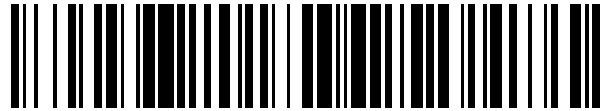


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 604**

51 Int. Cl.:

H01Q 21/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2010 E 10352003 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2015 EP 2293385**

54 Título: **Antena autodirectiva en polarización circular**

30 Prioridad:

27.08.2009 FR 0904076

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.07.2015

73 Titular/es:

**ECOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE
(100.0%)
7 Avenue Edouard Belin
31400 Toulouse Cedex, FR**

72 Inventor/es:

SOUNY, BERNARD

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 539 604 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 autodirectiva en polarización circular

5 La presente invención concierne a una antena autodirectiva en polarización circular.

10 Los ámbitos de aplicación de una antena de acuerdo con la invención son variados. Pueden citarse aquí a título de ejemplo no limitativo antenas para chips RFID (del acrónimo inglés Radio Frequency Identification, o en francés Identification par Radio Fréquence), para teléfono móvil, para sistemas de localización (tales como los conocidos con los nombres de GPS, GLONASS, Galileo, ...) o para la realización de redes locales inalámbricas tales como las redes WIFI o también las redes de cuerpo (body network), especialmente con fines médicos. Pueden considerarse igualmente otras aplicaciones de una antena de acuerdo con la invención.

15 Para estas diversas aplicaciones, se desea a veces tener antenas directivas, es decir cuyo diagrama de radiación privilegie una dirección dada.

El documento US 6.208.302 describe una antena de teléfono móvil para satélite.

20 Para hacer una antena directiva se utilizan dos técnicas principales. Así, por una parte, se conoce tener una antena cuya forma la haga directiva. Este es el caso, por ejemplo, de un cornete que permite orientar las emisiones: se tiene entonces una antena denominada autodirectiva. Se conoce, por otra parte, utilizar un reflector para orientar las emisiones de la antena.

25 Estas dos técnicas de la técnica anterior presentan ambas el inconveniente de ser voluminosas. La utilización de un reflector permite ya una miniaturización con respecto a la utilización de un cornete. Sin embargo, conviene utilizar un reflector cuyo tamaño sea del orden de $\lambda/4$, donde λ es la longitud de onda de emisión de la antena.

30 Otro inconveniente de las antenas con reflector de la técnica anterior es que éstas son sensibles a la superficie sobre la cual están situadas. El funcionamiento de ciertas antenas puede verse así perturbado cuando estas antenas están dispuestas por ejemplo sobre una superficie metálica.

La presente invención tiene entonces por objetivo facilitar una antena autodirectiva miniatura. Preferentemente, una antena de este tipo será insensible a la naturaleza del soporte sobre el cual se encuentra la misma.

35 A tal efecto, la invención propone una antena autodirectiva en polarización circular.

40 De acuerdo con la presente invención, dicha antena comprende primeros medios que permiten realizar un primer modo de funcionamiento, radiando una polarización circular y teniendo un diagrama tórico según un primer eje (Ox), segundos medios que permiten realizar un segundo modo de funcionamiento, radiando una polarización circular y teniendo un diagrama tórico según un segundo eje (Oy); los primeros medios están dispuestos en la proximidad de los segundos medios de funcionamiento y están orientados con un desfase de 90° (Ox perpendicular a Oy), y el primer modo de funcionamiento está en cuadratura en avance o en cuadratura en retardo con respecto al segundo modo.

45 Como se definió en el párrafo precedente, una antena de acuerdo con la presente invención es así equivalente a dos antenas: una primera que emite una polarización circular está orientada de manera que su diagrama de radiación sea un toro de eje Ox (eje de revolución del toro) y la segunda está orientada de manera que su diagrama de radiación sea un toro de eje Oy (eje de revolución del toro) perpendicular a Ox. De esta manera pueden obtenerse dos antenas distintas realizadas por estructuras físicas distintas o bien una misma estructura que puede funcionar de acuerdo con los dos modos de funcionamiento descritos. La utilización de dos antenas, o de dos modos de funcionamiento, como se define en la presente invención, permite realizar una interferencia constructiva en un lado de un eje Oz, perpendicular a la vez a Ox y a Oy y una interferencia destructiva en el otro lado del eje Oz. Se realiza de este modo una directividad de la antena de acuerdo con la presente invención.

