(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 939 371**

(51) Int. CI.:

H01Q 19/17 (2006.01)
H01Q 19/19 (2006.01)
H01Q 25/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2016 E 16207008 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2022 EP 3188312**

(54) Título: **Sistema de antenas**

(30) Prioridad:

28.12.2015 FR 1502701

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.04.2023

(73) Titular/es:

THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord
92400 Courbevoie, FR

(72) Inventor/es:

TCHOFFO TALOM, FRIEDMAN y
BOIN, BERTRAND

(74) Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

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

Sistema de antenas

[0001] La presente invención se refiere a un sistema de antenas.

[0002] Los documentos WO 2009/025458 A1, US 2 471 284 A, US 3 267 472 A, JP S61 157105 A, el artículo "Beam Squint Compensation in Circularly Polarized Offset Re-flector Antennas Using a Sequentially Rotated Focal Plane Array" de Zamanifekri et al., la tesis titulada "Ka-band integrated focal-plane arrays for two-way satellite communication" de Zamanifekri, JP 2000 082919 A, US 2011/156948 A1, el artículo "Focal plan array with Ka-band Silicon transmitter on chip for VSAT application" de Zamanifekri et al., US 2014/326903 A1 y US 2011/063179 A1 divulgan sistemas de antenas.

[0003] Para las comunicaciones por satélite, es deseable integrar en plataformas terrestres o aerotransportadas sistemas de antenas denominados «low-profile» (lo que se traduce literalmente por «perfil bajo» en español).

[0004] Por «low-profile» se entiende los sistemas de antenas con alturas inferiores a 20 cm.

[0005] En este contexto de comunicación se conoce el uso de un sistema de antenas pasivo de tipo parabólico.

[0006] Por ejemplo, se puede utilizar una parábola clásica con una estructuración simétrica. Por «estructuración simétrica» se entiende una estructura que presenta una simetría de revolución. Esto permite obtener un rendimiento óptimo en términos de ganancia y diagrama.

[0007] Por el contrario, debido a la estructuración simétrica, la altura alcanzada no permite responder a la necesidad «low-profile».

[0008] Según otro ejemplo, se utiliza una antena parabólica de tipo multihogar que permite alcanzar una altura que responde a la necesidad «low-profile».

[0009] Sin embargo, el control del diagrama en el plano de la altura es difícil. El diagrama presentado por la antena en este plano es el diagrama de una parábola que tiene un diámetro pequeño. Dicho diagrama no se ajusta a las restricciones de normalización relativas al diagrama de radiación.

[0010] También se conoce como una red plana de cuernos, también conocida por el término inglés "horn box" que literalmente significa "caja de cuernos". Con esta red, el diagrama de radiación es fácilmente controlable con ayuda de una ley de alimentación elegida para la red y el número de cuerno(s) asociado permite garantizar la tensión «low-profile» en el plano deseado.

[0011] Por el contrario, en el plano en el que no se busca ser de bajo perfil, si el aumento del número de elementos radiantes más allá de 30 o 40 permite reducir la apertura, no será posible incrementar la ganancia. De hecho, dicha red solo es interesante para dimensiones de la red plana que tengan una longitud inferior a 40 veces la longitud de onda.

[0012] Existe, por tanto, la necesidad de un sistema de antenas con un tamaño reducido en altura («low-profile») con buenos rendimientos en términos de ganancia y de diagrama.

[0013] Para este fin, la invención propone un sistema de antenas según la reivindicación 1.

[0014] Según unos modos particulares, el sistema de antenas comprende una o varias de las características de las reivindicaciones 2 a 7, tomada(s) aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles.

[0015] Se desprenderán otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción que se ofrece de realizaciones de la invención, proporcionada únicamente a modo de ejemplo y en referencia a los dibujos que son:

- figura 1, una representación esquemática en perspectiva de un primer ejemplo de sistema de antenas que no forma parte de la invención;
- figura 2, una vista desde arriba del sistema de antenas de la figura 1;
- figura 3, una vista desde arriba de un segundo ejemplo de sistema de antenas que no forma parte de la invención;
- figura 4, una vista desde arriba de un tercer ejemplo de sistema de antenas que no forma parte de la invención, y
- figura 5, una vista desde arriba de un cuarto ejemplo de sistema de antenas.

