



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 019**

51 Int. Cl.:
H01Q 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07824809 .3**

96 Fecha de presentación : **10.08.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2052438**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.04.2009**

54

Título: **Estructura de ancho de banda prohibida electromagnéticamente.**

30

Prioridad: **18.08.2006 EP 06270081**
18.08.2006 GB 0616391

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.10.2011

73

Titular/es: **BAE SYSTEMS plc.**
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72

Inventor/es: **Orton, Richard Stanley y**
Leach, Thomas Robin

74

Agente: **Gonzalez Palmero, Fé**

ES 2 366 019 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

Estructura de ancho de banda prohibida electromagnética

5 Esta invención se refiere a estructuras de ancho de banda prohibida electromagnéticas y en particular, pero no exclusivamente, a una estructura mejorada que puede hacerse funcionar como superficie de alta impedancia para su uso en aplicaciones de antena de bajo perfil que funcionan con radiación electromagnética en el intervalo de frecuencia de 100 MHz a 1 GHz.

10 En una disposición conocida, descrita por ejemplo por D. Sievenpiper, L. Zhang, R. F. J. Broas, N. G. Alexopolous y E. Yablonovitch en "High-Impedance Electromagnetic Surfaces with a Forbidden Frequency Band," IEEE Trans. On Microwave Theory and Technology, Vol. 47, n.º 11, noviembre de 1999, se ha creado una superficie de alta impedancia usando una estructura en forma de una serie periódica empaquetada de manera apretada de elementos de metal con conformación de hongo o "tachuela" de parte superior cuadrada conectados a una superficie de plano de tierra por medio de vías. En la figura 1 se muestra una representación de la estructura de Sievenpiper *et al.* Esta estructura está destinada al uso con señales de frecuencia de microondas, definidas habitualmente como que se encuentran en la región del espectro electromagnético entre ondas infrarrojas y de radio y por tanto de frecuencia en el intervalo de 1 a 300 GHz normalmente. La estructura mostrada en la figura 1 es por tanto normalmente de una escala que permite su fabricación usando técnicas de circuito impreso.

20 Si la estructura descrita por Sievenpiper *et al.* fuera a aumentarse a escala en tamaño para ser adecuada para su uso con señales en el intervalo de 100 MHz a 1 GHz, el resultado sería una estructura pesada y voluminosa.

25 El documento US-A-200410160367 da a conocer un tratamiento de borde de AMC estrecho que puede formarse plegando una superficie de metal plana para proporcionar una placa central con una pluralidad de extensiones laterales que se extienden desde ésta en dos series a cada lado de la placa central. Las extensiones laterales se unen a la placa central mediante lengüetas de metal.

30 A partir de un primer aspecto, la presente invención radica en una estructura de ancho de banda prohibida electromagnética, que comprende:

un plano de tierra eléctricamente conductor; y

35 una disposición plana periódica de elementos de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada montados en paralelo a y a una distancia predeterminada del plano de tierra eléctricamente conductor, soportándose cada uno de los elementos de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada en la disposición plana periódica mediante al menos un elemento de soporte liso eléctricamente conductor que se extiende desde un borde del elemento de superficie eléctricamente conductor empaquetado de manera apretada hasta el plano de tierra eléctricamente conductor en el que no hay dos elementos de soporte lisos eléctricamente conductores adyacentes de los elementos de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada dispuestos en una disposición espalda con espalda en paralelo, en el que los elementos de superficie son de la misma conformación hexagonal o cuadrada y hay elementos de soporte lisos eléctricamente conductores adyacentes de los elementos de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada dispuestos unos respecto a otros a un ángulo de aproximadamente 90° en el que los elementos de superficie son cuadrados o 120° en el que los elementos de superficie son hexagonales.

45 Las estructuras de ancho de banda prohibida electromagnéticas según este primer aspecto de la presente invención comprenden una serie periódica de células unitarias, comprendiendo cada célula unitaria al menos un elemento de superficie eléctricamente conductor de una conformación empaquetada de manera apretada soportada en su borde y conectada eléctricamente a un plano de tierra eléctricamente conductor mediante al menos un elemento de soporte eléctricamente conductor. Los elementos de soporte se colocan de modo que no haya dos elementos de superficie adyacentes en los que sus elementos de soporte estén dispuestos en proximidad cercana unos respecto a otros en una disposición espalda con espalda en paralelo. Esto tiene la ventaja de que pueden evitarse los efectos impredecibles o no deseables que afectan al rendimiento de la estructura como superficie de alta impedancia a una frecuencia deseada. Los elementos de soporte de elementos de superficie adyacentes pueden disponerse en paralelo unos respecto a otros siempre que se colocan separados, por ejemplo en bordes no adyacentes de los elementos de superficie adyacente.

50 Ventajosamente, esta forma particularmente simple de la estructura permite construir una superficie de alta impedancia mucho más fácilmente y con menos gasto que las superficies de alta impedancia conocidas diseñadas para su uso en el intervalo de frecuencia preferida de 100 MHz a 1 GHz.

60 En la disposición de la técnica anterior de Sievenpiper *et al.* por ejemplo, tal como se muestra en la figura 1, una superficie 100 de alta impedancia comprende una disposición de elementos 105 de superficie conectados a un plano 110 de tierra por medio de vías 115. Sin embargo, en la presente invención, los elementos de superficie están conectados al plano de tierra y se soportan en uno o más de sus bordes mediante elementos de soporte de metal

lisos dispuestos preferiblemente a aproximadamente 90° respecto al plano de tierra y al plano de elementos de superficie. Preferiblemente los elementos de superficie y sus elementos de soporte pueden plegarse a partir de plantillas de metal lisas, simplificando enormemente su fabricación en comparación con una estructura realizada según el diseño de la técnica anterior al que se hizo referencia anteriormente.

5 Las estructuras de ancho de banda prohibida electromagnéticas según el primer aspecto de la presente invención se diseñan para su uso, preferiblemente, con señales electromagnéticas en el intervalo de frecuencia de 100 MHz a 1 GHz.

10 A partir de un segundo aspecto, la presente invención radica en una antena, que comprende un elemento de antena montado en una estructura de ancho de banda prohibida electromagnética definida según el primer aspecto anterior, en la que la estructura de ancho de banda prohibida electromagnética está dispuesta para funcionar como superficie de alta impedancia a una frecuencia de funcionamiento de la antena y por tanto como plano de tierra para la antena.

15 Ventajosamente, las estructuras según realizaciones preferidas de la presente invención son similares estructural y electromagnéticamente en más de una dirección, por ejemplo en la dirección x y la dirección y, paralelas a los bordes de los elementos de superficie en el caso de elementos de superficie cuadrada. Por tanto una antena dipolo no resultaría afectada sustancialmente por su orientación de montaje en la superficie de la estructura, permitiendo por ejemplo montar antenas dipolo cruzadas.

