

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 204**

51 Int. Cl.:

H01Q 9/04 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2009 E 09762136 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 2304844**

54 Título: **Antena matricial planar de microcinta para telecomunicaciones por satélite, adaptada para funcionar a diferentes frecuencias de recepción y transmisión y con polarizaciones cruzadas**

30 Prioridad:

10.06.2008 IT TO20080447

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

26.11.2015

73 Titular/es:

**SELEX ES S.P.A. (100.0%)
Piazza Monte Grappa 4
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**CADILI, TINDARO y
MOLLURA, CARMELO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 552 204 T3

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

DESCRIPCIÓN

Antena matricial planar de microcinta para telecomunicaciones por satélite, adaptada para funcionar a diferentes frecuencias de recepción y transmisión y con polarizaciones cruzadas

5 La presente invención se refiere a antenas planares, y más específicamente una antena matricial planar para telecomunicaciones por satélite de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Se conoce el uso de comunicaciones por satélite entre medios móviles y estaciones fijas en el suelo para superar posibles limitaciones debido a la ubicación geográfica recíproca de los aparatos de comunicaciones, que no pueden cubrirse por una red de comunicación terrestre en las áreas en las que se ubican y posiblemente se mueven.

15 Las antenas usadas para conexiones por satélite deben tener una alta direccionalidad para asegurar una conexión de buena calidad. En condiciones operativas en las que es necesario comunicar desde o a un vehículo móvil a través de una conexión por satélite, la antena matricial del aparato de comunicación usado a bordo del vehículo móvil debe garantizar que la conexión se mantiene en todo momento y para cada orientación del vehículo.

20 Para mantener la conexión, por lo tanto, es necesario poder usar una antena que pueda orientarse dinámicamente durante el movimiento del vehículo, o -más generalmente- una antena cuyo diagrama de radiación pueda orientarse dinámicamente.

La antena no debe ofrecer resistencia al movimiento del vehículo en el que se instala y, por lo tanto, debe tener un tamaño muy pequeño y un perfil bajo, y debe ser capaz de variar rápidamente su dirección de objetivo.

25 Generalmente, para estos fines, no es posible usar antenas parabólicas, que tienen las mejores características para respetar las necesidades de radiación que se han mencionado anteriormente (direccionalidad), ya que durante el movimiento de los vehículos experimentarían gran tensión y no sería posible mantener su orientación.

30 La solución adoptada es una antena planar que comprende un grupo ordenado de elementos radiantes con desplazamiento de fase variable que permiten el barrido electrónico del haz sobre el plano de elevación.

Una realización ejemplar es una antena planar de microcinta en tecnología de impresión con elementos de parche radiantes.

35 En el caso típico más común de comunicación en banda X, se hacen dos módulos de antena separados, uno dispuesto para funcionar en recepción con una primera polarización, y uno dispuesto para funcionar en transmisión con una segunda polarización.

40 Por este motivo, los elementos radiantes ocupan dos veces el espacio necesario para garantizar los rendimientos de las antenas.

45 El documento EP 0342175 divulga una antena matricial de circuito impreso de doble polarización que comprende elementos radiantes de parche dispuestos en dos capas, cada una de las cuales se asocia con una polarización de radiación. Cada capa de elementos radiantes tiene una capa de distribución de alimentación respectiva asociada con ésta, incluyendo líneas de alimentación de microcinta con las que los elementos radiantes se acoplan de forma capacitiva. Específicamente, la configuración de los parches de antena tiene como finalidad permitir una polarización circular en un primer sentido para los elementos radiantes de una primera capa, y una polarización circular en el sentido opuesto para los elementos radiantes de la otra capa que se va a obtener.

50 La antena hecha de este modo se adapta para funcionar en una única banda de transmisión con polarización circular dual gracias al uso de un componente fuera de la antena (90° híbrido).

55 El documento WO 02/084790 divulga un grupo ordenado de antenas de polarización dual de doble banda que es capaz de funcionar simultáneamente en dos bandas de frecuencia diferentes, presentando al mismo tiempo polarización dual en ambas bandas. La característica de polarización dual de doble banda se consigue principalmente por medio de la posición física de los elementos de la antena dentro del grupo ordenado.

