

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 884**

51 Int. Cl.:
H01Q 21/24 (2006.01)
H01Q 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10401056 .6**
96 Fecha de presentación: **15.04.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2381533**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.10.2011**

54 Título: **Sistema de antenas con ajuste de fase**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.06.2012

73 Titular/es:
Mugler AG
Hofer Strasse 2-4
09353 Oberlungwitz, DE

72 Inventor/es:
Hahnel, Ronny;
Plette-meier, Dirk;
Mugler, Albrecht y
Müller, Michael

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 383 884 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

Sistema de antenas con ajuste de fase

5 La presente invención se refiere a un sistema de antenas de ajuste de fase que presenta, como mínimo, un segmento de antena de banda ancha, en el que el segmento de antena presenta múltiples elementos de antena ranurados que emiten ondas polarizadas linealmente, y en el que como mínimo dos elementos de antena están dispuestos en ángulo recto entre sí y el segmento de antena está conformado, por lo tanto, para la radiación de ondas en dos direcciones de polarización rectangulares entre sí. La invención se refiere, además, a un procedimiento para generar ondas electromagnéticas con polarización en el tiempo y en el espacio.

15 Actualmente, la alimentación de radio y televisión terrestre está en una fase de grandes cambios en la que la anticuada tecnología analógica es sustituida por la moderna tecnología digital. Al principio, en este cambio se aprovechan, generalmente, las antenas emisoras existentes de radio analógica para la radio digital. Al cambiar a la radio digital se adoptan esencialmente los rangos de frecuencia de la radio analógica, por esto se pueden seguir utilizando también las antenas emisoras en un principio. Pero la concepción de la radio digital presenta algunas diferencias básicas con respecto a la radio analógica.

20 A efectos de aprovechar de forma efectiva las escasas frecuencias de emisión de radio y televisión, en la radio analógica se utilizan, en la medida de lo posible, las antenas más altas y con mayor potencia en el menor número de emplazamientos posible para abastecer con una sola antena grandes territorios. Las emisoras emiten las ondas electromagnéticas con una polarización fija que está orientada ya sea en horizontal o bien en vertical. Para la recepción estacionaria de estas señales, las antenas receptoras de alta ganancia están orientadas hacia el emplazamiento de la emisora y se utilizan en la misma dirección de polarización que la emisora. Las antenas emisoras vecinas tienen que trabajar con otras frecuencias, ya que en la tecnología analógica se producirían interferencias y, por lo tanto, lagunas de recepción locales y alteraciones de recepción en una zona de solape entre dos antenas que emiten con la misma frecuencia. En sistemas digitales de alimentación de radio y televisión, el procesamiento digital de la señal hace posible que múltiples emisoras puedan emitir con la misma frecuencia. Todas las señales de estas emisoras son evaluadas en el receptor y mejoran substancialmente, de esta manera, las condiciones de recepción. El requisito previo es la radiación sincrónica en el tiempo con los mismos contenidos. De esta manera es posible conformar la radio digital como una denominada red de radio de longitud de onda única.

35 Debido a la instalación de redes de frecuencia única ya no es necesario cubrir grandes territorios con emisoras potentes. En lugar de ello, múltiples antenas emisoras pueden abastecer zonas pequeñas, respectivamente. El fin del desarrollo de las antenas para estas redes de radio digitales de zona pequeña es poder abastecer todos los territorios sin lagunas y conseguir una buena recepción en todas partes incluso con equipos móviles.

40 Para equipos móviles cuyo lugar de recepción es variable y cambia con el tiempo, cuando el receptor se está desplazando, una buena comunicación por radio es una tarea muy exigente. Los equipos móviles utilizan sólo antenas pequeñas y las antenas pequeñas, además, no pueden ser orientadas de forma óptima a una polarización horizontal o vertical de las antenas emisoras que se utilizan en las radiocomunicaciones analógicas. Actualmente se utilizan grandes intensidades de campo para conseguir una suficiente relación señal/ruido para receptores móviles. Sin embargo, para evitar contaminación electromagnética y despilfarro de energía, son deseables potencias de emisión lo más pequeñas posible; estructuras de abastecimiento de zona pequeña pueden operar con una potencia de emisión total reducida. Además, las estructuras de abastecimiento de zona pequeña presentan niveles de señal muy uniformes, es decir una reducida dinámica de nivel, lo cual resulta beneficioso para una recepción sin interferencias.

50 La construcción de redes de longitud de onda única, de zona pequeña, es atractiva especialmente para zonas urbanas. Para conseguir una cobertura óptima de áreas en una red de longitud de onda única es deseable que se puedan formar diagramas adecuados para las antenas emisoras. En una red de frecuencia única no solamente se puede reducir la potencia, sino que mediante una recepción multicanal utilizada de forma dirigida se puede mejorar también según un múltiplo la señal de recepción total y la calidad de recepción. Para la construcción de una red de longitud de onda única resulta favorable utilizar antenas emisoras de alta ganancia y con un gran ancho de banda. Debido a la alta ganancia, la potencia de emisión se concentra en el área a abastecer y debido a la amplia anchura de banda, la radiación es posible en diferentes frecuencias. Con el fin de conseguir una buena calidad de recepción en receptores móviles con una orientación aleatoria de la antena receptora en el lugar de recepción, se lleva a cabo además una alimentación con ondas en cada dirección de polarización transversal, lo cual se consigue mediante una polarización circular.