20 Preferiblemente, las estructuras según realizaciones preferidas de la presente invención pueden llenarse con un material de espuma dieléctrico de peso ligero para aumentar su robustez y rigidez sin aumentar significativamente su peso. Esto es particularmente ventajoso en aquellas realizaciones en las que los elementos de superficie se soportan por sólo un borde.

25 A partir de un tercer aspecto, la presente invención radica en una antena de bajo perfil, que comprende una antena tal como se define según el segundo aspecto anterior, que comprende además un elemento de antena montado en paralelo a y a un nivel sustancialmente coincidente con el plano de elementos de superficie en la estructura de ancho de banda prohibida electromagnética.

30 Ahora se describirán en más detalle realizaciones preferidas de la presente invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, de los que:

35 la figura 1 muestra una estructura de ancho de banda prohibida electromagnética de la técnica anterior;

la figura 2 muestra una estructura de ancho de banda prohibida electromagnética según una primera realización preferida de la presente invención;

40 la figura 3 muestra una parte de la estructura de la figura 1 con el propósito de explicar su comportamiento como superficie de alta impedancia;

la figura 4 muestra una vista en planta de una antena de bajo perfil que comprende una estructura según la primera realización preferida de la presente invención;

45 la figura 5 muestra una plantilla de metal lisa para su uso en la construcción de células unitarias que constituyen la estructura en la primera realización preferida de la presente invención;

la figura 6 muestra una plantilla de metal lisa para su uso en la construcción de células unitarias que constituyen la estructura según una segunda realización preferida de la presente invención;

50 la figura 7 muestra una estructura de ancho de banda prohibida electromagnética según la segunda realización preferida de la presente invención;

55 la figura 8 muestra una vista en planta de una estructura de ancho de banda prohibida electromagnética según una tercera realización preferida de la presente invención; y

la figura 9 muestra una plantilla de metal lisa para su uso en la construcción de células unitarias que constituyen la estructura según la tercera realización preferida de la presente invención.

60 Se han diseñado estructuras de ancho de banda prohibida electromagnética (EBG) según realizaciones preferidas de la presente invención para proporcionar una superficie de alta impedancia respecto a radiación electromagnética a frecuencias seleccionadas en el intervalo de 100 MHz a 1 GHz en particular. Estas estructuras de EBG preferidas son particularmente adecuadas para su aplicación a la antena de bajo perfil en la que se usan para proporcionar un plano de tierra. A frecuencias en el intervalo de 100 MHz a 1 GHz, las superficies de alta impedancia conocidas requieren estructuras grandes y pesadas. Sin embargo, las realizaciones preferidas de la presente invención tienen como objetivo proporcionar una estructura de peso ligero y una que sea simple y barata de realizar.

65

Ahora se describirá una estructura de EBG según una primera realización preferida de la presente invención con referencia a la figura 2.

5 En referencia a la figura 2, se muestra una vista en perspectiva de una parte de una estructura 200 de EBG que comprende una disposición periódica de elementos 205 de superficie cuadrada, cada uno de ancho w y cada uno separado de sus placas 205 adyacentes mediante una distancia g . Cada elemento 205 de superficie está conectado a un plano 210 de tierra y se soporta por un borde a una altura h por encima de y en paralelo al plano 210 de tierra mediante un elemento 215 de soporte. Cada elemento 215 de soporte está preferiblemente orientado a
10 sustancialmente 90° respecto al plano 210 de tierra y al elemento 205 de superficie que soporta. Preferiblemente, los elementos 205 de superficie se fabrican como grupos de cuatro elementos adyacentes, formando cada grupo de cuatro elementos lo que se denominará célula unitaria. Una de estas células unitarias se representa en la figura 2 mediante los elementos 205a, 205b, 205c, 205d de superficie y sus elementos 215 de soporte. Mediante el ajuste de las dimensiones w , g y h , la estructura 200 puede disponerse para comportarse como una superficie de alta
15 impedancia a lo largo de un intervalo de frecuencia requerido. Las técnicas para determinar valores apropiados para w , g y h son muy conocidas en la técnica y no se describirán en el presente documento. Puede hallarse información adicional sobre la teoría y práctica de superficies de alta impedancia aplicables a la de la presente invención en el documento de la técnica anterior de Sievenpiper *et al.* al que se hizo referencia anteriormente.

20 La estructura 200 de EBG funciona basándose en un circuito LC resonante paralelo en el que se produce resonancia cuando $\omega_0^2 = 1 / LC$. La base del funcionamiento de la estructura 200 de EBG como superficie de alta impedancia puede entenderse en más detalle con referencia a la figura 3 en la que se muestra una vista en perspectiva de una pequeña parte de la estructura 200.

25 En referencia a la figura 3, se muestra que existe capacitancia C entre bordes 300 adyacentes de los elementos 205 de superficie, y también entre bordes 305 adyacentes de los elementos 215 de soporte. La inductancia L surge en la estructura 200 cuando se crean campos magnéticos mediante corriente que fluye a través de los elementos 215 de soporte y el plano 210 de tierra. Estas propiedades de capacitancia e inductancia no se confinan a una célula unitaria u otra, sino también surgen entre células unitarias por toda la estructura 200.

30 En una aplicación preferida de la estructura 200 de EBG, se requiere que la estructura 200 se comporte como superficie de alta impedancia a la frecuencia de funcionamiento de una antena y así proporcionar un plano de tierra adecuado para permitir que se construya una antena de bajo perfil, tal como se describirá ahora con referencia a la figura 4.

35 En referencia a la figura 4, se proporciona una vista en planta de una estructura 400 de antena de bajo perfil, desde una dirección perpendicular al plano de la estructura 400, que comprende una estructura de EBG similar a la de la figura 2. La estructura 400 comprende una serie de 5x5 de células unitarias del tipo (205a-d) mostrado en la figura 2, proporcionando una estructura periódica de elementos 405 de superficie cuadrada conectados de manera soportante a un plano 410 de tierra. Se instala una antena 420 que comprende elementos de antena con una longitud total que es la mitad de la longitud de onda de funcionamiento pretendida de la antena 420, en el centro de la estructura 400. Preferiblemente, la antena 420 se monta sustancialmente a la misma altura por encima del plano 410 de tierra que la de los elementos 405 de superficie por encima del plano 410 de tierra, dejando preferiblemente un pequeño espacio para evitar un contacto real con los elementos 405 de superficie subyacentes.