[0016] La figura 1 ilustra un primer modo de realización de un sistema de antenas 10 que no forma parte de la

invención.

[0017] El sistema de antenas 10 es adecuado para recibir y transmitir datos en el marco de la comunicación, en particular por satélite.

[0018] El sistema de antenas 10 está destinado a ser instalado, por ejemplo, en plataformas terrestres o aerotransportadas.

[0019] El sistema de antenas 10 comprende una fuente 12, un reflector 14 y un brazo 16.

[0020] En el ejemplo ilustrado, la fuente 12 comprende una superficie de emisión-recepción 18 y antenas 20.

[0021] La superficie de emisión-recepción 18 es plana.

[0022] La superficie de emisión-recepción 18 es adecuada para recibir las antenas 20.

[0023] Más precisamente, en el ejemplo de la figura 1, la superficie de emisión-recepción 18 presenta una forma rectangular que tiene una longitud y una anchura.

[0024] Se define una dirección longitudinal correspondiente a la longitud de la forma rectangular. La dirección longitudinal es simbolizada por un eje X en la figura 1.

[0025] También se define una primera dirección transversal correspondiente a la anchura de la forma rectangular. La primera dirección transversal es simbolizada por un eje Y en la figura 1.

[0026] Una segunda dirección transversal también se define como perpendicular a la dirección longitudinal X y a la primera dirección transversal Y. La segunda dirección transversal es simbolizada por un eje Z en la figura 1.

[0027] En el ejemplo de la figura 1, las antenas 20 están dispuestas a lo largo de dos líneas L1 y L2 paralelas.

[0028] Según el ejemplo de la figura 1, las líneas L1 y L2 son según la dirección longitudinal X.

[0029] Según un modo de realización, las antenas 20 presentan una forma de tipo rectangular.

[0030] Cada línea L1 y L2 comprende cuatro antenas 20 según el ejemplo de la figura 1.

[0031] Como variante, el número de antenas 20 de cada línea L1 o L2 es, por ejemplo, un múltiplo de dos, como ocho o dieciséis respetando el carácter «low-profile».

[0032] Las antenas 20 de cada línea L1 o L2 están conectadas entre sí de manera que forman una red lineal de antenas 22.

[0033] Las antenas 20 de la primera línea L1 forman una primera red lineal de antenas 22A mientras que las antenas 20 de la primera línea L2 forman una segunda red lineal de antenas 22B.

[0034] Cada red lineal 22A y 22B está orientada según la dirección longitudinal X.

[0035] Cada red lineal de antenas 22A y 22B es adecuada para emitir un haz que pertenece a una primera banda de frecuencia y para recibir un haz que pertenece a una segunda banda de frecuencia, siendo la segunda banda de frecuencia distinta de la primera banda de frecuencia.

[0036] Las bandas de frecuencia se seleccionan entre el grupo formado por las bandas Ka, Ku y X.

[0037] Para las telecomunicaciones por enlace satelital, la banda Ka corresponde en emisión a frecuencias comprendidas entre 29 GHz y 31 GHz y, en recepción, a frecuencias comprendidas entre 19,2 GHz y 21,2 GHz.

[0038] La banda Ku corresponde a la parte del espectro electromagnético definida por la banda de frecuencia de 10 GHz a 15 GHz para las comunicaciones por satélite.

[0039] La banda X corresponde a la parte del espectro electromagnético definida por una banda de frecuencia situada alrededor de 8 GHz también para las comunicaciones por satélite.

[0040] Para ello, cada red de antenas 22A y 22B comprende una pluralidad de antenas elementales y una electrónica de tratamiento de las antenas.

[0041] Las antenas elementales están dimensionadas para la o las bandas en las que la red de antenas 22A y 22B es adecuada para emitir o recibir.

[0042] Según un ejemplo particular, para facilitar la fabricación de las redes de antenas 20A y 20B, las antenas elementales son todas idénticas.

[0043] Las redes lineales de antenas 22A y 22B confieren a la fuente 12 la propiedad de ser de doble banda en lo que la fuente 12 permite asegurar las funciones de emisión y de recepción.

[0044] A modo de ejemplo, la fuente 12 es adecuada para funcionar en la banda Ka/Ku.

[0045] Según una variante, la fuente 12 es adecuada para funcionar en la banda Ka/X.