60 Según el estado de la técnica se conoce que se puede conseguir una ganancia alta de las antenas, por ejemplo formando un conjunto (array) de antenas mediante la combinación de varias antenas. Las soluciones conocidas para la realización de antenas de banda ancha son, por ejemplo, estructuras de antena Vivaldi. Las antenas Vivaldi son estructuras bidimensionales que están realizadas, por ejemplo, a partir de un material de circuito impreso de doble cara, en el que una delgada capa de metal aplicada sobre una base dieléctrica, o un correspondiente "microstrip" o microtira aplicado sobre un material dieléctrico presenta una ranura en el sentido de emisión, y en el que la ranura

5 está ensanchada exponencialmente en dirección al final de radiación de la capa de metal. Una antena de este tipo emite ondas polarizadas linealmente, estando situada la dirección de polarización de la intensidad de campo eléctrico de la radioonda generada en el plano del circuito impreso y perpendicularmente con respecto a la dirección de radiación. Para la alimentación de las antenas Vivaldi conocidas se necesita un segundo plano de circuitos impresos en el que está conformada una línea de ranura.

10 Las antenas Vivaldi pueden ser fabricadas de forma económica mediante una técnica conocida de circuitos impresos. También se conocen conjuntos de estructuras de antenas Vivaldi cruzadas ortogonalmente que presentan estructuras de antenas para dos direcciones de polarización. Un conjunto de antenas de estructuras Vivaldi cruzadas se describe, por ejemplo, por el documento EP 0 349 069 A1. Una antena de este tipo se compone de elementos económicos. Sin embargo, el montaje y la conexión de una antena de este tipo resulta costoso, de manera que el coste total para una antena de este tipo es elevado.

15 Un conjunto similar también está descrito por el documento US 6839036.

Al controlar una antena de este tipo mediante una señal con desplazamiento de fase para las estructuras de antenas cruzadas también se pueden emitir o recibir ondas polarizadas circularmente. Un conjunto de antenas para la emisión de ondas polarizadas circularmente se conoce, por ejemplo, por el documento WO 89/08933.

20 Partiendo de este estado de la técnica, el objetivo de la presente invención es dar a conocer un sistema de antenas de banda ancha que puede emitir ondas polarizadas circularmente y que se pueda fabricar de forma tecnológicamente sencilla y con dimensiones compactas. Además, se dará a conocer un procedimiento adecuado para generar un campo eléctrico con una polarización variable en el tiempo basada en un sistema de antenas de este tipo.

25 El problema se resuelve mediante un sistema de antenas del tipo indicado anteriormente en el que los elementos de antena están conformados de chapa de metal. Mediante la conformación de los elementos de antena, que pueden entenderse como antenas individuales en un conjunto de antenas, a partir de chapa de metal se consigue una notable simplificación de la tecnología de fabricación comparado con la técnica de circuitos impresos conocida por el estado de la técnica. La chapa de metal consiste en el caso más sencillo sólo de una capa de metal que se puede recortar y preparar de forma muy sencilla, por ejemplo doblándola. De la buena capacidad de manipulación de las chapas de metal en comparación con el material de circuito impreso de doble cara resulta, por un lado, un procedimiento de fabricación sencillo y, por otro lado, también existen otras posibilidades técnicas para el diseño del sistema de antenas que cuando se utiliza materiales de circuito impreso. Además, la chapa de metal puede deformarse de tal manera que el sistema de antenas puede ponerse a disposición de forma compacta ofreciendo, a pesar de ello, muy buenas características de radiación. Por lo tanto, el sistema de antenas, según la invención, es especialmente adecuado para la construcción de redes de frecuencia única de zona pequeña.

40 Los elementos de antena presentan la estructura de una antena Vivaldi que presenta un espacio libre circular en una superficie de metal y una ranura que sale del espacio libre cuya anchura aumenta en la dirección de radiación; estando las superficies de los elementos de antena que se encuentran en oposición a los lados ranurados de dichos elementos de antena plegados perpendicularmente con respecto a la dirección de radiación.

45 Según una realización favorable del sistema de antenas, según la invención, en cada banda de chapa de metal están conformados, como mínimo, dos elementos de antena formando conjuntamente al menos una hilera de elementos de antena; y al menos dos hileras de elementos de antena están dispuestas de forma cruzada entre sí al menos una vez, formando un conjunto de elementos de antena, estando las ranuras de montaje formadas entre los elementos de antena guiadas una dentro de la otra. La conformación de varios elementos de antena en una banda de chapa de metal es un método muy sencillo y económico para la fabricación de elementos de antena. Prever ranuras de montaje en las bandas de chapa de metal y el hecho de guiar las ranuras de montaje una dentro de la otra para conformar conjuntos de elementos de antena son métodos de fabricación muy sencillos para la fabricación de un conjunto de antenas. Mediante el cruce de las bandas de chapa de metal se consigue una disposición ortogonal de los elementos de antena que es necesaria para generar cualquier dirección de polarización transversal tal como, por ejemplo, ondas polarizadas circularmente.

55 Según una realización ventajosa del sistema de antenas, según la invención, la banda de chapa de metal está acodada formando al menos dos hileras de elementos de antena. Las bandas de chapa de metal también pueden estar dobladas varias veces o acodadas, por ejemplo, en forma de zigzag, pudiéndose fabricar a partir de dos bandas de chapa de metal una estructura de conjunto estable de forma sencilla y económica.

