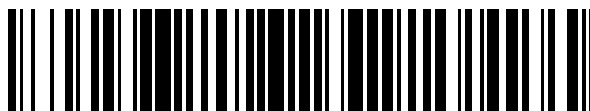


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 578**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/28 (2006.01)

H01Q 3/12 (2006.01)

H01Q 9/40 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.06.2015 PCT/EP2015/062683**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15189136**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2015 E 15729390 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 3155690**

54 Título: **Antena plana de telecomunicación por satélite**

30 Prioridad:

13.06.2014 FR 1455393

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

21.11.2018

73 Titular/es:

**INEO DEFENSE (100.0%)
23 Rue Général Valérie André
78140 Velizy-Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:

COLLIGNON, GÉRARD

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 690 578 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Antena plana de telecomunicación por satélite

Campo del invento

5 El presente invento se refiere al campo de las antenas planas de telecomunicación por satélite. El invento está particularmente preparado para las aeronaves.

El invento encuentra una aplicación particularmente ventajosa para la emisión de datos hacia o desde un satélite especialmente para las telecomunicaciones por satélite del tipo Satcom (acrónimo de comunicación por satélite o "Satellite communications", en terminología anglo-sajona).

Estado de la técnica

10 Para algunas aplicaciones de telecomunicaciones, especialmente, aerotransportadas, es necesario utilizar antenas planas de muy poco espesor con el fin de no modificar el perfil aerodinámico del portador, por ejemplo, cuando la antena está posicionada sobre la superficie de una aeronave.

Estas antenas de telecomunicación incluyen una superficie plana que incluye a su vez al menos una línea radiante capaz de transmitir y de recibir señales de una frecuencia determinada en función de la forma de la línea radiante.
 15 Las señales son emitidas y recibidas en la dirección del satélite que puede estar desviada con respecto a la dirección normal de la antena en función de los movimientos del portador. De una manera más específica, estas antenas deben apuntar un haz muy directo en el interior de un cono de al menos 60° de semi-ángulo con el fin de que la ganancia de la antena permanezca lo suficiente como para garantizar la relación de la señal con respecto al ruido necesaria para conservar la calidad de la conexión.

20 Una solución ya conocida para realizar este control de la puntería consiste en utilizar una antena plana 100 tal como la descrita en la Figura 1. Esta antena plana 100 se extiende en un plano xy sobre una pared externa 101 de una aeronave. Las líneas radiantes 102 de la antena plana 100 emiten y reciben las señales en una dirección desviada 103 un ángulo α con respecto a la dirección z normal a la superficie de la antena plana 100 en un plano perpendicular a las líneas radiantes 102 (xoz). Este desvío necesita un reglaje de la fase sobre cada línea radiante,
 25 por ejemplo, por parte de unos desfases electrónicos programables. La fase φ_1 a mostrar sobre la línea i para obtener un apunte correcto en la dirección α viene dada por la expresión:

$$\varphi_1 = 2\pi i d \sin \alpha / \lambda;$$

con: i correspondiente al índice de la línea, d al paso entre las líneas y λ a la longitud de onda.

30 Con el fin de variar la orientación de las señales recibidas dentro de un cono, la antena plana 100 es más móvil en rotación β alrededor de un eje z ortogonal a los ejes xy.

Esta primera solución permite barrer electrónicamente todas las direcciones de apunte en el interior del cono.

Sin embargo, la dirección de apunte en α es variable con la longitud de onda λ y no permite un funcionamiento simultáneo en dos bandas de frecuencia muy diferentes como en Satcom banda Ka, por ejemplo, (20 GHz en recepción, 30 GHz en emisión).

35 Para remediar este problema, se sabe utilizar ya una lente de ROTMAN descrita, por ejemplo, en la patente americana nº US 3.170.158. La lente de ROTMAN es un dispositivo ya conocido que permite habitualmente obtener una antena que radia varios haces desviados en un plano. La lente está provista de N accesos que dan cada uno un haz en una dirección dada independiente de la frecuencia. El barrido angular se obtiene por conmutación entre los N haces disponibles.

