

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 512**

51 Int. Cl.:

H01Q 15/00 (2006.01)

H01Q 15/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.05.2014** **PCT/EP2014/060339**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2014** **WO14206649**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2014** **E 14726562 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017** **EP 3014704**

54 Título: **Dispositivo de polarización para antena de telecomunicaciones por satélite y antena asociada**

30 Prioridad:

27.06.2013 FR 1356168

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

21.09.2017

73 Titular/es:

**INEO DEFENSE (100.0%)
Route Militaire
78140 Velizy Villacoublay, FR**

72 Inventor/es:

COLLIGNON, GÉRARD

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 633 512 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

Dispositivo de polarización para antena de telecomunicaciones por satélite y antena asociada

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere al campo de los polarizadores para antena de telecomunicaciones por satélite. La invención se refiere igualmente a una antena de telecomunicaciones por satélite asociada.

- 10 **[0002]** La invención encuentra una aplicación particularmente ventajosa para la emisión y la recepción de los datos hacia o desde un satélite especialmente para las telecomunicaciones por satélites de tipo Satcom (acrónimo de comunicación por satélite o «*Satellite communications*» en terminología anglosajona).

ESTADO DE LA TÉCNICA

15

[0003] Las telecomunicaciones por satélite utilizan habitualmente una banda de frecuencia en la emisión Tx y una banda de frecuencias en la recepción Rx. La polarización es con frecuencia circular de sentido opuesto en emisión y recepción, especialmente para ciertos satélites que trabajan en las bandas X, Ka y Q/V.

- 20 **[0004]** La utilización de la polarización circular está particularmente bien adaptada a las comunicaciones entre un móvil (vehículo terrestre, navío, avión...) y un satélite ya que no necesita ninguna orientación de polarización contrariamente a la polarización lineal.

- 25 **[0005]** La realización de una antena de red plana para esta aplicación necesita por tanto la utilización de elementos radiantes bi bandas (banda Rx y banda Tx) y bi polarizaciones (circular izquierda y circular derecha). El sentido de polarización es preferentemente conmutable.

- 30 **[0006]** Los elementos radiantes (parche, dipolos...) son, con mayor frecuencia, bi polarización lineal y la polarización circular se obtiene por medio de un acoplador híbrido 90° (o equivalente) asociado a cada elemento o a cada línea de elementos radiantes si la antena está activa o de escaneo electrónico. El principal inconveniente de esta estructura proviene del hecho de que la distribución de potencia sobre los N elementos radiantes necesita la utilización de dos repartidores en una entrada y N salidas. Ya sea un repartidor para la emisión y un repartidor para la recepción o un repartidor para cada una de las dos polarizaciones lineales ortogonales. Un dispositivo de polarización se divulga en el documento EP 2 469 653 A1.

35

EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

- 40 **[0007]** La presente invención pretende solucionar los inconvenientes de la técnica anterior proponiendo un dispositivo de polarización que permite utilizar una antena de telecomunicaciones por satélite equipada con elementos radiantes de una sola polarización lineal por tanto con un solo repartidor y un solo acceso para las bandas Rx y Tx. Las dos polarizaciones circulares se realizan en espacio libre delante de la antena por medio de un polarizador que transforma la polarización lineal en polarizaciones circulares izquierda en la banda de frecuencias Tx y en polarización circular derecha en la banda de frecuencias Rx o a la inversa.

- 45 **[0008]** A tal efecto, la presente invención se refiere, según un primer aspecto, a un dispositivo de polarización para antena de telecomunicaciones por satélite que consta al menos de una capa selectiva en frecuencia apta para transformar una polarización lineal, que comprende dos componentes, en polarización circular izquierda en una primera banda de frecuencia en emisión y en polarización circular derecha en una segunda banda de frecuencia en recepción o a la inversa, estando el desfase entre los dos componentes de la polarización lineal comprendido entre -
- 50 85 y -95 grados, preferentemente -90 grados en una de las bandas de frecuencia y estando el desfase entre los dos componentes de la polarización lineal comprendido entre +85 y +95 grados, preferentemente +90 grados en la otra banda de frecuencia, al menos una capa selectiva que comprende unos hilos horizontales en meandro asociados a dobles resonadores en anillos rectangulares abiertos.