60 Preferentemente, el plegado se lleva a cabo de tal manera que las superficies plegadas de antenas Vivaldi adyacentes entre sí no se solapan. Durante la fabricación, los elementos de antena de banda ancha, según la invención, constituyen primero estructuras planas que están realizadas en un plano. En esta realización concreta se utilizan las denominadas estructuras Vivaldi como elementos de antena. Estos elementos de antena pueden dividirse para su descripción en una superficie exterior y una superficie interior, siendo la superficie exterior aquella de la que una señal de antena es emitida o recibida, y la superficie interior es la parte de la estructura de antena que

está situada en el lado opuesto. En la estructura Vivaldi la superficie exterior se caracteriza por la ranura que se ensancha y la superficie interior porque la ranura desemboca en un espacio libre circular en medio de la superficie de metal. En la superficie interior de los elementos de antena se conecta la alimentación de la señal. Según una realización preferente de la presente invención, la superficie interior de la estructura de antena está acodada en un ángulo, por ejemplo en aproximadamente 90°, con respecto a la dirección de radiación. Durante el plegado se ha de tener en cuenta de que el punto plegado no ha de presentar aristas vivas. Debido a ello se consigue con los mismos parámetros técnicos de HF para los elementos de antena una reducción de la altura de construcción en un tercio. Debido a la longitud reducida de los elementos de antena se consigue finalmente una mayor compacticidad de todo el sistema de antenas.

Según un desarrollo muy favorable del sistema de antenas, según la invención, la superficie plegada de los elementos de antena comprende también el espacio libre circular, y la ranura de los elementos de antena se extiende de la superficie no plegada a la superficie plegada. Debido al plegado de las superficies interiores de los elementos de antena, los puntos de alimentación de los elementos de antena son doblados en un plano cuya normal a la superficie está orientada en la dirección de radiación de los elementos de antena. Dicho de otra manera, las superficies interiores de los elementos de antena constituyen en parte una superficie de respaldo para el conjunto de elementos de antena. Sobre esta superficie de respaldo, los puntos de alimentación de los elementos de antena pueden ser puestos en contacto de forma muy sencilla y el conjunto puede montarse fácilmente sobre una pared posterior.

Según una realización ventajosa del sistema de antenas, el segmento de antena está montado sobre una pared posterior dieléctrica. La pared posterior dieléctrica se utiliza como soporte mecánico del segmento de antena o como soporte mecánico para el conjunto de elementos de antena. En un primer momento, la característica de la antena no queda alterada por las propiedades dieléctricas de la pared posterior.

Según una realización opcional del sistema de antenas de la invención, la pared posterior dieléctrica presenta elementos de alimentación y de funcionamiento del sistema de antenas. A cada segmento de antena del sistema de antenas, según la invención, se han de alimentar señales. Estas alimentaciones de señales pueden realizarse de forma muy sencilla y económica mediante estructuraciones de capas metálicas sobre placas dieléctricas en lo que se denomina la técnica de circuito impreso o de forma coaxial. Como material preferente para la pared posterior dieléctrica se puede utilizar, por ejemplo, un material plástico reforzado con fibra tal como Tecryl. Pero también se pueden utilizar otros materiales adecuados. Asimismo, las señales han de ser amplificadas y para cada elemento de antena se ha de realizar un desfase deseado. Estas tareas las llevan a cabo los elementos de funcionamiento del sistema de antenas. Los elementos de funcionamiento, es decir los amplificadores de señal y los desfasadores se montan lo más cerca posible de los elementos de antena, es decir sobre la pared posterior dieléctrica o directamente sobre el elemento de antena.

Según otra variante favorable del sistema de antenas de la invención, se pueden prever también reflectores sobre la pared posterior dieléctrica. Los reflectores pueden reflejar en la dirección deseada la radiación electromagnética que parte de los elementos de antena en dirección a la pared posterior dieléctrica y, de esta manera, pueden ser utilizados para optimizar las características de radiación.

Resulta muy ventajoso que el sistema de antenas presente un radom formado por un material dieléctrico. Dado que las antenas están destinadas para su uso en el exterior y durante su funcionamiento están expuestas a las inclemencias del tiempo, resulta oportuno prever un recubrimiento, un denominado radom, para el sistema de antenas que puede impedir que las condiciones atmosféricas influyan sobre las propiedades del sistema de antenas. Mediante el radom se impide, por ejemplo, el impacto de la lluvia y los depósitos de nieve sobre los elementos de antena que afectarían las propiedades de las características de las antenas. Como material para la fabricación del radom ha dado buen resultado el material plástico reforzado con fibras Tecryl. Pero también se pueden utilizar otros materiales adecuados.

De acuerdo con un desarrollo favorable de la invención en o sobre el radom están dispuestos los llamados "directores". Los directores son elementos estructurales que influyen en el diagrama de la antena. En general, los directores son estructuras metálicas. Pero también se puede utilizar la forma y la composición de material del radom para optimizar la característica de radiación de la antena.

Según otro ejemplo de realización posible, los elementos de antena del sistema de antenas, según la invención, están escalados en función del rango de longitud de onda destinado a los mismos. Un escalamiento de la estructura geométrica de los elementos de antena hace posible la aplicación de la invención en un amplio rango de frecuencias.