45 A modo de ejemplo, si se requiere una estructura 400 de antena de bajo perfil para su funcionamiento con señales de frecuencia de 432 MHz, entonces se requiere que la estructura de EBG tenga un ancho de banda prohibida a 432 MHz en el que la fase de su coeficiente de reflexión es 0° , imitando así el comportamiento de un conductor magnético perfecto (PMC) a aquella frecuencia. Para alcanzar esto con una estructura de EBG de 5x5 células unitarias tal como se muestra en la figura 4, las dimensiones a las que se hizo referencia anteriormente pueden determinarse usando técnicas convencionales como que son: $w = 128$ mm, $g = 8$ mm, y $h = 80$ mm. La antena 420 de mitad de longitud de onda es de aproximadamente 700 mm de largo y se monta a una altura de 80 mm por encima y en paralelo con el plano 410 de tierra. Preferiblemente los componentes de célula unitaria se construyen a partir de una lámina de aluminio de 1,5 mm de espesor y el plano 410 de tierra se construye a partir de una lámina
50 de aluminio de 3 mm de espesor.

60 Convencionalmente, una antena dipolo radiante necesitaría montarse aproximadamente 174 mm por encima de un plano de tierra de conductor eléctrico perfecto (PEC) para su funcionamiento a 432 MHz. Por tanto, montar la antena 420 por encima de una estructura de EBG según esta primera realización preferida de la presente invención reduce la altura global de la antena en aproximadamente 94 mm en este ejemplo particular.

65 Convenientemente, cada una de las células unitarias de la estructura 200 de EBG de la figura 2 o aquella (400) de la figura 4 puede construirse usando plantillas de lámina de metal lisas. Cada plantilla de metal lisa se diseña para plegarse a lo largo de líneas de plegado predeterminadas para formar la estructura 3D de una célula unitaria. Una vez plegada en conformación, cada célula unitaria puede conectarse por pernos o fijarse de otra manera a un plano

de tierra de metal a una separación requerida. Ahora se describirán ejemplos de plantillas y las células unitarias correspondientes según realizaciones preferidas de la presente invención, comenzando, tal como se muestra en la figura 5, con una plantilla para realizar células unitarias usadas en las estructuras 200 y 400 de EBG descritas anteriormente.

5 En referencia a la figura 5, y además con referencia a la figura 2, se muestra una plantilla 500 de lámina de metal lisa a partir de la que puede construirse una célula unitaria que comprende los elementos 205a-d de superficie. La plantilla 500 se muestra con dimensiones marcadas a modo de ejemplo para realizar una célula unitaria según la
10 realización de antena de bajo perfil de 432 MHz particular descrita anteriormente con referencia a la figura 4. Los elementos 205a-d de superficie se forman plegando a lo largo líneas 505a-d de plegado, respectivamente, cada uno hasta sustancialmente 90°. Los elementos 215 de soporte se forman plegando a lo largo de las líneas 515 de plegado, también hasta sustancialmente 90°, y en la misma dirección de plegado que para la línea 505a-d de plegado adyacente respectiva, para completar la célula unitaria. Puede perforarse una base 520 de la célula unitaria para formar orificios 525 de fijación para permitir que la célula unitaria se conecte por pernos o se una de otra
15 manera al plano 210 de tierra.

En referencia a la figura 6, se muestra una plantilla 600 adicional para realizar una célula unitaria basándose en elementos de superficie cuadrada que es similar a la que se usa en la estructura 200 de la figura 2, pero con una
20 disposición diferente de elementos 215 de soporte. En la plantilla 600, el plegado a lo largo de las líneas 605a-d de plegado hasta sustancialmente 90° da como resultado elementos 605a-d de superficie dispuestos de manera similar a esas placas 205a-d de la figura 2. Sin embargo, tras el plegado a lo largo de las líneas 610 hasta sustancialmente 90° en la misma dirección de plegado que para la línea 605a-d de plegado adyacente respectiva, la disposición de elementos 615 de soporte alrededor de la base 620 de la célula unitaria es diferente a la que resulta con la plantilla 500 de la figura 5. Pueden perforarse orificios 625 de fijación a través de la base 620 para permitir la fijación de la
25 célula unitaria al plano 210 de tierra, como anteriormente, garantizando que no haya dos elementos 615 de soporte de células unitarias adyacentes en una disposición en paralelo espalda con espalda. En la figura 7 se muestra una disposición preferida de células unitarias construida a partir de la plantilla 600 de la figura 6, después de fijarse a un plano 210 de tierra.

30 En referencia a la figura 7, se muestra una vista en perspectiva de una estructura 700 de EBG, construida a partir de células unitarias plegadas desde la plantilla 600 de la figura 6. Tal como puede observarse, la disposición de elementos 605 de superficie por encima del plano 710 de tierra es similar a aquélla en la estructura 200 de la figura 2, pero la disposición de placas 615 erguidas de soporte es diferente a la que implica los elementos 215 de soporte de la figura 2. No obstante, las dimensiones requeridas para alcanzar las características de una superficie de alta impedancia a una frecuencia deseada son similares a aquéllas para la estructura 200 de EBG de la figura 2 tal como se describió anteriormente puesto que la estructura 700 tiene características similares de capacitancia e inductancia a las de la estructura 200.

Mientras que las estructuras 200, 400, 700 de EBG en las realizaciones preferidas de la presente invención usan
40 elementos 205, 405, 605 de superficie cuadrada, también pueden usarse conformaciones empaquetadas de manera apretada distintas a las cuadradas para los elementos de superficie, tal como resultará evidente para un experto en este campo. En particular, pueden usarse disposiciones periódicas de elementos de superficie hexagonal con diversas disposiciones de elementos de soporte para conectarlas a un plano de tierra. En una realización preferida adicional de la presente invención, se describirá ahora una disposición basándose en el uso de elementos de
45 superficie hexagonal con referencia a la figura 8.

En referencia a la figura 8, se proporciona una vista representativa de una estructura 800 de EBG, visualizada desde una dirección perpendicular a una superficie que comprende una disposición periódica de elementos 805 de superficie hexagonal, en vez de elementos 205 de superficie cuadrada como en la figura 2 ó 405 como en la figura 4.
50 Cada uno de los elementos 805 de superficie hexagonales se soporta preferiblemente mediante tres elementos 815 de soporte. Sin embargo, sólo puede usarse uno o dos elementos 815 de soporte, alternativamente, aunque con cierta pérdida de rigidez en la estructura 800. Se muestra una disposición preferida de los elementos 815 de soporte en la figura 8, compatible con la regla de que no hay ningún par de elementos 815 de soporte de células unitarias adyacentes - una célula unitaria en esta realización que comprende un solo elemento 805 de superficie hexagonal y sus elementos 815 de soporte - que se encuentre en una disposición en paralelo espalda con espalda.

En la estructura 800 de EBG de la figura 8, cada célula unitaria puede plegarse a partir de una plantilla de metal lisa como para las células unitarias basándose en un elemento 205, 405, 605 de superficie cuadrada en realizaciones preferidas descritas anteriormente. En la figura 9 se muestra una plantilla preferida para la célula unitaria en la figura
60 8.

