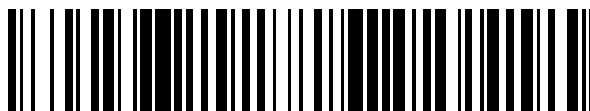


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 410 085**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2000 E 05012854 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2013 EP 1592083**

54 Título: **Antenas miniatura rellenadoras de espacio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.06.2013

73 Titular/es:

FRACTUS, S.A. (100.0%)
Alcalde Barnils, 64-68, Edificio Testa - mod. C3,
Parque Empresarial San Joan Despi
08190 San Cugat Del Valles (Barcelona), ES

72 Inventor/es:

PUENTE BALIARDA, CARLES;
ROZAN, EDOUARD JEAN LOUIS y
ANGUERA PROS, JAIME

ES 2 410 085 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

Objeto de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, a una nueva familia de antenas de tamaño reducido basado en una innovadora geometría, la geometría de las curvas nombradas como Curvas rellenas de espacio (SFC). Una antena se dice que es una antena pequeña (una antena en miniatura) cuando puede colocarse en un espacio pequeño en comparación con la longitud de onda de operación. De manera más precisa, la esfera radiante se toma como referencia para clasificar una antena como pequeña. La esfera radiante es una esfera imaginaria de radio igual a la longitud de onda de operación dividida por dos π ; una antena se dice que es pequeña en términos de longitud de onda cuando se puede situar dentro de dicha esfera radiante.

10 El documento WO-A-97/06578 describe antenas fractales, resonadores y elementos cargados. El documento WO-A99/27608 describe una antena cilíndrica conformada en un sustrato plano.

15 Una geometría innovadora, la geometría de las Curvas rellenas de espacio (SFC) se define en la presente invención y se utiliza para dar forma a parte de una antena. Por medio de esta novedosa técnica, el tamaño de la antena puede ser reducido con respecto al estado de la técnica anterior, o alternativamente, dado un tamaño fijo la antena puede funcionar a una frecuencia más baja con respecto a una antena convencional del mismo tamaño.

20 La invención es aplicable al campo de las telecomunicaciones y, más concretamente, al del diseño de antenas de tamaño reducido.

Antecedentes y Sumario de la invención

25 Los límites fundamentales en antenas pequeñas fueron establecidos de manera teórica por H. Wheeler y L. J. Chu a mediados de la década de los 40. Básicamente, declararon que una antena pequeña tiene un elevado factor de calidad (Q) debido a la gran energía reactiva almacenada en las proximidades de la antena en comparación con la potencia radiada. Dicho factor de calidad elevado conlleva un ancho de banda estrecho; de hecho, el fundamento que se deriva de dicha teoría impone un ancho de banda máximo dado un tamaño específico de una antena pequeña.

30 En relación con este fenómeno, también se sabe que una antena pequeña presenta una elevada reactancia de entrada (ya sea capacitiva o inductiva) que generalmente tiene que ser compensada con una red externa de adaptación o un circuito de carga. Esto también significa que es difícil colocar una antena resonante en un espacio que es pequeño en términos de la longitud de onda en resonancia. Otras características de una antena pequeña son su baja resistencia de radiación y su baja eficiencia.

35 La búsqueda de estructuras que pueden radiar de manera eficiente desde un espacio pequeño tiene un enorme interés comercial, especialmente en el entorno de los dispositivos de comunicación móviles (telefonía móvil, buscapersonas móviles, ordenadores portátiles y manipuladores de datos, por nombrar algunos ejemplos), en donde el tamaño y el peso de los equipos portátiles necesitan ser pequeños. De acuerdo con R. C. Hansen (R. C. Hansen, "Fundamental Limitations on Antennas", Proc. IEEE, vol. 69, no. 2, Feb. 1981), el rendimiento de una antena pequeña depende de su capacidad para utilizar eficientemente el pequeño espacio disponible dentro de la esfera radiante imaginaria que rodea la antena.

40 En esta invención, se presenta un novedoso conjunto de geometrías denominadas Curvas rellenas de espacio (de ahora en adelante SFC) para el diseño y construcción de antenas monopolo pequeñas que mejoran el funcionamiento de otras antenas clásicas descritas en el estado de la técnica anterior (tales como los monopolos lineales, dipolos y espiras circulares o rectangulares).

45 La invención se describe en las reivindicaciones independientes. Algunas realizaciones se describen en las reivindicaciones dependientes.

50 Algunas de las geometrías descritas en la presente invención se inspiran en las geometrías ya estudiadas en el siglo XIX por varios matemáticos tales como Giuseppe Peano y David Hilbert. En dichos casos, las curvas fueron estudiadas desde el punto de vista matemático, pero nunca fueron utilizadas en alguna aplicación práctica de ingeniería.

55 La dimensión (D) a menudo se utiliza para caracterizar curvas y estructuras geométricas altamente complejas tales como aquellas que se describen en la presente invención. Existen muchas definiciones matemáticas diferentes de dimensión, pero en el presente documento, se usa la dimensión box-counting (que es bien conocida por aquellos que son expertos en teoría matemática) para caracterizar una familia de diseños. La dimensión box-counting se

calcula como la pendiente de la porción recta de una gráfica log-log. Dicha porción recta se define, sustancialmente, como un segmento recto sobre, como mínimo, un octavo de las escalas en el eje horizontal de la gráfica log-log. Los expertos en teoría matemática se darán cuenta de que, opcionalmente, un algoritmo de Sistema de Función Iterada (IFS), un algoritmo de Máquina Copiadora de Reducción Múltiple (MRCM) o un algoritmo de Máquina Copiadora de Reducción Múltiple en Red (NMRCM) se pueden utilizar para construir algunas curvas rellenas de espacio como las descritas en el presente documento; sin embargo las curvas construidas usando un IFS o un MRCM no se incluyen en el ámbito de protección de las reivindicaciones.

El punto clave de la presente invención es dar forma a una parte de la antena (por ejemplo los brazos de un dipolo, el brazo de un monopolo, el perímetro del parche en una antena de parche, la ranura en una antena de ranura, el perímetro de la espira en una antena de espira, la sección transversal de la bocina en una antena de bocina, o el perímetro del reflector en una antena de reflector) como una curva rellena de espacio, esto es, una curva que es grande en términos de longitud física pero pequeña en términos del área en la que puede incluirse la curva. De manera más precisa, la siguiente definición es la que se considera en este documento para una curva rellena de espacio: una curva compuesta por al menos diez segmentos que están conectados de tal manera que cada segmento forma un ángulo con sus vecinos, esto es, ningún par de segmentos adyacentes define un segmento recto más largo; y donde la curva puede ser, opcionalmente, periódica a lo largo de una determinada dirección recta del espacio si y solo si el periodo está definido por una curva no periódica compuesta por al menos diez segmentos conectados y ningún par de dichos segmentos conectados y adyacentes define un segmento recto más largo. Además, cualquiera que sea el diseño de dicho SFC, nunca puede intersectar consigo mismo en ningún punto excepto en el punto inicial y en el punto final (es decir, toda la curva puede estar dispuesta como una curva cerrada o lazo cerrado, pero ninguna de las partes de la curva puede ser un lazo cerrado). Una curva rellena de espacio puede disponerse sobre una superficie plana o curva, y debido a los ángulos entre los segmentos, la longitud de la curva siempre es mayor que la de cualquier línea recta que pueda ser colocada en la misma área (superficie) que dicha curva rellena de espacio. Además, para dar forma correctamente a la estructura de una antena en miniatura de acuerdo con la presente invención, los segmentos de las curvas SFC tienen que ser menores que un décimo de la longitud de onda de operación en espacio libre.

Dependiendo del procedimiento para dar forma a la antena y de la geometría de la curva, se pueden diseñar de manera teórica algunas curvas SFC de longitud infinita para caracterizar una dimensión Hausdorff mayor que su dimensión topológica. Es decir, en términos de la geometría euclídea clásica, normalmente se entiende que una curva siempre es un objeto de una sola dimensión; sin embargo, cuando la curva es muy compleja y su longitud física es muy grande, la curva tiende a llenar partes de la superficie en la que está dispuesta; en ese caso, se puede calcular la dimensión Hausdorff sobre la curva (o, al menos, una aproximación de la misma por medio del algoritmo de box-counting) lo que resulta en un número mayor que la unidad. Tales curvas teóricas infinitas no se pueden construir físicamente, pero se pueden aproximar con diseños SFC. Las curvas 8 y 17 descritas en la figura 2 y figura 5 son algunos ejemplos de tales curvas SFC, las cuales se aproximan a una curva infinita ideal de dimensión $D = 2$.

La ventaja de utilizar curvas SFC para dar forma física a la antena es doble:

(a) Dada una frecuencia o longitud de onda de operación particular, dicha antena SFC puede ser reducida en tamaño con respecto al estado de la técnica anterior.

(b) Dado el tamaño físico de la antena SFC, dicha antena SFC puede funcionar a una frecuencia más baja (una longitud de onda más larga) que el estado de la técnica anterior.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra algunos casos concretos de curvas SFC no reivindicadas. Partiendo de una curva inicial (2), se forman otras curvas (1), (3) y (4) con más de diez segmentos conectados. Esta particular familia de curvas se denomina en lo sucesivo curvas SZ.

La figura 2 muestra una comparación entre dos líneas serpenteantes del estado de la técnica anterior y dos curvas periódicas SFC no reivindicadas, construidas a partir de la curva SZ de la figura 1.

La figura 3 muestra una configuración concreta de una antena SFC que no está en el ámbito de protección de las reivindicaciones, mostrada meramente con el objetivo de informar al público. Consta de tres configuraciones diferentes de un dipolo, en el que a cada uno de sus dos brazos se la ha dado, por completo, forma de curva SFC (1).

La figura 4 muestra otros casos concretos de antenas SFC. Estas consisten en antenas monopolo.