60 El documento US 2006/0256013 divulga adicionalmente el uso de parches de esquina rebajados para conseguir una mejor polarización cruzada, conduciendo de este modo a un mejor aislamiento entre los elementos radiantes de una antena matricial.

65 La presente invención tiene el fin de proporcionar una antena matricial planar para telecomunicaciones por satélite que tenga una mayor eficiencia en la transmisión y en la recepción, en comparación con soluciones conocidas, y un volumen reducido.

De acuerdo con la presente invención, tal fin se consigue gracias a una antena matricial planar que tiene las

características descritas en la reivindicación 1.

Las realizaciones particulares son objeto de las reivindicaciones dependientes, que deben considerarse parte integral e inclusiva de la presente descripción.

5 En resumen, la presente invención se basa en el principio de hacer una antena dirección planar usando elementos radiantes de banda estrecha, respectivamente agrupados en un conjunto de elementos radiantes para la transmisión y un conjunto de elementos radiantes para la recepción, intercalados en la misma superficie de radiación, para hacer una antena adaptada al caso más común y típico de comunicación por satélite en banda X.

10 Con el fin de hacer una única antena que pueda usarse en toda la banda X en transmisión y en recepción, cada elemento radiante tendrá que hacerse para que esté adaptado para funcionar en toda la banda. En el caso de una antena planar de microcinta en tecnología de impresión con elementos radiantes de parche, los elementos radiantes son elementos de banda estrecha, razón por la cual se hace necesario de este modo hacer dos módulos de antena separados, uno dispuesto para funcionar en recepción en un primer rango de frecuencias, y uno dispuesto para funcionar en transmisión en un segundo rango de frecuencias.

15 Separando los módulos de antena en recepción de los de en transmisión, e integrando los módulos en la misma superficie de radiación de la antena, intercalando los elementos radiantes respectivos, se obtiene un montaje de antena individual que tiene un tamaño reducido en comparación con las soluciones conocidas anteriores.

20 En la disposición de acuerdo con la invención, los elementos radiantes en transmisión y los elementos radiantes en recepción se afectan entre sí por la proximidad entre ellos, y para reducir los problemas de acoplamiento, se usan diferentes patrones de elementos radiantes, adaptados para radiar diferentes polarizaciones. En una realización preferida, los elementos radiantes del primer módulo se hacen tipo parches cuadrados con dos esquinas opuestas truncadas, adaptados para radiar una polarización circular izquierda, y los elementos radiantes del segundo módulo se hacen en forma de parches circulares con discontinuidades (muescas) a lo largo de la circunferencia, adaptados para radiar una polarización circular derecha.

25 Convenientemente, las corrientes electromagnéticas a los parches se inducen por efecto capacitivo por circuitos de microcinta respectivos a través de ranuras hechas sobre el plano de tierra bajo la capa de parche.

30 Características y ventajas adicionales de la invención se expondrán en más detalle en la siguiente descripción detallada de una realización de la misma, dada como un ejemplo y no con fines de limitación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

35 la figura 1 es una representación en planta de una antena de acuerdo con la invención, que comprende un grupo ordenado 2 x 2 de primeros elementos radiantes dispuestos para transmisión, intercalados con un grupo ordenado 2 x 2 de segundos elementos radiantes dispuestos para recepción;

40 la figura 2 es una representación en sección transversal de la antena de acuerdo con la invención;

las figuras 3 y 4 muestran realizaciones respectivas de elementos radiantes de la antena; y

45 la figura 5 es una representación en planta de una antena de acuerdo con la invención, que comprende un grupo ordenado 2 x 8 de primeros elementos radiantes dispuestos para transmisión, intercalados con un grupo ordenado 2 x 8 de segundos elementos radiantes dispuestos para recepción, y una red de distribución de alimentación respectiva.