Según una realización altamente desarrollada del sistema de antenas, según la invención, la fase y/o la potencia puede ser ajustada y/o modificada para cada elemento de antena por separado. Es decir, que para cada elemento de antena se prevé, por ejemplo, su propio amplificador de HF o su propio canal amplificador de HF y/o su propio dispositivo de ajuste de fase. Debido a ello, es posible hacer funcionar de forma muy flexible el segmento de antena con los elementos de antena individuales y existen las máximas posibilidades de influir sobre el diagrama de antena

con la dirección y las características de radiación, así como sobre la polarización.

De acuerdo con una realización muy apropiada del sistema de antenas, según la invención, se prevé un circuito de control de HF con un amplificador de potencia y un controlador de fase para cada elemento de antena, en el que la posición del circuito de control de HF se prevé en el punto de control del elemento de antena, y en el que el elemento de antena está dispuesto como disipador de calor para el circuito de control de HF. Al prever un amplificador de potencia para cada elemento de antena se genera la potencia de HF directamente en el lugar donde se necesita y donde ha de ser emitida. Debido a ello se excluyen pérdidas en largos trayectos de transmisión. Al realizar el control de fase directamente en el circuito de control de HF en el elemento de antena, se puede ajustar la fase de forma exacta para el elemento de antena. Debido a la proximidad en el espacio del elemento de antena y del circuito de control de HF, además, es posible utilizar el elemento de antena adicionalmente a su función de emisión de radioondas también como disipador de calor para el circuito de control de HF. De este modo, se pueden ahorrar los costes para disipadores de calor adicionales y se puede realizar el sistema de antenas de forma muy compacta.

Según una ampliación opcional del sistema de antenas, según la invención, los elementos de antena están recubiertos al menos parcialmente de un material dieléctrico. Debido al recubrimiento con materiales dieléctricos se puede conseguir una optimización de la característica de la antena deseada.

Según una realización ventajosa del sistema de antenas, según la invención, el sistema de antenas está compuesto de al menos dos segmentos de antena que están dispuestos y controlados de tal manera que se cubre una zona predeterminada del ángulo sólido. Los segmentos de antena descritos se caracterizan por una directividad. A veces ya se puede cumplir una tarea de radiación con un solo segmento de antena, por ejemplo cuando un pueblo alargado es "iluminado" por las características de radiación de un segmento de antena. En otros casos será necesaria una mayor cobertura, por ejemplo una cobertura de 360° alrededor del emplazamiento de la antena. En estos casos se combinan y se ajustan varios segmentos de antena de tal manera que cubren de forma óptima la zona de servicio definida en el planteamiento del problema.

El problema se resuelve, además, mediante un procedimiento para generar un campo eléctrico con una polarización que varía en el tiempo, en el que se utiliza un sistema de antenas con ajuste de fase de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14 como sistema de antenas de radio. Dado que, tal como se ha descrito anteriormente, el sistema de antenas con ajuste de fase, según la invención, emite en direcciones de polarización diferentes, se pueden generar señales que adoptan prácticamente cualquier dirección de polarización en el lugar de recepción. Dado que, además, se puede conseguir una alta ganancia y un gran ancho de banda debido al sistema de antenas con ajuste de fase, según la invención, con el procedimiento, según la invención, se puede concentrar la potencia de alta frecuencia mediante la alta ganancia en el área a abastecer y se puede realizar la emisión de varias señales en diferentes frecuencias con un solo sistema de antenas. Como resultado se puede poner a disposición una comunicación por radio mejorada, en especial para receptores móviles en redes de radio digitales de zona pequeña.

Las realizaciones preferentes de la presente invención, su construcción, función y ventajas se explicarán a continuación con más detalle haciendo referencia a las figuras que muestran:

- Figura 1: vista esquemática de un ejemplo de realización de un sistema de antenas con ajuste de fase, según la invención;
- Figura 2: de forma esquemática, un ejemplo para un segmento de antena del sistema de antenas con ajuste de fase, según la invención;
- Figura 3: de forma esquemática, una estructura de Vivaldi como ejemplo para un elemento de antena del sistema de antenas con ajuste de fase, según la invención;
- Figura 4: de forma esquemática, una hilera de elementos de antena según una realización del sistema de antenas con ajuste de fase, según la invención;
- Figura 5: de forma esquemática, bandas de chapa de metal acodadas con hileras de elementos de antena, según la figura 4;
- Figura 6: ejemplos esquemáticos de diagramas de segmentos de antena, según una realización del sistema de antenas con ajuste de fase, según la invención;
- Figura 7: de forma esquemática, un circuito de control de HF para un segmento de antena de un sistema de antenas con ajuste de fase, según la invención;
- Figura 8: de forma esquemática, dos segmentos de antena escalados de forma diferente para diferentes sistemas de antenas con ajuste de fase, según la invención, con diferentes franjas de frecuencia; y
- Figura 9: de forma esquemática, un radom para un segmento de antena de un sistema de antenas con

ajuste de fase, según la invención.