- 55 **[0009]** La invención permite reducir la complejidad de los elementos radiantes y de los repartidores de una antena de telecomunicaciones por satélite y facilitar así su realización. Además, la invención permite limitar igualmente la dimensión de una antena de telecomunicaciones por satélite que facilita su implantación en un terminal móvil. De manera clásica, las frecuencias de emisión y de recepción se separan por filtrado por medio de un diplexor.

[0010] Según un modo de realización, el dispositivo consta de varias capas selectivas en frecuencia de motivos idénticos. Como variante, el motivo puede ser diferente entre las diferentes capas.

5 **[0011]** Según un modo de realización, al menos una capa selectiva en frecuencia se realiza en un circuito impreso que comprende un sustrato de espesor de 2 mm y de constante dieléctrica relativa igual a 2.2. Por ejemplo, el sustrato seleccionado es de tipo RT/duroid 5880.

[0012] Según un modo de realización, el dispositivo consta de cuatro capas selectivas en frecuencia.

10

[0013] Según un modo de realización, el dispositivo consta de una susceptancia correspondiente a la ecuación siguiente:

$$B = \frac{B_2}{\left(1 - \left(\frac{F}{F_0}\right)^2\right)}$$

15

en la que una característica permite regular la pendiente alrededor de una frecuencia de corte en función de la frecuencia.

[0014] Según un modo de realización, el dispositivo consta de una susceptancia correspondiente a la ecuación siguiente:

20

$$B = B_1 \left(1 - \left(\frac{F}{F_0}\right)^2\right)$$

en la que una característica permite regular la pendiente alrededor de una frecuencia de corte en función de la frecuencia.

25

[0015] Según un modo de realización, el dispositivo consta al menos de una capa dieléctrica. Esta realización permite mejorar la adaptación del dispositivo de polarización.

30 **[0016]** Según un segundo aspecto, la invención se refiere a una antena de telecomunicaciones por satélite que consta de un dispositivo de polarización según el primer aspecto de la invención.

[0017] Según un modo de realización la antena es plana. El dispositivo de polarización está particularmente bien adaptado a una antena plana o aporta una reducción de la dimensión pero puede utilizarse igualmente para todo tipo de antena. De preferencia, la antena plana está constituida por una red de elementos radiantes de tipo parches de material conductor o de dipolos o equivalentes.

35

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 **[0018]** Se comprenderá mejor la invención con la ayuda de la descripción, realizada a continuación a título simplemente explicativo, de los modos de realización de la invención, en referencia a las figuras en las que:

- la figura 1 ilustra una antena de telecomunicaciones por satélite plana equipada con un polarizador según un modo de realización de la invención;
- 45 • la figura 2 ilustra un aspecto de las susceptancias de una capa selectiva en frecuencia según un modo de realización de la invención;
- la figura 3 ilustra un motivo de una capa selectiva en frecuencia según un primer ejemplo;

- la figura 4 ilustra un motivo de una capa selectiva en frecuencia según un segundo ejemplo;
- la figura 5 ilustra un motivo de una capa selectiva en frecuencia según un tercer ejemplo; y
- la figura 6 ilustra un motivo de una capa selectiva en frecuencia según un modo de realización; y
- la figura 7 ilustra un aspecto de la fase diferencial del dispositivo de polarización que consta de cuatro

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

[0019] La figura 1 revela una antena de telecomunicaciones por satélite 11 plana recubierta de un dispositivo de polarización 10 que comprende varias capas selectivas 12 en frecuencia según un modo de realización de la invención. La antena de telecomunicaciones por satélite 11 está conectada a un canal de transmisión 27 apto para transmitir unas informaciones en los dos sentidos de circulación. Cuando la antena de telecomunicaciones por satélite 11 se utiliza en emisión, en la primera banda de frecuencia en emisión Tx, la señal que se va a emitir 25 se aplica en la entrada del filtro Tx 20, enviada después a la antena 11 por el canal de transmisión 27. Cuando la antena 11 se utiliza en recepción, en la segunda banda de frecuencia en recepción Rx, la antena de telecomunicaciones por satélite 11 capta una señal en bruto que está dirigida en el canal de transmisión 27 hasta el filtro Rx 21 a fin de estar orientada hacia el receptor 26. El conjunto de los filtros Rx 21 y Tx 20 constituye un diplexor.