50 La figura 1 muestra un módulo entero 10, de una antena matricial planar, que incluye un módulo de transmisión 10T que comprende un grupo ordenado 2 x 2 de primeros elementos radiantes 12T adaptados para radiar una polarización circular izquierda, y un módulo de recepción 10R que comprende un grupo ordenado 2 x 2 de segundos elementos radiantes 12R adaptados para radiar una polarización circular derecha.

55 En el caso específico de un realización actualmente preferida, se muestra una antena de banda X, que funciona en el rango de frecuencias [7,25 ÷ 7,75] GHz para recepción, y en el rango de frecuencias [7,9 ÷ 8,4] GHz para transmisión.

60 En la figura 1 - de acuerdo con una vista en planta - se muestra la disposición intercalada de los elementos radiantes 12T, 12R sobre una superficie de radiación S de la antena.

65 Los elementos radiantes 12T, 12R de cada módulo se disponen en una matriz con filas paralelas. En la disposición global de la antena, las filas paralelas de los elementos radiantes de diferentes módulos (12T, 12R) se alternan y se escalan separados por medio paso, de manera que haya una especie de disposición quince intercalada.

La estructura multicapa que constituye la antena 10 como un todo, incluyendo una red de distribución de

alimentación F y un grupo ordenado de elementos radiantes R, se muestra esquemáticamente en la figura 2.

Específicamente, la red de distribución de microcinta comprende un plano de tierra 100, un sustrato dieléctrico 110 y unas pistas conductoras 120 dispuestas de acuerdo con una configuración ramificada predeterminada para la alimentación a un conjunto de elementos radiantes (12T, 12R) de un módulo de antena de acuerdo con un desplazamiento de fase predeterminado de las señales.

El grupo ordenado de elementos radiantes R comprende a su vez un plano de tierra respectivo 130 que solapa la red de distribución F y separado por ésta por una capa de espaciador dieléctrico 140, un sustrato dieléctrico respectivo 150 y áreas radiantes (parches) 160 depositadas en éste, posiblemente protegidas por una capa de revestimiento de cúpula externa (no mostrada) permeable a radiaciones electromagnéticas.

Los elementos radiantes 12T usados en transmisión se hacen preferiblemente tipo áreas cuadradas con un par de esquinas biseladas opuestas 160', como se muestra en la figura 3, constituyendo dichas esquinas 160' discontinuidades adaptadas para determinar una radiación con polarización circular.

Los elementos radiantes 12R usados en la recepción se hace preferiblemente como áreas circulares que tienen un par de incisiones periféricas diametralmente opuestas 160", como se muestra en la figura 4, constituyendo las incisiones discontinuidades adaptadas para determinar una radiación con polarización circular.

En ambos módulos, la disposición de grupo ordenado 2 x 2 comprende un par de elementos opuestos diagonalmente (12T o 12R) dispuestos de acuerdo con una primera orientación y un segundo par de elementos opuestos diagonalmente (12T o 12R), girados 90° con respecto a los elementos del primer par.

La alimentación a los elementos 12T, 12R se produce a través de una ranura alargada 200 hecha sobre el plano de tierra respectivo 130, en el que se extiende una sección de línea de microcinta 120 de la red de alimentación F, orientada de acuerdo con una dirección perpendicular a la dirección de la extensión principal de la ranura 200, para inducir corrientes electromagnéticas en el elemento radiante correspondiente a través de la misma ranura.

La ranura se extiende de acuerdo con una dirección angularmente desalineada con las discontinuidades en la forma (esquinas biseladas, incisiones periféricas) de las áreas que forman los elementos radiantes y, por lo tanto, los elementos radiantes se conforman asimétricamente con respecto a un eje medio de los mismos, que coincide con la dirección de la extensión de la ranura (o, dicho de otro modo, con la dirección de extensión de la sección de línea de alimentación de microcinta asociada con éste), para emitir radiación electromagnética de acuerdo con una polarización circular.