- La figura 5 muestra un ejemplo de una antena de ranura SFC (no reivindicada) donde la ranura tiene la forma de la curva SFC no reivindicada de la figura 1.
- 5 La figura 6 muestra otro conjunto de curvas SFC (15-20) inspiradas en la curva de Hilbert y denominadas en lo sucesivo como curvas de Hilbert. A título comparativo se muestra una curva estándar no SFC (14).
- La figura 7 muestra otro ejemplo de una antena de ranura SFC (no reivindicada) basada en la curva SFC (17) (no reivindicada) de la figura 6.
- 10 La figura 8 muestra otro conjunto de curvas SFC (24, 25, 26, 27), en adelante conocidas como curvas ZZ no reivindicadas. A título comparativo se muestra una curva convencional de cuadrados en zigzag (23).
- La figura 9 muestra una antena de espira basada en la curva (25) en una tipología de hilo (arriba). Debajo, la antena de espira 29 está impresa sobre un sustrato dieléctrico (10).
- 15 La figura 10 muestra una antena de ranura en forma de espira, no reivindicada, basada en la curva SFC (25) de la figura 8.
- La figura 11 muestra una antena de parche no reivindicada en la que el perímetro del parche tiene forma de acuerdo con la SFC (25).
- 20 La figura 12 muestra una antena de apertura no reivindicada donde la apertura (33) está realizada sobre una estructura conductora o superconductora (31), dicha apertura formada con la curva SFC (25).
- 25 La figura 13 muestra una antena de parche no reivindicada con una apertura en el parche basada en la curva SFC (25).
- La figura 14 muestra otro ejemplo concreto de una familia de curvas SFC no reivindicadas (41, 42, 43) basadas en la curva de Giuseppe Peano. A título comparativo se muestra una curva no SFC formada por solo nueve segmentos.
- 30 La figura 15 muestra una antena de parche no reivindicada con una ranura SFC basada en la curva SFC no reivindicada (41).
- La figura 16 muestra una antena de ranura en guía de ondas no reivindicada, en la que una guía de ondas rectangular (47) tiene en una de sus paredes una ranura con la curva SFC no reivindicada (41).
- 35 La figura 17 muestra una antena de bocina no reivindicada, donde la apertura y la sección transversal de la bocina tienen la forma de la curva SFC (25).
- 40 La figura 18 muestra un reflector de una antena de reflector no reivindicada donde el perímetro de dicho reflector tiene la forma de la curva SFC (25).
- La figura 19 muestra una familia de curvas SFC (51, 52, 53) no reivindicadas basadas en la curva de Giuseppe Peano. A título comparativo se muestra una curva no SFC formada por solo nueve segmentos (50).
- 45 La figura 20 muestra otra familia de curvas SFC (55, 56, 57, 58) no reivindicadas. A título comparativo se muestra una curva no SFC (54) construida con solo cinco segmentos.
- La figura 21 muestra dos ejemplos de espiras SFC (59, 60) construidas con la curva SFC (57).
- 50 La figura 22 muestra una familia de curvas SFC (61, 62, 63, 64) denominadas aquí como curvas HilbertZZ.
- La figura 23 muestra una familia de curvas SFC (66, 67, 68) no reivindicadas denominadas aquí como curvas Peanodec. A título comparativo se muestra una curva no SFC (65) construida con solo nueve segmentos.
- 55 La figura 24 muestra una familia de curvas SFC (70, 71, 72) no reivindicadas denominadas aquí como curvas Peanoinc. A título comparativo se muestra una curva no SFC (69) construida con solo nueve segmentos.
- 60 La figura 25 muestra una familia de curvas SFC (73, 74, 75) no reivindicadas denominadas aquí como curvas PeanoZZ. A título comparativo se muestra una curva no SFC (23) construida con solo nueve segmentos.
- Solamente se reivindican antenas monopolo, y cualquier otra antena mostrada en las figuras se muestra meramente como información general para el público.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La figura 1 y la figura 2 muestran algunos ejemplos de curvas SFC que no están dentro del ámbito de protección de las reivindicaciones. Los dibujos (1), (3) y (4) en la figura 1 muestran tres ejemplos de curvas SFC denominadas curvas SZ. Una curva que no es una SFC, ya que solamente se compone de seis segmentos, se muestra en el dibujo (2) a modo de comparación. Los dibujos (7) y (8) en la figura 2 muestran otros dos ejemplos concretos de curvas SFC, formadas a partir de la repetición periódica de un motivo que incluye la curva SFC (1). Es importante fijarse en la diferencia sustancial entre estos ejemplos de curvas SFC y algunos ejemplos de curvas periódicas, serpenteantes y no SFC, tales como aquellas que aparecen en los dibujos (5) y (6) en la figura 2. Aunque las curvas (5) y (6) están compuestas por más de diez segmentos, pueden considerarse sustancialmente periódicas a lo largo de una dirección recta (dirección horizontal) y el motivo que define un periodo o celda de repetición está construida con menos de diez segmentos (el periodo en el dibujo (5) incluye solo cuatro segmentos, mientras que el periodo de la curva (6) se compone de nueve segmentos) lo cual contradice la definición de curva SFC introducida en la presente invención. Las curvas SFC son sustancialmente más complejas y recogen una longitud mayor en un espacio más pequeño; este hecho junto con el hecho de que cada segmento que compone una curva SFC es eléctricamente corto (más corto que un décimo de la longitud de onda de operación en espacio libre como se reivindica en esta invención) juegan un papel clave en la reducción del tamaño de la antena. Además, la clase de mecanismos de pliegue utilizados para obtener las curvas SFC particulares descritas en la presente invención son importantes en el diseño de antenas en miniatura.

La figura 3 ilustra una antena SFC no reivindicada. Los tres dibujos muestran diferentes configuraciones del mismo dipolo básico. Una antena dipolo de dos brazos se construye comprendiendo dos partes conductoras o superconductoras, teniendo cada parte la forma de una curva SFC. Para ser claros pero sin perder generalidad, se ha elegido aquí un caso concreto de curva SFC no reivindicada (la curva SZ (1) de la figura 1); otras curvas como, por ejemplo, las descritas en la figura 21 se podrían utilizar en su lugar. Las dos puntas más próximas de los dos brazos forman los terminales de entrada (9) del dipolo. Los terminales (9) se han dibujado como círculos conductores o superconductores, pero como es evidente para aquellos que son expertos en la técnica, tales terminales podrían tener otra forma que siguiese cualquier otro patrón siempre que se mantengan pequeños en términos de longitud de onda de operación. Además, los brazos de los dipolos pueden ser rotados y doblados de diferentes maneras para modificar, de manera precisa, la impedancia de entrada o las propiedades de radiación de la antena tales como, por ejemplo, la polarización. Otro dipolo SFC no reivindicado se muestra también en la figura 3, en el que los brazos conductores o superconductores SFC se imprimen sobre un sustrato dieléctrico (10); este método es particularmente conveniente en términos de coste y robustez mecánica cuando la curva SFC es larga. Se puede aplicar cualquiera de las técnicas bien conocidas en fabricación de circuitos impresos para trazar la curva SFC sobre el sustrato dieléctrico. Dicho sustrato dieléctrico puede ser, por ejemplo, una lámina de fibra de vidrio, un sustrato basado en teflón (tal como Cuclad®) u otros sustratos estándar de radiofrecuencia o microondas (como, por ejemplo, Rogers 4003® o Kapton®). El sustrato dieléctrico puede ser incluso parte de una ventana de vidrio si la antena va a ser montada en un vehículo de motor tal como un coche, un tren o un avión, para transmitir o recibir ondas de radio, TV, telefonía móvil (GSM 900, GSM 1800, UMTS) u ondas electromagnéticas de otros servicios de comunicaciones. Por supuesto, se puede conectar o integrar una red balun en los terminales de entrada del dipolo para equilibrar la distribución de corriente entre los dos brazos del dipolo.

Una realización preferida de una antena SFC es una configuración monopolo tal como se muestra en la figura 4. En este caso, uno de los brazos del dipolo es sustituido por un plano de masa (12) conductor o superconductor. Una carcasa de teléfono portátil, o incluso una parte de la estructura metálica de un coche, tren o avión, puede actuar como plano de masa. El plano de masa y el brazo del monopolo (aquí el brazo está representado por medio de una curva SFC (1) no reivindicada, aunque otra curva SFC incluida en la definición de la reivindicación 1 podría usarse en su lugar) se excitan como es habitual en los mono polos del estado de la técnica anterior por medio de, por ejemplo, una línea de transmisión (11). Dicha línea de transmisión está formada por dos conductores, uno de los conductores está conectado al plano de masa mientras que el otro está conectado a un punto de la estructura conductora o superconductora SFC. En los dibujos de la figura 4, se ha cogido un cable coaxial (11) como un caso particular de línea de transmisión, pero está claro para cualquier experto en la técnica que se podrían utilizar otras líneas de transmisión (tales como, por ejemplo, una línea microstrip) para excitar el monopolo. Opcionalmente, y siguiendo el esquema descrito en la figura 3, la curva SFC se puede imprimir sobre un sustrato dieléctrico (10).

Otra configuración no reivindicada de una antena SFC es una antena de ranura como se muestra, por ejemplo, en las figuras 5, 7 y 10 (las curvas en las figuras 5 y 7 no se encuentran dentro del ámbito de protección de las reivindicaciones). En la figura 5, dos curvas SFC conectadas (siguiendo el patrón (1) de la figura 1) forman una ranura o hueco sobre una lámina conductora o superconductora (13). Dicha lámina puede ser, por ejemplo, una lámina sobre un sustrato dieléctrico en una configuración de placa de circuito impreso, una película conductora transparente tal como las que se colocan sobre una ventana de vidrio para proteger el interior de un coche del calentamiento producido por la radiación infrarroja, o incluso puede ser parte de la estructura metálica de un teléfono móvil, un coche, tren, barco o avión. El esquema de alimentación puede ser cualquiera de los bien conocidos en

antenas de ranura convencionales y no constituye una parte esencial de la presente invención. En las tres figuras mencionadas, se ha usado un cable coaxial (11) para alimentar la antena, con uno de los conductores conectados a un lado de la lámina conductora y el otro conectado a la otra cara de la lámina a través de la ranura. Podría utilizarse una línea de transmisión microstrip, por ejemplo, en lugar del cable coaxial.

Para ilustrar que se pueden hacer varias modificaciones de la antena basadas en el mismo principio, se muestra un ejemplo similar en la figura 7, donde otra curva (la curva (17) de la familia Hilbert) se usa en su lugar. Obsérvese que ni en la figura 5, ni en la figura 7 la ranura alcanza los bordes de la lámina conductora, pero en otra realización también se puede diseñar la ranura para alcanzar el contorno de dicha lámina, partiendo dicha lámina en dos láminas conductoras separadas.

La figura 10 describe otra posible realización de una antena de ranura SFC (no reivindicada). Es, también, una antena de ranura en una configuración de espira cerrada. La espira se construye, por ejemplo, conectando cuatro huecos SFC siguiendo el patrón SFC (25) de la figura 8 (es evidente que otras curvas SFC podrían usarse en su lugar). La espira cerrada resultante determina el límite de una isla conductora o superconductora rodeada por una lámina conductora o superconductora. La ranura puede ser excitada mediante cualquiera de las técnicas convencionales bien conocidas; por ejemplo puede utilizarse un cable coaxial (11), conectando el conductor exterior a la lámina conductora exterior y el conductor interior a la isla conductora de dentro rodeada por el hueco SFC. Nuevamente, tal lámina puede ser, por ejemplo, una lámina sobre un sustrato dieléctrico en una configuración de placa de circuito impreso, una película conductora transparente tal como las que se colocan sobre una ventana de vidrio para proteger el interior de un coche del calentamiento producido por la radiación infrarroja, o incluso puede ser parte de la estructura metálica de un teléfono móvil, un coche, tren, barco o avión. Incluso puede formarse la ranura por medio de la separación entre una isla conductora y una lámina conductora cercanas pero no coplanares; esto puede implementarse físicamente, por ejemplo, montando la isla conductora interior sobre una superficie del sustrato dieléctrico opcional, y el conductor que la rodea sobre la superficie opuesta de dicho sustrato.