55 En lo que concierne a la noción de proximidad de los dos medios que permiten realizar un modo de funcionamiento en radiación, hay que observar que cuanto más próximos estén estos medios uno del otro, mayor es el efecto obtenido de acuerdo con la invención, a saber la directividad, en la proximidad de estos medios. De esta manera, se puede considerar por ejemplo que los dos medios que permiten realizar un modo de funcionamiento en radiación de una antena de acuerdo con la invención, están "en la proximidad" uno del otro si estos pueden estar contenidos en una esfera imaginaria de radio $\lambda/2$ o incluso preferentemente en una esfera imaginaria de radio $\lambda/4$, siendo λ la longitud de onda de la antena de acuerdo con la invención. Sin embargo, en una forma de realización preferida, para obtener un mejor funcionamiento de la antena de acuerdo con la presente invención, los dos medios que permiten realizar un modo de funcionamiento en radiación tienen ventajosamente una localización común.

Los medios utilizados para obtener un modo de funcionamiento que radia en polarización circular y con un diagrama de radiación tórico son por ejemplo una combinación de un dipolo magnético y de un dipolo eléctrico, o bien todavía un elemento en forma de hélice. Para estos dispositivos, deberá cumplirse la condición conocida con el nombre de condición de Wheeler. Sin embargo, en una forma de realización preferida, los primeros y segundos medios de funcionamiento definidos en la presente invención están formados por una hélice en anillo que presenta un número de espiras múltiplo de cuatro. Esto permite tener una invarianza por rotación de 90° ($\pi/2$ rad) del dispositivo y tener dos modos de funcionamiento de características idénticas en una misma estructura física: cada modo de funcionamiento es de diagrama tórico y de polarización circular, uno orientado según un primer eje denominado Ox y el otro según un segundo eje denominado Oy, estando contenida la hélice en anillo en un toro de eje de revolución Oz, perpendicular a la vez a Ox y a Oy.

Para la realización de una antena autodirectiva de acuerdo con la presente invención poniendo en práctica una hélice en anillo, están previstos medios de excitación de la antena y permiten por ejemplo excitar la antena en dos puntos desfasados 90° con respecto al anillo. Se puede considerar en este caso igualmente que los medios de excitación de la antena permitan excitar la antena en un punto y presenten una pieza de acoplamiento dispuesta a $\pm 45^\circ$ del punto de excitación.

En una forma de realización preferida, la excitación de cada antena elemental es una excitación eléctrica, permitiendo los primeros medios realizar un primer modo de funcionamiento así como permitiendo los segundos modos realizar un segundo modo de funcionamiento formando cada uno una antena elemental. En tal caso, los medios de excitación de la antena comprenden por ejemplo un disco metálico dispuesto debajo de la hélice en anillo para la excitación de la antena.

En el caso en que la antena de acuerdo con la presente invención comprenda una hélice en anillo, esta última puede ser obtenida por ejemplo por plegado de un alambre metálico, especialmente un alambre de cobre, o bien, en una variante, por plegado de una tira metálica, especialmente una tira de cobre. Ésta puede ser realizada igualmente por ensamblaje mecánico de placas para formar una hélice. Naturalmente, pueden considerarse otras formas de realización.

Detalles y ventajas de la presente invención se deducirán mejor de la descripción que sigue, hecha refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una primera forma de realización de una antena autodirectiva de acuerdo con la presente invención,
- la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de una segunda variante de realización de una antena de acuerdo con la invención,
- la figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de una tercera variante de realización de una antena de acuerdo con la invención, y
- la figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de una cuarta variante de realización de una antena de acuerdo con la presente invención.