40 La lente está formada por el espacio entre dos planos conductores paralelos, la red de entrada está constituida por unos cucuruchos fijos realizados en forma de guía de onda que radia una polarización perpendicular a los planos metálicos. La red de salida puede estar constituida por unos elementos de tipo monopolos perpendiculares a los planos metálicos y que permiten extraer la energía radiada por los cucuruchos de la red de entrada. La red lineal de los elementos radiantes es alimentada por medio de conexiones (coaxiales, por ejemplo) de longitudes tales que la
 45 onda radiada sea plana.

Según un principio cercano, la patente americana nº US 8.284.102, divulga un desfaseador electrónico que incluye un seleccionador electrónico para una red de fuentes lineal o curva. La focalización de la antena se realiza mediante unos elementos reflectores internos y unos medios de focalización dieléctrica o refractiva.

50 Esta segunda solución permite disponer de una antena plana fija sobre la superficie de una aeronave. Sin embargo, esta solución limita el número de direcciones a las que puede apuntar la antena en función del número de fuentes

lineales. Además, la implantación de una red de fuentes lineal y de unos medios de selección electrónica aumenta el tamaño de la antena plana.

5 Además, la lente de ROTMAN está conectada clásicamente por cables coaxiales conectados entre la lente de ROTMAN y las líneas radiantes de la antena. La longitud de los cables coaxiales está preparada para introducir un retraso necesario en la focalización de la onda radiada por las líneas radiantes, por cada cono de la lente de ROTMAN. Estos cables, están equipados, por supuesto, con unos conectores en cada extremo.

10 Tal antena plantea problemas de realización cuando la antena está prevista para funcionar en las bandas de frecuencia elevadas Ku o Ka. En primer lugar, la longitud de los cables debe ser extremadamente precisa para limitar los errores de fase. Por ejemplo, para una antena que funciona a 30 GHz, un error de 0,2 mm de longitud de un cable coaxial induce un error de fase de alrededor de 10°. En segundo lugar, el tamaño de los conectores de los cables coaxiales limita las posibilidades de implantación y el número de conos utilizables. Por ejemplo, para una antena que funciona a 30 GHz, el paso de las líneas radiantes y de las salidas de la lente de Rotman está cerca de los 5 mm. Además, una antena de diámetro 500 mm que funciona a 30 GHz incluye alrededor de 100 cables todos diferentes lo que tiene un impacto negativo en las especificaciones y en las etapas de realización.

15 Un desfaseador para una red de antena está divulgado en la patente británica GB 2398172.

Exposición del invento

20 El presente invento pretende remediar los inconvenientes de la técnica anterior proponiendo una antena plana fija provista de un cucurucho móvil con el fin de barrer un gran número de direcciones de apunte de la antena. Las conexiones entre el cucurucho y la platina radiante están realizadas por medio de un circuito de alimentación multicapas.

25 A estos efectos, el presente invento se refiere a una antena plana de telecomunicación por satélite que incluye una platina radiante que incluye a su vez al menos una línea radiante, y un medio de adaptación preparado para modificar el retraso de los campos emitidos o recibidos por al menos una línea radiante, incluyendo el citado medio de adaptación un cono móvil en rotación entre las dos placas metálicas, y un circuito de alimentación multicapas cuya primera capa está formada por al menos una placa metálica que contiene una red de detectores de tipo ranura y una última capa que está provista de al menos una ranura de acoplamiento conectada a al menos una línea radiante, estando conectadas la primera capa y la última capa por al menos una línea de transmisión, estando adaptada la longitud de al menos una línea de transmisión para introducir un retraso necesario en la focalización de la onda radiada por la línea radiante.

30 El invento permite de esta manera barrer un gran número de direcciones de apunte mediante el desplazamiento del cono móvil en rotación asociadas a las líneas radiantes de la antena. Siendo efectuado el ajuste de cada línea radiante por medio de la longitud de una línea de transmisión que conecta la red de detectores de al menos una placa metálica con la platina radiante. El invento permite fijar la antena sobre una superficie plana limitando de esta manera la fragilidad de la antena y mejorando la aerodinámica del portador de la antena. La antena de acuerdo con el invento elimina igualmente la necesidad de cables coaxiales y de conectores. Esta estructura de antena funciona en una banda muy ancha de frecuencias pues el cono permite un apunte independiente de la frecuencia.