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema de antenas con ajuste de fases 1, según la invención, en una vista en perspectiva. El sistema de antenas 1 mostrado presenta cuatro segmentos 2, cada uno de los cuales presenta, a su vez, varios elementos de antena 3 conformados en chapa de metal. Los segmentos de antena 2 están recubiertos por un radom 12 y, en el ejemplo mostrado, están montados en un mástil 13. El ejemplo de realización mostrado para un sistema de antenas 1, según la invención, está destinado para la alimentación de radio de una zona de servicio que se encuentra en un perímetro alrededor del mástil de la antena 13. Cada segmento de antena 2 está destinado a iluminar una parte de la zona de servicio, concretamente un sector circular con un ángulo central de aproximadamente 90°. La dirección de radiación de los segmentos de antena 2 está dirigida radialmente hacia el exterior desde el mástil 13.

En otros sistemas de antena no mostrados, según la invención, se puede utilizar también un número distinto de segmentos de antena 2. Así, por ejemplo, se puede utilizar un solo segmento de antena 2 para la alimentación de radio de una zona de servicio unilateral, o se pueden utilizar, por ejemplo, ocho segmentos de antena 2 para una alimentación total.

En la figura 2 se muestra esquemáticamente un segmento de antena 2 individual que está formado por un conjunto de dos por seis elementos de antena 3. En este conjunto los elementos de antena 3 están dispuestos en dos orientaciones ortogonales. Una pared posterior dieléctrica 4 constituye la base mecánica del segmento de antena 2. Cada segmento de antena 2 presenta, además de los elementos de antena 3, también una alimentación de señal 20, un elemento de interconexión 21 y líneas de alimentación 22, aunque en la representación de la figura 2 sólo se perfilan dos de las doce líneas de alimentación 22 utilizadas en este caso. El elemento de interconexión 21 puede alimentar cada elemento de antena 3 del segmento de antena 2 con una amplitud y posición de fase ajustables. Los elementos de antena 3 con una primera orientación son alimentados, preferentemente, con una posición de fase, mientras que los elementos de antena 3 con otra orientación son alimentados, preferentemente, en una posición de fase desplazada en aproximadamente 90°, de manera que el segmento de antena 2 emite ondas polarizadas circularmente. Para cada elemento de antena individual 3 se realiza un ajuste fino de la posición de fase a efectos de optimizar las características de radiación. Además de una alimentación simétrica con la misma potencia para elementos de antena 3 de ambas orientaciones, también se puede llevar a cabo una alimentación asimétrica, predominando entonces en la onda emitida la polarización de la orientación del elemento de antena alimentado con la potencia superior. Se puede utilizar un control de potencia diferenciado de elementos de antena 3 individuales, a efectos de optimizar la dirección de radiación del segmento de antena 2.

Las líneas de alimentación 22 están realizadas en los ejemplos mostrados como líneas separadas. Según otras variantes no mostradas de la invención, también pueden estar conformadas en capas sobre la pared posterior dieléctrica 4 o entre capas de la pared posterior dieléctrica 4. La pared posterior dieléctrica 4 está fabricada, preferentemente, del material dieléctrico Tecryl. Pero la pared posterior 4 también puede estar hecha de otros materiales dieléctricos o de metal.

En la figura 3 se muestra una estructura Vivaldi como ejemplo para un elemento de antena 3. La estructura Vivaldi está conformada en una superficie metálica de una chapa de metal. Se caracteriza por una ranura 6, por un espacio libre circular 8 y un ensanchamiento de la ranura 7 en la dirección de radiación. Este ensanchamiento es ciertamente exponencial, según el ejemplo mostrado, pero en otras realizaciones de la invención también puede tener otras formas geométricas, tal como se conoce por el estado de la técnica. La dirección de radiación de la estructura Vivaldi está orientada desde el espacio libre circular 8 hacia el ensanchamiento. La onda emitida por un elemento Vivaldi está polarizada linealmente, estando el vector de campo eléctrico situado en el plano de la estructura Vivaldi y ortogonalmente con respecto a la dirección de radiación. Una estructura Vivaldi es adecuada para la emisión o la recepción de un amplio rango de frecuencias debido al ensanchamiento de la ranura 7 y debido al espacio libre circular 8. Por lo tanto, se trata de un elemento de antena 3 de banda ancha y universal. En función de la tarea que tiene que realizar el sistema de antenas 1, según la invención, también se pueden utilizar otras estructuras de elementos de antena que son, por ejemplo, elementos de antena 3 de banda estrecha optimizados para una frecuencia en concreto. Para una descripción más detallada resulta oportuno dividir la estructura Vivaldi en una superficie exterior 31 que está situada en el lado del elemento Vivaldi que emite, y una superficie interior 30 donde se encuentra el espacio libre circular 8 del elemento Vivaldi.

En la figura 4 se muestra esquemáticamente una hilera 5 de elementos de antena conformada de una chapa de metal que consta, según el ejemplo mostrado, de dos estructuras Vivaldi. Según otras conformaciones no mostradas, la hilera 5 de elementos de antena puede presentar claramente más de dos elementos de antena 3, tal como se muestra en la figura 5.

En la figura 5 se muestra esquemáticamente bandas de chapa de metal que están destinadas a conformar segmentos de antena 2 para su utilización en un sistema de antenas de ajuste de fase 1, según la invención. En las bandas de chapa de metal están conformadas hileras 5 con dos elementos de antena 3, respectivamente, mediante el doblado en zigzag de las bandas de chapa de metal. Es decir, en el ejemplo mostrado aquí, las bandas de chapa de metal están plegadas después de cada dos elementos de antena 3 formando hileras 5 de dos estructuras Vivaldi

cada una. En las hileras 5 de elementos de antena están practicadas ranuras de montaje 10, 11 en el límite entre dos elementos de antena 3, de tal manera que las ranuras de montaje 11 pueden ser guiadas en las ranuras de montaje 10 de la otra banda de chapa de metal formando una rejilla.