[0046] El reflector 14 está dispuesto para reflejar cada uno de los haces emitidos por las dos redes lineales de antenas 22A y 22B.

[0047] El reflector 14 presenta la forma de un cilindro parabólico.

[0048] Por definición, un cilindro parabólico es una porción de cilindro cuya forma básica es una porción de parábola.

[0049] De otro modo, esto significa que existe una dirección según la cual la intersección, cuando existe, de todo plano, siendo cada plano perpendicular a la dirección, con el cilindro parabólico es una parábola.

[0050] Una parábola es una curva plana en la que cada uno de los puntos está situado a igual distancia de un punto fijo, llamado foco, y de una recta fija, llamada directriz.

[0051] La forma del reflector 14 permite definir dos caras, una cara cóncava y una cara convexa. La cara adaptada para reflejar cada uno de los haces emitidos por las dos redes lineales de antenas 22A y 22B es la cara cóncava.

[0052] La forma del reflector 14 permite definir una distancia focal para el reflector 14.

[0053] La longitud focal del reflector 14 está comprendida entre 10 centímetros y 20 centímetros.

[0054] Según el ejemplo ilustrado, la distancia focal del reflector 14 es igual a 15 centímetros.

[0055] A continuación, la dirección según la cual la intersección de cualquier plano perpendicular con la dirección con el cilindro parabólico es una parábola se llama primera dirección D1.

[0056] Se define un plano medio P para el reflector 14.

[0057] Por definición, el plano medio P es el plano que contiene la primera dirección D1 y la dirección del reflector 14.

[0058] La dirección perpendicular al plano medio P se denomina segunda dirección D2.

[0059] El reflector 14 está delimitado por cuatro planos, dos planos según la primera dirección D1 y dos planos según la segunda dirección D2.

[0060] El reflector 14 se extiende así según la primera dirección D1 entre un lado inferior 24 y un lado superior 26.

[0061] El reflector 14 también se extiende en la segunda dirección D2 entre un primer extremo 28 y un segundo extremo 30.

[0062] Por construcción, todo punto situado en el plano medio P está situado a equidistancia de los dos extremos 28 y 30.

[0063] Por construcción, todo plano perpendicular con el plano medio P es un plano cuya intersección, cuando existe, con el reflector 14 es una parábola.

[0064] Según el ejemplo de la figura 1, el ángulo entre la primera dirección D1 y la dirección longitudinal X es inferior o igual a 10° en función de la orientación de las antenas 20.

[0065] En el caso particular de la figura 1, la primera dirección D1 es paralela a la dirección longitudinal X.

[0066] Esto significa, en particular, que la primera dirección D1 y la dirección longitudinal X son paralelas mientras que la segunda dirección D2 y la segunda dirección longitudinal Z son paralelas.

[0067] Además, según el ejemplo de la figura 1, cada red lineal de antenas 22A y 22B es simétrica entre sí con respecto al plano medio P.

[0068] En el ejemplo representado, cada red lineal de antenas 22A, 22B está a equidistancia de los dos extremos 28 y 30 del reflector 14.

[0069] El reflector 14 está realizado, por ejemplo, de un material reflectante que puede ser aluminio, carbono o plástico metalizado que permite reducir su masa.

[0070] Como se ve en la figura 1, el reflector 14 presenta una primera dimensión H según la primera dirección D1.

[0071] La primera dimensión H corresponde a la distancia medida según la primera dirección D1 entre el lado inferior 24 y el lado superior 26.

[0072] La primera dimensión H está comprendida entre 10 centímetros y 20 centímetros.

[0073] Según el ejemplo ilustrado, la primera dimensión H es igual a 15 centímetros.

[0074] La primera dimensión H es igual a la longitud de la superficie de emisión-recepción 18.

[0075] Como puede verse en la figura 2, el reflector 14 presenta una segunda dimensión E según la segunda dirección D2.

[0076] La segunda dimensión H corresponde a la distancia medida según la segunda dirección D2 entre los dos extremos 28 y 30.

[0077] La segunda dimensión E está comprendida entre 30 centímetros y 50 centímetros.

[0078] Según el ejemplo ilustrado, la segunda dimensión E es igual a 40 centímetros.

[0079] El brazo 16 conecta la fuente 12 al reflector 14.