[0020] Una polarización lineal E emitida por la antena 11 puede descomponerse en dos componentes lineales a $\pm 45^\circ$: Ex y Ey. El dispositivo de polarización 10 es un desfasador en espacio libre que permite transformar los componentes Ex y Ey de la polarización lineal E de la antena en polarización circular izquierda o en polarización circular derecha. El dispositivo de polarización impone un desfase entre la polarización lineal Ex y la polarización lineal Ey comprendida entre -85° y -95° grados, preferentemente -90° grados para obtener la polarización circular izquierda o un desfase entre la polarización lineal Ex y la polarización lineal Ey comprendida entre $+85^\circ$ y $+95^\circ$ grados, preferentemente $+90^\circ$ grados para obtener la polarización circular derecha.

[0021] En recepción, una polarización circular izquierda o derecha se transforma en polarización lineal según el mismo principio recíproco. El sentido de la polarización circular derecha en recepción e izquierda en emisión se puede invertir simplemente girando físicamente el dispositivo de polarización de 90° , lo que tiene como efecto invertir los componentes Ex y Ey e invertir por tanto el signo del desfase de 90° .

[0022] El dispositivo de polarización 10 comprende cuatro capas selectivas en frecuencia 12 que comprenden un motivo metálico idéntico que permite obtener el desfase deseado. Como variante, el dispositivo de polarización puede constar de un número cualquiera de capas selectivas de frecuencias 12 y sus motivos pueden ser diferentes. Contrariamente a un dispositivo de polarización clásico o un desfase constante de 90° en función de la frecuencia se busca, el dispositivo de polarización de la invención considera los circuitos para obtener un desfase de $+90^\circ$ en la banda de frecuencia recepción Rx y un desfase de -90° en la banda de frecuencia emisión Tx. (o a la inversa).

[0023] La susceptancia B (parte imaginaria de la admitancia) de cada capa selectiva en frecuencia 12 es diferente según los componentes x e y, el desfase diferencial $\Delta\phi_{x/y}$ es dado por:

$$\Delta\phi_{x/y} = \text{Atan}(B_x/2) - \text{Atan}(B_y/2)$$

[0024] Si los motivos son idénticos en cada capa, el número de capas N para obtener un desfase de 90° es por tanto de:

$$N = 90 / \Delta\phi_{x/y}$$

[0025] Si los motivos de cada capa no son idénticos, la suma de los desfases diferenciales es próxima a 90° .

[0026] La adaptación del conjunto se obtiene separando las diferentes capas selectivas en frecuencia 12 de $\frac{1}{4}$ de longitud de onda aproximadamente. Además, para obtener un desfase de 90° en la banda de frecuencia recepción Rx y un desfase de -90° en la banda de frecuencia emisión Tx, es necesario adaptarse a la ecuación siguiente:

$$\Delta\phi_{x/y}T_x = - \Delta\phi_{x/y}R_x$$

[0027] El aspecto de las susceptancias B utilizadas se representa en la figura 2 en función de la frecuencia F. La figura 2 revela una curva de resonancia serie de la susceptancia By para el componente y y una curva de resonancia paralela de la susceptancia Bx para el componente x. Como variante, la resonancia serie puede corresponder al componente x y la resonancia paralela puede corresponder al componente y.

[0028] En un ejemplo de realización, la resonancia serie de la susceptancia By puede corresponder a la ecuación:

$$B_y = \frac{B_2}{\left(1 - \left(\frac{F}{F_0}\right)^2\right)}$$

y la resonancia paralela de la susceptancia Bx puede corresponder a la ecuación:

$$B_x = B_1 \left(1 - \left(\frac{F}{F_0}\right)^2\right).$$

[0029] Las ecuaciones de estas susceptancias Bx y By ofrecen una posibilidad de ajustar las frecuencias de resonancia F0 y los coeficientes B1 y B2 para obtener los desfases o las susceptancias necesarias para el buen funcionamiento del dispositivo de polarización 10. Estas ecuaciones permiten obtener igualmente una fase $\Delta\phi_{x/y}$ estacionaria en las dos bandas de frecuencia Rx y Tx.

[0030] Los componentes de la susceptancia Bx y By se obtienen con un motivo idéntico en cuatro capas selectivas en frecuencia 12 cuyo comportamiento es el de un circuito LC paralelo para el componente Ex y de un circuito LC serie para el componente Ey o a la inversa. El motivo puede tomar formas diversas que permiten regular el aspecto y los parámetros de los desfases o de las susceptancias.

