación hacia arriba del globo y

aumentar la altitud del globo, se puede eliminar o purgar el aire de la cámara de aire, lo que resulta en una menor densidad del gas en la envoltura y una mayor fuerza de flotabilidad hacia arriba del globo, lo que resulta en un aumento en la altitud del globo.

5 Además, también hay formas alternativas de utilizar el entorno natural y/o los cambios de temperatura naturales para controlar la temperatura del gas y/o aire dentro del globo (en la envoltura o la cámara de aire del globo) para controlar o cambiar la altitud del globo. Por ejemplo, uno podría hacer que el globo esté bastante aislado térmicamente, por ejemplo, con una baja emisividad, y luego incluir un disipador de calor (que podría tomar la forma de una aleta metálica, o una aleta hecha de un material conductor térmico tal como el Cobre de Berilio) que es extensible y/o retráctil del globo de manera que la aleta pueda colocarse debajo del globo y acoplarse térmicamente al gas dentro del globo (a través de una biela, por ejemplo). De esta manera, cuando se desea enfriar el gas dentro del globo (en la cámara de aire o envoltura) más rápidamente, el disipador de calor podría desplegarse y la aleta metálica extenderse a la atmósfera, donde el calor del globo puede transferirse a la atmósfera. De manera similar, cuando se desea enfriar el aire o el gas dentro del globo más lentamente, el disipador de calor o la aleta se pueden retraer para que se transfiera menos calor del gas o del aire dentro del globo a la atmósfera. Por lo tanto, el disipador de calor o la aleta pueden extenderse cuando se desea enfriar el aire o el gas dentro del globo más rápidamente, y el disipador de calor o la aleta pueden retraerse cuando se desea enfriar el aire o el gas dentro del globo más lentamente.

La rotación de la envoltura se puede lograr mediante el uso de un ventilador o ventiladores desplazados colocados en y extendiéndose desde uno de los componentes del globo 500. Cuanto más se coloque el ventilador desde el centro de masa del globo, mayor será la fuerza de rotación para girar la envoltura del globo. El ventilador o los ventiladores pueden estar unidos a un brazo retráctil o soporte cuando no sea necesario para la operación.

Además, una válvula direccional de aire comprimido, o aire comprimido dirigido hacia una placa de empuje o deflector de empuje (retráctil y/o ajustable si se desea) colocado y extendiéndose desde un componente del globo 500 también podría usarse para lograr la rotación deseada de la envoltura. Cuanto más se coloque la válvula direccional o el aire comprimido desde el centro de masa del globo, mayor será la fuerza de rotación para rotar la envoltura del globo. Se puede usar una aleta o ala que se pueda maniobrar para rotar o controlar la rotación del globo.

En algunas aplicaciones, puede ser deseable tener la envoltura 502 del globo 500 giratoria alrededor de la carga útil, el corte o la falda. Por ejemplo, la envoltura 502 se puede conectar de forma giratoria utilizando un soporte de cardán o un rodamiento de rodillos esféricos, permitiendo así tres grados de libertad, es decir, balanceo, inclinación y guiñada en el punto de conexión. Además, la conexión giratoria podría realizarse utilizando cualquiera de una variedad de rodamientos, incluido un rodamiento liso, un rodamiento de fricción o un rodamiento de rodillos, o incluso un rodamiento de aire.

La rotación de la envoltura 502 puede ser controlada por un motor o servomotor. La rotación de la envoltura 500 puede controlarse adicionalmente mediante un mecanismo de indexación. Tal mecanismo de indexación podría incluir un mecanismo de indexación de trinquete y pestillo que permita que un trinquete dentado o engranaje gire libremente en una dirección, pero que un pestillo evite que gire en la dirección opuesta, donde el pestillo podría cargarse por resorte. También se podría usar un trinquete de rodillos o una rueda con muescas para indexar.

Con referencia a la figura 3, la envoltura del globo podría controlarse para girar una porción deseada de la envoltura hacia el sol.

El posicionamiento de la porción deseada de la envoltura hacia el sol podría realizarse mediante el globo al que está sujeta la envoltura, por ejemplo usando el procesador 312 y la memoria 314 para controlar la conexión giratoria de la envoltura. Alternativamente, el posicionamiento de la porción deseada del globo podría controlarse remotamente por otro globo o estación terrestre o espacial.

Una vez bajo control local o remoto, el posicionamiento de la envoltura podría ajustarse a medida que el sol se mueve a un punto de la porción deseada de la envoltura hacia el sol. En otras palabras, los ajustes podrían realizarse con un esfuerzo por mantener la posición de la porción deseada de la envoltura hacia el sol. O el posicionamiento de la porción deseada de la envoltura podría ajustarse continuamente para tener en cuenta el movimiento continuo del sol.

En cualquier caso, durante los momentos en que sale el sol, puede ser posible controlar, al menos en parte, la altitud del globo girando el globo de modo que las porciones deseadas de la envoltura estén orientadas hacia el sol, controlando así de la cantidad de energía solar que es absorbida por el gas dentro de la envoltura del globo. Usar energía solar para controlar la altitud del globo puede ser ventajoso porque se puede consumir menos energía girando el globo a la posición adecuada en relación con el sol, que usar otros métodos de control de altitud, incluyendo inflar/desinflar la envoltura o cámara de aire del globo, o quemar hidrógeno para calentar el gas dentro del globo.