[0080] El órgano de unión 16 se presenta en forma de una barra que se extiende a lo largo de la primera dirección transversal Y.

[0081] El brazo 16 está conectado al reflector 14 por una unión pivote conectada al lado inferior 24 del reflector 14.

[0082] El brazo 16 está articulado alrededor de la dirección longitudinal X.

[0083] El brazo 16 presenta una longitud tal que la distancia entre el reflector 14 y la fuente 12 está comprendida entre 10 centímetros y 30 centímetros.

[0084] Según el ejemplo ilustrado, la distancia entre la fuente 12 y el reflector 14 medida según la primera dirección transversal Y es igual a 20 centímetros.

[0085] El brazo 16 está, por ejemplo, realizado en un material idéntico al material que forma la superficie de emisión-recepción 18.

[0086] El funcionamiento del sistema de antenas 10 según el ejemplo de la figura 1 se describe ahora en emisión y en recepción.

[0087] En emisión, la fuente 12 emite un haz que pertenece a una primera banda de frecuencia hacia el reflector 14.

[0088] A continuación, el haz es reflejado por el reflector 14.

[0089] En recepción, un haz que pertenece a una segunda banda de frecuencia incidente llega al reflector 14.

[0090] El reflector 14 refleja el haz hacia la fuente 12 de la que las antenas 20 reciben el haz.

[0091] Los funcionamientos en emisión y en recepción se implementan, por ejemplo, simultáneamente.

[0092] Por lo tanto, el sistema de antenas 10 propuesto permite beneficiarse de un funcionamiento de doble banda.

[0093] El sistema de antenas 10 es compacto en particular ya que la primera dimensión H es inferior a 30 centímetros.

[0094] Además, el sistema de antena 10 tiene un buen rendimiento en términos de radiación y diagrama.

[0095] Asimismo, el control del diagrama de radiación según la dirección longitudinal X se facilita debido a la pequeña dimensión del sistema de antenas 10.

[0096] Además, el sistema de antenas 10 según la invención permite integrar fácilmente un funcionamiento en bipolaridad en el diseño de las redes lineales de antenas 22A y 22B.

[0097] El sistema de antena 10 también tiene una gran capacidad de cobertura en términos de banda de operación.

[0098] Por otro lado, el sistema de antena 10 tiene un bajo coste de fabricación. De hecho, una arquitectura que comprende redes lineales de antenas 22A y 22B que integran un duplexado en emisión y en recepción estando asociadas a un reflector 14 de forma particular es fácilmente realizable.

[0099] Asimismo, el sistema de antenas 10 presenta una arquitectura adaptada a múltiples usos.

[0100] A continuación se presentan otras realizaciones del sistema de antena 10.

[0101] Un segundo modo de realización que no forma parte de la invención se ilustra en la figura 3.

[0102] En lo que sigue, los elementos idénticos al primer modo de realización presentado en las figuras 1 y 2 no se describen de nuevo. Sólo se ponen de relieve las diferencias.

[0103] El reflector 14 del segundo modo de realización difiere del reflector del primer modo de realización por el hecho de que el reflector 14 de la figura 3 comprende un reflector primario 32 y un reflector secundario 34.

[0104] Las notas y definiciones relativas al reflector 14 de la figura 1 se aplican también al reflector 14 de la figura 3, descuidando la presencia del reflector secundario 34.

[0105] De hecho, a modo de ejemplo, el plano medio P se define para el reflector 14 de la figura 3 con respecto al reflector primario 32.

[0106] El reflector secundario 34 presenta una forma idéntica al reflector primario 36.

[0107] El reflector secundario 34 presenta dimensiones reducidas con respecto a las dimensiones del reflector primario 32.

[0108] A modo de ilustración, el reflector secundario 34 presenta una segunda dimensión del mismo orden que la altura de las antenas 20 y una primera dimensión como máximo igual al 15 % de la del reflector parabólico con el fin de minimizar los bloqueos de la radiación.

[0109] El reflector primario 32 y el reflector secundario 34 están posicionados en configuración Cassegrain.

[0110] El reflector primario 32 y el reflector secundario 34 están posicionados de tal manera que sus generadores son todos paralelos entre sí y de tal manera que sus caras cóncavas respectivas C, C están situadas enfrente. Más en concreto, se confunden las directrices del reflector primario 32 y del reflector secundario 34.