Según un modo de realización, el cono está preparado para transmitir entre las placas metálicas una onda cuyo campo eléctrico es perpendicular a las placas metálicas.

40 Según un modo de realización, la longitud de al menos una línea de transmisión está preparada para introducir un retraso suplementario que permita obtener un apunte fijo inicial de tal manera que el apunte total varíe de 0° a 60° para un desplazamiento simétrico del cono de alrededor de +/- 30°. Este modo de realización, asociado a la rotación global de la antena de 360° alrededor de su eje z permite mantener todas las direcciones en un cono de semi-ángulo 60° centrado sobre la dirección normal a la antena.

45 Según un modo de realización, el circuito de alimentación está constituido por cinco capas de circuitos metálicos separados por cuatro capas de dieléctrico. Este modo de realización está particularmente preparado para una antena del tipo Satcom (acrónimo de comunicación por satélite o "Satellite communications", en terminología anglo-sajona).

Según un modo de realización, el circuito de alimentación está ensamblado por pegadura. Este modo de realización limita la complejidad de las operaciones de ensamblaje del circuito de alimentación multicapas.

50 Según un modo de realización, dos capas del circuito de alimentación están conectadas por al menos un orificio metalizado que atraviesa una capa conductora sin contacto a través de una pastilla no metalizada. Este modo de realización, está particularmente preparado para una antena del tipo Satcom (acrónimo de comunicación por satélite o "Satellite communications", en terminología anglo-sajona).

55 Según un modo de realización, las dos placas metálicas que contienen la red de detectores del tipo ranura están fijadas sobre un plano paralelo al plano de la citada platina radiante.

Según un modo de realización, la citada platina radiante incluye varias líneas radiantes separadas una semi-longitud de onda. Este modo de realización permite especialmente evitar los problemas relativos a los lóbulos de la red.

Según un modo de realización, la citada platina radiante incluye varias líneas radiantes constituidas por un alineamiento de elementos radiantes tales como los dipolos, los parches o las ranuras.

- 5 Según un modo de realización, la citada platina radiante incluye varias líneas radiantes que incluyen cada una un repartidor en una entrada y varias salidas correspondientes con el número de elementos radiantes de la línea radiante.

Breve descripción de los dibujos

- 10 Se comprenderá mejor el invento con la ayuda de la descripción, hecha a continuación a título puramente explicativo, de unos modos de realización del invento, haciendo referencia a las Figuras en las cuales:

- o la Figura 1 ilustra una antena de telecomunicaciones por satélite plana y móvil según el estadio de la técnica;
- o la Figura 2 ilustra una antena de telecomunicaciones por satélite plana parcialmente representada según un modo de realización del invento;

- 15 o la Figura 3 ilustra un cono móvil de la antena de la Figura 2;
- o la Figura 4 ilustra un circuito de alimentación multicapas de la antena de la Figura 2;
- o la Figura 5 ilustra una vía del circuito de alimentación multicapas según un modo de realización en una vista en perspectiva;

- o la Figura 6 ilustra la vía de la Figura 5 en una vista en corte;
- 20 o la Figura 7 ilustra la primera capa de las líneas de transmisión del circuito de alimentación multicapas para un ejemplo de antena que incluye 49 líneas radiantes;
- o la Figura 8 ilustra la segunda capa de las líneas de transmisión del circuito de alimentación multicapas para el ejemplo de la Figura 7; y
- o la Figura 9 ilustra la primera y la segunda capa de las líneas de transmisión del circuito de alimentación multicapa para el ejemplo de la Figura 7.

25 Descripción detallada de unos modos de realización del invento

La figura 2 revela una antena plana 10 de telecomunicaciones por satélite constituida por una platina radiante 16 conectada a un medio de adaptación 11 preparado para modificar los retrasos de los campos emitidos o recibidos por la platina radiante 16.

- 30 La platina radiante 16 se extiende en un plano xy e incluye varias líneas radiantes 17 situadas según el eje y con un paso cercano a una semi-longitud de onda según el eje x. Cada línea radiante 17 está constituida por un alineamiento de N elementos radiantes (no representados), por ejemplo, de dipolos, de parches o de ranuras situados a un paso inferior a una longitud de onda según el eje de las y y alimentados por un repartidor que incluye una entrada y N salidas.