La configuración en ranura no es, por supuesto, la única forma de implementar una antena de espira SFC. Una curva cerrada SFC hecha de un material superconductor o conductor puede usarse para implementar una antena de espira SFC de hilo tal como se muestra en otra realización no reivindicada en la figura 9, la cual presenta una curva no como la que se define en la reivindicación 1. En este caso, una porción de la curva está rota de manera que los dos extremos resultantes de la curva forman los terminales de entrada (9) de la espira. Opcionalmente, la espira también puede imprimirse sobre un sustrato dieléctrico (10). En caso de que se use un sustrato dieléctrico, se puede construir también una antena dieléctrica depositando un patrón SFC dieléctrico sobre dicho sustrato, siendo la permitividad dieléctrica de dicho patrón dieléctrico mayor que la de dicho sustrato.

Otra configuración no reivindicada es mostrada en la figura 11. Consiste en una antena de parche, con el parche conductor o superconductor (30) presentando un perímetro SFC (se ha utilizado el caso particular de la curva SFC (25), pero es evidente que otras curvas SFC podrían utilizarse en su lugar). El perímetro del parche es aquí la parte esencial de la invención, siendo el resto de la antena conforme, por ejemplo, con otras antenas de parche convencionales: la antena de parche comprende un plano de masa conductor o superconductor (31), y el parche conductor o superconductor que es paralelo a dicho plano de masa. El espaciado entre el parche y el plano de masa es típicamente inferior (pero no limitado a) a un cuarto de la longitud de onda. Opcionalmente, se puede colocar un sustrato dieléctrico de bajas pérdidas (10) (tal como fibra de vidrio, un sustrato de teflón como Cuclad® u otros materiales comerciales tales como Rogers®4003) entre dicho parche y el plano de masa. El esquema de alimentación de la antena puede ser cualquiera de los esquemas bien conocidos utilizados en antenas de parche del estado de la técnica anterior, por ejemplo: un cable coaxial con el conductor exterior conectado al plano de masa y el conductor interior conectado al parche en el punto de resistencia de entrada deseada (por supuesto, las modificaciones típicas que incluyen un hueco capacitivo en el parche alrededor del punto de conexión del coaxial o a una lámina capacitiva, conectada al conductor interior del coaxial, situada paralelamente al parche a cierta distancia, y así sucesivamente puede utilizarse también); una línea de transmisión microstrip que comparte el mismo plano de masa que la antena con la tira acoplada capacitivamente al parche y situada a cierta distancia por debajo del parche, o en otra realización con la tira colocada por debajo del plano de masa y acoplada al parche a través de una ranura, e incluso a través de una línea de transmisión microstrip con la tira coplanar al parche. Todos estos mecanismos son bien conocidos en el estado de la técnica anterior y no constituyen una parte esencial de la presente invención.

Otras configuraciones no reivindicadas de antenas SFC basadas también en la configuración de parche se muestran en la figura 13 y figura 15 (sin embargo, la curva específica ilustrada en la figura 15 no está dentro del ámbito de protección de las reivindicaciones). Esas consisten en una antena de parche convencional con un parche poligonal (30) (cuadrado, triangular, pentagonal, hexagonal, rectangular o incluso circular, solo por citar algunos ejemplos), con una curva SFC que da forma a un hueco del parche. Dicha línea SFC puede formar una ranura o una línea espolón (44) en el parche (como se muestra en la figura 15) contribuyendo de esta manera a reducir el tamaño de la antena y a introducir nuevas frecuencias de resonancia para una operación multi-banda, o en otra realización preferida, la curva SFC (tal y como (25) define el perímetro de una apertura (33) en el parche (30)) (figura 13). Dicha

5 apertura contribuye significativamente a reducir la primera frecuencia de resonancia del parche con respecto al caso del parche sólido, lo cual contribuye significativamente a la reducción del tamaño de la antena. Dichas dos configuraciones, el caso de la ranura SFC no reivindicada y el caso de la apertura SFC no reivindicada pueden usarse también con antenas de parche con perímetro SFC como, por ejemplo, la que se describe (30) en la figura 11.

10 En este punto, se hace evidente para aquellos que son expertos en la técnica que el mismo principio geométrico SFC puede aplicarse de forma innovadora a todas las configuraciones bien conocidas del estado de la técnica anterior. Se muestran más ejemplos en las figuras 12, 16, 17 y 18 (sin embargo, la curva concreta de la figura 16 no se encuentra dentro del ámbito de protección de las reivindicaciones).

15 La figura 12 ilustra otra realización no reivindicada de una antena SFC. Consta de una antena de apertura, dicha apertura se caracteriza por su perímetro SFC, dicha apertura está impresa sobre un plano de masa conductor (34), dicho plano de masa consta, por ejemplo, de una pared de una guía de ondas o cavidad resonante o una parte de la estructura de un vehículo de motor (tal como un coche, un camión, un avión o un tanque). La apertura puede ser alimentada mediante cualquiera de las técnicas convencionales tales como un cable coaxial (11), o una línea de transmisión microstrip o strip-line plana, por nombrar algunas.

20 La figura 16 muestra otra configuración no reivindicada donde las curvas SFC no reivindicadas (41) están ranuradas en una pared de una guía de ondas (47) de sección transversal arbitraria. De esta manera, se puede realizar una agrupación de guías de ondas ranurada, con la ventaja de las propiedades de compresión de tamaño de las curvas SFC.

25 La figura 17 representa otra realización no reivindicada, en este caso una antena de bocina (48) donde la sección transversal de la antena es una curva SFC (25). En este caso, el beneficio no solamente proviene de la propiedad de reducción de tamaño de las geometrías SFC, sino también del comportamiento de banda ancha que se puede lograr dando forma a la sección transversal de la bocina. Ya se han desarrollado versiones primitivas de estas técnicas en forma de antenas de bocina con crestas. En dichos casos del estado de la técnica anterior, se usa un único diente cuadrado introducido en al menos dos paredes opuestas de la bocina para aumentar el ancho de banda de la antena. El mayor grado de riqueza en la estructura de una curva SFC contribuye aún más a una mejora del ancho de banda con respecto al estado de la técnica anterior.

35 La figura 18 describe otra configuración típica de antena, una antena reflector (49), con la nueva aproximación divulgada de dar forma al perímetro del reflector con una curva SFC. El reflector puede ser tanto plano como curvo, dependiendo de la aplicación o del esquema de alimentación (por ejemplo en una configuración de disposición reflectora, los reflectores SFC serán preferiblemente planos, mientras que en los reflectores parabólicos alimentados en el centro, la superficie delimitada por la curva SFC será preferiblemente curva aproximándose a una superficie parabólica). Con la esencia de las superficies reflectoras SFC, también se pueden construir Superficies Selectivas en Frecuencia (FSS) por medio de curvas SFC; en este caso, las curvas SFC se usan para dar forma al diagrama repetitivo de las FSS. En dicha configuración FSS, los elementos SFC se usan de forma ventajosa con respecto al estado de la técnica anterior debido a que el tamaño reducido de los diagramas SFC permite un espaciado menor entre dichos elementos. Se obtiene una ventaja similar al usar elementos SFC en una agrupación de antenas, en una disposición reflectora.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una antena monopolo, dicha antena monopolo comprendiendo un brazo radiante y un plano de masa (12), dicho brazo radiante se excita mediante una línea de transmisión (11),
- donde dicho brazo radiante tiene la forma de una curva rellenadora de espacio (59-60),
- donde dicha curva rellenadora de espacio se compone de al menos diez segmentos conectados formando una porción no periódica de dicha curva, donde:
- 10 - cada uno de dichos segmentos es más corto que un décimo de la longitud de onda de operación de la antena en espacio libre;
- 15 - dichos segmentos están dispuestos espacialmente de modo que ninguno de dichos segmentos forma, junto con un segmento adyacente, un segmento recto más largo;
- dichos segmentos están conectados de modo que cada segmento forma un ángulo con sus vecinos;
- 20 - ninguno de dichos segmentos intersecta con otro de dichos segmentos excepto en los extremos de la curva, por la cual dicha curva rellenadora de espacio intersecta consigo misma en su principio y fin de manera que dicha curva rellenadora de espacio forma un lazo cerrado;
- cada par de segmentos adyacentes de dicha curva forma una esquina; y
- 25 - donde si dicha curva es periódica a lo largo de una determinada dirección recta del espacio, el periodo correspondiente se define por la porción no periódica compuesta por al menos diez segmentos conectados, ninguno de dichos segmentos conectados forma, junto con un segmento adyacente, un segmento recto más largo;
- 30 dicha curva rellenadora de espacio es una curva que presenta una dimensión de box-counting mayor a uno; donde dicha curva no es auto-similar.
- 35 2. Una antena de acuerdo con la reivindicación 1, dicha antena tiene un tamaño de tal forma que dicha antena cabe dentro de una esfera de radio igual a la longitud de onda de operación de la antena dividida por 2π .
3. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichos al menos diez segmentos que componen la curva rellenadora de espacio (25) son segmentos rectos.
- 40 4. Una antena de acuerdo con la reivindicación 1, donde dichas esquinas son curvadas.
5. Una antena de acuerdo con la reivindicación 1, donde dichas esquinas son redondeadas o si no suavizadas.
- 45 6. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha curva rellenadora de espacio está impresa sobre un sustrato dieléctrico.
7. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la curva rellenadora de espacio tiene forma de curva de Hilbert.
- 50 8. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, donde la curva rellenadora de espacio tiene forma de curva de HilbertZZ (61, 62, 63, 64).
9. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, donde la curva rellenadora de espacio tiene forma de curva de Peano.
- 55 10. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha curva rellenadora de espacio (25) está dispuesta sobre una superficie curvada.
- 60 11. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde dicha curva rellenadora de espacio (25) está dispuesta sobre una superficie plana.
12. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la antena está dispuesta de manera que cubra al menos uno de los siguientes servicios de telecomunicaciones: GSM900, GSM1800, UMTS.

13. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene la longitud de onda de operación correspondiente a la longitud de onda de operación de un sistema de telefonía celular.
- 5 14. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dicha antena comprende un plano de masa el cual es una estructura metálica dentro de un teléfono móvil.
15. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dicha antena está dentro de un dispositivo para comunicación móvil.
- 10 16. Una antena de acuerdo con la reivindicación 15, donde dicha antena está montada en un teléfono móvil.
17. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha curva rellenadora de espacio no es periódica a lo largo de una línea recta.
- 15 18. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye una red entre un elemento radiante y un conector de entrada de la antena, dicha red es una red de adaptación, una red transformadora de impedancia, o una red balun.
- 20 19. Una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dicha antena está configurada para operación multi-banda.
- 25 20. Un conjunto de antenas que comprenden una pluralidad de antenas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la mayoría de dichas antenas se disponen para ser alimentadas con una señal a una frecuencia determinada, formando una agrupación de antenas, donde al menos dos antenas de dicha pluralidad de antenas están dispuestas para operar a frecuencias diferentes para proporcionar cobertura en diferentes servicios de comunicaciones; y donde dichas antenas están dispuestas para ser alimentadas simultáneamente por medio de una red de distribución o red diplexora.
- 30 21. Un dispositivo para comunicación móvil, provisto de una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-19, o con un conjunto de antenas de acuerdo con la reivindicación 20.
22. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 21, dicho dispositivo es un teléfono móvil.
- 35 23. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 21, donde una carcasa de dicho teléfono móvil funciona como el plano de masa de la antena.
- 40 24. Un método para producir un dispositivo de comunicación móvil de tamaño reducido, donde el método comprende la incorporación, como una antena para el dispositivo, de una antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-19 o de un conjunto de antenas de acuerdo con la reivindicación 20.