[0111] Por ejemplo, el reflector primario 32 y el reflector secundario 34 están situados a una distancia comprendida entre 15 centímetros y 25 centímetros.

[0112] La fuente 12 está situada entre el reflector primario 32 y el reflector secundario 34, por ejemplo a una distancia inferior a 10 centímetros del reflector primario 32.

[0113] El funcionamiento del sistema de antenas 10 según el ejemplo de la figura 3 se describe ahora en

emisión y en recepción.

[0114] En emisión, la fuente 12 emite un haz que pertenece a una primera banda de frecuencia hacia el reflector secundario 34.

[0115] El haz se refleja a continuación hacia el reflector primario 32 que refleja entonces el haz incidente.

[0116] En recepción, un haz que pertenece a una segunda banda de frecuencia incidente llega al reflector primario 32.

[0117] El reflector primario 32 refleja el haz hacia el reflector secundario 34 que refleja el haz hacia la fuente 12 de la que las antenas 20 reciben el haz.

[0118] Las mismas ventajas que para el primer modo de realización se aplican igualmente para el segundo modo de realización.

[0119] La figura 4 ilustra un tercer modo de realización del sistema de antenas 10 que no forma parte de la invención.

[0120] En lo que sigue, los elementos idénticos al primer modo de realización presentado en las figuras 1 y 2 no se describen de nuevo. Sólo se ponen de relieve las diferencias.

[0121] La fuente 12 difiere de la fuente del primer modo de realización por el hecho de que la fuente 12 presenta dos fuentes 40A y 40B conformes a la fuente 12 del primer modo de realización.

[0122] Además, cada fuente 40A, 40B está posicionada frente a un extremo 28, 30 respectivo del reflector 14 de manera que al menos una red lineal de antenas 22A y 22B está posicionada frente a un extremo 28 y 30.

[0123] Las observaciones relativas al funcionamiento y a las ventajas del primer modo de realización se aplican también al tercer modo de realización.

[0124] La figura 5 ilustra un cuarto modo de realización de la estructura de antenas.

[0125] En lo que sigue, los elementos idénticos al tercer modo de realización presentado en la figura 4 no se describen de nuevo. Sólo se ponen de relieve las diferencias.

[0126] En el caso de la figura 5, el reflector 14 comprende un reflector primario 32 y dos reflectores secundarios 34A y 34B adecuados para reflejar el haz hacia el reflector primario 32, teniendo cada uno de los reflectores primarios 32 y secundarios 34A y 34B la forma de un cilindro parabólico.

[0127] Se aplican notas análogas al segundo modo de realización para el reflector 14 de la figura 5. Estos comentarios no se repiten.

[0128] En el caso de la figura 5, cada reflector secundario 34A y 34B es simétrico con respecto al plano medio P y cada reflector secundario 34A y 34B está situado frente a un extremo 28 y 30 respectivo del reflector primario 32.

[0129] Las observaciones relativas al funcionamiento y a las ventajas del segundo modo de realización se aplican también al cuarto modo de realización.

[0130] En todos los modos de realización presentados, la estructura de antenas 10 comprende una fuente 12 adecuada para emitir al menos un haz, comprendiendo la fuente 12 al menos una red lineal de antenas 22A y 22B 20B, siendo cada red lineal 22A y 22B adecuada para emitir un haz, comprendiendo la estructura de antenas 10 un reflector 14 que tiene la forma de un cilindro parabólico, estando el reflector 14 dispuesto para reflejar al menos un haz.

[0131] Tal configuración permite disponer de un sistema de antenas 10 que presenta un tamaño reducido en altura con buenas prestaciones en términos de ganancia y de diagrama.

[0132] Hay otros modos de realización posibles.

[0133] En particular, en algunos casos, la fuente 12 comprende más de dos superficies de emisión-recepción 18 y un número mayor de redes lineales de antenas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de antenas (10), que comprende:

- una fuente (12) adecuada para emitir al menos un haz, comprendiendo la fuente (12) al menos una red lineal de antenas (22A, 22B), siendo cada red lineal (22A, 22B) adecuada para emitir un haz, y
- un reflector (14) dispuesto para reflejar al menos el haz,
caracterizado porque el reflector (14) incluye un reflector primario (32) y dos reflectores secundarios (34, 34A, 34B) adecuados para reflejar el haz hacia el reflector primario (32), teniendo cada uno de los reflectores primarios (32) y secundarios (34, 34A, 34B) la forma de un cilindro parabólico,
estando definido un plano medio (P) para el reflector (14), estando cada reflector secundario (34A, 34B) simétrico con respecto al plano medio (P), se definen dos extremos (28, 30) para el reflector primario (32), estando cada reflector secundario (34A, 34B) situado frente a un extremo (28, 30) respectivo del reflector primario (32).