- 35 El medio de adaptación 11 está constituido por un cono 12 móvil en rotación entre dos placas metálicas 13a y 13b paralelas a la platina radiante 16. El cono 12, representado en la Figura 3, es móvil en rotación alrededor del eje z' (paralelo o coincidente con el eje z) extendiéndose en una dirección normal al plano xy. La movilidad del cono 12 está asegurada por una guía 20 controlada numéricamente.

- 40 El cono 12 radia entre las dos placas metálicas 13a, 13b una onda TEM (por travesía eléctrico-magnética) cuyo campo eléctrico es perpendicular a las placas metálicas 13a, 13b. El medio de adaptación 11 incluye igualmente un circuito de alimentación 14 multicapas, representado en la Figura 4, que conecta el cono 12 con la platina radiante 16. Este circuito de alimentación 14 está constituido por cinco capas de un circuito de cobre 13a, 20-23 separadas por cuatro capas de dieléctrico. El conjunto está ensamblado por pegadura. La primera capa 13a está formada por la placa metálica superior 13a. Una ranura de acoplamiento 27 practicada en esta capa 13a proporciona uno de los detectores de la red de detectores.

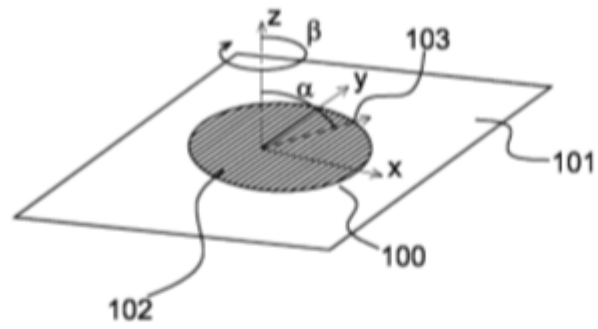
- 45 Las capas 13a, 20 y 21 forman una línea de transmisión del tipo tri-placa cuya línea conductora está situada sobre la capa 20 y los planos de masa sobre las capas 13a y 21.

Las capas 21, 22 y 23 forman una segunda línea de transmisión del tipo tri-placa cuya línea conductora está situada sobre la capa 22 y los planos de masa sobre las capas 21 y 23.