[0031] La figura 3 revela un ejemplo de motivo de las capas selectivas en frecuencia 12 constituido por una red de hilos continuos horizontales paralelos y una red de dipolos verticales, el paso de esta red es del orden de una semi-longitud de onda $\lambda/2$ de aproximadamente 5 mm a 30 GHz. Los hilos están realizados por unas líneas paralelas y los dipolos se realizan por unos rectángulos completos 30 regularmente espaciados en columnas y conectados en su centro. El motivo de la figura 3 permite obtener un componente Ex que presenta un comportamiento equivalente a una capacitancia C1 en paralelo con una inductancia L1 y un componente Ey que presenta un comportamiento equivalente a una inductancia L2 en serie con una capacitancia C2. Unas variantes de este motivo dan unos grados de libertad suplementarios que permiten proporcionar el circuito con más flexibilidad, el paso es siempre próximo a $\lambda/2$.

[0032] Por ejemplo, la figura 4 revela un motivo de una capa selectiva en frecuencia 12 constituida por líneas paralelas de cuadrados completos 35 regularmente espaciados en columnas. Entre cada grupo de cuatro cuadrados completos 35 están dispuestos unos cuadrados vacíos 36 y entre las líneas paralelas de cuadrados completos 35 están dispuestas unas líneas continuas 29b que pasan por el centro de los cuadrados vacíos 36. El motivo de la figura 4 permite obtener un componente Ex que presenta un comportamiento equivalente a una capacitancia C3 en paralelo con una inductancia L3 y un componente Ey que presenta un comportamiento equivalente a una inductancia L4 en serie con una capacitancia C4 colocados en paralelo con una capacitancia C5.

[0033] En otro ejemplo, la figura 5 revela un motivo de una capa selectiva en frecuencia 12 constituido por líneas paralelas de segmentos 38. Entre dos segmentos 38 paralelos están dispuestas unas cruces 39 regularmente espaciadas en columna. El motivo de la figura 5 permite obtener un componente Ex que presenta un

comportamiento equivalente a una capacitancia C6 en serie con una inductancia C5 montados en paralelo con una inductancia L6 en serie con una capacitancia C7 y un componente Ey que presenta un comportamiento equivalente a una inductancia L7 en serie con una capacitancia C8.

5 **[0034]** En un modo de realización preferente, la figura 6 revela un motivo de una capa selectiva en frecuencia 12 constituido por hilos horizontales 40 en meandro que permiten ajustar el valor de la inductancia correspondiente a fin de obtener una resonancia paralela de selectividad satisfactoria en polarización según x asociados a unos dobles resonadores 41 en anillos rectangulares abiertos (doble C) que dan una resonancia serie de selectividad conveniente en polarización según y. Las frecuencias de resonancia y la selectividad de las dos resonancias, serie 10 en polarización según y, y paralela en polarización según x, permiten obtener el desfase deseado $\Delta\phi_{x/y}$ en las dos bandas de frecuencia Rx y Tx. A tal efecto, el motivo de la figura 6 permite obtener un componente Ex que presenta un comportamiento equivalente a una capacitancia C9 en serie con una inductancia L8 montados en paralelo con una inductancia L9 y un componente Ey que presenta un comportamiento equivalente a una inductancia L10 en serie con una capacitancia C10 montados en paralelo con una inductancia L11 y montados en serie con una 15 capacitancia C11 y montados en paralelo con una capacitancia C12.

[0035] Durante la realización de un dispositivo de polarización 10, conviene primero estudiar la frecuencia de utilización de la antena 11. Por ejemplo, para una antena de telecomunicaciones por satélite (Satcom) de la banda Ka, se utilizan las bandas de frecuencias siguientes: 20
banda de frecuencia en recepción Rx: de 17,7 a 20,2 GHz
banda de frecuencia en emisión Tx: de 27,5 a 30 GHz

[0036] El motivo de las capas selectivas en frecuencias 12 se determina a continuación en función de los 25 comportamientos eléctricos buscados. Por ejemplo, las capas selectivas en frecuencias 12 se realizan en un circuito impreso cuyo sustrato es de tipo RT/duroid 5880 de espesor 2 mm y de constante dieléctrica relativa $\epsilon_r = 2,2$.