Por supuesto, cualquier otra técnica para hacer un elemento radiante asimétrico con el fin de hacerlo adaptado para emitir una radiación con polarización circular es aplicable a la estructura de los elementos radiantes 12T y 12R usados aquí, con la condición de que se respete la regla de atribuir polarizaciones perpendiculares entre sí (polarizaciones circulares en sentidos opuestos, polarizaciones lineales perpendiculares) a los elementos destinados a la transmisión y la recepción.

En las proximidades del acoplamiento con la ranura 200, la línea de alimentación de microcinta tiene una línea de adaptación de sección ensanchada 220, que constituye una porción de línea de circuito abierto, adaptada para garantizar que la energía enviada por la línea de alimentación transite en su mayor parte por el parche sin regresar (onda reflejada).

En la figura 5 se muestra esquemáticamente en planta una antena matricial que comprende un grupo ordenado 2 x 8 de primeros elementos radiantes dispuestos para transmisión, intercalados con un grupo ordenado 2 x 8 de segundos elementos radiantes dispuestos para recepción. En una especie de vista "transparente", también se muestran la red de distribución de alimentación subyacente F y las ranuras 200 para el acoplamiento de la red de alimentación con los elementos radiantes.

En la figura, es posible identificar cuatro subconjuntos de transmisión TM1-TM4 dispuestos de lado a lado y cuatro subconjuntos de recepción RM1-RM4 dispuestos de lado a lado, intercalados entre sí como en la figura 1.

La primera fila de elementos radiantes en transmisión 12T es atendida por una línea de alimentación ramificada 120a para alimentar en fase los elementos de los subconjuntos TM1-TM4.

La segunda fila de elementos radiantes en recepción 12R es atendida por una línea de alimentación 120b también ramificada para alimentar en fase los elementos de los subconjuntos TR1-TR4.

Lo mismo ocurre para la tercera fila de elementos radiantes en transmisión 12T, atendidos por una línea de alimentación respectiva 120c, y para la cuarta fila de elementos radiantes en recepción 12R, atendida por una línea de alimentación 120d.

5 Los elementos radiantes distribuidos a lo largo de una fila son todos equifase, mientras que es posible controlar el desplazamiento de fase entre una fila y la siguiente a través de integración de desfasadores variables integrados aguas arriba de las líneas de alimentación respectivas 120a-120a', que permiten la creación de diferencias de fase entre una fila y la siguiente de manera que el diagrama de radiación tenga un mayor lóbulo con una orientación diferente de 0° y estrictamente conectada a las diferencias de fase aplicadas.

10 Ventajosamente, así como el menor tamaño dado por la disposición de los elementos radiantes en una única capa, el uso de elementos radiantes que tienen diferentes formas permite que se aumente el aislamiento entre los módulos de recepción y transmisión, es decir, la señal transmitida no interfiere con la recibida, en el caso de una radiación simultánea en las dos polarizaciones.

Se obtiene una ventaja adicional gracias a la rotación sucesiva en 90° de los elementos radiantes de cada módulo, lo que permite mejorar el rendimiento radiativo del grupo ordenado en términos de pureza de la polarización.

15 Ventajosamente, una antena fabricada de este modo puede instalarse en el techo de un vehículo, para permitir que se haga y una comunicación de radio por satélite y se mantenga durante el movimiento del vehículo.