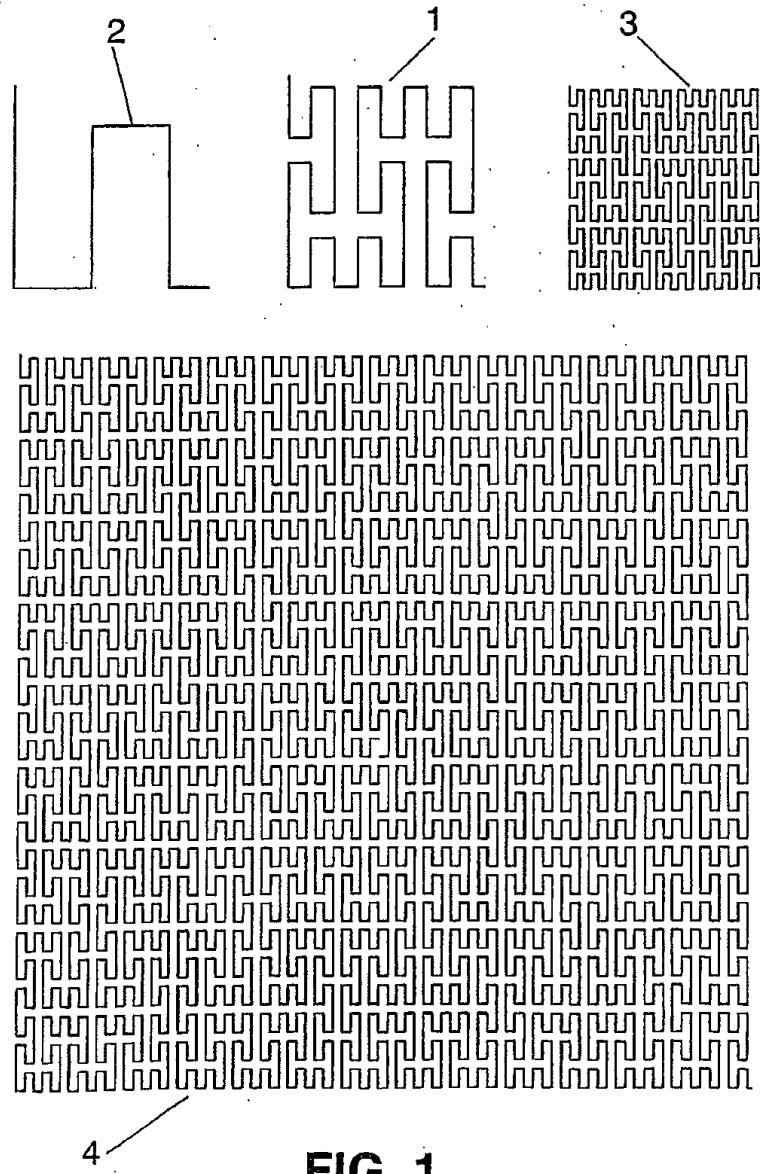


FIG. 1

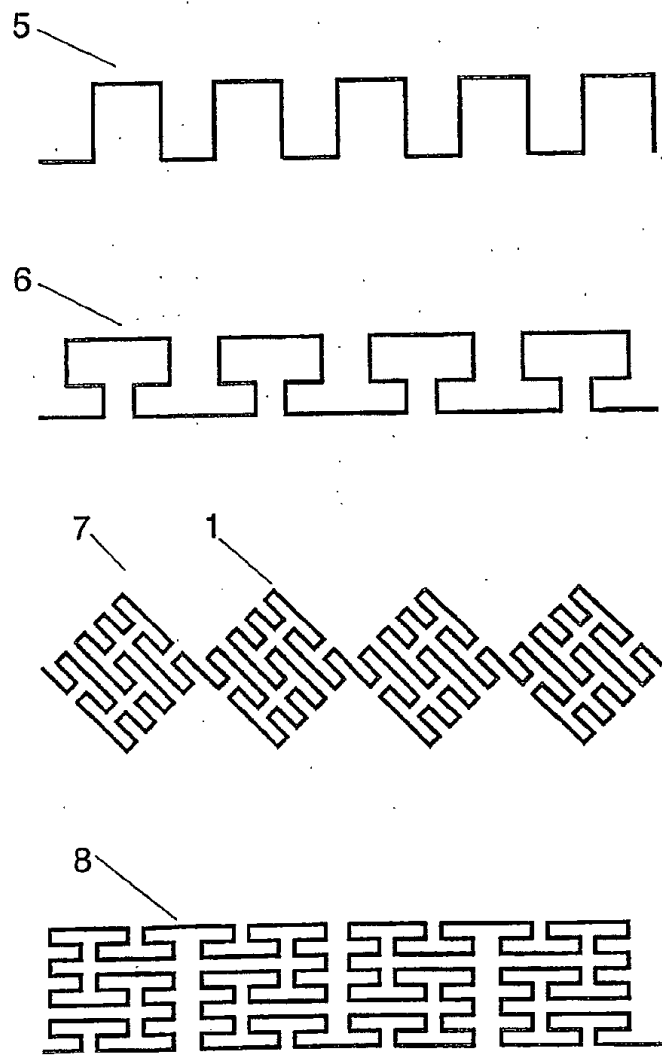


FIG. 2

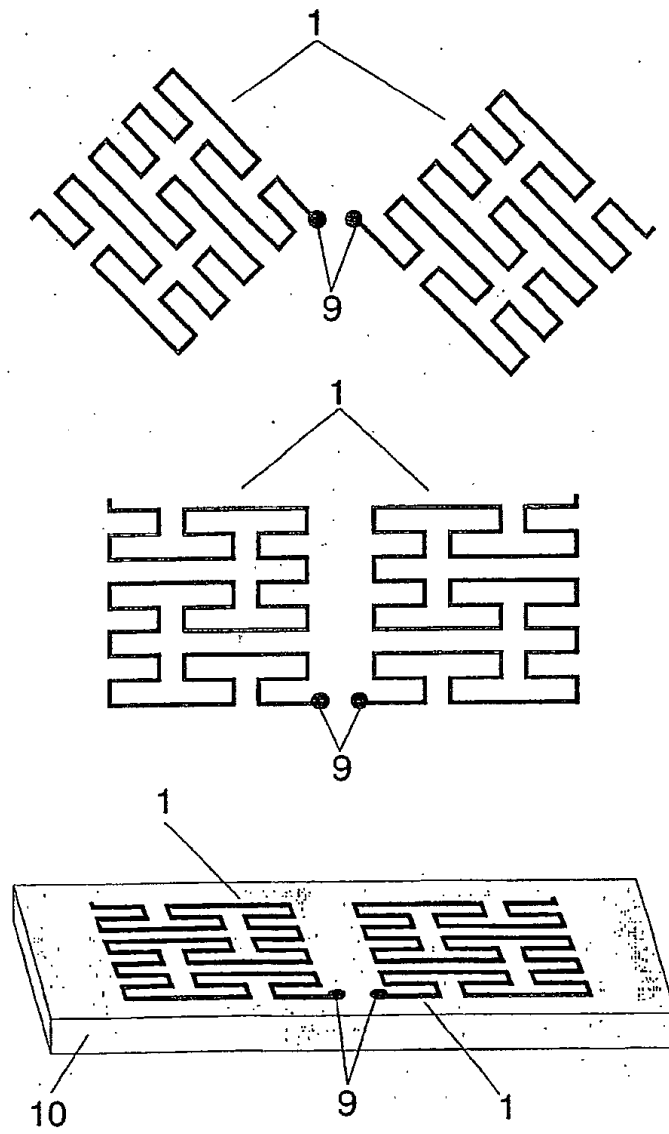


FIG. 3

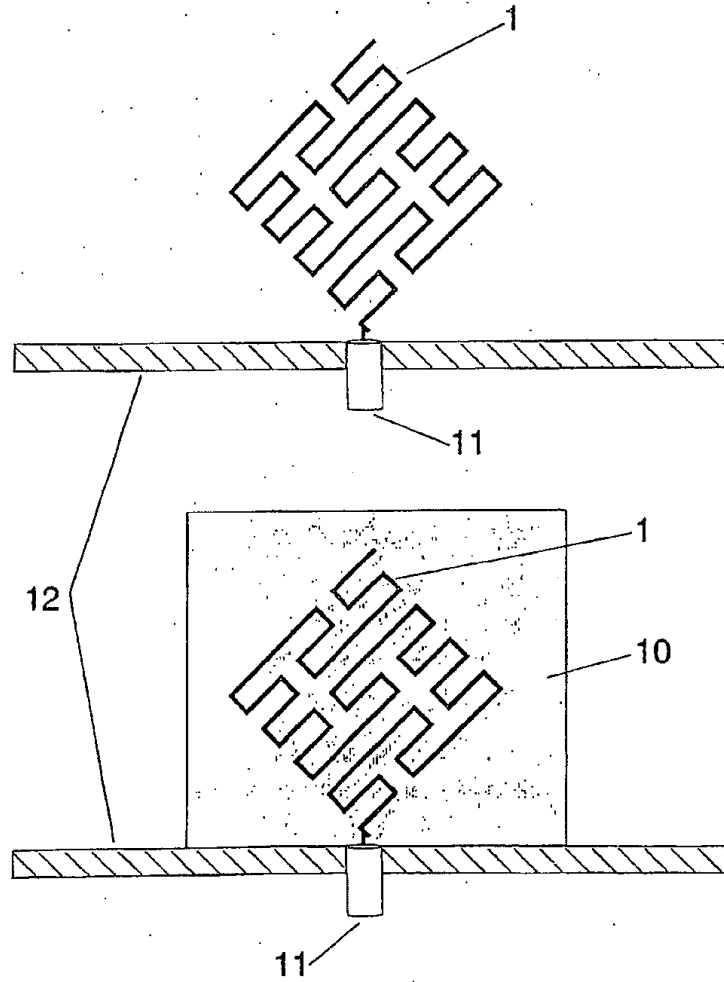


FIG. 4

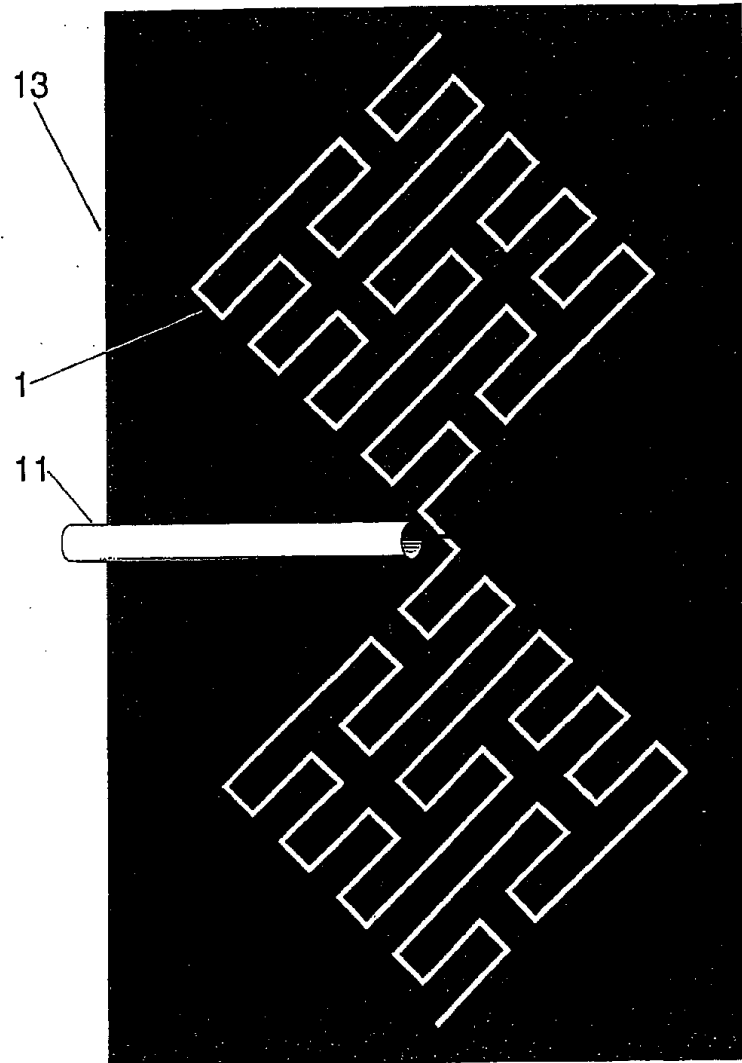


FIG. 5

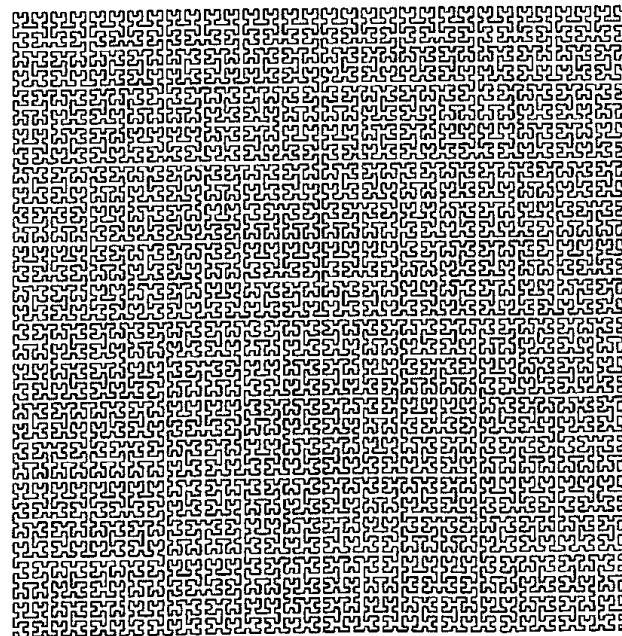
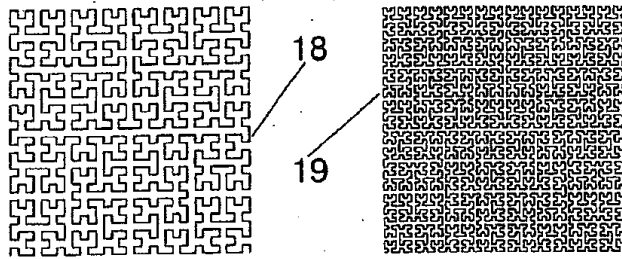
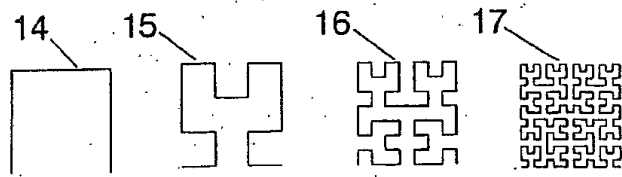