En referencia a la figura 9, se muestra una plantilla 900 de metal lisa para su uso en la construcción de células unitarias basándose en un solo elemento 805 de superficie hexagonal con tres elementos 815 de soporte. Cada uno de los elementos de soporte se forma plegando a lo largo de una línea 905 de plegado hasta sustancialmente 90°. Por conveniencia, pueden formarse rebordes 910 de montaje realizando un pliegue adicional hasta sustancialmente 90° a lo largo de una línea 915 de plegado adyacente respectiva, preferiblemente en la misma dirección de plegado

que para la línea 905 de plegado adyacente. Pueden perforarse orificios 920 de fijación en los rebordes 910 de montaje para permitir que cada célula unitaria se una de manera segura a un plano de tierra para formar la estructura 800 de EBG mostrada en la figura 8.

5 Tal como resultará evidente para un experto en el campo relevante, pueden realizarse plantillas de otros diseños para crear disposiciones alternativas de elementos de superficie y sus elementos de soporte respectivos, según la conformación o conformaciones de elementos de superficie requeridos. Además, pueden escogerse células unitarias que comprenden diferentes números de elementos de superficie para aquellas células unitarias definidas anteriormente y diseñarse las plantillas correspondientes para su fabricación.

10 Ahora se describirá con referencia a la figura 10 un elemento 405 de antena preferido para su uso en una antena de bajo perfil tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 4.

15 En referencia a la figura 10, se proporciona una vista en perspectiva de un elemento 405 de antena, en la que el elemento de antena es una antena dipolo que tiene dos brazos 1005 de longitud igual a un cuarto de la longitud de onda funcional de la antena, soportada y alimentada en antifase (diferencia de fase de 180°) sustancialmente al nivel de los elementos de superficie de una estructura de ancho de banda prohibida electromagnética (no mostrada en la figura 10) mediante secciones 1010 semirrígidas de cable coaxial. Los cables 1010 coaxiales pasan a través de y se aíslan del plano 410 de tierra. Preferiblemente, las líneas externas de las secciones 1010 de cable coaxial se sueldan entre sí en un punto 1015 en el que terminan.

20 También pueden usarse otros tipos de antena conjuntamente con las estructuras de ancho de banda prohibida electromagnéticas según realizaciones preferidas de la presente invención. Por ejemplo, en la antena mostrada en la figura 10, puede formarse un elemento de antena simple con un solo brazo de la longitud requerida doblando el núcleo interior de una sola sección 1010 de cable coaxial hasta 90° a una altura apropiada por encima del plano 410 de tierra. En otro ejemplo, puede montarse una disposición de dipolo cruzada por encima del plano 410 de tierra. Elecciones adicionales de diseño de antena resultarán evidentes para un experto en este campo y se pretende que se encuentren dentro del alcance de la presente invención.

30 Aunque las estructuras de ancho de banda prohibida electromagnéticas según realizaciones preferidas de la presente invención son particularmente adecuadas para su uso en antenas de bajo perfil, las antenas que no hacen uso de estas estructuras no se limitan a ser del tipo de bajo perfil.

Referencias

35 Las siguientes publicaciones adicionales se enumeran a modo de lectura de antecedentes:

[1] Y. Rahmat-Samii, "The Marvels of Electromagnetic Band-gap (EBG) Structures," ACES Journal, Vol. 18, n.º 4, noviembre de 2003.

40 [2] S. Ramo, J. R. Whinnery, T. Van Douzer, "Fields And Waves In Communication Electronics," John Wiley & Sons, Segunda edición, págs. 285-286, 1984.

45 [3] R. E. Collin, "Antenas And Radiowave Propagation," McGraw-Hill Book Co., International Student Edition, págs. 16-17, 1987.

[4] E. V. D. Glazier, H. R. L. Lamont, "The Services' Textbook of Radio, Volume 5, Transmission and Propagation," Her Majesty's Stationery Office, págs. 54-61, 1958.

50 [5] S. Ramo, J. R. Whinnery, T. Van Douzer, "Fields And Waves In Communication Electronics," John Wiley & Sons, Segunda edición, págs. 596-598, 1984.

[6] F. Yang, Y. Rahmat-Samii, "Microstrip Antennas Integrated With Electromagnetic Band-gap (EBG) Structures: A Low Mutual Coupling Design For Array Applications," IEEE Trans. On Antennas And Propagation, Vol. 51, n.º 10, octubre de 2003.

60 [7] F. R. Yang, K. P. Ma, Y. Qian, T. Itoh, "A Uniplanar Compact Photonic-Bandgap (UC-PBG) Structure And Its Applications For Microwave Circuits," IEEE Trans. On Microwave Theory And Techniques, Vol. 47, n.º 8, agosto de 1999.

[8] F. R. Yang, R. Coccioli, Y. Qian, T. Itoh, "PBG-Assisted Gain Enhancement of Patch Antennas on High-Dielectric Constant Substrate," Antennas And Propagation Society, IEEE International Symposium, Vol. 3, julio de 1999.

65 [9] F. R. Connor, "Introduction Topics In Electronics And Telecommunications - Antennas," Edward Arnold Ltd., págs. 33-34, 1981.

REIVINDICACIONES

1. Estructura (200; 400; 700; 800) de ancho de banda prohibida electromagnética que comprende:

5 un plano (210; 410; 710) de tierra eléctricamente conductor; y

una disposición plana periódica de elementos (205, 205a, 205b, 205c, 205d; 405; 605; 805) de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada montados en paralelo a y a una distancia predeterminada del plano (210; 410; 710) de tierra eléctricamente conductor, soportándose cada uno de los
 10 elementos (205, 205a, 205b, 205c, 205d; 405; 605; 805) de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada en la disposición plana periódica mediante al menos un elemento (215; 615; 815) de soporte liso eléctricamente conductor que se extiende desde un borde del elemento (205, 205a, 205b, 205c, 205d; 405; 605; 805) de superficie eléctricamente conductor empaquetado de manera apretada hasta el plano (210; 410; 710) de tierra eléctricamente conductor en el que no hay dos elementos (215; 615; 815) de soporte lisos eléctricamente
 15 conductores adyacentes de los elementos (205, 205a, 205b, 205c, 205d; 405; 605; 805) de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada dispuestos en una disposición espalda con espalda en paralelo, y en el que los elementos (205, 205a, 205b, 205c, 205d; 405; 605; 805) de superficie son de la misma conformación hexagonal o cuadrada, caracterizada porque hay elementos de soporte lisos eléctricamente conductores adyacentes
 20 de los elementos (205, 205a, 205b, 205c, 205d; 405; 605; 805) de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada dispuestos unos respecto a otros a un ángulo de aproximadamente 90° en el que los elementos de superficie son cuadrados o 120° en el que los elementos de superficie son hexagonales.

2. Estructura de ancho de banda prohibida electromagnética según la reivindicación 1, en la que los elementos (205, 205a, 205b, 205c, 205d; 405; 605; 805) de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera
 25 apretada y sus elementos (215; 615; 815) de soporte eléctricamente conductores respectivos se forman plegando plantillas (500; 600) de lámina de metal lisas.