2. Sistema de antenas según la reivindicación 1, en el que se define una primera dirección (D1) para el reflector (14), estando cada red lineal de antenas (22A, 22B) orientada según una dirección longitudinal (X) y siendo el ángulo entre la primera dirección (D1) y la dirección longitudinal (X) inferior o igual a 15°.

3. Sistema de antenas según la reivindicación 1 o 2, en el que se define una primera dirección (D1) para el reflector (14), estando cada red lineal de antenas (22A, 22B) orientada según una dirección longitudinal (X) y siendo el ángulo entre la primera dirección (D1) y la dirección longitudinal (X) inferior o igual a 5°.

4. Sistema de antenas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada red lineal de antenas (20A, 20B) es simétrica entre sí con respecto al plano medio.

5. Sistema de antenas (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada red lineal de antenas (22A, 22B) es adecuada para emitir un haz que pertenece a una primera banda de frecuencia y para recibir un haz que pertenece a una segunda banda de frecuencia, siendo la segunda banda de frecuencia distinta de la primera banda de frecuencia.

6. Sistema de antenas (10) según la reivindicación 5, en el que las bandas de frecuencias son bandas de funcionamiento para aplicaciones de comunicación por satélite y se seleccionan entre el grupo constituido por las bandas Ka, Ku y X.

7. Sistema de antenas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cada red lineal de antenas (22A, 22B) está posicionada frente a un extremo (28, 30) o a equidistancia de ambos extremos (28, 30).