5. Uso de un segundo modo de operación para el control de altitud

55 Durante la noche, cuando el sol está abajo, puede que ya no sea posible usar la energía solar directa y la rotación de la envoltura del globo para controlar la altitud del globo. Por lo tanto, un segundo modo para controlar la altitud debería estar disponible durante la noche. Un segundo modo de operación utilizado para controlar la altitud del globo por la noche es mediante la introducción de gas de elevación adicional en la envoltura del globo o la cámara de aire. De esta

manera, se puede bombear gas dentro o fuera de la envoltura o cámara de aire del globo para controlar la altitud del globo por la noche. Se pueden usar altímetros u otros dispositivos para determinar la altitud y/o la tasa de descenso y proporcionar el cambio de un primer modo de control de altitud usando energía solar, a un segundo modo de control de altitud usando el inflado/desinflado de la envoltura del globo o la cámara de aire con gas, o alguna combinación de los mismos. Por supuesto, en ciertos momentos del día, puede ser conveniente utilizar el primer modo de operación para el control de altitud, el segundo modo de control de altitud, o el primer modo y el segundo modo de operación para control de altitud al mismo tiempo.

Además, para aprovechar la energía para proporcionar control de altitud durante la noche, la carga útil puede incluir una o más celdas solares para almacenar energía que puede usarse para el control de altitud durante la noche. Por ejemplo, la energía solar almacenada durante el día puede usarse para controlar la altitud del globo bombeando gas dentro o fuera de la envoltura del globo o la cámara de aire del globo.

Durante el segundo modo de control de altitud, la envoltura del globo puede necesitar expandirse para permitir que el gas se vuelva menos denso y para proporcionar más fuerza flotante hacia arriba. Como se muestra en la figura 7, durante la noche, por ejemplo, la envoltura 902 de globo del globo 900 puede expandirse. Por ejemplo, la envoltura 902 del globo puede expandirse desde un tamaño de envoltura 902D a un tamaño de envoltura 902E. De manera similar, la cámara 910 de aire del globo 910 también puede expandirse a medida que se bombea gas a la cámara de aire desde, por ejemplo, el tamaño 910A de cámara de aire hasta el tamaño 910B de cámara de aire, e incluso hasta el tamaño 910C de cámara de aire.

Cuando el sol vuelve a salir a la mañana siguiente, puede ser deseable volver a cambiar al primer modo de controlar la altitud del globo, utilizando la rotación de la envoltura del globo para colocar correctamente la envoltura del globo en relación con el sol y ajustar el temperatura del gas dentro de la envoltura del globo, según se desee. Debe quedar claro que el primer modo de control de altitud y el segundo modo de control de altitud discutidos anteriormente no son dos modos diferentes mutuamente excluyentes. Durante el día, puede ser deseable utilizar el primer modo de control de altitud tanto como sea posible, pero esto puede ser necesario también utilizando el segundo modo de control de altitud. Por ejemplo, de 11 a.m. a 1 p.m., cuando el sol está mayormente directamente sobre el globo, es posible que deba usarse el segundo modo de control de altitud. Además, incluso durante el día, el calor del sol utilizado en el primer modo de control de altitud puede no proporcionar tanto recorrido vertical como se desee, por lo que puede ser necesario aumentarlo incluso a las 3 p.m. (que es el aproximadamente el mejor momento para esto) con la bomba utilizada en el segundo modo de control de altitud.

En consecuencia, cuando se infla la envoltura del globo para el control de altitud, puede ser conveniente permitir que la forma exterior de la envoltura se expanda a medida que aumenta la temperatura del gas dentro de la envoltura y que la forma exterior vuelva a su forma normal cuando disminuye la temperatura del gas dentro de la envoltura. El uso de metal con memoria se puede usar para el exterior de la envoltura del globo para permitir que el globo se expanda cuando se aumenta la temperatura del gas dentro de la envoltura, y vuelva a su forma exterior anterior cuando la temperatura del gas dentro de la envoltura es disminuido. Por lo tanto, la forma exterior de la envoltura puede cambiar de su forma exterior normal a una forma expandida.

La figura 9 muestra un método 1200 que se proporciona que incluye el paso 1202 de determinar la ubicación de un globo con respecto al sol, en donde el globo tiene una envoltura con un gas contenido dentro de la envoltura y una carga útil conectada a la envoltura, y la envoltura tiene una primera porción que tiene una primera propiedad de absorción o reflexión con respecto a permitir que la energía solar se transfiera al gas dentro de la envoltura, y una segunda porción que tiene una segunda propiedad de absorción o reflexión que es diferente de la primera propiedad de absorción o reflexión. El método 1200 incluye además el paso 1204 de rotar la envoltura del globo para colocar la primera porción o la segunda porción de la envoltura frente al sol. El método 1200 también puede proporcionar un modo adicional de control de altitud al incluir el paso 1206 de admitir o liberar gas o aire en una cámara de aire posicionada dentro de la envoltura para elevar o bajar la altitud del globo, o admitir o liberar gas o aire en la envoltura del globo para elevar o bajar la altitud del globo. Otras técnicas conocidas en la técnica para colocar adecuadamente una porción deseada de la envoltura hacia el sol pueden usarse razonablemente dentro del contexto de la divulgación.

6. Un medio legible por ordenador no transitorio con instrucciones para controlar la posición de una porción deseada de la envoltura hacia el sol.

Algunas o todas las funciones descritas anteriormente e ilustradas en las figuras 3, 5A, 5B, 6A, 6B, 7, 8A y 8B pueden ser realizadas por un dispositivo informático en respuesta a la ejecución de instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador no transitorio. El medio legible por ordenador no transitorio podría ser, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria flash, una memoria caché, uno o más discos codificados magnéticamente, uno o más discos codificados ópticamente, o cualquier otra forma de almacenamiento de datos no transitorios. El medio legible por ordenador no transitorio también podría distribuirse entre múltiples elementos de almacenamiento de datos, que podrían ubicarse de forma remota entre sí. El dispositivo informático que ejecuta las instrucciones almacenadas podría ser un dispositivo informático, tal como el procesador 312 ilustrado en la figura 3. Alternativamente, el dispositivo informático que ejecuta las instrucciones almacenadas podría ser otro dispositivo informático, tal como un servidor en una red de servidores, o una estación terrestre.