Las figuras adjuntas representan modos de realización preferidos de una antena autodirectiva de acuerdo con la presente invención. No se trata sin embargo de los únicos modos de realización posibles para realizar una antena de acuerdo con la invención. La presente invención concierne a una combinación ventajosa de dos antenas en polarización circular, o más generalmente a la combinación de dos modos de funcionamiento de una misma estructura física radiante. Tal combinación de acuerdo con la invención permite obtener una antena autodirectiva que presenta ventajas que se presentarán más adelante.

La presente invención concierne de modo más particular a la combinación de dos modos de funcionamiento de antena, de polarización circular y que tiene un diagrama tórico. Tal modo de funcionamiento puede ser obtenido por ejemplo con la ayuda de un dipolo eléctrico y de un dipolo magnético orientados ambos según un mismo eje y que respeten la condición de Wheeler para la obtención de una polarización circular. La condición de Wheeler está definida por ejemplo en el artículo cuyas referencias son las siguientes: H.A.Wheeler, « A Helical Antenna for Circular Polarization », Proceedings of the I.R.E., Vol 35 pp. 1484-1488; December 1947. De acuerdo con la invención, se propone combinar dos antenas que funcionan según tal modo de funcionamiento, una primera antena está orientada según un primer eje, denominado en lo que sigue Ox y una segunda está orientada según un segundo eje Oy. Los dos ejes Ox y Oy son perpendiculares. Las dos antenas tienen preferentemente una localización común, o al menos están preferentemente dispuestas en la proximidad una de la otra.

Las formas de realización representadas en las figuras son formas de realización preferidas porque éstas permiten tener una sola estructura física que presenta dos modos de funcionamiento, siendo entonces esta estructura equivalente a dos antenas con una localización común que forman una antena autodirectiva. En estas diversas formas de realización, se encuentra un elemento metálico a la vez en hélice y en anillo. De acuerdo con las formas de realización, un alambre metálico o una tira metálica, preferentemente de cobre, están enrollados de manera que presentan varias espiras. Estas espiras no son forzosamente espiras circulares como puede observarse en las

figuras adjuntas. El eje a lo largo del cual están formadas estas espiras es a su vez un círculo. Así, la envuelta de la hélice en forma de anillo es tórica. El número de espiras es un número entero múltiplo de cuatro de tal modo que las dos extremidades de la hélice se unan y que la estructura sea invariante por rotación de 90°.

5 En la figura 1, se ha representado una hélice en forma de anillo realizada a partir de una tira de cobre. Esta hélice comprende ocho espiras 2 de sección sensiblemente cuadrada. Es conocido utilizar tal hélice en forma de anillo para realizar una antena de polarización circular y de diagrama tórico. De acuerdo con la presente invención, esta hélice en anillo es utilizada para funcionar de acuerdo con dos modos de funcionamiento. En el modo de realización según la figura 1, para obtener los dos modos de funcionamiento se prevén dos puntos de excitación dispuestos a 90° uno del otro. En la figura 1 se han representado los ejes Ox, Oy y Oz que forman un sistema de referencia ortogonal. Un primer punto de excitación 4 está dispuesto en el eje Ox mientras que un segundo punto de excitación 6 está dispuesto en el eje Oy.

10 En este ejemplo de realización, se ha situado debajo de la antena de acuerdo con la invención un disco metálico 8 que permite una excitación eléctrica de la antena a través cada vez de un condensador 10 colocado en serie con una fuente de excitación (no representada).

A título de ejemplo no limitativo y puramente ilustrativo, se puede indicar que el disco metálico 8 esté dispuesto por ejemplo a un milímetro (1 mm) de la hélice en anillo. Además, la fuente de excitación es por ejemplo una fuente de excitación de impedancia interna de 50 Ohm. La frecuencia de adaptación es por ejemplo de 2.057 GHz. Esta frecuencia es regulada por el tamaño de la antena, y particularmente por la elección del número de espiras 2, por la posición del disco y el valor de los condensadores de acoplamiento. Conviene observar aquí que es posible situar un segundo disco metálico 8 encima de la hélice en forma de anillo (se tendría entonces la hélice en forma de anillo en sándwich entre los dos discos metálicos).