[0037] Las susceptancias en el centro de la banda de frecuencia en recepción Rx son: $B_x = -0,4$ y $B_y = 0,4$. Las susceptancias en el centro de la banda de frecuencia en emisión Tx son: $B_x = 0,4$ y $B_y = -0,4$. 30

[0038] El desfase diferencial de una capa es por tanto:

$$\Delta\phi_{x/y} = 2 \operatorname{Atan} (0,4/2) = 22,5^\circ$$

35 **[0039]** El desfase diferencias de una capa es por tanto de $22,5^\circ$ en la banda de frecuencia en emisión Tx y de $-22,5^\circ$ en la banda de frecuencia en recepción Rx.

[0040] Si el dispositivo de polarización 10 consta de cuatro capas selectivas en frecuencia 12 separadas por un espaciado de $\lambda/4$ en el material de 2 mm, el espesor total del dispositivo de polarización es por tanto de 6 mm. 40

[0041] El aspecto de la fase diferencial $\Delta\phi_{x/y}$ del dispositivo de polarización 10 completo se representa en la figura 7 en función de la frecuencia F. La fase diferencial de la banda de frecuencia en recepción Rx es estacionaria y próxima a $+90^\circ$. A la inversa, la fase diferencial de la banda de frecuencia en emisión Tx es estacionaria y próxima a -90° . 45

[0042] Este modo de realización permite obtener así un desfase próximo a $+90^\circ$ en la banda de frecuencia recepción Rx y un desfase próximo a -90° en la banda de frecuencia en transmisión Tx. Como variante, el número de capas se puede reducir o aumentar en función de los rendimientos deseados en términos de adaptación, de tasa de elipticidad y de rango de funcionamiento en incidencia. 50

[0043] Es igualmente posible mejorar la adaptación añadiendo a ambos lados una o varias capas dieléctricas de constantes diferentes y de espesores iguales a aproximadamente un cuarto de longitud de onda en el material. Por ejemplo, una capa de constante dieléctrica 1,5 y de espesor 2 mm aproximadamente en la entrada y en la salida. 55

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de polarización (10) para antena de telecomunicaciones por satélite (11) **caracterizado porque** consta al menos de una capa selectiva en frecuencia (12) apta para transformar una polarización lineal (E),
5 que comprende dos componentes (Ex, Ey), en polarización circular izquierda en una primera banda de frecuencia en emisión (Tx) y en polarización circular derecha en una segunda banda de frecuencia en recepción (Rx) o a la inversa y **porque**

- el desfase entre los dos componentes (Ex, Ey) de la polarización lineal (E) está comprendido entre -85 y -95 grados, preferentemente -90 grados en una de las bandas de frecuencia (Rx, Tx), y
- el desfase entre los dos componentes (Ex, Ey) de la polarización lineal (E) está comprendido entre +85 y +95 grados, preferentemente +90 grados en la otra banda de frecuencia (Rx, Tx),
- al menos una capa selectiva (12) que comprende unos hilos horizontales (40) en meandro asociados a dobles resonadores (41) en anillos rectangulares abiertos.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** consta de varias capas selectivas en frecuencia (12) que poseen unos motivos idénticos.

3. Dispositivo según una de las reivindicaciones de 1 a 2, **caracterizado porque** al menos una capa selectiva en frecuencia (12) se realiza en un circuito impreso que comprende un sustrato de espesor de 2 mm y de constante dieléctrica relativa (ϵ_r) igual a 2,2.

4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** consta de cuatro capas selectivas en frecuencia (12).

5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** consta de una susceptancia (B) correspondiente a la ecuación siguiente:

$$B = \frac{B_2}{\left(1 - \left(\frac{F}{F_0}\right)^2\right)}$$

en la que una característica (B_2) permite regular la pendiente alrededor de una frecuencia de corte (F_0) en función de la frecuencia (F).

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** consta de una susceptancia (B) correspondiente a la ecuación siguiente:

$$B = B_1 \left(1 - \left(\frac{F}{F_0}\right)^2\right)$$

en la que una característica (B_1) permite regular la pendiente alrededor de una frecuencia de corte (F_0) en función de la frecuencia (F).

7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** consta al menos de una capa dieléctrica.

8. Antena (11) de telecomunicaciones por satélite que consta de un dispositivo de polarización (12) según una de las reivindicaciones de 1 a 7.