5 El medio legible por ordenador no transitorio puede almacenar instrucciones ejecutables por el procesador 312 para realizar diversas funciones. Las funciones podrían incluir la determinación de la ubicación de un primer globo y el posicionamiento de una porción de la envoltura del globo en relación con el sol. Las funciones también podrían incluir bombear gas o aire dentro o fuera de la envoltura o la cámara de aire del globo para controlar la altitud del globo durante la noche u otros momentos deseados.

Conclusión

10 La descripción detallada anterior describe diversas características y funciones de los sistemas, dispositivos y métodos divulgados con referencia a las figuras adjuntas. Si bien se han divulgado diversos aspectos y realizaciones en el presente documento, otros aspectos y realizaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Los diversos aspectos y realizaciones divulgados en este documento tienen fines ilustrativos y no pretenden ser limitantes, con el verdadero alcance indicado por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un globo (500), que comprende:
una envoltura (502);
5 una carga útil (306) colocada debajo de la envoltura (502), en donde la envoltura comprende una primera porción y una segunda porción, en donde la primera porción (502b) permite que se transfiera más energía solar al gas dentro de la envoltura que la segunda porción (502a); y
un sistema de control que está configurado para hacer que el globo opere usando un primer modo en el que el movimiento altitudinal del globo es causado, al menos en parte, al girar la envoltura para cambiar una cantidad de la primera porción que mira al sol y una cantidad de la segunda porción que mira al sol;
- 10 en donde el sistema de control está configurado además, en respuesta a no alcanzar una altitud o tasa de descenso deseada usando el primer modo, para hacer que el globo cambie del primer modo para operar usando un segundo modo en el que se produce el movimiento altitudinal del globo, al menos en parte, moviendo un gas o aire de elevación dentro o fuera de la envoltura.
- 15 2. El globo de la reivindicación 1, en donde el movimiento altitudinal del globo mientras opera en el segundo modo es causado, al menos en parte, al mover el gas o aire de elevación dentro o fuera de una cámara de aire (310) dentro de la envoltura.
3. El globo de la reivindicación 1, en donde el sistema de control hace que el globo funcione usando el primer modo y el segundo modo al mismo tiempo.
- 20 4. El globo de cualquier reivindicación precedente, en donde una o más celdas solares se colocan dentro de la carga útil para almacenar energía para el movimiento altitudinal del globo cuando funciona
5. El globo de cualquier reivindicación precedente, en donde el segundo modo de control de altitud se proporciona donde un gas o aire de elevación se mueve hacia adentro o hacia afuera de una cámara de aire (310) dentro de la envoltura del globo para controlar la altitud del globo.
- 25 6. El globo de cualquier reivindicación precedente, en donde durante el segundo modo de control de altitud, la envoltura del globo puede expandirse de un primer tamaño a una segunda forma.
7. El globo de la reivindicación 6, en donde la envoltura del globo incluye metal de memoria para devolver el globo al primer tamaño después de que se haya expandido.
8. El globo de cualquier reivindicación precedente, en donde la envoltura tiene una forma no simétrica de manera que la primera porción tiene un área superficial que es mayor que un área superficial de la segunda porción.
- 30 9. El globo de cualquier reivindicación precedente, en donde la primera porción tiene diferentes propiedades reflectantes, transmisivas y/o emisivas que la segunda porción.
10. El globo de la reivindicación 9, en donde la primera porción tiene diferentes propiedades reflectantes, transmisivas y/o emisivas que la segunda porción cuando se ve en el IR térmico.
11. Un método implementado por ordenador, que comprende:
35 hacer que un globo (500) funcione usando un primer modo, en donde el globo comprende una envoltura (502) y una carga útil (306) colocada debajo de la envoltura, en donde la envoltura comprende una primera porción y una segunda porción, en donde la primera porción (502b) permite que se transfiera más energía solar al gas dentro de la envoltura que la segunda porción (502a), y en donde la operación en el primer modo comprende:
40 hacer que el movimiento altitudinal del globo a través de la rotación de la envoltura cambie la cantidad de la primera porción que mira hacia el sol y la cantidad de la segunda porción que mira hacia el sol; y
en respuesta a no alcanzar la altitud o tasa de descenso deseada usando el primer modo, haciendo que el globo cambie del primer modo para operar usando un segundo modo, en donde la operación en el segundo modo comprende:
45 provocar movimiento altitudinal del globo a través del movimiento de un gas o aire de elevación dentro o fuera de la envoltura.
12. El método de la reivindicación 11, en donde provocar un movimiento altitudinal del globo a través de la rotación de la envoltura comprende operar uno o más ventiladores para rotar la envoltura.
13. El método de la reivindicación 11 o 12, en donde provocar un movimiento altitudinal del globo a través de la rotación de la envoltura comprende hacer que una válvula direccional libere aire comprimido para rotar la envoltura.

14. El método de la reivindicación 11, en donde el método incluye operar el globo usando el primer modo y el segundo modo al mismo tiempo.

15. Un medio legible por ordenador no transitorio que ha almacenado en él instrucciones ejecutables por un dispositivo informático para hacer que el dispositivo informático realice funciones que comprenden:

5 hacer que un globo (500) funcione usando un primer modo, en donde el globo comprende una envoltura (502) y una carga útil (306) colocada debajo de la envoltura, en donde la envoltura comprende una primera porción y una segunda porción, en donde la primera porción (502b) permite que se transfiera más energía solar al gas dentro de la envoltura que la segunda porción (502a), y en donde la operación en el primer modo comprende:

10 hacer que el movimiento altitudinal del globo a través de la rotación de la envoltura cambie una cantidad de la primera porción que mira hacia el sol y la cantidad de la segunda porción que mira hacia el sol; y

en respuesta a no alcanzar la altitud o tasa de descenso deseada usando el primer modo, haciendo que el globo cambie del primer modo para operar usando un segundo modo, en donde la operación en el segundo modo comprende:

15 provocar movimiento altitudinal del globo a través del movimiento de un gas o aire de elevación dentro o fuera de la envoltura.