FIG. 6

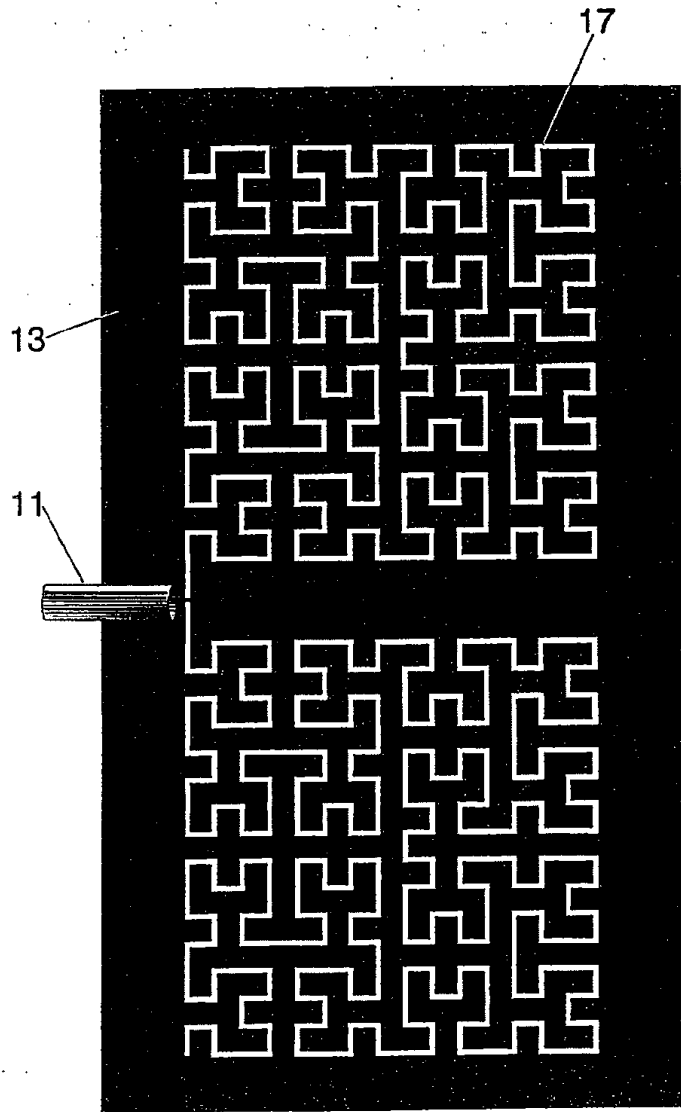


FIG. 7

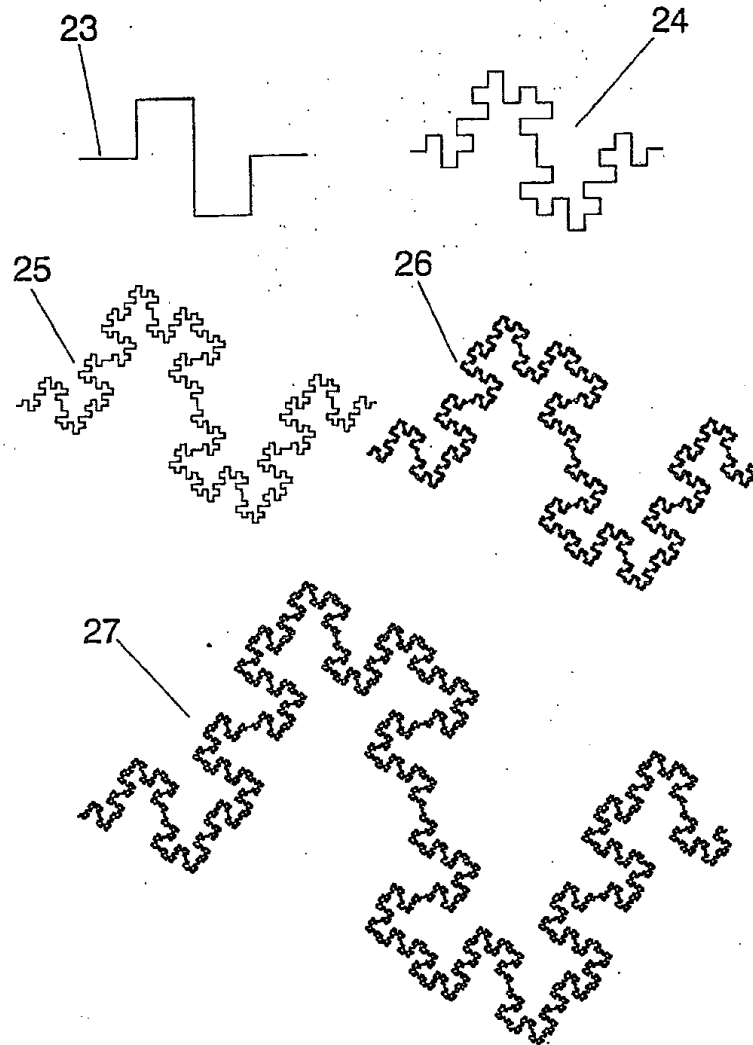


FIG. 8

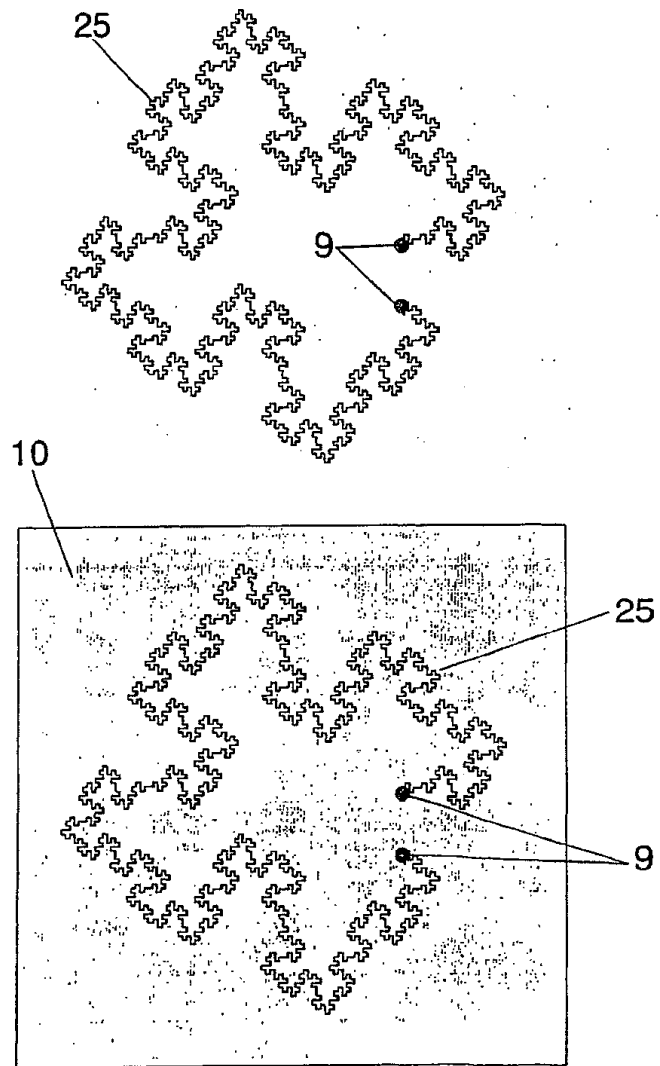


FIG. 9

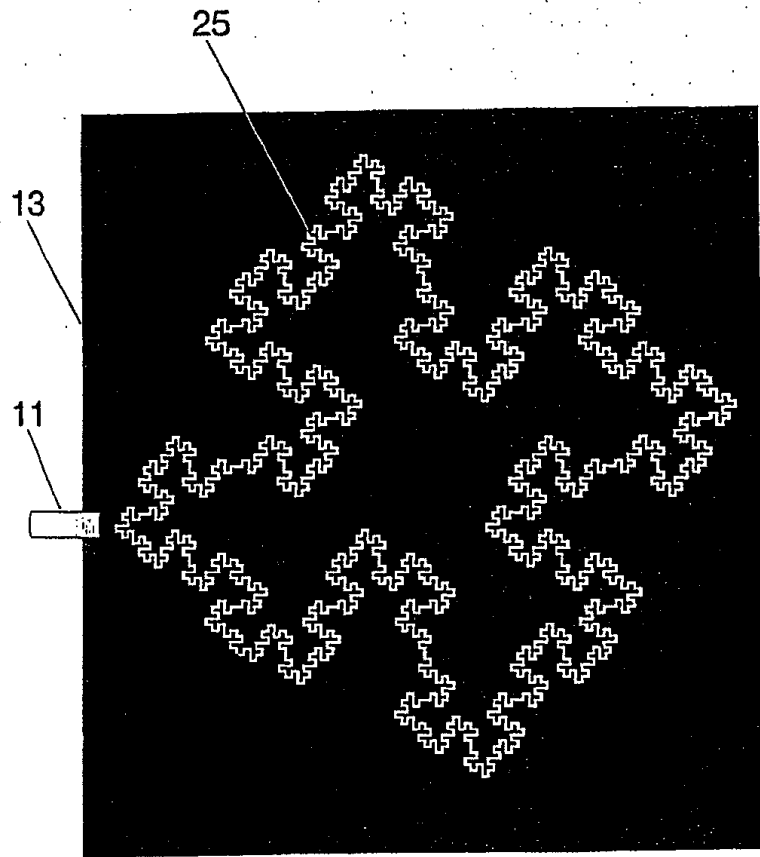


FIG. 10

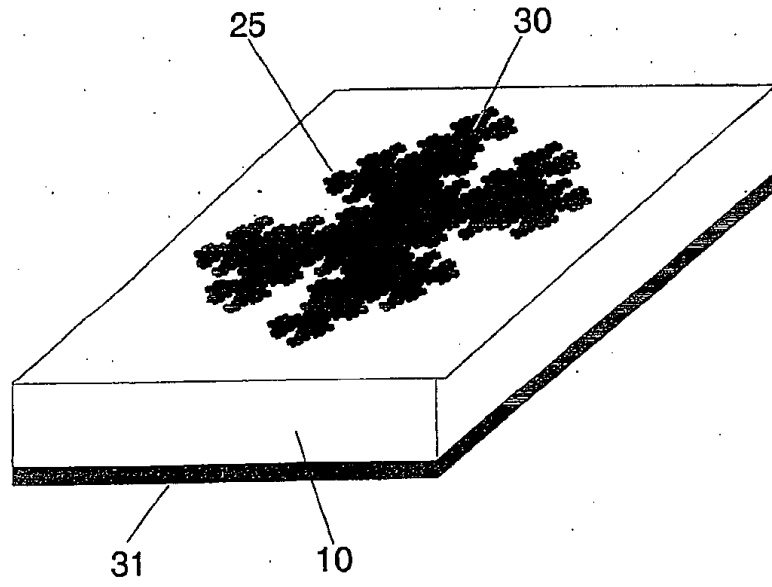


FIG. 11