20 Como se explicó anteriormente refiriéndose a la figura 1, se obtienen dos modos de funcionamiento de antena, equivalentes a dos antenas de polarización circular y teniendo un diagrama tórico, una orientada según Ox y la otra según Oy. Cada modo de funcionamiento cumple las condiciones de Wheeler. El primer modo de funcionamiento de la hélice en anillo representada es obtenido por excitación por el primer punto de excitación 4 y el segundo modo de funcionamiento por excitación a nivel del segundo punto de excitación 6. La excitación en el segundo punto de excitación 6 está en cuadratura en avance y en cuadratura en retardo con respecto a la excitación en el primer punto de excitación 4. De esta manera, se encuentra en un lado del plano Oxy una interferencia constructiva y en el otro lado del plano Oxy una interferencia destructiva que permiten obtener el efecto de directividad de la antena de acuerdo con la presente invención. Siendo obtenida en este caso la directividad por la estructura de la antena, se considera que se trata de una antena autodirectiva. En función del hecho de que la señal en el segundo punto de excitación 6 esté en cuadratura en avance o en cuadratura en retardo con respecto a la señal de excitación en el primer punto de excitación 4, se obtendrá una antena directiva en el sentido de las zonas $z > 0$ o en el sentido $z < 0$.

30 En la figura 2, se ha representado una hélice en anillo que solamente presenta cuatro espiras 2'. En este caso, como en el primer modo de realización, se elige tener un número de espiras múltiplo de cuatro a fin de obtener una invariante por rotación de 90°. En el modo de realización de la figura 2, se encuentran los mismos elementos que en el modo de realización de la figura 1. En este caso, solo ha cambiado el número de espiras.

40 La figura 3 muestra una variante de realización en la cual está previsto un solo punto de excitación. Además, como puede observarse, mientras que en las figuras 1 y 2 la hélice en anillo estaba realizada a partir de una tira plegada, la hélice en el anillo de la figura 3 está realizada a partir de un alambre. En este caso se utiliza preferentemente un alambre de cobre, material preferido igualmente para la realización de la hélice en anillo de las figuras 1 y 2. En esta variante de realización, se encuentran en este caso ocho espiras regularmente repartidas para formar una hélice en anillo.

50 En esta forma de realización, se encuentran espiras 2'' que forman la hélice en anillo que también está dispuesta encima de un disco metálico 8. Se toma en este caso la misma orientación con un sistema de referencia Oxyz. El punto de excitación, no representado aquí, está realizado por ejemplo en el eje Ox o el eje Oy. Para obtener dos modos de funcionamiento con un desfase de $\pm 90^\circ$, se utiliza en este caso una pieza de acoplamiento 12 colocada a $\pm 45^\circ$ con respecto al punto de excitación. Se obtiene así un esquema equivalente a una excitación realizada por un punto de excitación en el eje Ox y otra excitación realizada en el eje Oy en cuadratura. Se encuentra así una antena directiva de acuerdo con la invención de la misma manera que en las dos formas de realización de las figuras 1 y 2.

60 Finalmente, la figura 4 ilustra un ejemplo de antena de acuerdo con la invención, con un disco metálico 8, colocado encima de un circuito impreso 14. El disco está unido al plano de masa por un bloque metálico 16. En este caso, la antena está al aire y presenta a título de ejemplo numérico un radio de 10 mm y una altura de 5 mm. La antena es excitada en este caso a nivel de dos puntos de excitación 4 y 6 pero podría preverse también una forma de realización con un solo punto de excitación y una pieza de acoplamiento.