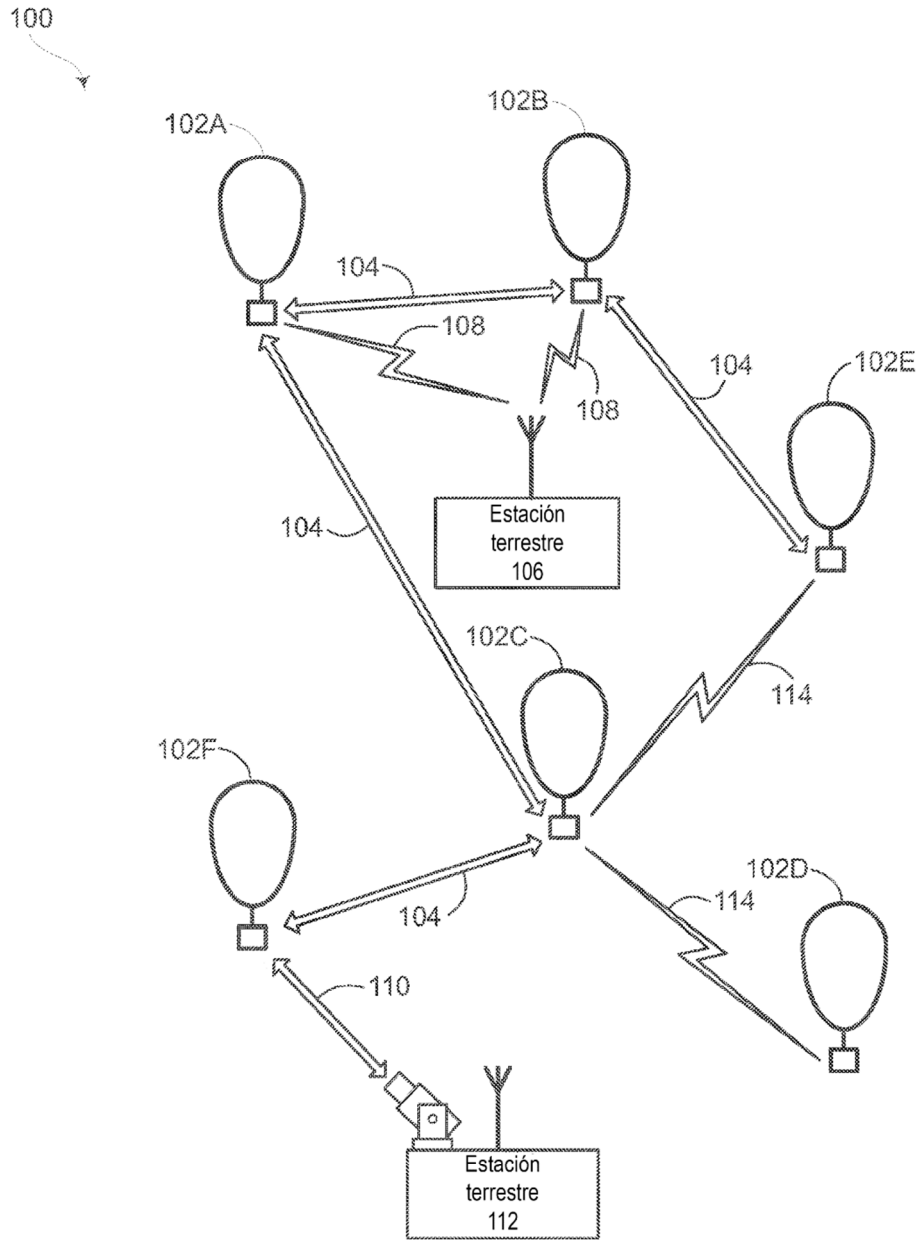


FIG. 1

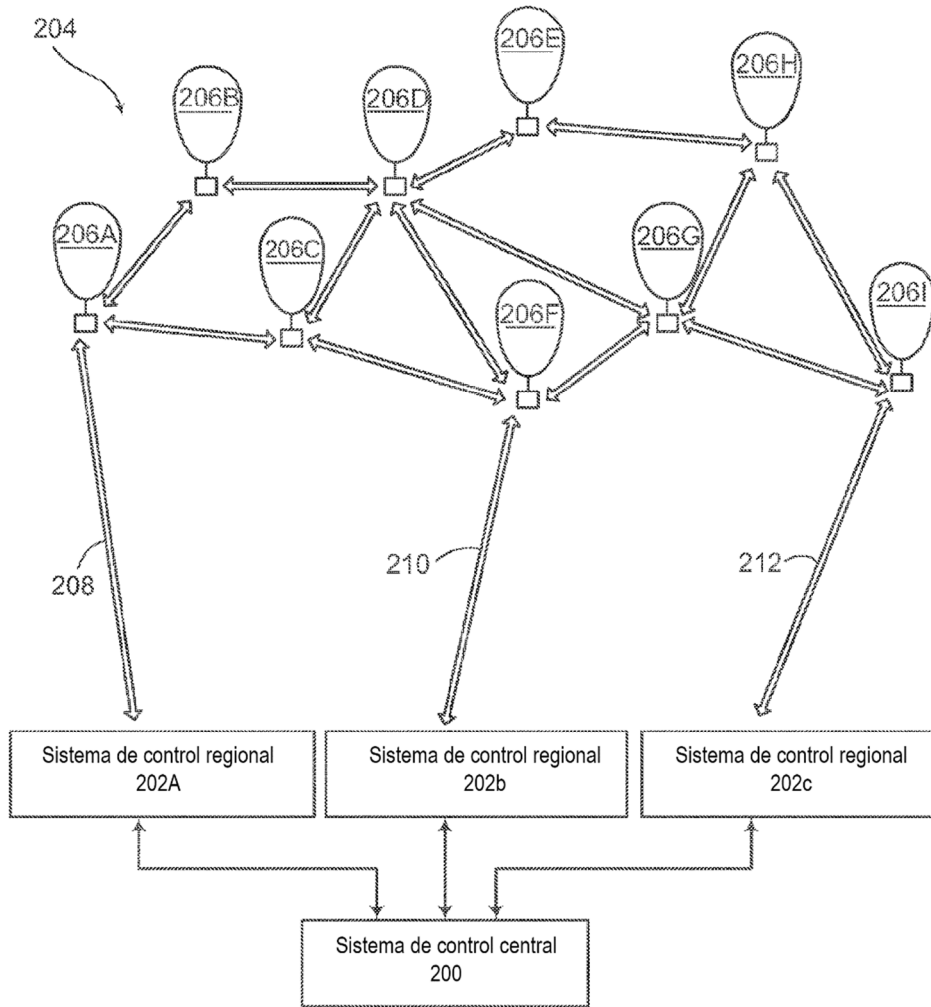


FIG. 2

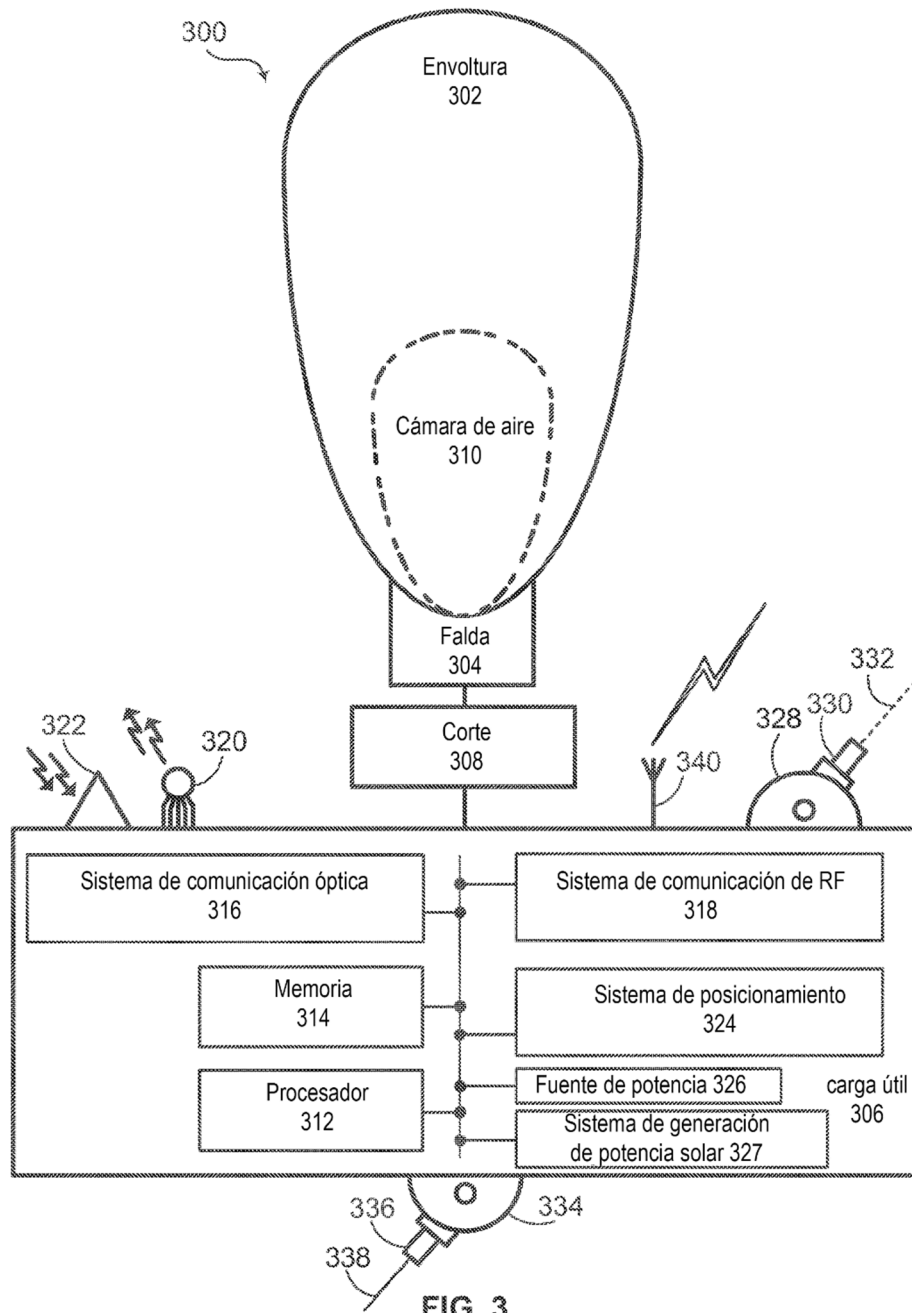