REIVINDICACIONES

1. Antena matricial planar de microcinta, que comprende:

- 5 un primer módulo de antena (10T), que incluye una primera pluralidad de elementos radiantes planos (12T) dispuestos para funcionar en transmisión,
- un segundo módulo de antena (10R), que incluye una segunda pluralidad de elementos radiantes planos (12R) dispuestos para funcionar en recepción, y
- 10 una red para suministrar señales a dichos elementos radiantes (12R, 12T), incluyendo una disposición de líneas de microcintas (120) en acoplamiento de forma capacitiva con dichos elementos (12R, 12T);
- en la que dichos módulos primero y segundo (10R, 10T) están hechos sobre una misma superficie de radiación (S) de la antena de acuerdo con una disposición intercalada de los respectivos elementos radiantes (12R; 12T), estando los primeros elementos radiantes (12T) adaptados para funcionar en un primer intervalo de frecuencias con una primera polarización, y estando los segundos elementos radiantes (12R) adaptados para funcionar en un segundo intervalo de frecuencias con una segunda polarización, ortogonal a dicha primera polarización;
- 15 en la que dicha red de alimentación está dispuesta en un plano paralelo a la superficie de radiación (S) de la antena;
- caracterizada porque dichos elementos radiantes (12R, 12T) comprenden áreas radiantes (parches) (160) con discontinuidades de perfil (160'; 160"), de manera que se adapten a la determinación de una radiación de acuerdo con una polarización circular,
- 25 incluyendo cada módulo de antena (10R; 10T) al menos un grupo ordenado 2 x 2 de elementos radiantes (12R; 12T) que comprende un primer par de elementos opuestos diagonalmente, dispuestos de acuerdo con una primera orientación, y un segundo par de elementos opuestos diagonalmente, dispuestos girados 90° con respecto a los elementos del primer par,
- 30 estando los elementos radiantes (12R; 12T) de cada módulo (10R; 10T) dispuestos con una matriz de filas paralelas, y estando las filas paralelas de los elementos radiantes de los diferentes módulos (12T, 12R) alternas y escalonadas separadas en un medio paso, de manera que haya una especie de disposición quince intercalada,
- 35 en la que los elementos radiantes (12R, 12T) que pertenecen a una fila de un módulo de antena (10R, 10T) están alimentados en equifase por una línea de alimentación ramificada (120), estando las filas de un módulo (12R; 12T) alimentadas de acuerdo con una relación de fase predeterminada por respectivas líneas de alimentación (120a-120d) con las que se asocian los desfases adaptados para controlar las diferencias de fase entre una fila y la siguiente.
- 40
2. Antena de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dichos primeros elementos radiantes (12T) comprenden áreas radiantes cuadradas (parches) (160) que tienen un par de esquinas biseladas opuestas (160').
3. Antena de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dichos segundos elementos radiantes (12R) comprenden áreas radiantes circulares (parches) (160) que tienen un par de muescas periféricas diametralmente opuestas (160").
- 45
4. Antena de acuerdo con la reivindicación 1, en la que:
- dicha red de alimentación comprende un plano de tierra (100), un sustrato dieléctrico (110) que solapa dicho plano de tierra (100) y unas pistas conductoras (120) dispuestas en dicho sustrato (110) de acuerdo con una configuración ramificada predeterminada para suministrar señales a un subconjunto de elementos radiantes (12T; 12R) de un módulo de la antena (10R; 10T) de acuerdo con una relación de fase predeterminada; y
- 50
- dichos módulos primero y segundo de antena (10R, 10T) comprenden un plano de tierra respectivo (130) que solapa la red de alimentación y separado de ésta a través de una capa de espaciador dieléctrico (140), un sustrato dieléctrico (150) que solapa dicho plano de tierra (130) y unas áreas radiantes metalizadas (parches) (160) dispuestas en dicho sustrato (150).
- 55
5. Antena de acuerdo con la reivindicación 4, en la que dichos elementos radiantes (12R, 12T) se acoplan con líneas de alimentación de señales (120) a través de unas ranuras de alimentación alargadas respectivas (200) hechas en el plano de tierra relativo (130), en el que se extiende una porción de dicha línea de alimentación (120), orientadas perpendicularmente con respecto a la dirección de la extensión principal de la ranura (200).
- 60
6. Antena de acuerdo con la reivindicación 5, en la que dichas ranuras de alimentación (200) se extienden de acuerdo con direcciones angularmente desalineadas con las discontinuidades de perfil (160'; 160") de las áreas radiantes (160), motivo por el cual los elementos radiantes (12R, 12T) se conforman asimétricamente con respecto a
- 65

su eje medio que coincide con la dirección de la extensión de la ranura de alimentación correspondiente (200).

5 7. Antena de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, en la que dichas líneas de alimentación (120) tienen una línea de adaptación de sección ensanchada (220), que constituye una porción de línea de circuito abierto, cerca de la ranura de alimentación (200).