9. Antena (11) según la reivindicación 8, **caracterizada porque** es plana.

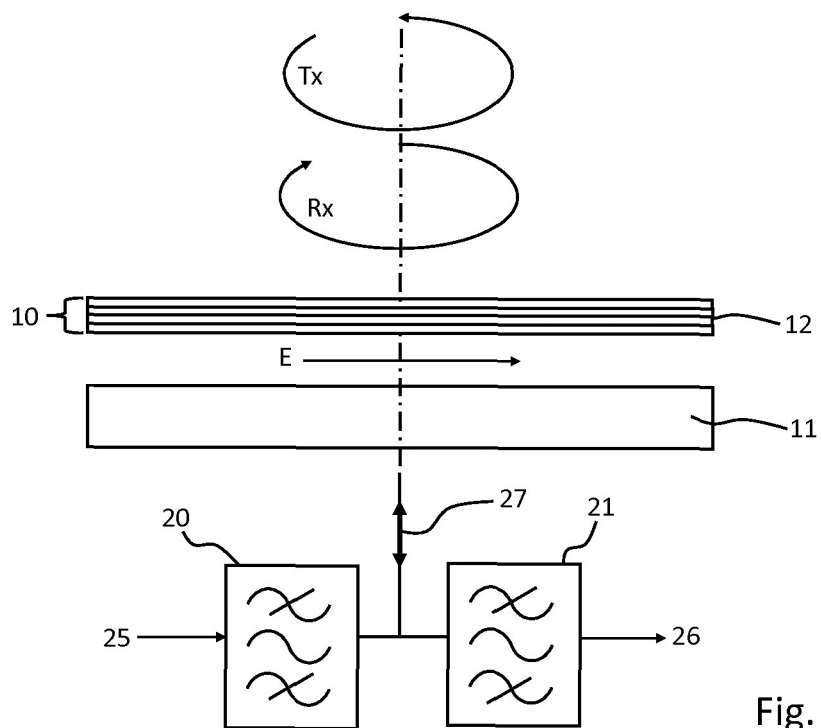


Fig. 1