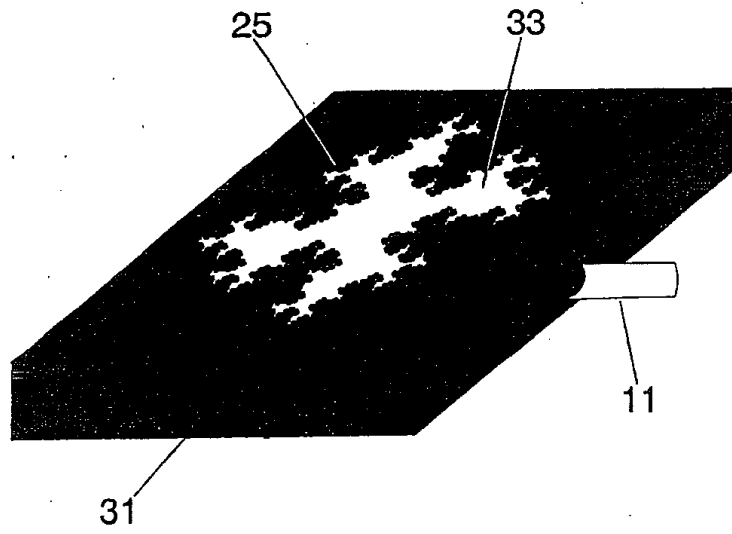


FIG. 12

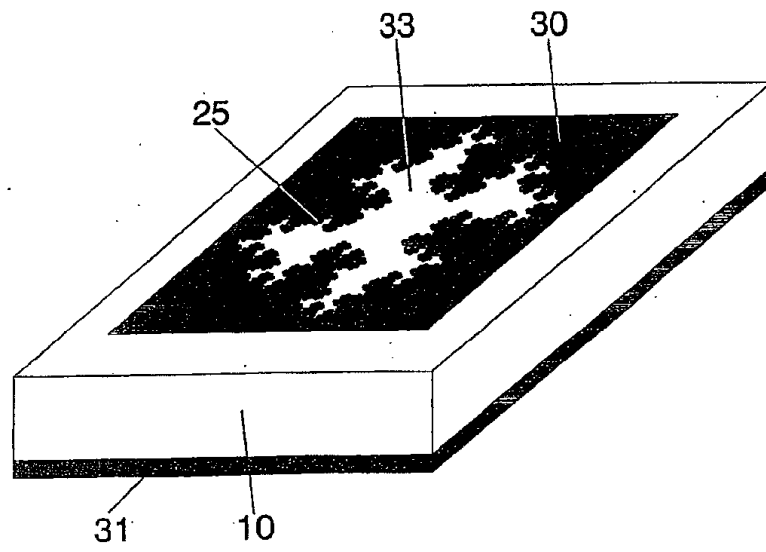


FIG. 13

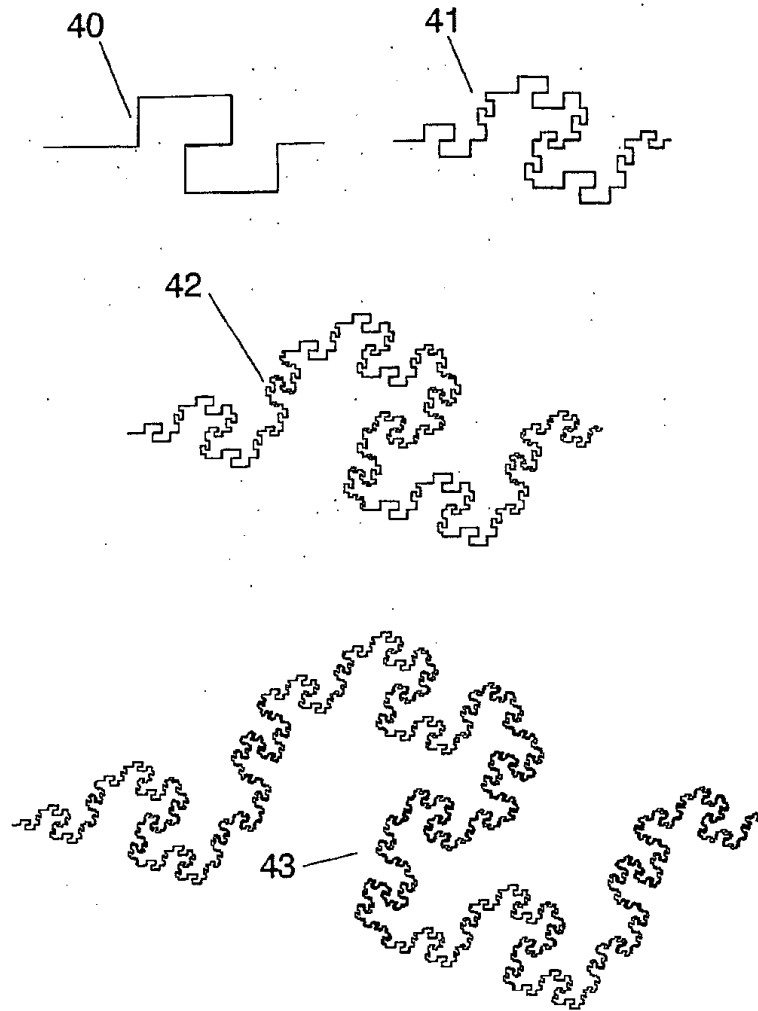


FIG. 14

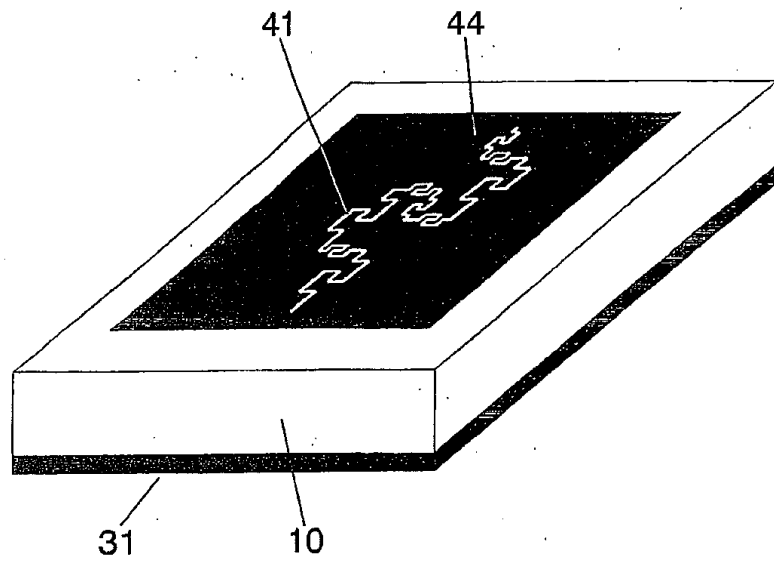


FIG. 15

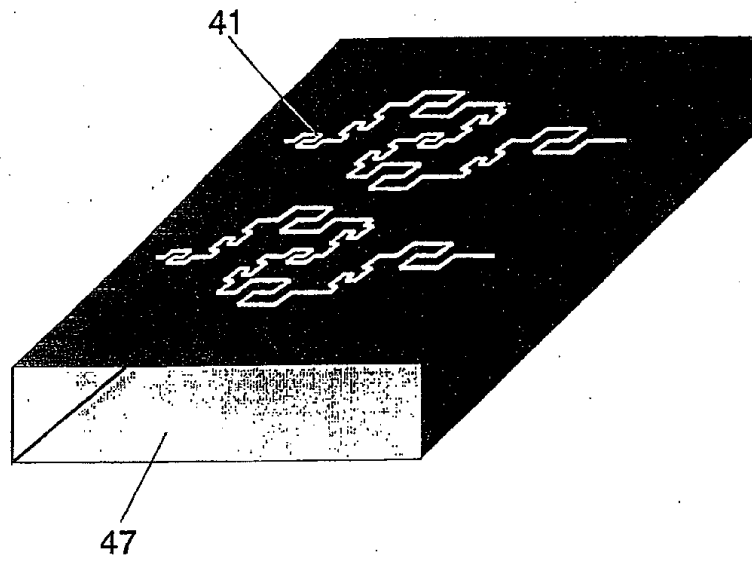


FIG. 16