3. Estructura de ancho de banda prohibida electromagnética según la reivindicación 2, en la que cada una de las plantillas (500; 600) de lámina de metal lisas forma una célula (205a, 205b, 205c, 205d; 605a, 605b, 605c, 605d)
 30 unitaria que comprende uno o más elementos (205, 205a, 205b, 205c, 205d; 405; 605) de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada y sus elementos (215; 615) de soporte eléctricamente conductores respectivos.

4. Estructura de ancho de banda prohibida electromagnética según la reivindicación 3, en la que la célula (205a, 205b, 205c, 205d; 605a, 605b, 605c, 605d) unitaria comprende cuatro elementos (205a, 205b, 205c, 205d; 605a, 605b, 605c, 605d) de superficie cuadrada adyacentes, sus elementos (215; 615) de soporte eléctricamente
 35 conductores respectivos, y un elemento (520; 620) de base.

5. Estructura de ancho de banda prohibida electromagnética según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dispuesta para funcionar como superficie de alta impedancia con señales electromagnéticas a una
 40 frecuencia en el intervalo de 100 MHz a 1 GHz.

6. Antena, que comprende un elemento (420; 1005) de antena montado en una estructura (400) de ancho de banda prohibida electromagnética según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la estructura (400) de
 45 ancho de banda prohibida electromagnética está dispuesta para funcionar como superficie de alta impedancia a una frecuencia de funcionamiento de la antena (400) y por tanto como plano (410) de tierra para la antena (400).

7. Antena según la reivindicación 6, en la que el elemento (420; 1005) de antena es una antena dipolo.

50 8. Antena de bajo perfil, que comprende una antena según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, que comprende además un elemento (420) de antena montado en paralelo a y a un nivel sustancialmente coincidente con el plano de elementos (405) de superficie eléctricamente conductores empaquetados de manera apretada en la estructura (400) de ancho de banda prohibida electromagnética.

Fig. 1.

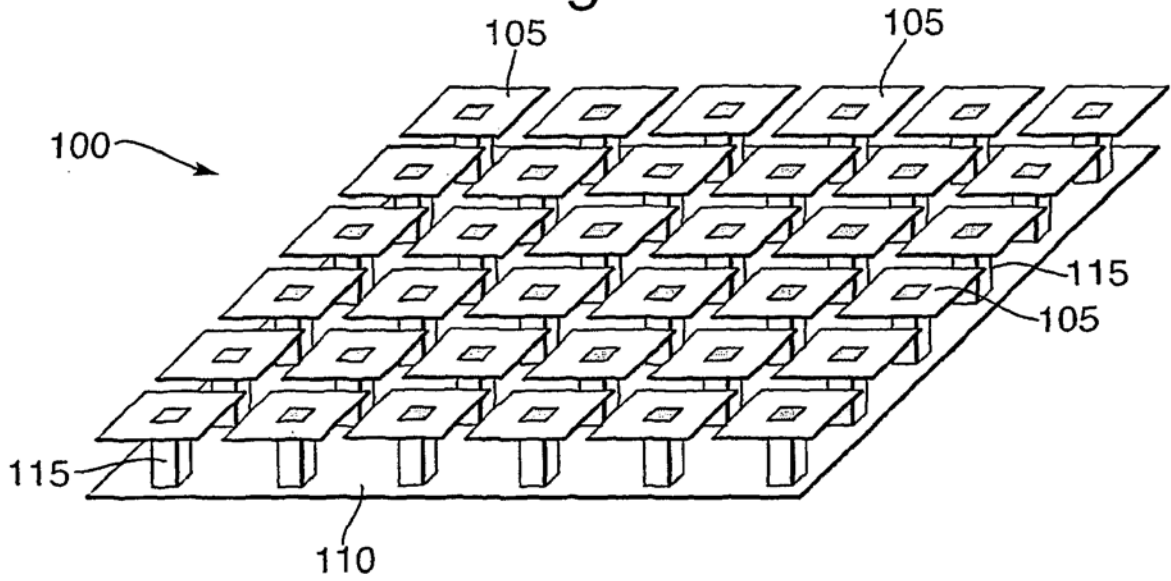
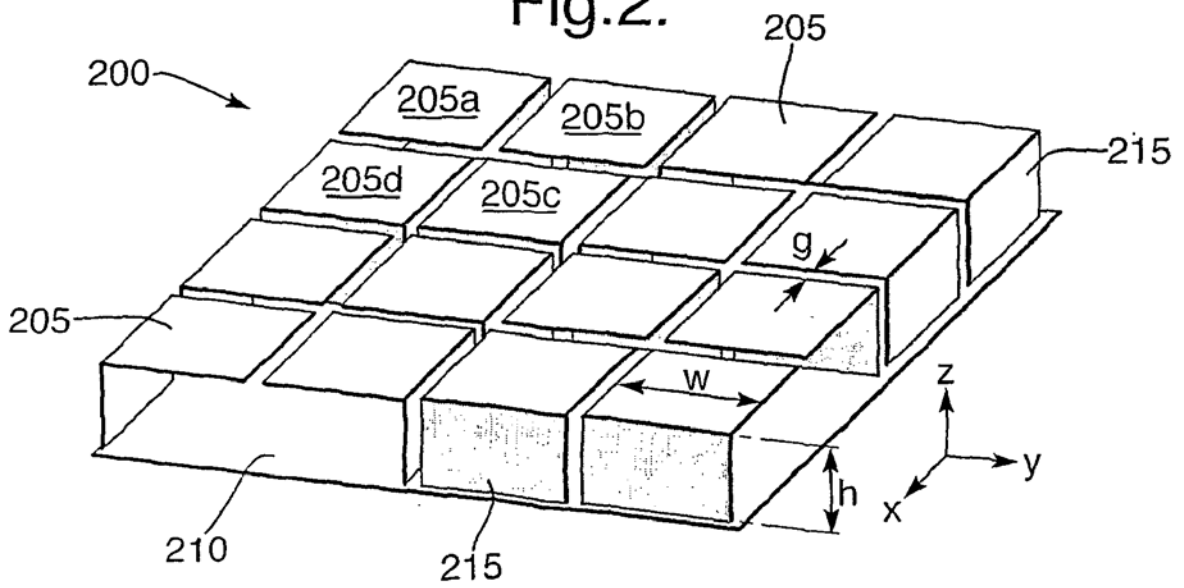


Fig. 2.