FIG. 3

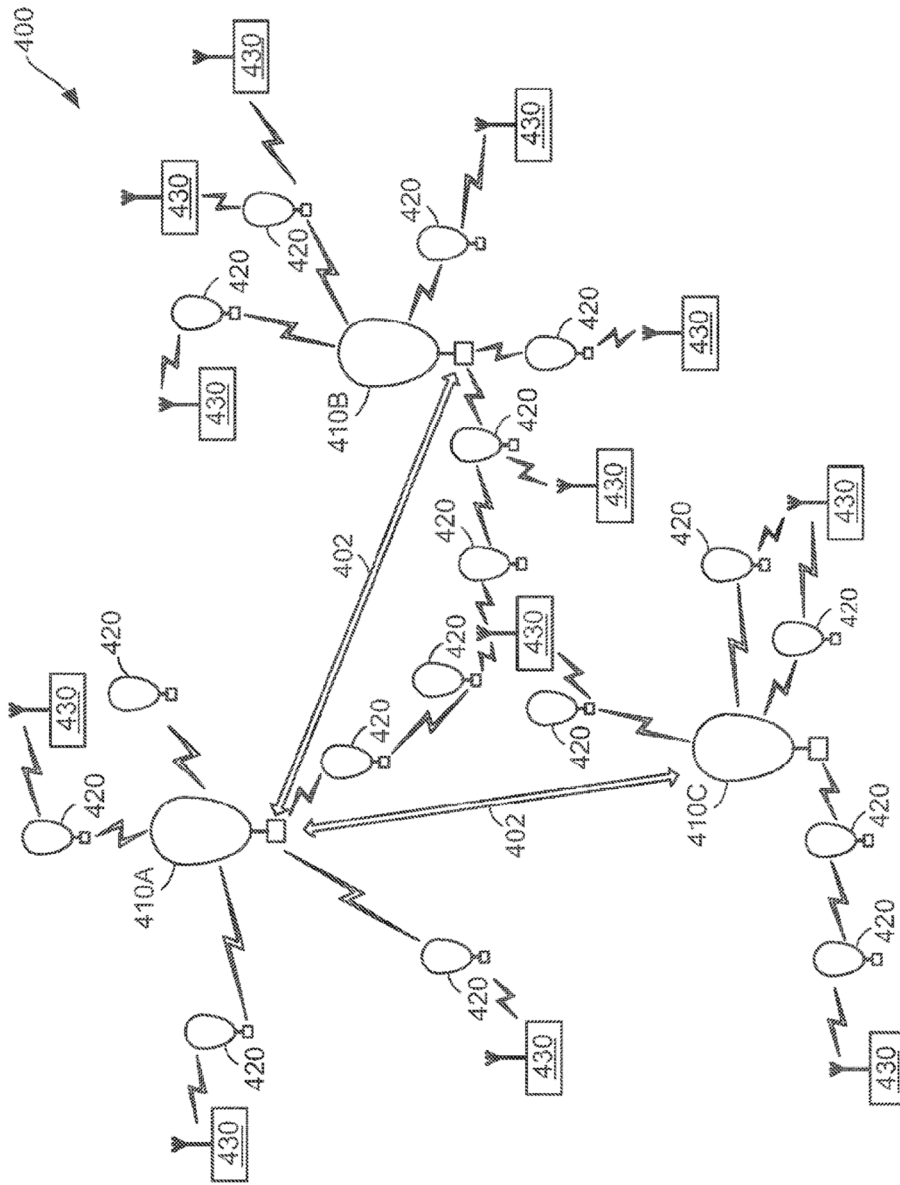


FIG. 4

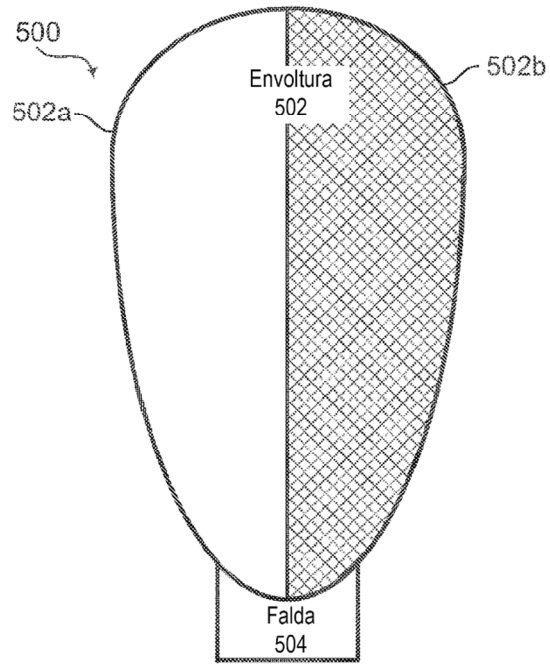