10 8. Antena de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho primer módulo de antena (10T) comprende un grupo ordenado de elementos radiantes (12T) adaptados para radiar una polarización circular izquierda, y dicho segundo módulo de antena (10R) comprende un grupo ordenado de elementos radiantes (12R) adaptados para radiar una polarización circular derecha.

FIG. 1

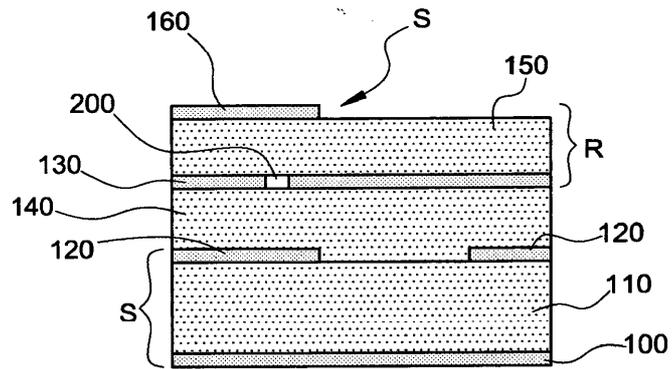
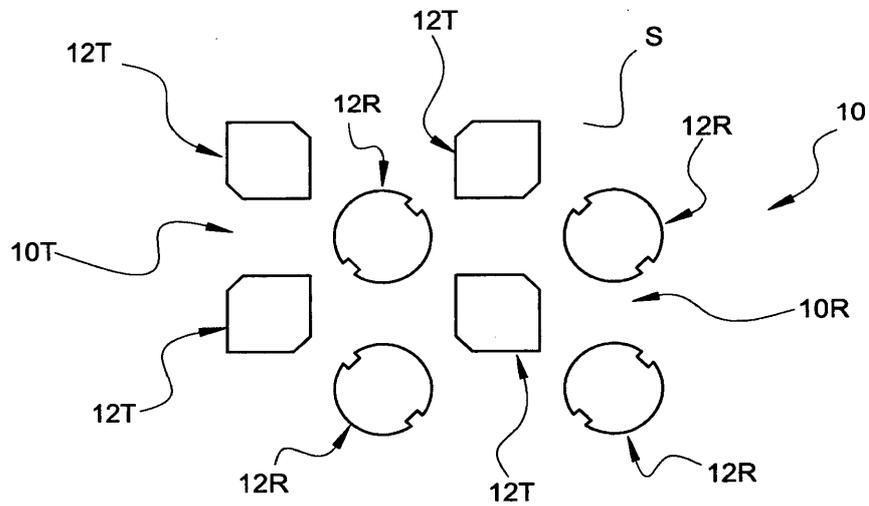