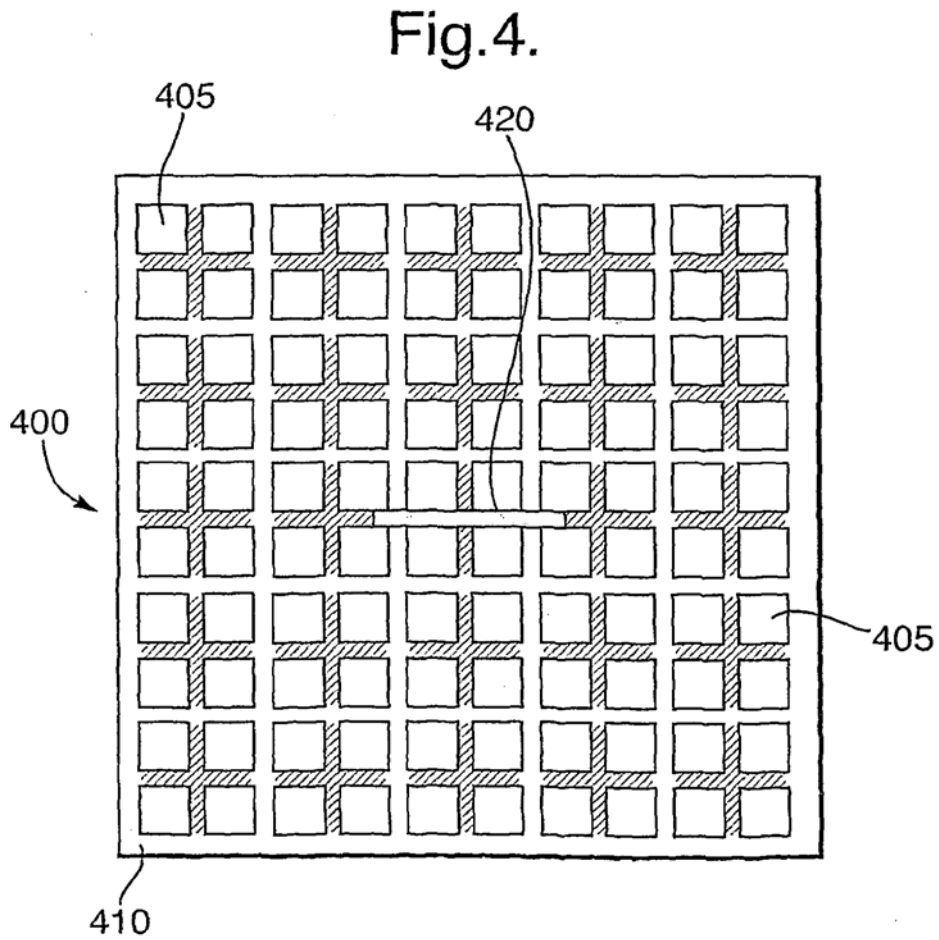
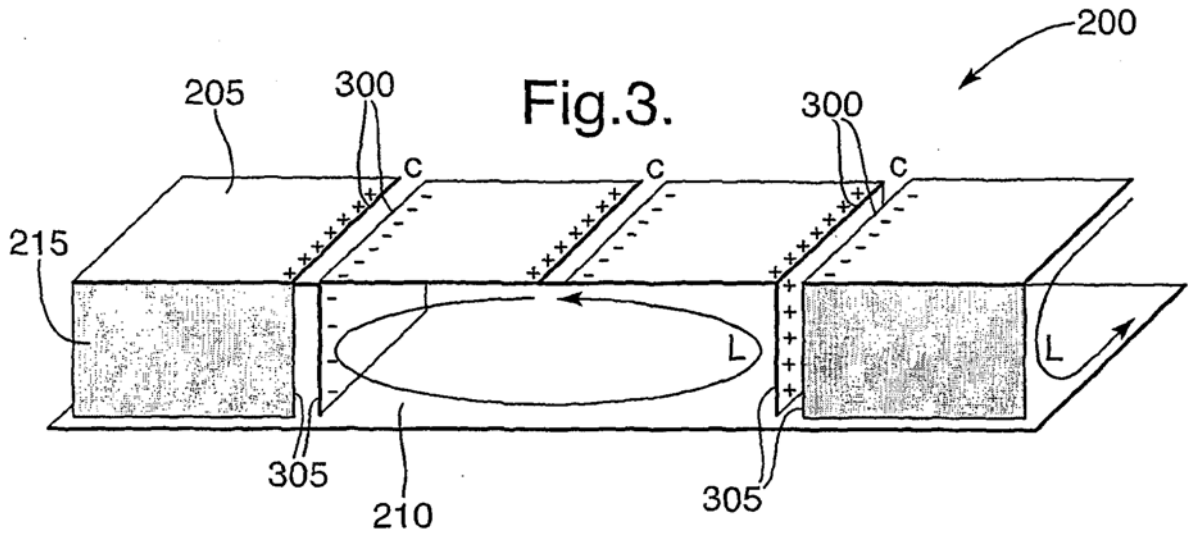


Fig.5.