FIG. 5A

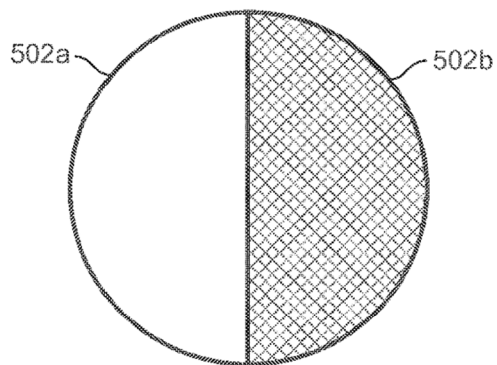


FIG. 5B

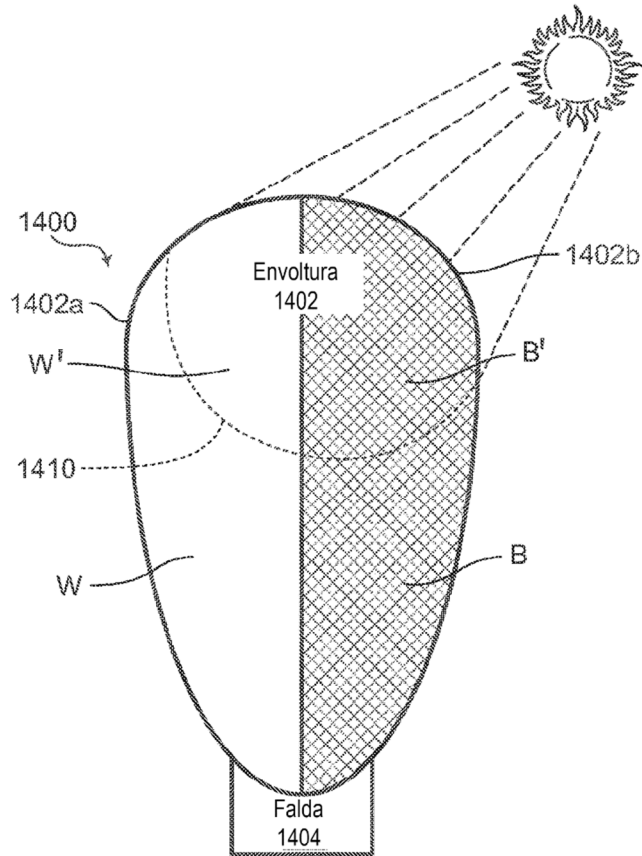


FIG. 6A