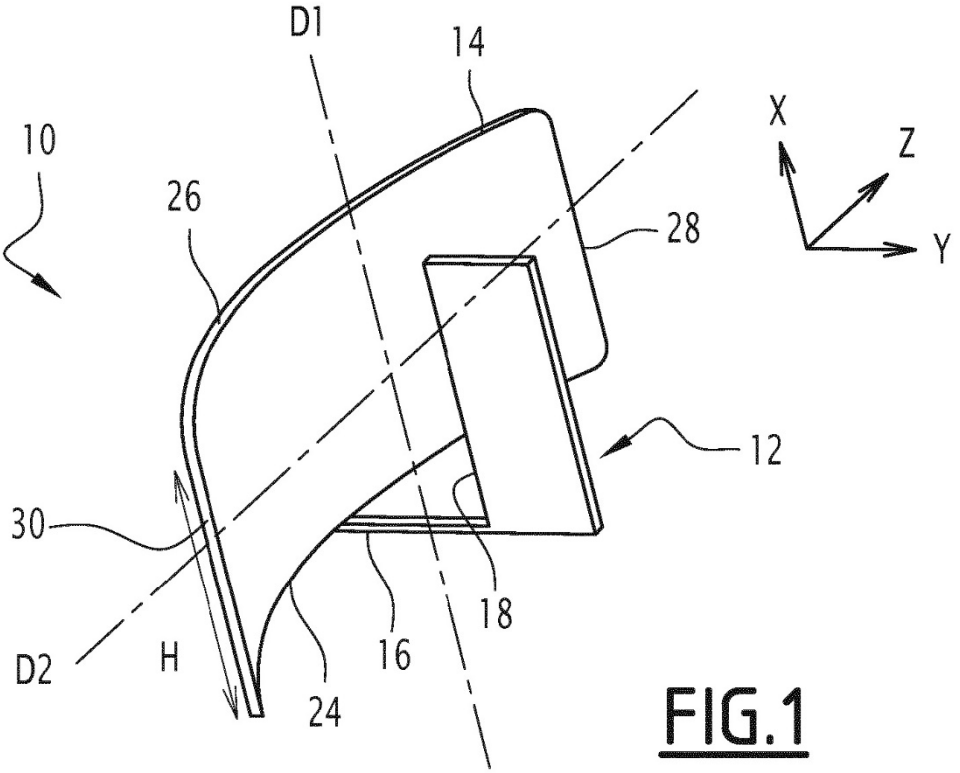

D1
14
10
26
28
X
Z
Y
12
30
18
D2
H
16
24

FIG.1

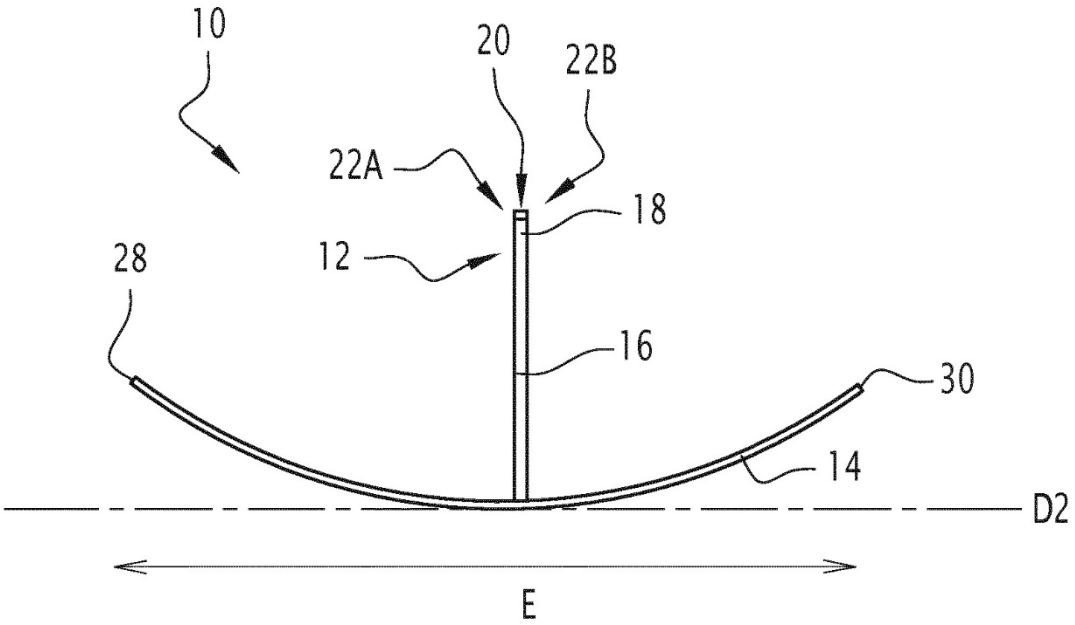

10
20
22B
22A
18
28
12
16
30