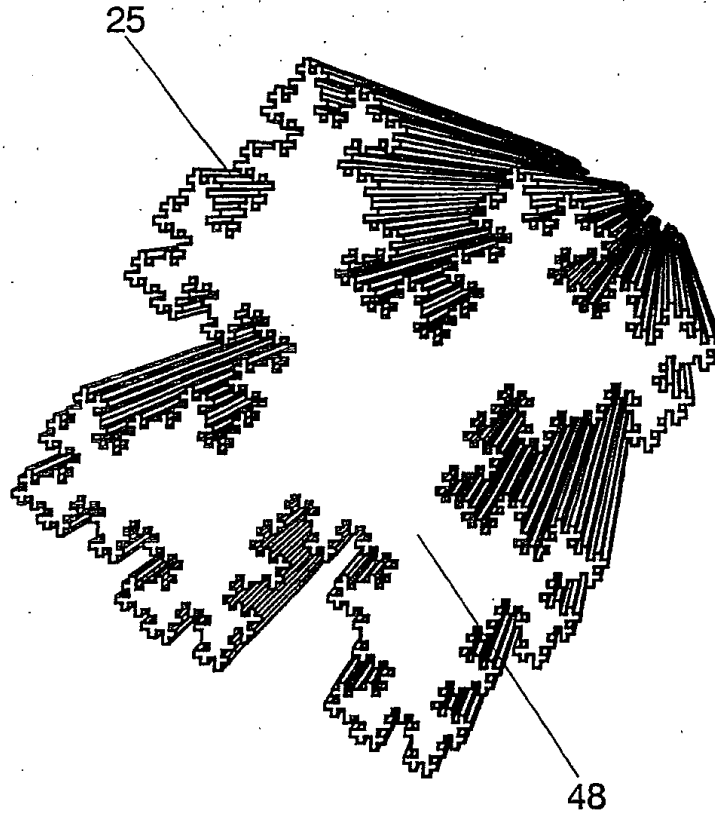


FIG. 17

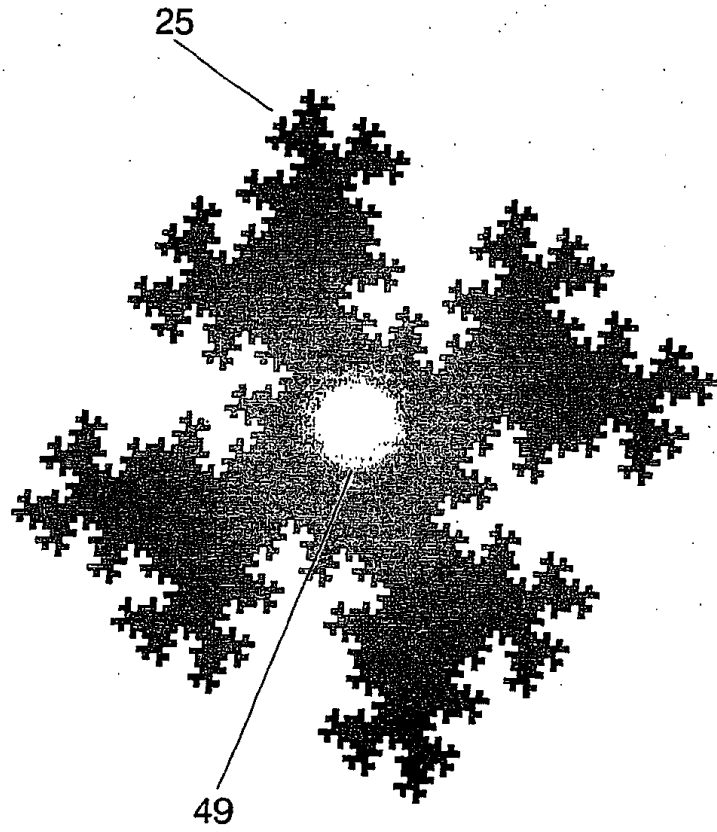


FIG. 18

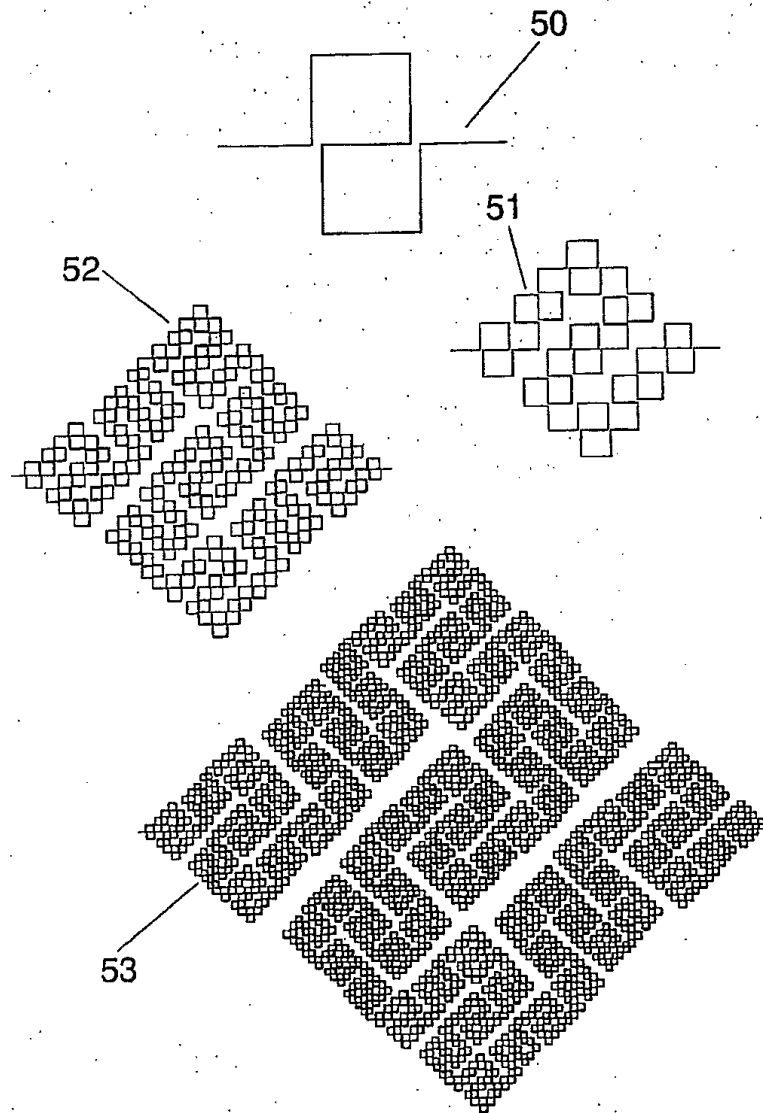


FIG. 19

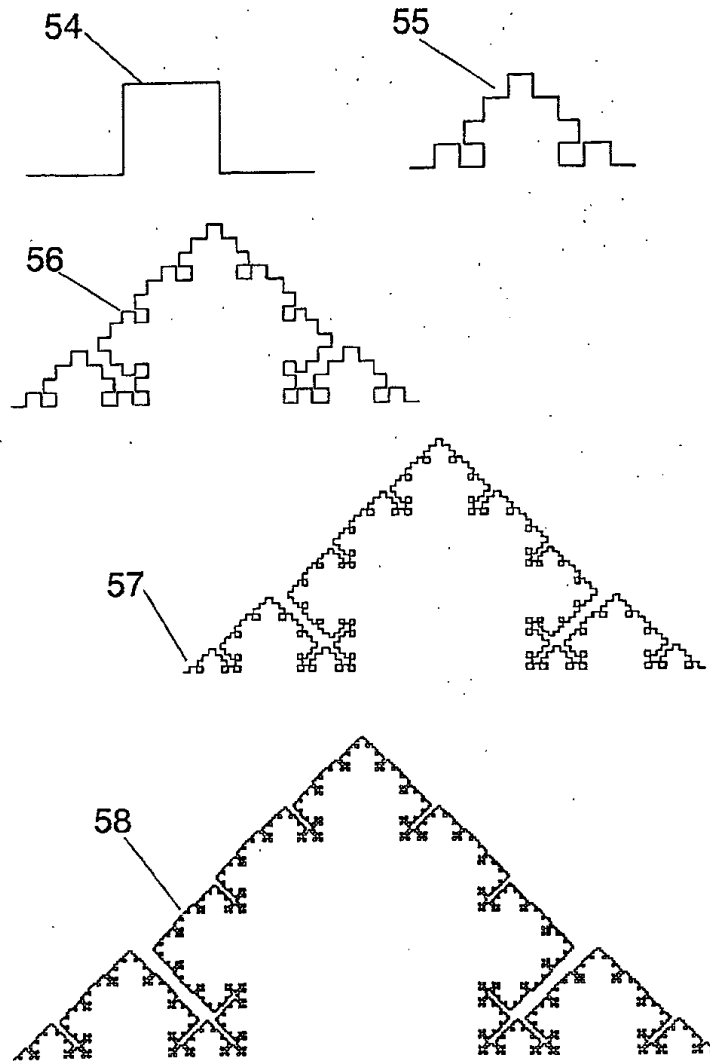


FIG. 20

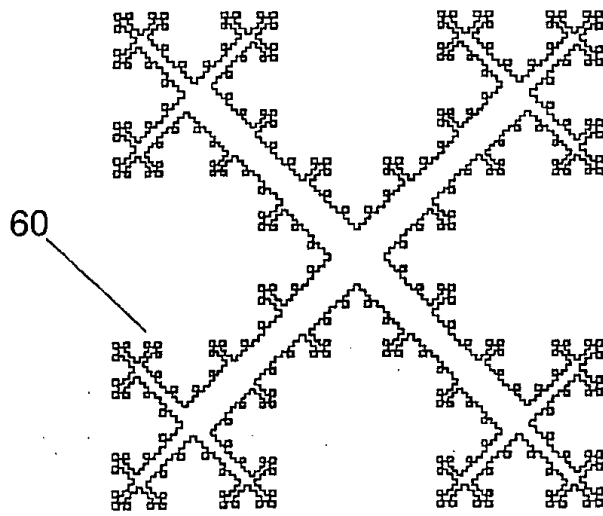
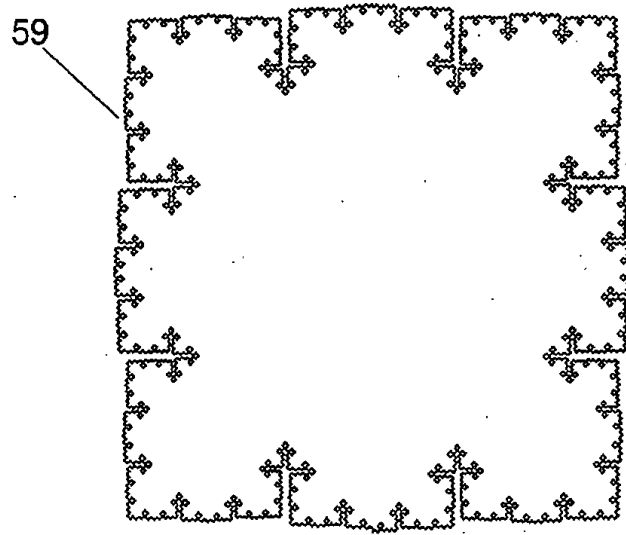