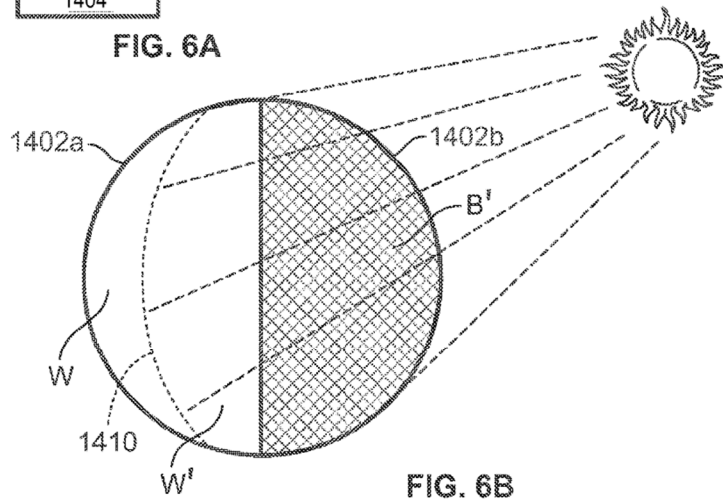


FIG. 6B

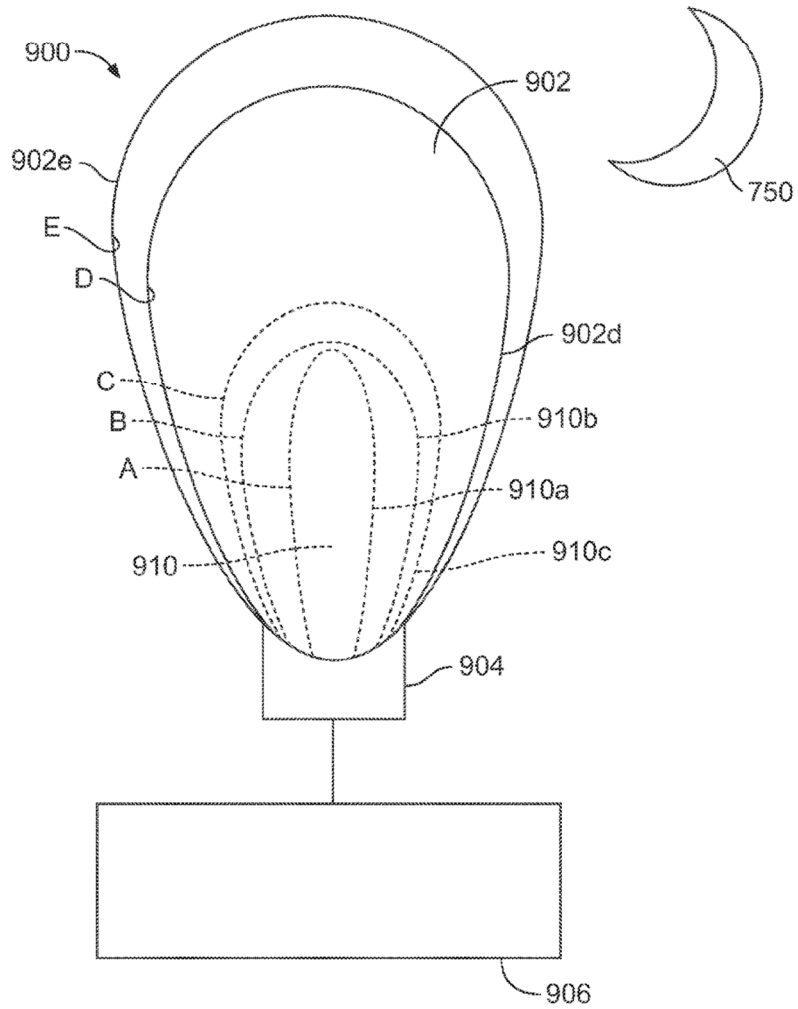


FIG. 7

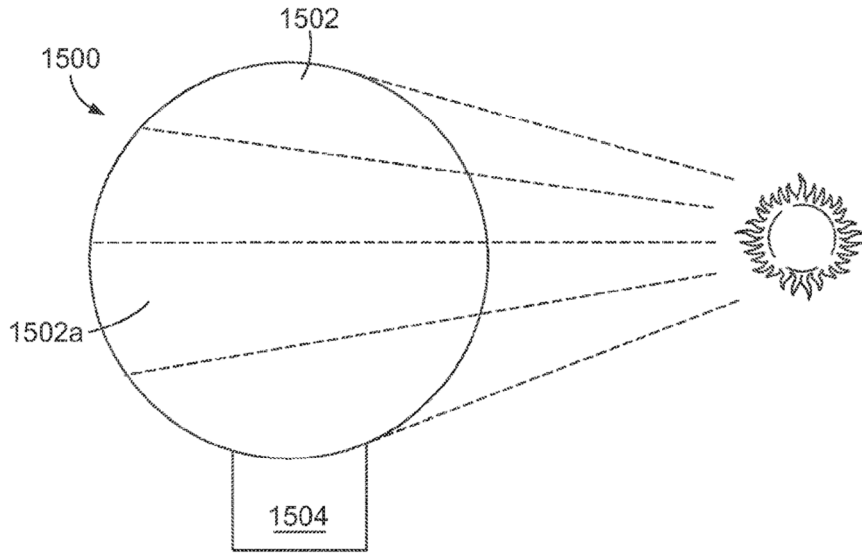