5 Las superficies interiores 30 de los elementos de antena 3 están plegadas a partir del plano de los elementos de antena 3 alternativamente en una y otra dirección, siempre en 90°. El plegado se realiza sin dejar aristas vivas. Preferentemente, el plegado se realiza de tal manera que las superficies plegadas 30 de elementos de antena 3 adyacentes entre sí no se solapan. Debido al plegado, se puede reducir la altura de las bandas de chapa de metal en la dirección de radiación en aproximadamente un tercio. Los parámetros técnicos de HF de los elementos de
10 antena 3 no son modificados por este plegado. Las zonas del borde de las superficies interiores 30 de elementos de antena 3 son cortadas en un canto 16, según el ejemplo mostrado, a efectos de reducir las dimensiones exteriores del conjunto de elementos de antena. Debido al recorte de la superficie interior 30 de los elementos de antena 3, también se puede influir sobre la característica de radiación del segmento de antena 2.

15 De acuerdo con la invención, para conformar los segmentos de antena 2 se utilizan preferentemente chapas de metal, ya que éstas se pueden fabricar de forma muy sencilla y económica. Por una chapa de metal se entenderá, de acuerdo con la invención, en primer lugar una capa plana de un material metálico que puede ser deformada, por ejemplo por doblado. La capa también puede estar formada por varios materiales metálicos dispuestos uno al lado o encima de otro. En principio también es posible prever como chapa de metal, según la presente invención, una
20 combinación de materiales metálicos y no metálicos, en la medida en la que esta combinación pueda ser deformada de forma similar a una chapa de metal sencilla, o bien que la deformación de este material sea posible con un esfuerzo sólo ligeramente superior en comparación con la deformación de chapas de metal sencillas.

En el ejemplo de realización mostrado, las superficies de metal de la zona exterior de los elementos de antena 3, que no son adyacentes a las ranuras de montaje 10, 11 están dotadas de muescas 9 que sirven para optimizar el comportamiento de frecuencia de los elementos de antena 3.
25

En la figura 6 se muestran esquemáticamente dos diagramas de antena 32, 33 aplicados uno encima de otro pertenecientes a segmentos de antena 2, tal como se muestran en la figura 2. Los diagramas de antena mostrados son diagramas de coordenadas polares horizontales que representan la densidad de potencia radiada dependiendo del ángulo de radiación. El ángulo define la dirección de radiación y el radio define la densidad de potencia representada en escala logarítmica. El diagrama de antena 32 muestra las características de radiación de un segmento de antena 2, no optimizado, cuya máxima densidad de potencia está en 90°, lo cual se puede reconocer fácilmente en la orientación del denominado lóbulo principal. Además del lóbulo principal, el diagrama de antena 32 del segmento de antena 2 no optimizado presenta también lóbulos laterales no deseados en 40° y 140°. El segmento de antena 2 mostrado en la figura 2 presenta con un control optimizado de los elementos de antena 3, el diagrama de antena 33 mostrado en la figura 6, en el que los lóbulos laterales en 40° y 140° quedan totalmente eliminados y en el que la anchura del lóbulo principal pasa de 60° a casi 90°.
30
35

40 En la figura 7 se muestra esquemáticamente una realización favorable del sistema de antenas 1, según la invención, en el que se prevé un circuito de control de HF 24 directamente en el elemento de antena 3. Debido al posicionamiento directo del circuito de control de HF 24 en el punto de control 25 se puede eliminar el costoso dimensionado de las líneas de alimentación. Dado que el circuito de control de HF 24 se encarga de la amplificación de la potencia para la señal de HF, a través de la línea de señal y de información 23 sólo se ha de alimentar una señal de HF de poca potencia y flujos de alimentación y de información que no entrañan problemas. Con esta conformación del sistema de antenas 1, según la invención, se pueden controlar los elementos de antena 3 de forma óptima e individualmente, y el sistema de antenas 1 puede realizarse de forma muy eficaz y energéticamente eficiente. Además, se puede evacuar el calor generado por la potencia de pérdidas del circuito de control de HF 24 directamente a través de las superficies de metal de los elementos de antena 3. A través de la línea de señal y de información 23 también es posible modificar de forma sencilla las configuraciones o también ajustar de forma adaptativa el sistema de antenas 1.
45
50

En la figura 8 se muestran esquemáticamente dos segmentos de antena 2, 2' en diferentes escalas geométricas que presentan diferentes tamaños de estructura en adaptación al correspondiente rango de frecuencias. En el ejemplo mostrado, el segmento de antena 2 está dispuesto para un rango de frecuencia de UHF de 474 MHz hasta 538 MHz que comprende 8 canales de una anchura de 8 MHz, respectivamente. Sin embargo, el segmento de antena 2' está diseñado para un rango de frecuencias más altas de 656 MHz hasta 720 MHz. Para poder conformar el sistema de antenas 1, según la invención, de la forma más económica posible se pueden utilizar paredes posteriores 4 del mismo tamaño para los segmentos de antena 2 y 2'. De esta manera, se pueden utilizar otros elementos del sistema de antenas 1 tal como, por ejemplo, los radoms 12, 14 o elementos de fijación de forma universal. Además de los segmentos de antena mostrados 2, 2' también se pueden realizar otros segmentos de antena 2 para otros rangos de frecuencia o con otro tamaño de conjunto para otras características de radiación.
55
60