14
D2
E

FIG.2

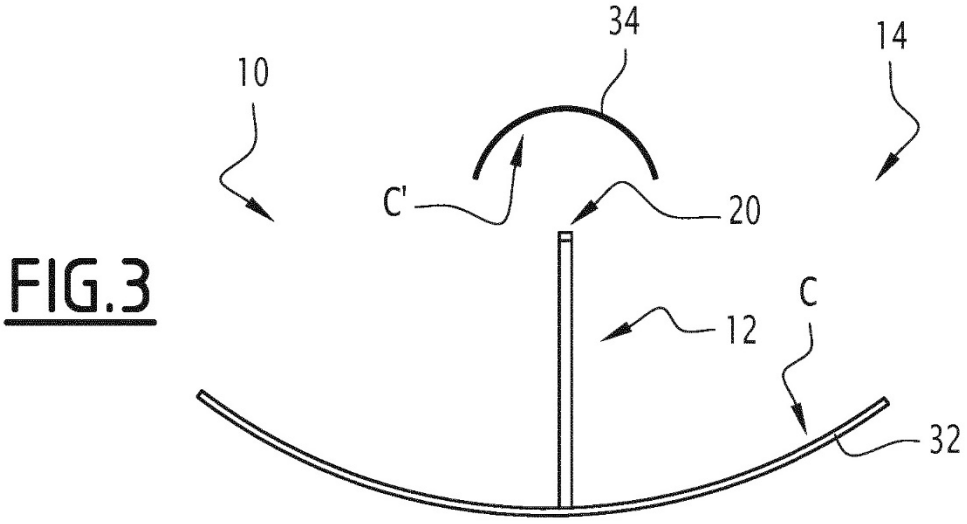


FIG.3

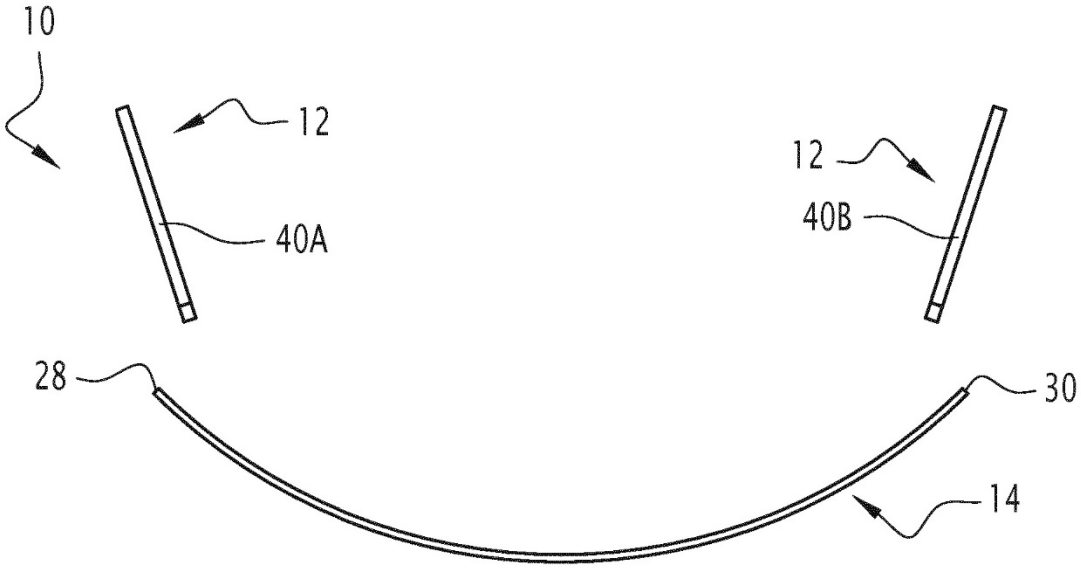


FIG.4

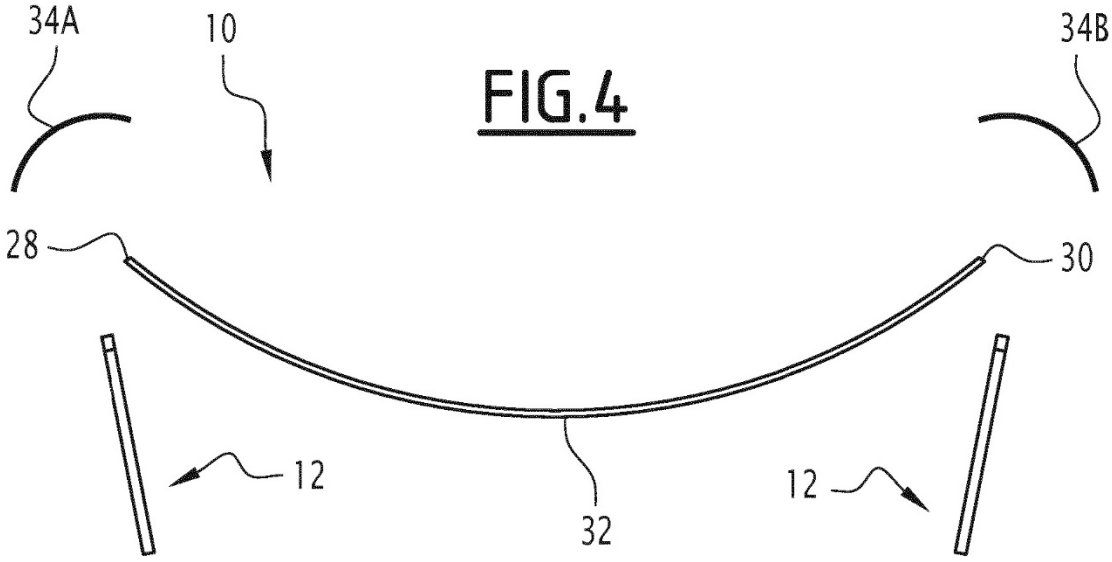


FIG.5