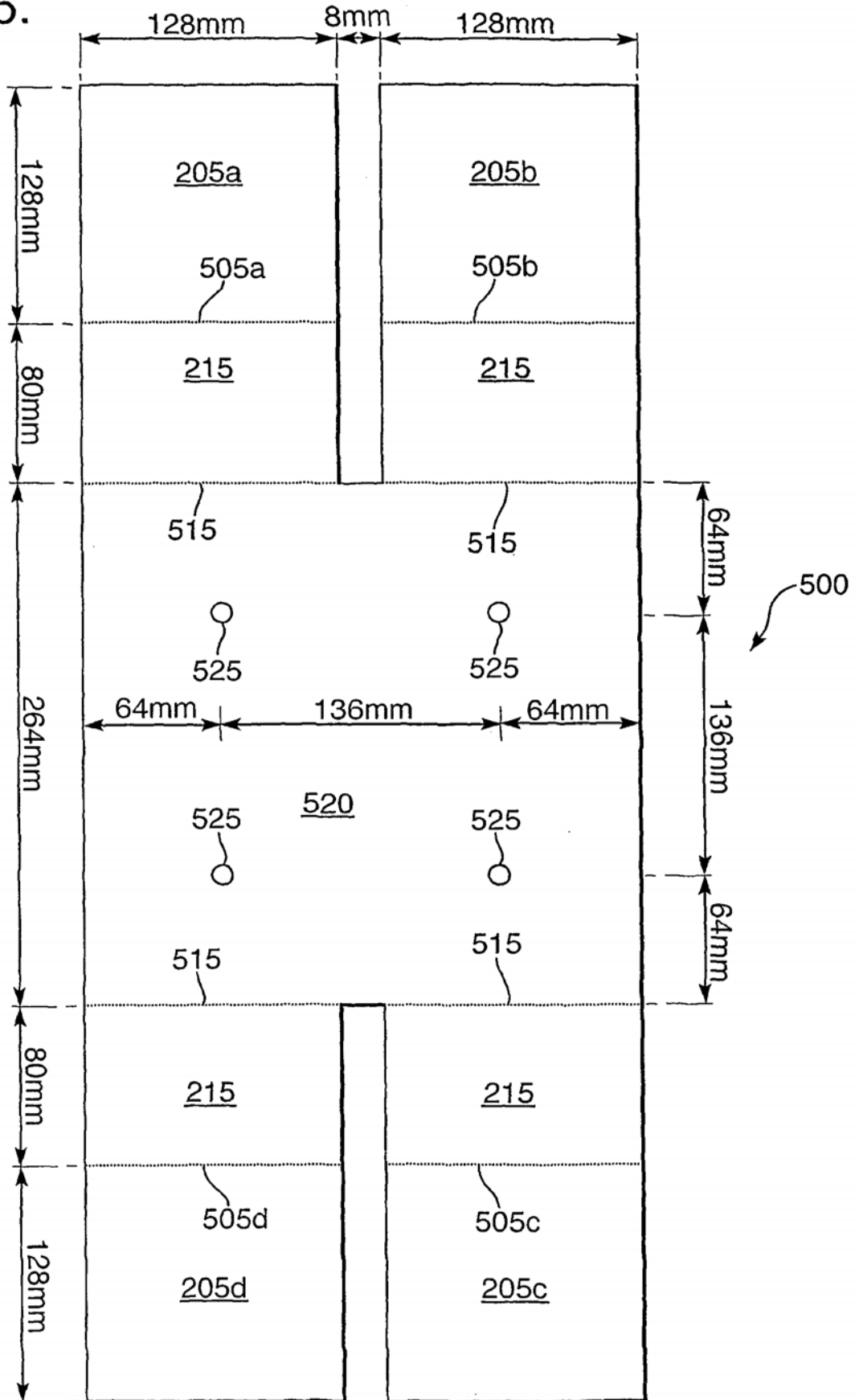


Fig.6.

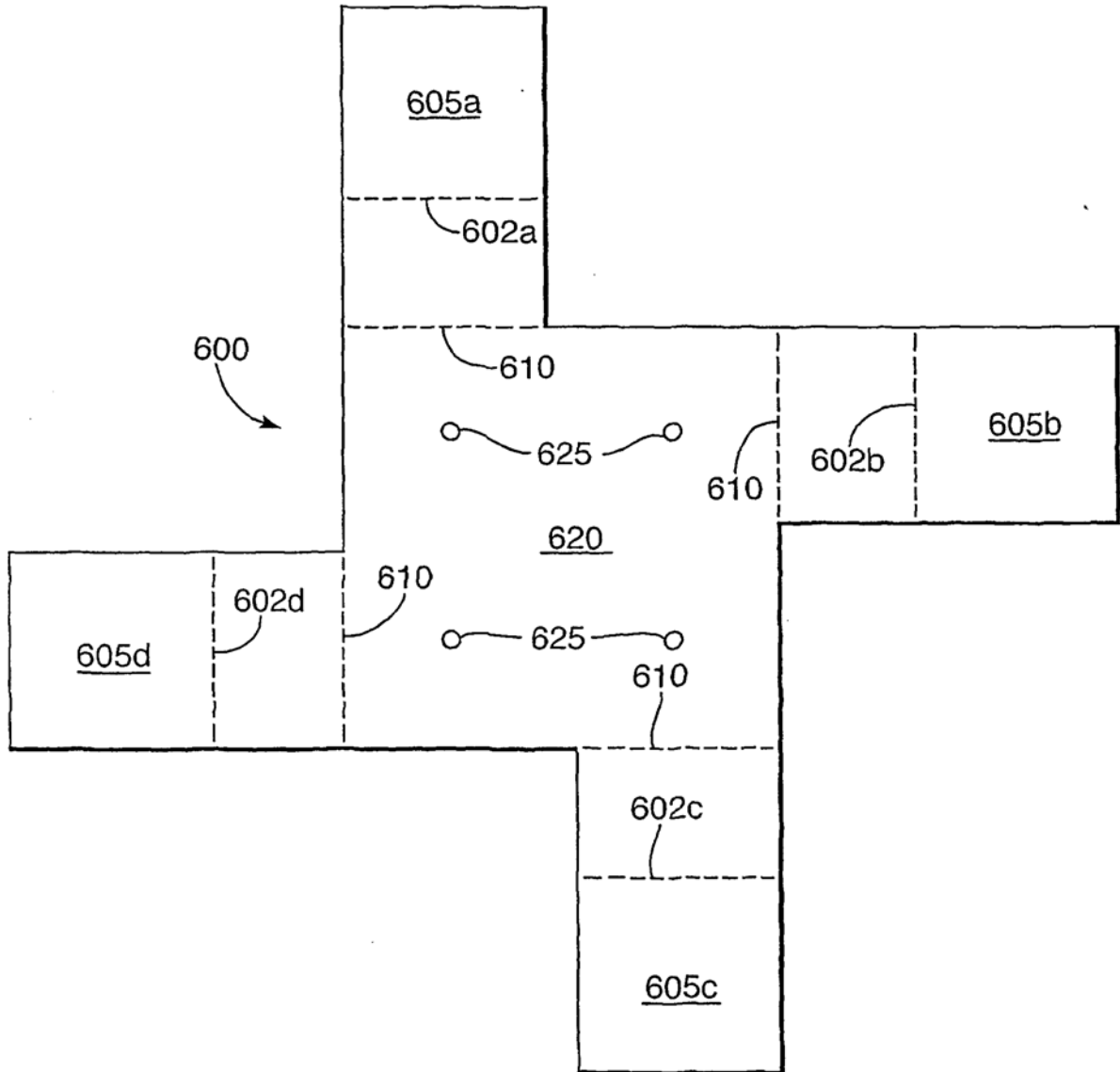


Fig.7.

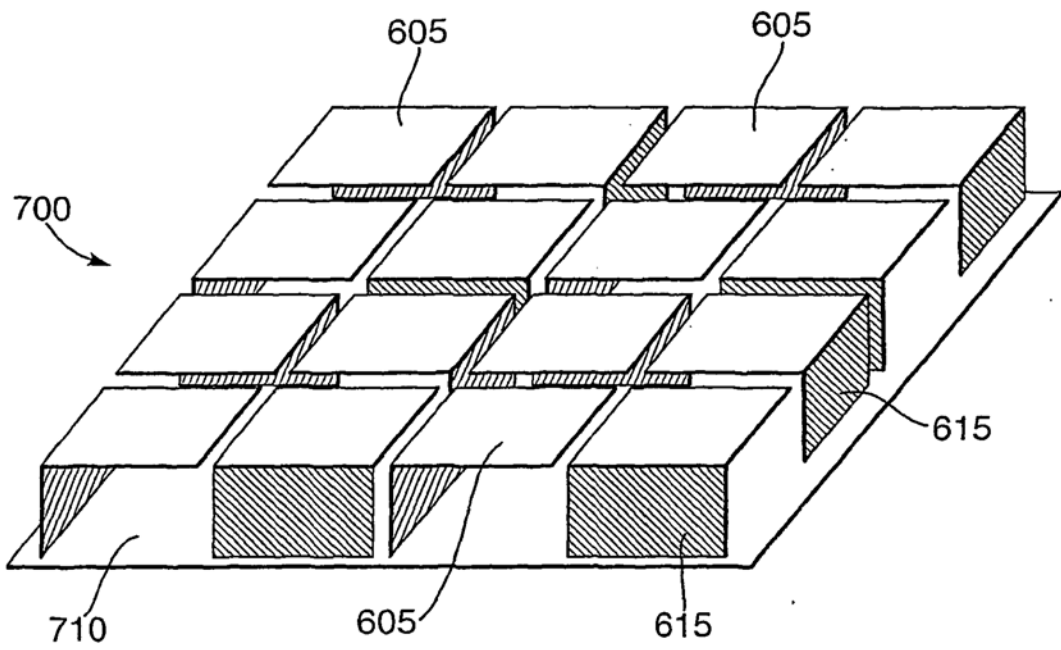


Fig.10.