- 5 Como se desprende de la descripción que precede, una antena de acuerdo con la presente invención presenta la ventaja de ser autodirectiva, es decir sin tener que utilizar reflector. El tamaño de esta antena puede ser por ello sensiblemente reducido. Considerando una longitud de onda λ dada, con la presente invención es posible realizar una antena autodirectiva cuyo tamaño (diámetro) es de aproximadamente $\lambda/10$. En comparación, si se utiliza un reflector, conviene prever un reflector de un tamaño (diámetro) de $\lambda/4$. Por tanto, la ganancia en volumen con respecto a una antena comparable de la técnica anterior es muy sensible.
- 10 Conviene observar en este caso que el disco descrito anteriormente es utilizado solamente para la excitación eléctrica de la antena. El especialista en la materia conoce muy bien que es posible excitar de modo diferente la antena. Podría preverse por ejemplo una excitación magnética con un bucle. Ya no es necesario entonces prever un disco metálico debajo de la hélice en forma de anillo. Además, el tamaño del disco metálico importa poco. En las figuras, el disco presenta un tamaño correspondiente sensiblemente al tamaño de la hélice en forma de anillo. Se trata en este caso del una forma de realización preferida pero puede considerarse otro tamaño de disco. Finalmente, la elección de una excitación eléctrica por la adición de un disco metálico debajo de la hélice en forma de anillo es preferida en este caso por razones de realización práctica. Tal excitación permite disminuir la frecuencia de resonancia y modificar la condición de relación paso/superficie de las espiras de la hélice en forma de anillo. En efecto, como conoce el especialista en la materia, una excitación eléctrica es generalmente más interesante en la práctica que una excitación magnética por bucle.
- 15
- 20 Es posible modificar la dirección de tiro de una antena de acuerdo con la invención cambiando la cuadratura del segundo modo de funcionamiento con respecto al primer modo de funcionamiento. De modo más general, si uno de los dos modos de funcionamiento utilizados en una antena autodirectiva de acuerdo con la presente invención está en cuadratura en avance con respecto a la otra antena, basta invertirla para que éste quede en cuadratura en retardo para cambiar la dirección de tiro de la antena de acuerdo con la invención.
- 25
- 30 Se ha observado igualmente que una antena de acuerdo con la invención tiene un funcionamiento muy poco sensible a su entorno. Así por ejemplo, un plano metálico colocado en la proximidad de la antena no perturba su funcionamiento. Lo mismo ocurre con los componentes electrónicos colocados en la proximidad de la antena. Debido a esto, se facilita la integración de una antena de acuerdo con la invención. Esta característica favorece la puesta en red de una antena de acuerdo con la invención.
- 35 La modificación del número de espiras utilizadas para realizar la hélice en anillo tiene una influencia en la miniaturización de antena de acuerdo con la invención. Así, una antena de acuerdo con la invención es interesante a baja frecuencia cuando la utilización de un dieléctrico de alta permitividad relativa (ϵ) es difícil. Esta posibilidad de miniaturización facilita igualmente la puesta en red de una antena de acuerdo con la invención.
- 40 Una antena de acuerdo con la presente invención puede encontrar una aplicación en diversos ámbitos técnicos. Así, tal antena puede ser utilizada por ejemplo en un teléfono móvil o como sensor RFID (del acrónimo inglés Radio Frequency IDentification o en francés, Identification par Radio Fréquence). En tal aplicación, la directividad de una antena de acuerdo con la invención, independiente de un reflector, hace una antena de acuerdo con la invención interesante para proteger al usuario del teléfono móvil o para la utilización RFID.