- Una travesera 28 que permite conectar las líneas 25 de las capas 20 y 22 está realizada por medio de un orificio metalizado que atraviesa la capa conductora 21 sin contacto a través de una pastilla no metalizada. La capa 23 está provista de una ranura de acoplamiento 26 que permite alimentar una línea 17 de la platina radiante 16.
- 5 Esta estructura permite obtener un coeficiente de transmisión entre la ranura de acoplamiento 27 y la platina radiante 16 del módulo sensiblemente igual a uno y un retraso fácilmente controlable ajustando la longitud de las líneas 25 de las capas 20 y 22. Estas líneas inducen igualmente un retardo suplementario que permite obtener un apunte fijo inicial de tal manera que el apunte total varíe de 0° a 60° para un desplazamiento simétrico del cono 12 de alrededor de $\pm 30^\circ$.
- 10 Las Figuras 5 y 6 representan un ejemplo de realización del medio de adaptación 11 para una vía. El medio de adaptación 11 está constituido por unas placas metálicas 13a, 13b situadas alrededor del cono 12 (no representado). La propagación de las ondas emitidas y recibidas por el cono 12 son transmitidas al circuito de alimentación 14 multicapas por una ranura de acoplamiento 27. La propagación está cerrada entre las placas metálicas 13a y 13b detrás de la ranura 27 por una pieza metálica 30 cuyo perfil permite la adaptación de la transmisión.
- 15 El circuito de alimentación 14 está constituido por cuatro capas de circuito impreso ensambladas por pegadura. El material utilizado puede ser, por ejemplo, de Rogers RT/duroid 5880 de espesor 0,508 mm.
- 20 Las capas 13a y 21 están conectadas en las cercanías de la ranura 27 por unos orificios metalizados que permiten evitar la propagación de los modos indeseables en el circuito. La energía extraída por la ranura 27 circula por la línea 25a y después por la línea 25b y a continuación un cambio de capa realizado por medio de la travesera 28. Las capas 13a, 21 y 23 están conectadas en las cercanías de la travesera por unos orificios metalizados que permiten evitar la propagación de los modos indeseables en el circuito. La travesera está realizada por un orificio metalizado que conecta las capas 20 y 22. Atraviesa la capa 21 sin contacto a través de una pastilla no metalizada.
- 25 El acoplamiento en la entrada de una línea de la platina radiante 16 está realizada por la ranura 26. Las capas 21 y 23 están conectadas en las cercanías de la ranura 26 por unos orificios metalizados que permiten evitar la propagación de unos modos indeseables en el circuito.
- 30 La entrada de la línea de la platina radiante 16 está realizada igualmente en tecnología tri-placa entre la línea radiante 17 y los planos de masa 36 y 37. Está encastrada en una pieza metálica 40 que asegura un posicionamiento preciso y de bajas impedancias entre las diferentes capas metálicas 23, 36 y 37. El acoplamiento entre la línea radiante 17 y la línea 25b se obtiene gracias a la ranura 26 y a la conexión de la línea radiante 17 con el plano de masa 37 por medio del orificio metalizado 41. Las capas 36 y 37 están conectadas por medio de unos orificios metalizados 42 que permiten evitar la propagación de los modos indeseables en el circuito.
- 35 Las Figuras 7, 8 y 9 dan el nivel del circuito completo para un ejemplo de antena que incluye 49 líneas radiantes. Las ranuras de acoplamiento con las líneas radiantes 26 están alineadas en un paso cercano a una semi-longitud de onda (5 mm a 30 GHz). Las ranuras 27 en conexión con el cono 12 están situadas sobre la curva de salida (cercana a un arco de círculo) a un paso igualmente cercano a una semi-longitud de onda. La longitud de las líneas 25a, 25b ajustada por medio de la posición de las traveseras 28 proporciona el retardo necesario para la focalización y el apunte inicial del haz hacia 30° (cono en posición central).