En la figura 9 se muestra un radom 14 para un segmento de antena individual 2. El radom 14 está hecho preferentemente de un plástico reforzado con fibra, tal como Tecryl, en el que están integrados componentes metálicos 15. El radom 14 está destinado para la fijación estanqueizada de un segmento de antena 2 descrito
65

anteriormente. El radom 14 protege el segmento de antena 2 de forma mecánica contra las influencias ambientales. La forma y la composición de materiales del radom 14 pueden ser utilizadas para optimizar las características de radiación. Por lo tanto, también se pueden utilizar otras formas de radom y materiales que los mostrados aquí.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de antenas de ajuste de fase (1) que presenta, como mínimo, un segmento de antena (2) de banda ancha, en el que el segmento de antena (2) presenta múltiples elementos de antena ranurados (3) que emiten ondas polarizadas linealmente, y en el que, como mínimo, dos elementos de antena (3) están orientados en un ángulo recto entre sí y el segmento de antena (2) está conformado, por lo tanto, para la radiación de ondas en dos direcciones de polarización perpendiculares entre sí, y en el que los elementos de antena (3) están conformados en chapa de metal, presentando los elementos de antena (3) la estructura de una antena Vivaldi que presenta un espacio libre circular (8) en una superficie de metal y una ranura (7) que sale del espacio libre cuya anchura aumenta en la dirección de radiación, **caracterizado porque** las superficies interiores (30) de los elementos de antena (3) que se encuentran en oposición a los lados ranurados de dichos elementos de antena (3) están plegados transversalmente con respecto a la dirección de radiación.
2. Sistema de antenas de ajuste de fase, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** en cada banda de chapa de metal están conformados, como mínimo, dos elementos de antena (3) conjuntamente, formando al menos una hilera (5) de elementos de antena; y porque al menos dos hileras (5) de elementos de antena están dispuestas de forma cruzada entre sí al menos una vez, formando un conjunto de elementos de antena, en el que las ranuras de montaje (10, 11) están formadas entre los elementos de antena (3) guiadas una dentro de la otra.
3. Sistema de antenas de ajuste de fase, según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la banda de chapa de metal está acodada, formando al menos dos hileras (5) de elementos de antena.
4. Sistema de antenas de ajuste de fase, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie plegada de los elementos de antena (3) comprende también el espacio libre circular, y **porque** la ranura de los elementos de antena (3) se extiende de la superficie no plegada a la superficie plegada.
5. Sistema de antenas de ajuste de fase, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el segmento de antena (2) está montado sobre una pared posterior (4) dieléctrica.
6. Sistema de antenas de ajuste de fase, según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la pared posterior dieléctrica (4) presenta elementos de alimentación y de funcionamiento (20, 21, 22) del sistema de antenas de ajuste de fase (1).
7. Sistema de antenas de ajuste de fase, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sistema de antenas de ajuste de fase (1) presenta un radom (12) que está hecho de un material dieléctrico.
8. Sistema de antenas de ajuste de fase, según la reivindicación 7, **caracterizado porque** en o sobre el radom (12, 14) están dispuestos directores.
9. Sistema de antenas de ajuste de fase, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los elementos de antena del sistema de antenas de ajuste de fase (1) están escalados en función del rango de longitud de onda destinado a los mismos.
10. Sistema de antenas de ajuste de fase, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la fase y/o la potencia puede ser ajustada y/o modificada para cada elemento de antena (3) por separado.
11. Sistema de antenas de ajuste de fase, según la reivindicación 10, **caracterizado porque** se prevé un circuito de control de HF (24) con un amplificador de potencia y un controlador de fase para cada elemento de antena (3), en el que la posición del circuito de control de HF (24) se prevé en el punto de control (25) del elemento de antena (3), y en el que el elemento de antena (3) está dispuesto como disipador de calor para el circuito de control de HF.
12. Sistema de antenas de ajuste de fase, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los elementos de antena (3) están recubiertos al menos parcialmente por un material dieléctrico.
13. Sistema de antenas de ajuste de fase, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sistema de antenas de ajuste de fase (1) está formado por al menos dos segmentos de antena (2) que están dispuestos y controlados de tal manera que se cubre una zona predeterminada del ángulo sólido.
14. Procedimiento para generar un campo eléctrico con una polarización que varía en el tiempo, en el que se utiliza un sistema de antenas de ajuste de fase (1), según una de las reivindicaciones 1 a 13 como sistema de antenas de radio.