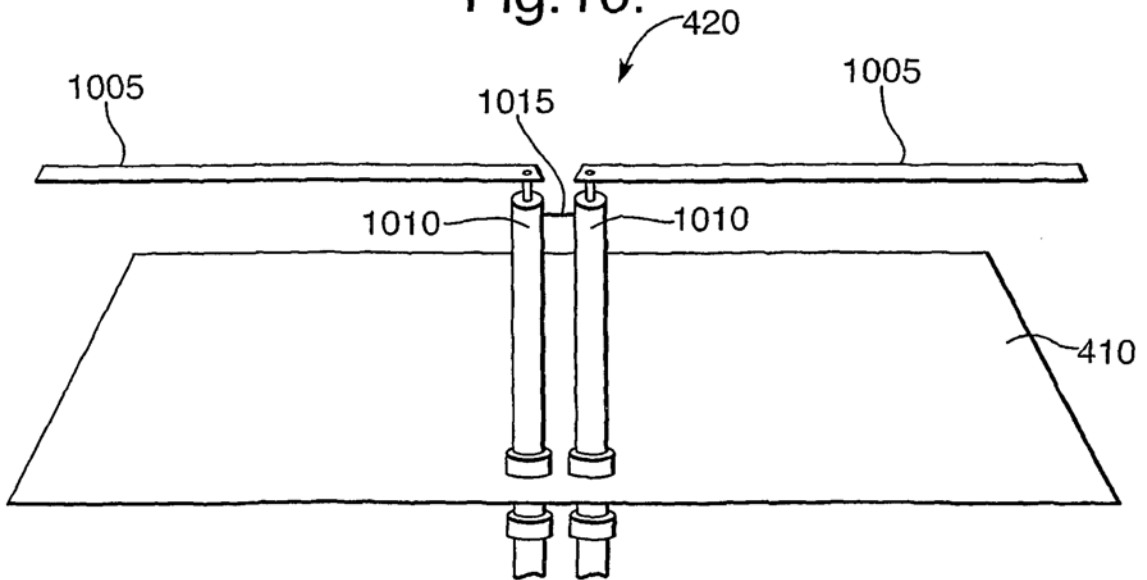


Fig.8.

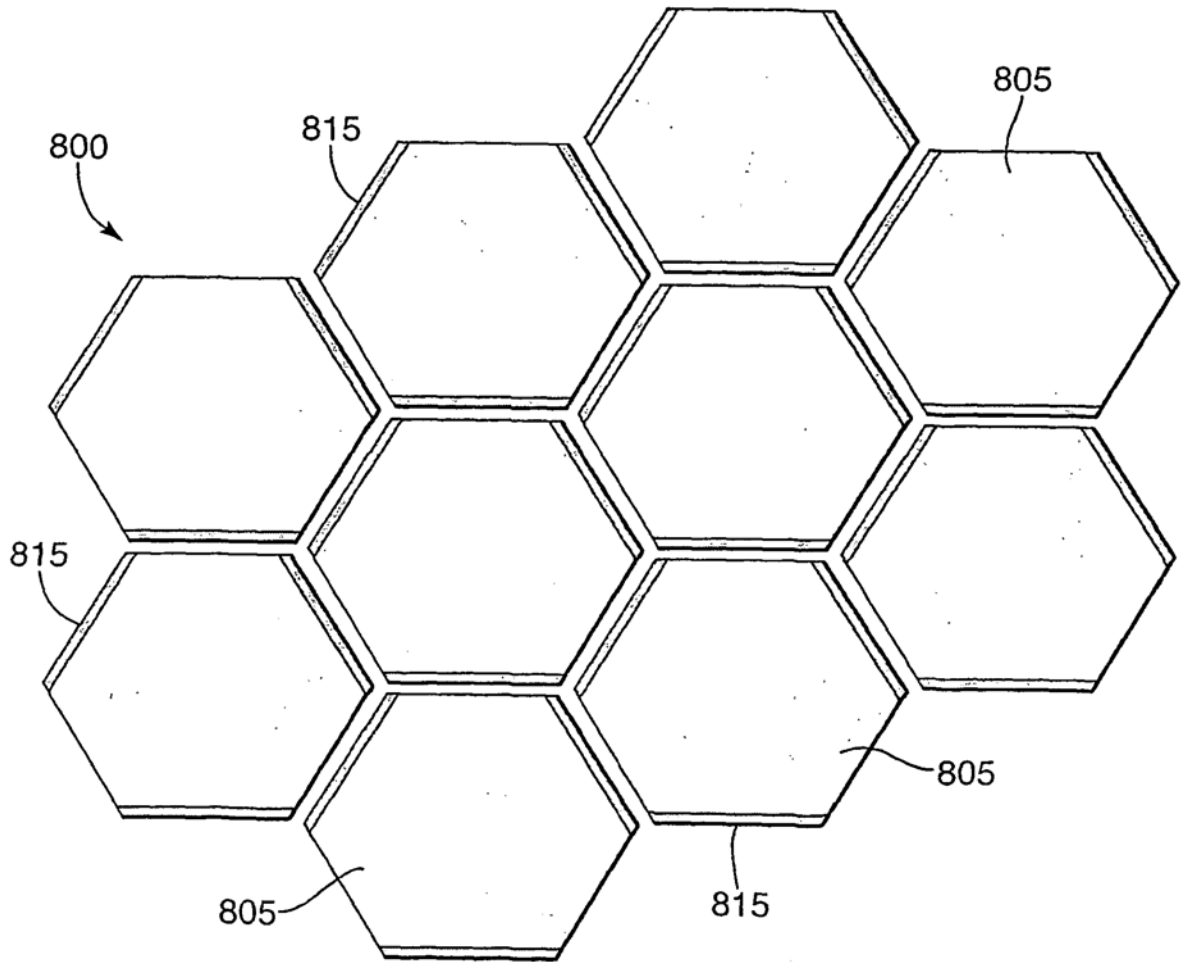


Fig.9.