- 45 Una utilización en el ámbito del posicionamiento (GPS, Galileo, GLONASS,...) de una antena de acuerdo con la invención es interesante a causa de su polarización circular en todo el espacio y de su directividad.
- 50 De manera más general, una antena de acuerdo con la presente invención es ventajosa para todas las aplicaciones en que la orientación exacta de la antena no pueda ser conocida. Estando la antena en polarización circular, ésta no tiene orientación privilegiada.
- 55 La presente invención no se limita a las formas de realización preferidas descritas anteriormente y representadas a título de ejemplos no limitativos en los dibujos adjuntos. Ésta, por el contrario, concierne a todas las variantes de realización al alcance del especialista en la materia en el marco de las reivindicaciones que siguen.
- 60 Así por ejemplo, como se ha sugerido anteriormente, la presente invención podría ser puesta en práctica con dos estructuras físicas distintas tales como dos antenas en polarización circular distintas, con una localización común, o bien dispuestas en la proximidad una de la otra. Para obtener una antena autodirectiva de longitud de onda λ , las dos estructuras físicas están en la proximidad una de la otra. Éstas están bastante próximas una a la otra para poder estar contenidas en una esfera, imaginaria, de radio $\lambda/2$ o incluso preferentemente de radio $\lambda/4$. Se podrían tener por ejemplo antenas de forma general sensiblemente lineal dispuestas perpendicularmente una respecto de la otra, formando por ejemplo una X, o una T o una V – u otra forma -.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Antena autodirectiva en polarización circular de longitud de onda λ , **caracterizada por que** comprende primeros medios que permiten realizar un primer modo de funcionamiento, radiando una polarización circular y teniendo un diagrama tórico según un primer eje (Ox), segundos medios que permiten realizar un segundo modo de funcionamiento, radiando una polarización circular y teniendo un diagrama tórico según un segundo eje (Oy), **por que** los primeros medios están dispuestos en la proximidad de los segundos de tal modo que los citados primeros medios y los citados segundos medios pueden estar contenidos en una esfera imaginaria cuyo radio es inferior a $\lambda/2$ y están orientados con un desfase de 90° (Ox perpendicular a Oy), y **por que** el primer modo de funcionamiento está en cuadratura en avance o en cuadratura en retardo con respecto al segundo modo y **por que** los primeros y segundos medios de funcionamiento comprenden una hélice en anillo que presenta un número de espiras (2, 2', 2'') múltiplo de cuatro.
- 10
- 15 2. Antena autodirectiva de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** comprende medios de excitación que permiten excitar la hélice en anillo en dos puntos (4, 6) desfasados 90° con respecto al anillo.
- 20 3. Antena autodirectiva de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** comprende medios de excitación de la antena que permiten excitar la antena en un punto y que presenta una pieza de acoplamiento (12) dispuesta a $\pm 45^\circ$ del punto de excitación.
- 25 4. Antena autodirectiva de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** la hélice en anillo es obtenida por plegado de un alambre metálico, especialmente un alambre de cobre.
5. Antena autodirectiva de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** la hélice en anillo es obtenida por plegado de una tira metálica especialmente una tira de cobre.
- 30 6. Antena autodirectiva de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizada por que** los medios de excitación de la antena comprenden un disco metálico (8) dispuesto debajo de la antena en forma de hélice en anillo para la excitación de la antena.