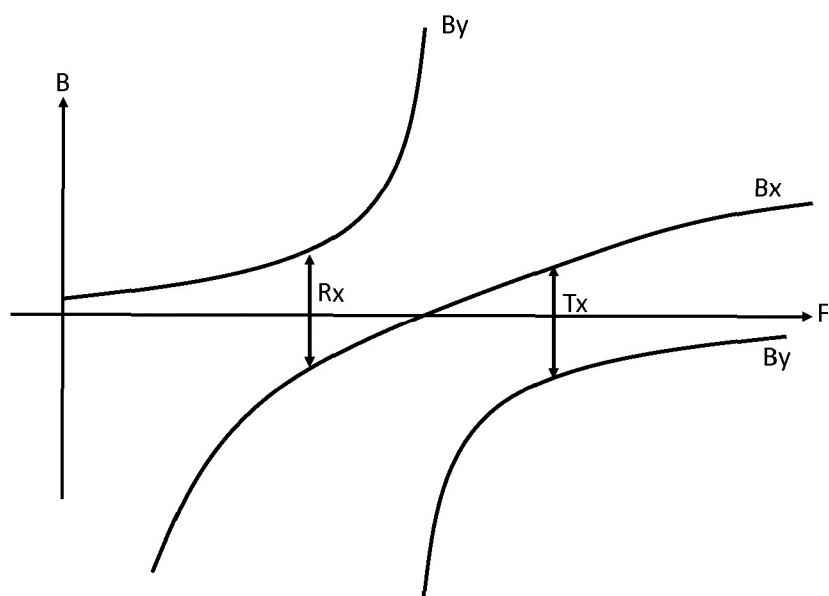


Fig. 2

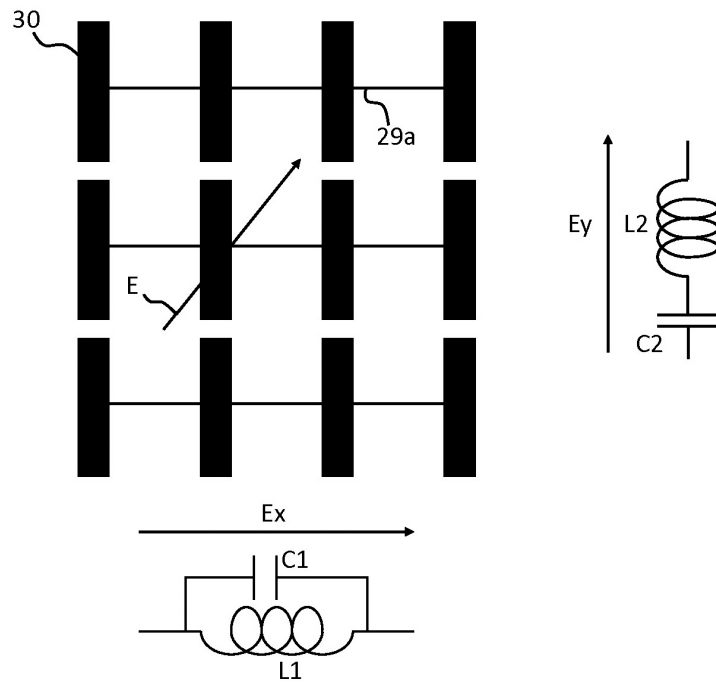


Fig. 3

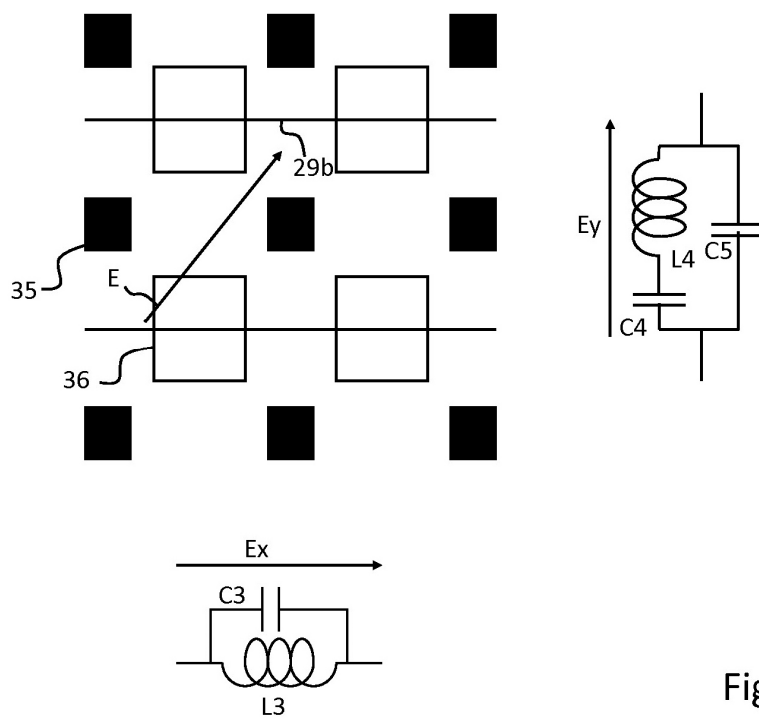


Fig. 4