FIG. 21

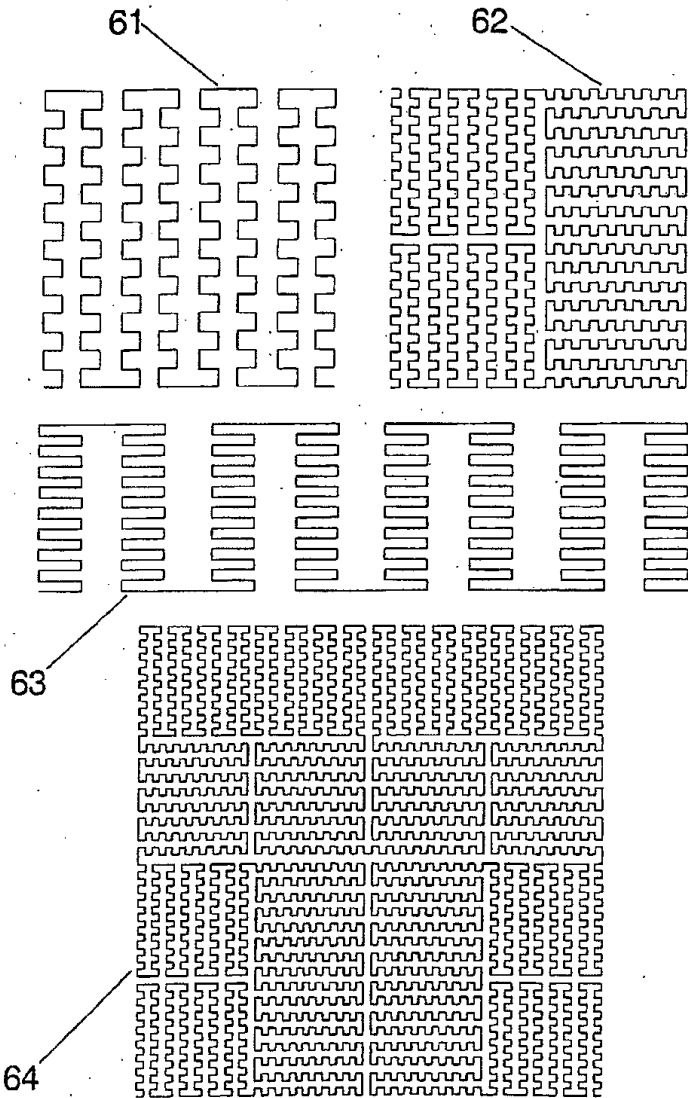


FIG. 22

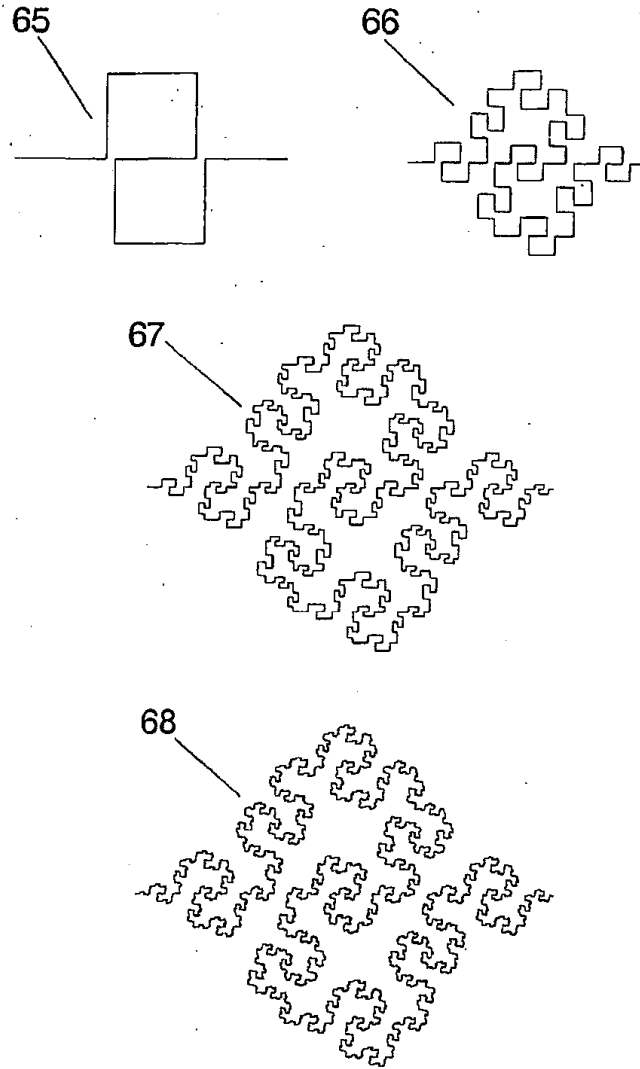


FIG. 23

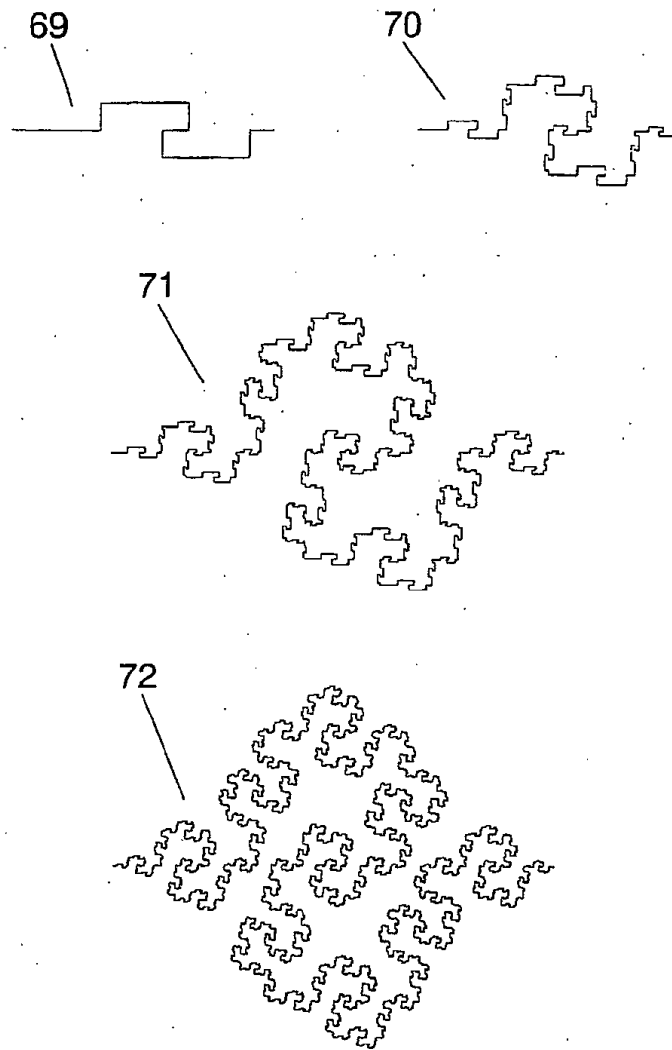


FIG. 24

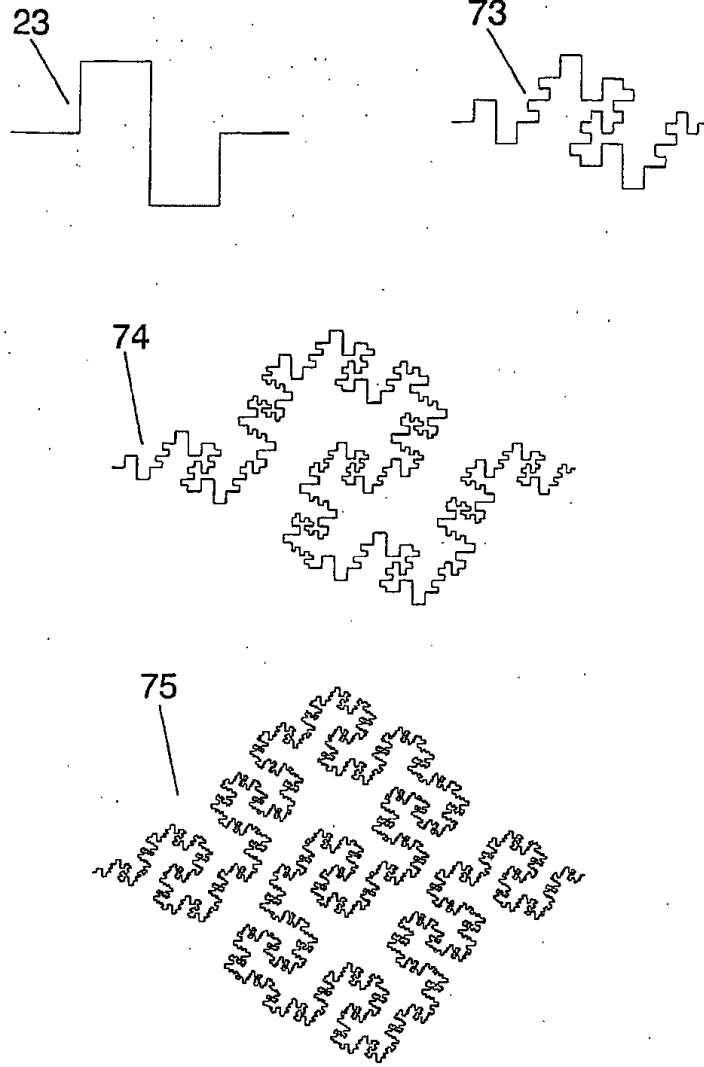


FIG. 25