- Este modo de realización permite limitar el tamaño del circuito de alimentación 14 para conectar el cono 12 con las líneas radiantes 17.
- 40 El invento permite igualmente apuntar todas las direcciones contenidas en el cono de semi-ángulo 60° centrado sobre el eje z por medio de una rotación del cono 12 de unos $\pm 30^\circ$ alrededor del eje z' y una rotación del conjunto antena de 360° alrededor del eje z. Esta estructura de antena funciona en una banda muy ancha de frecuencias pues el cono móvil 12 permite obtener un apunte independiente de la frecuencia.

REIVINDICACIONES

1. Antena plana (10) de telecomunicación por satélite que incluye:
- una platina radiante (16) que comprende al menos una línea radiante (17),
 - un medio de adaptación (11) preparado para modificar el retardo de los campos emitidos o recibidos por al menos una línea radiante (17) de la platina radiante (16), caracterizada por que el citado medio de adaptación (11) incluye:
 - un cono (12) móvil en rotación entre dos placas metálicas (13a, 13b), y
 - un circuito de alimentación (14) multicapas (13a, 20-23) cuya primera capa (13a) está formada por al menos una de las placas metálicas (13a, 13b) que contiene una red de detectores del tipo ranura y una última capa (23) está provista de al menos una ranura de acoplamiento conectada a al menos una línea radiante (17) de la platina radiante (16),
 - estando conectadas la primera capa (13a) y la última capa (23) por al menos una línea de transmisión (25)
 - la longitud de al menos una línea de transmisión (25), que conecta la primera capa (13a) con la última capa (23), estando preparada para introducir un retardo necesario para la focalización de la onda radiada por la línea radiante (17).
2. Antena plana según la reivindicación 1, caracterizada por que el cono (12) está preparado para transmitir entre las placas metálicas (13a, 13b) una onda cuyo campo eléctrico es perpendicular a las placas metálicas (13a, 13b).
3. Antena plana según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada por que la longitud de al menos una línea de transmisión (25) está preparada para introducir un retardo suplementario que permita obtener un apunte fijo inicial de tal manera que el apunte total varíe de 0° a 60° para un desplazamiento simétrico del cono (12) de alrededor de +/- 30°.
4. Antena plana según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que el circuito de alimentación (14) está constituido por cinco capas (13a, 20-23) de circuitos metálicos separados con cuatro capas de dieléctrico.
5. Antena plana según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que las dos capas (20, 22) del circuito de alimentación (14) están conectadas por al menos un orificio metalizado que atraviesa una capa conductora sin contacto a través de una pastilla no metalizada.
6. Antena plana según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que el circuito de alimentación (14) está ensamblado por pegadura.
7. Antena plana según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que las dos placas metálicas (13a, 13b) que contienen la red de detectores del tipo ranura están fijados sobre un plano paralelo al plano de la citada platina radiante (16).
8. Antena plana según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que la citada platina radiante (16) incluye varias líneas radiantes (17) separadas una semi-longitud de onda.
9. Antena plana según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que la citada platina radiante (16) incluye varias líneas radiantes (17) constituidas por un alineamiento de elementos radiantes tales como dipolos, parches o ranuras.
10. Antena plana según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que la citada platina radiante (16) incluye varias líneas radiantes (17) que incluyen cada una un repartidor en una entrada y varias salidas correspondientes al número de elementos radiantes de la línea radiante.