FIG. 8A

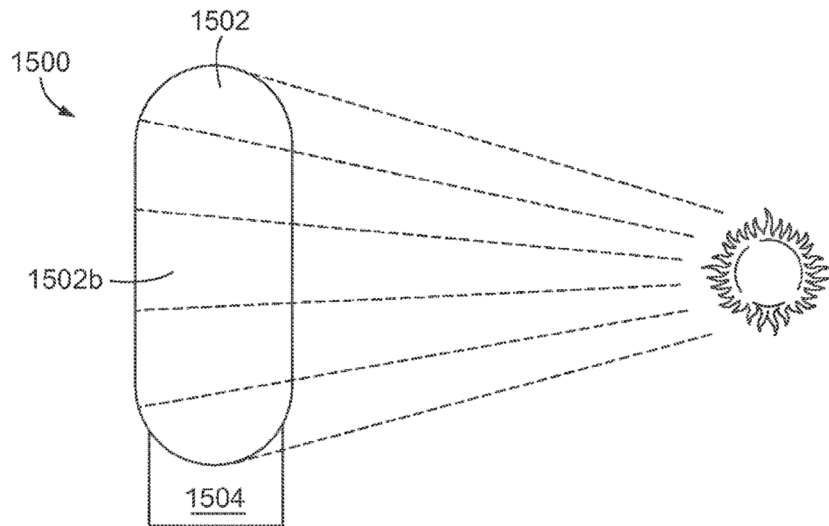


FIG. 8B

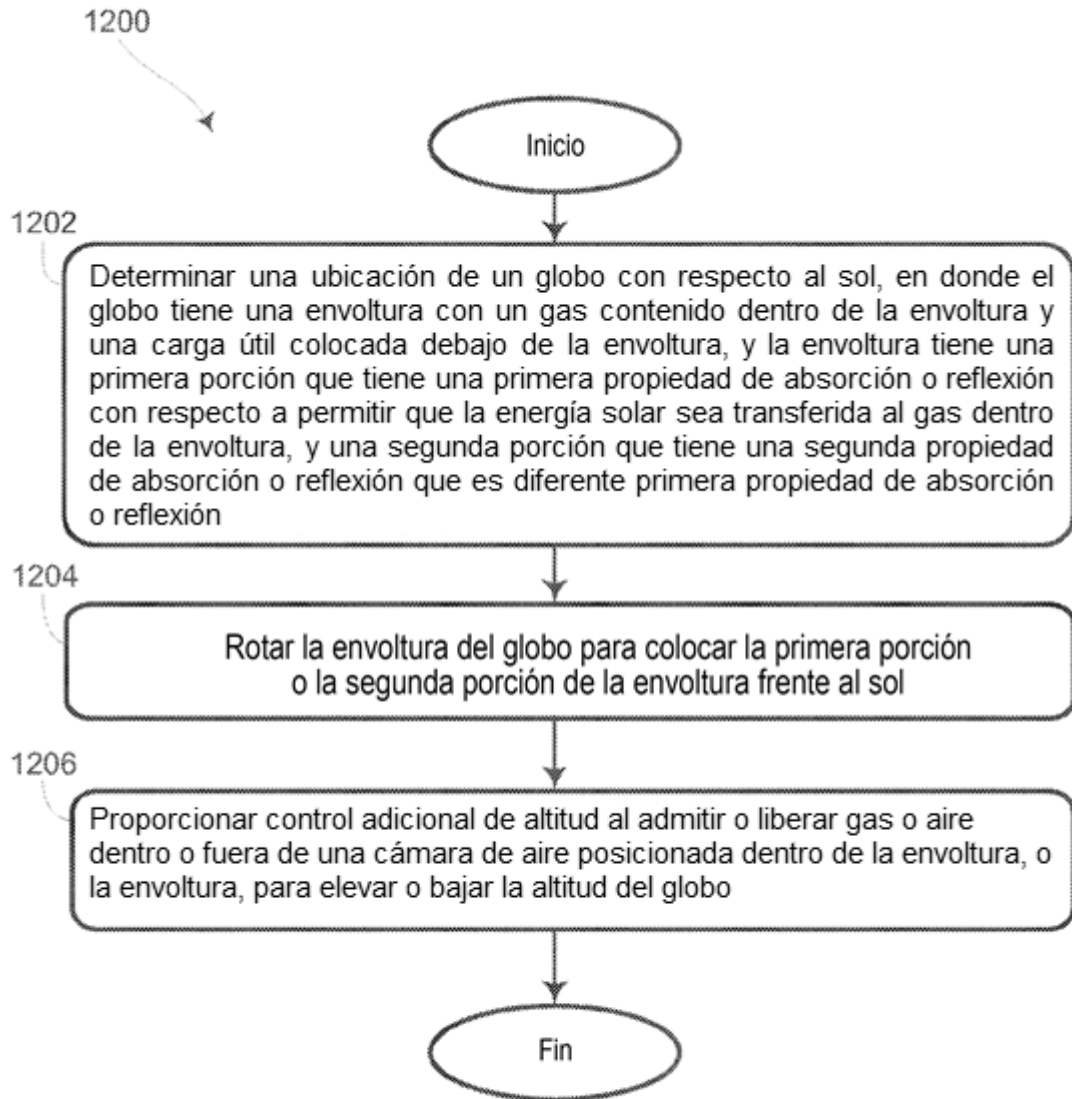


FIG. 9