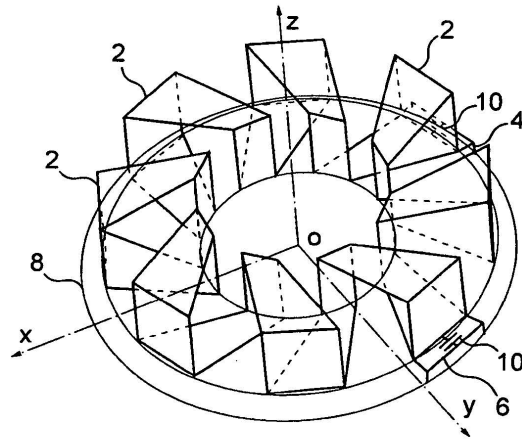


Fig. 1

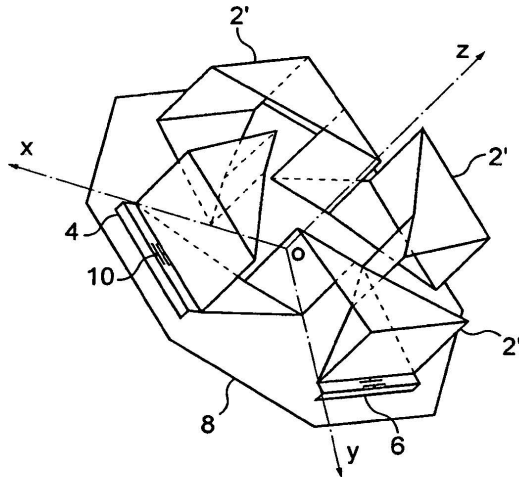


Fig. 2

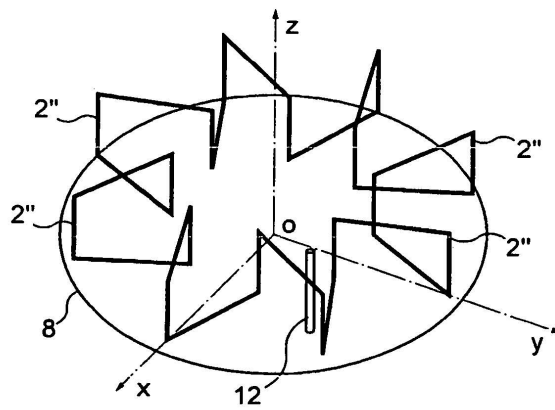


Fig. 3

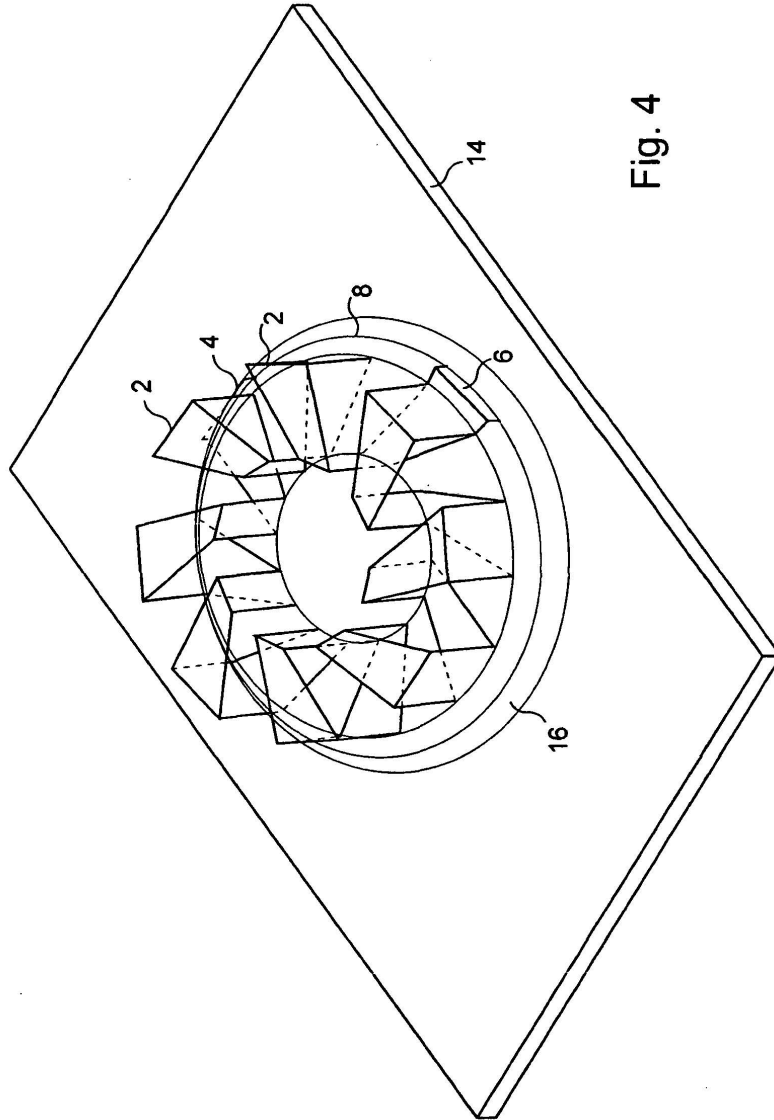


Fig. 4