ESTADO DE LA TÉCNICA

Fig. 1

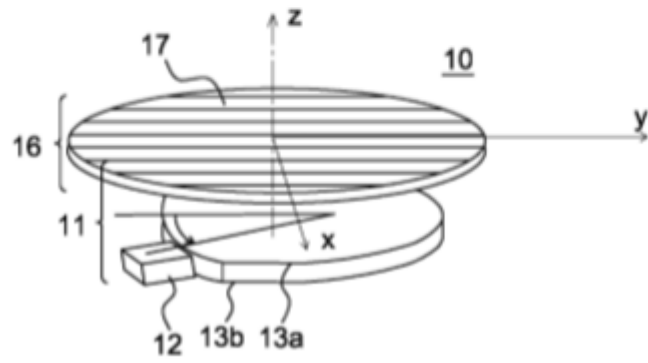


Fig.2

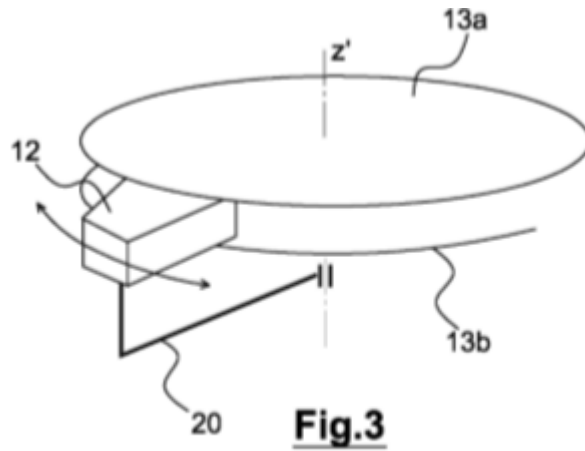


Fig.3

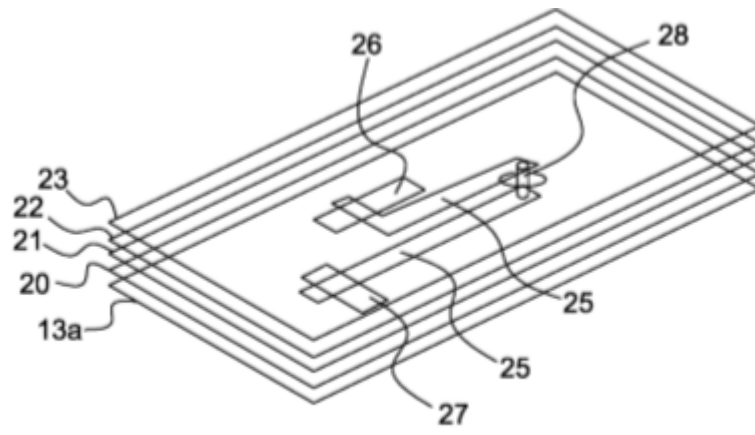


Fig.4

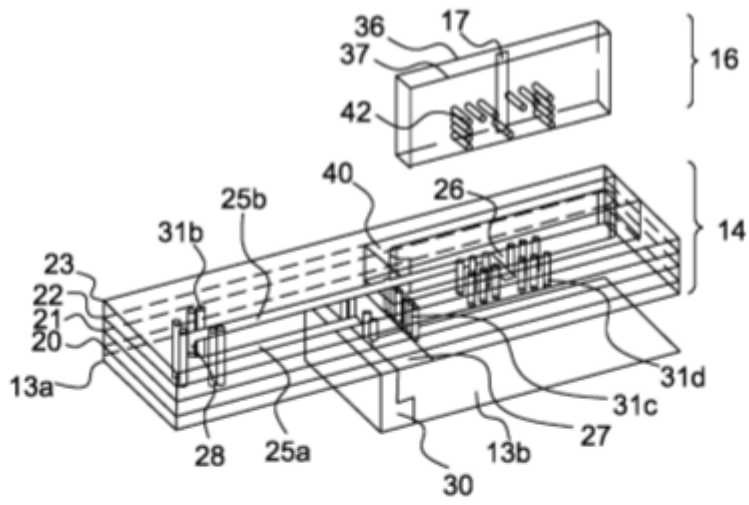


Fig.5

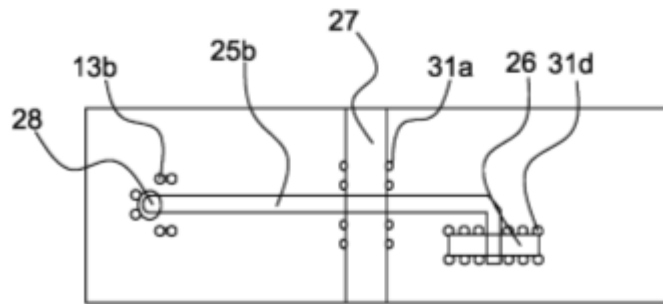
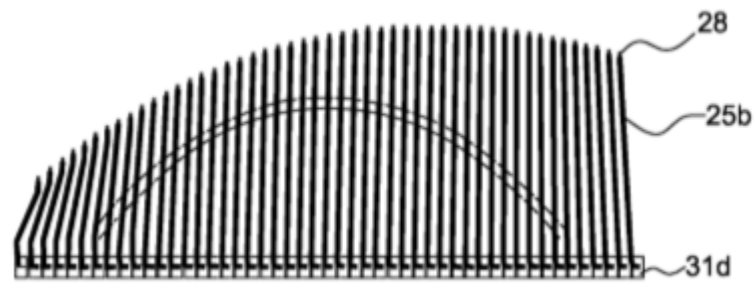
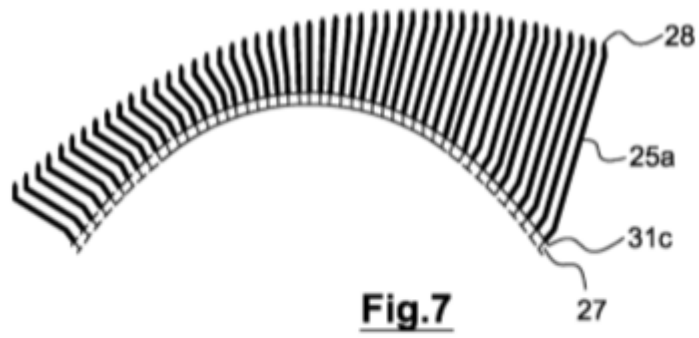


Fig.6



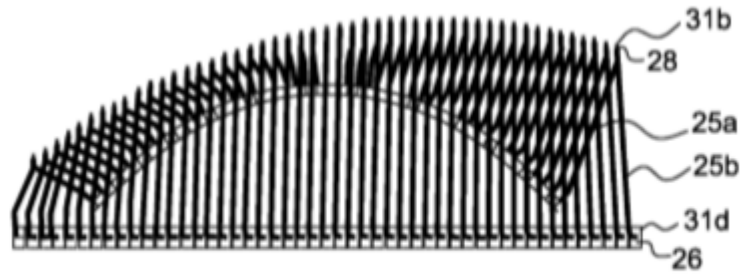


Fig.9