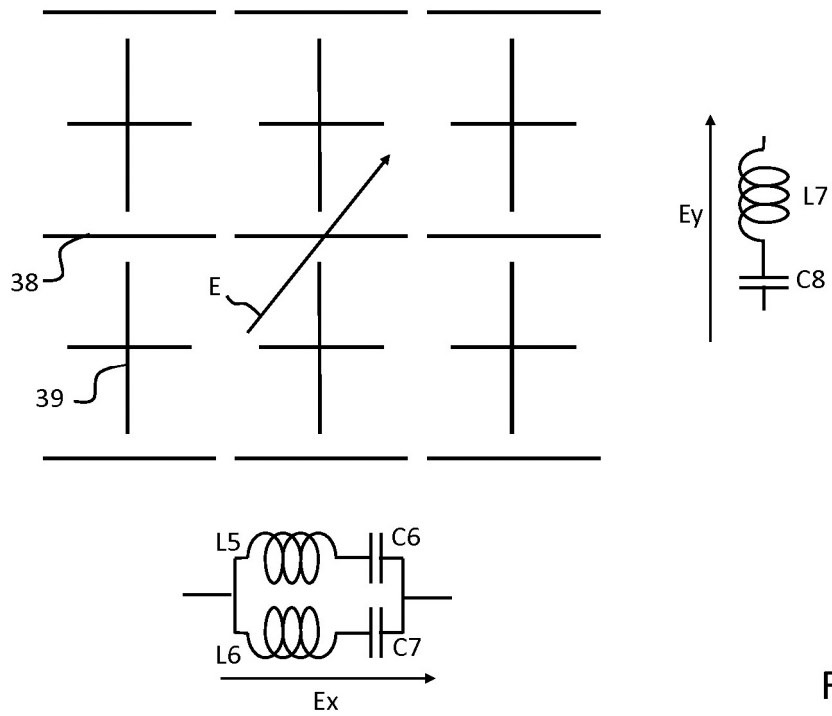


Fig. 5

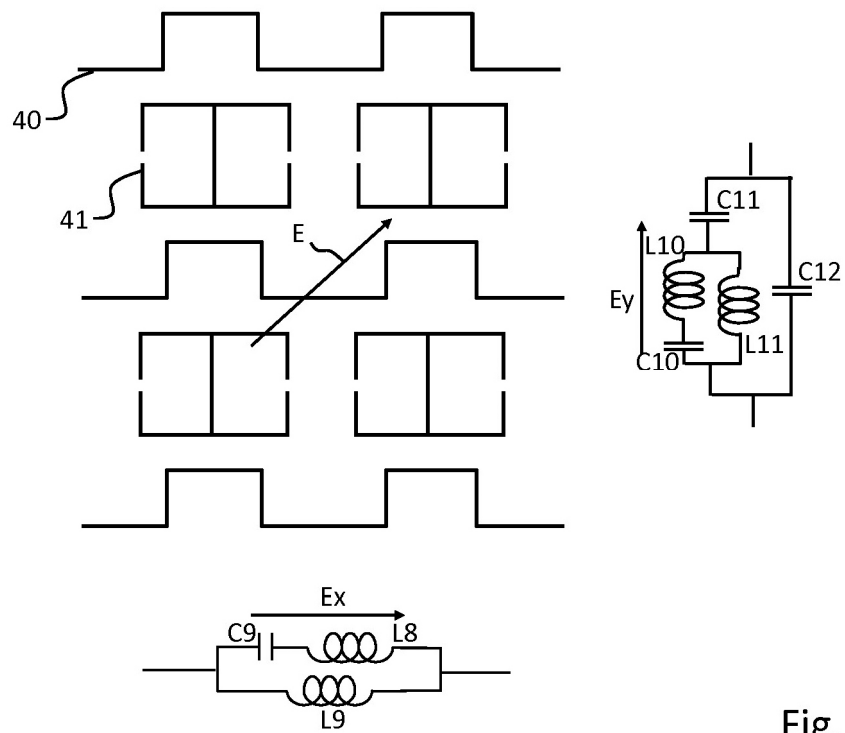


Fig. 6

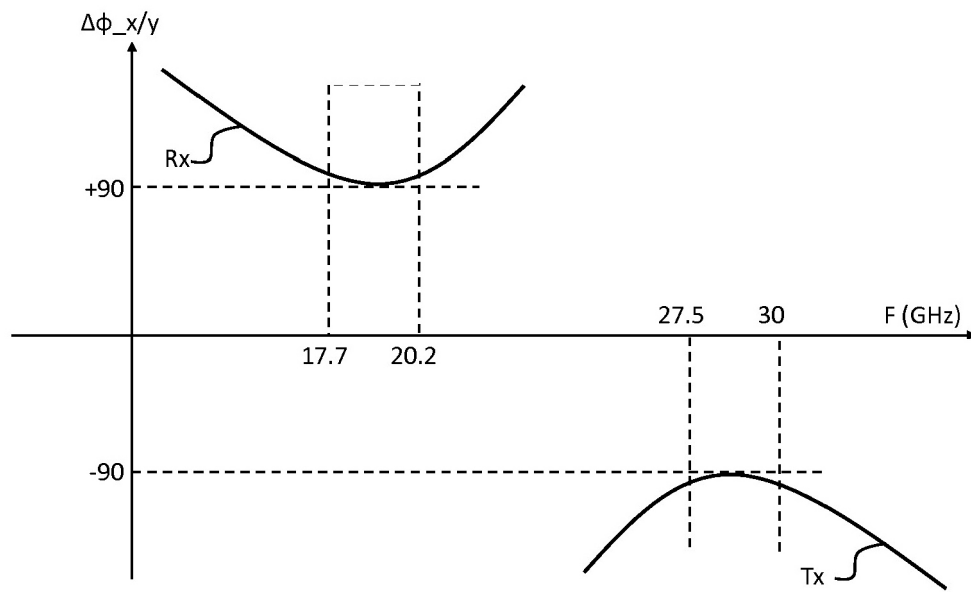


Fig. 7