FIG. 2

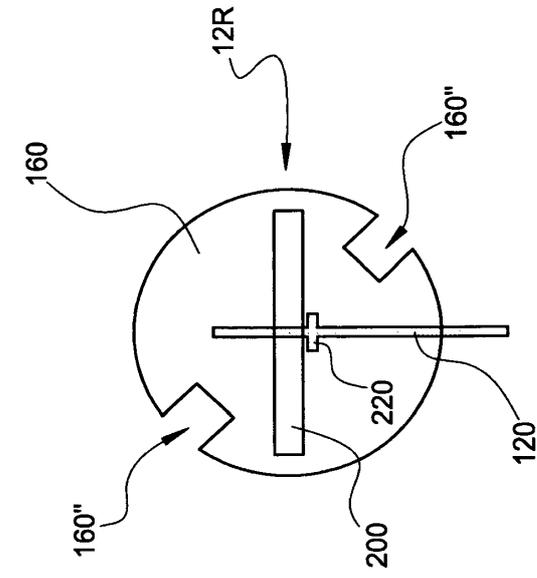


FIG. 3

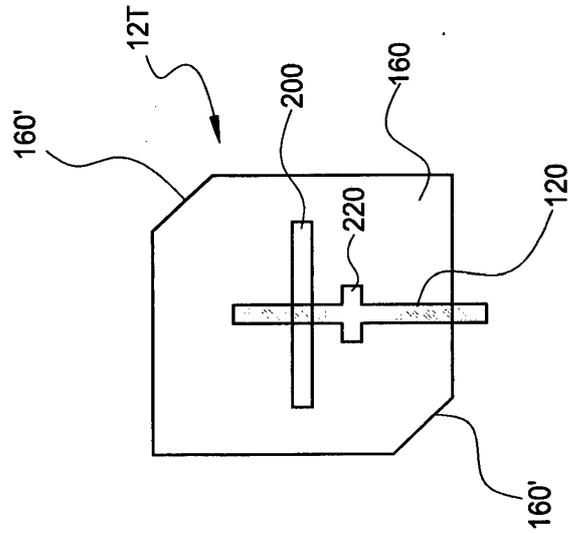


FIG. 4

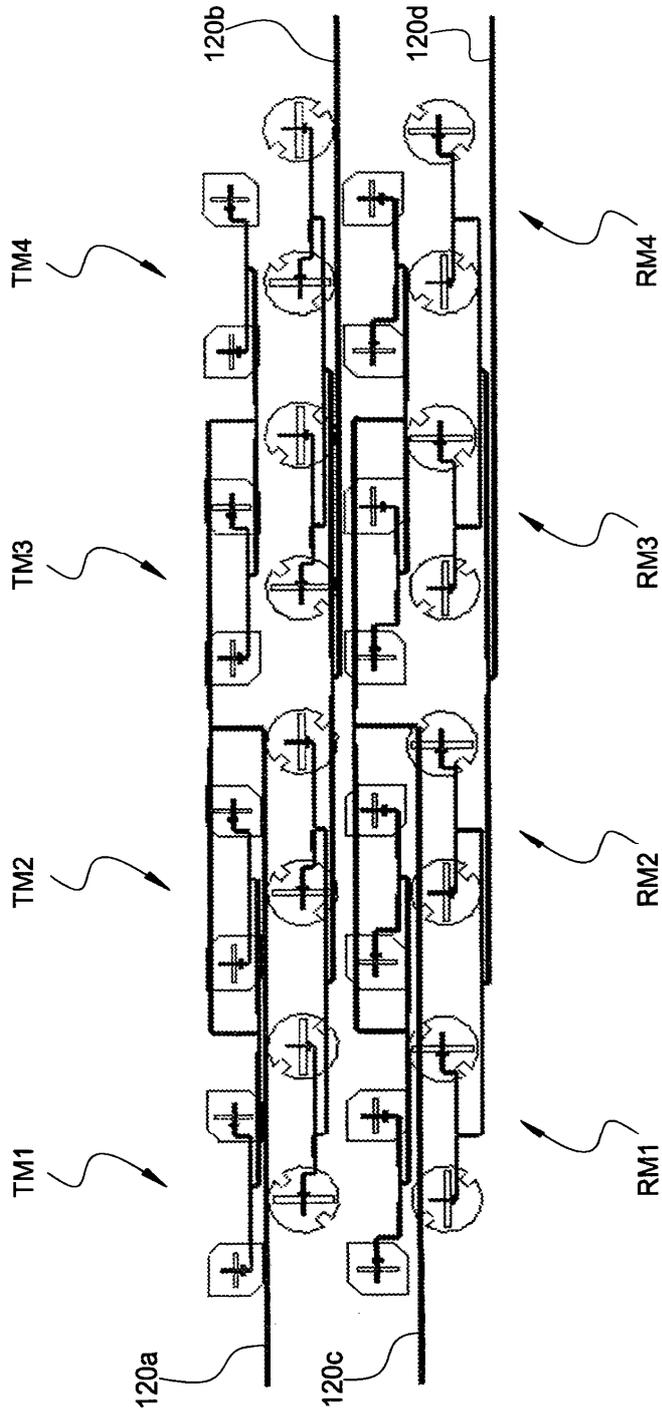


FIG. 5