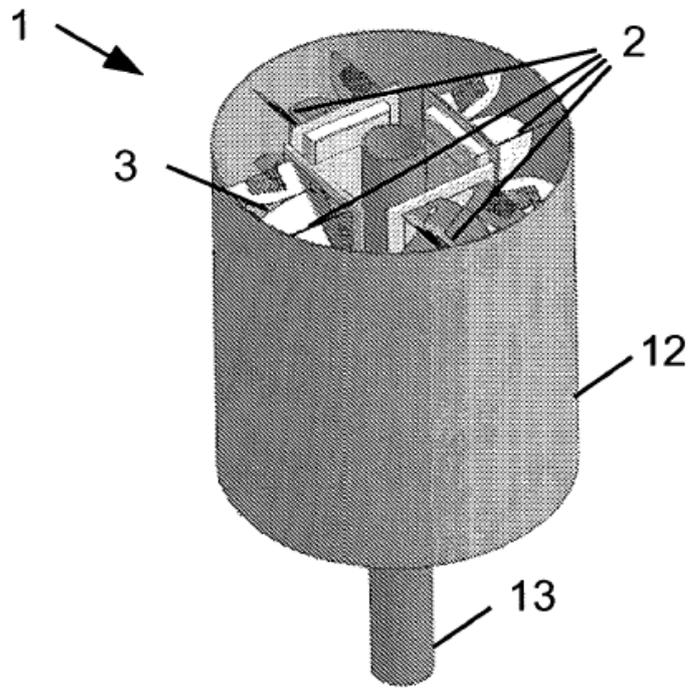


Fig. 1

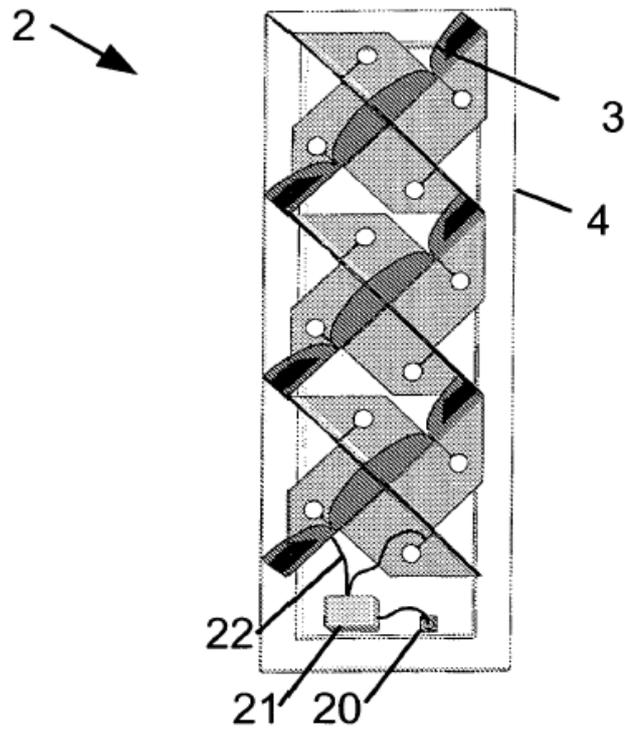


Fig. 2

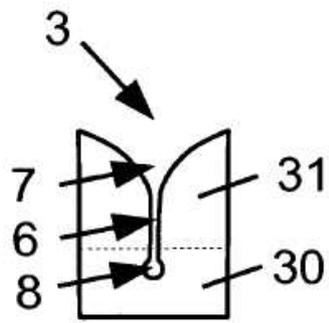


Fig. 3

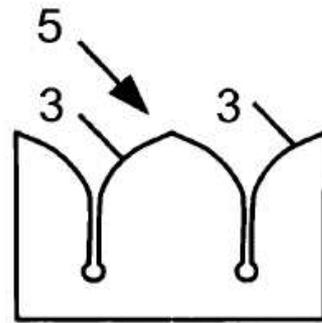


Fig. 4

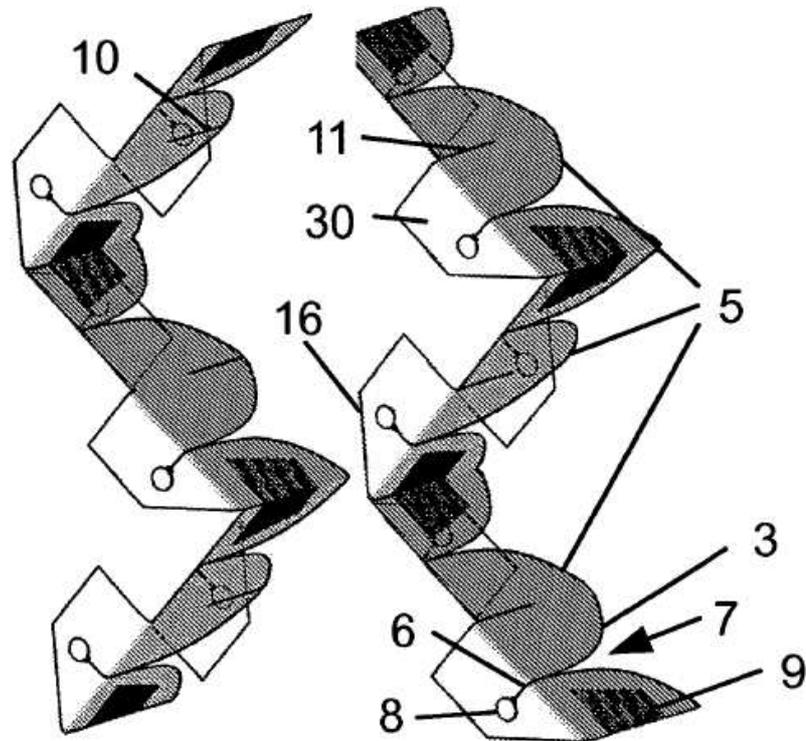


Fig. 5

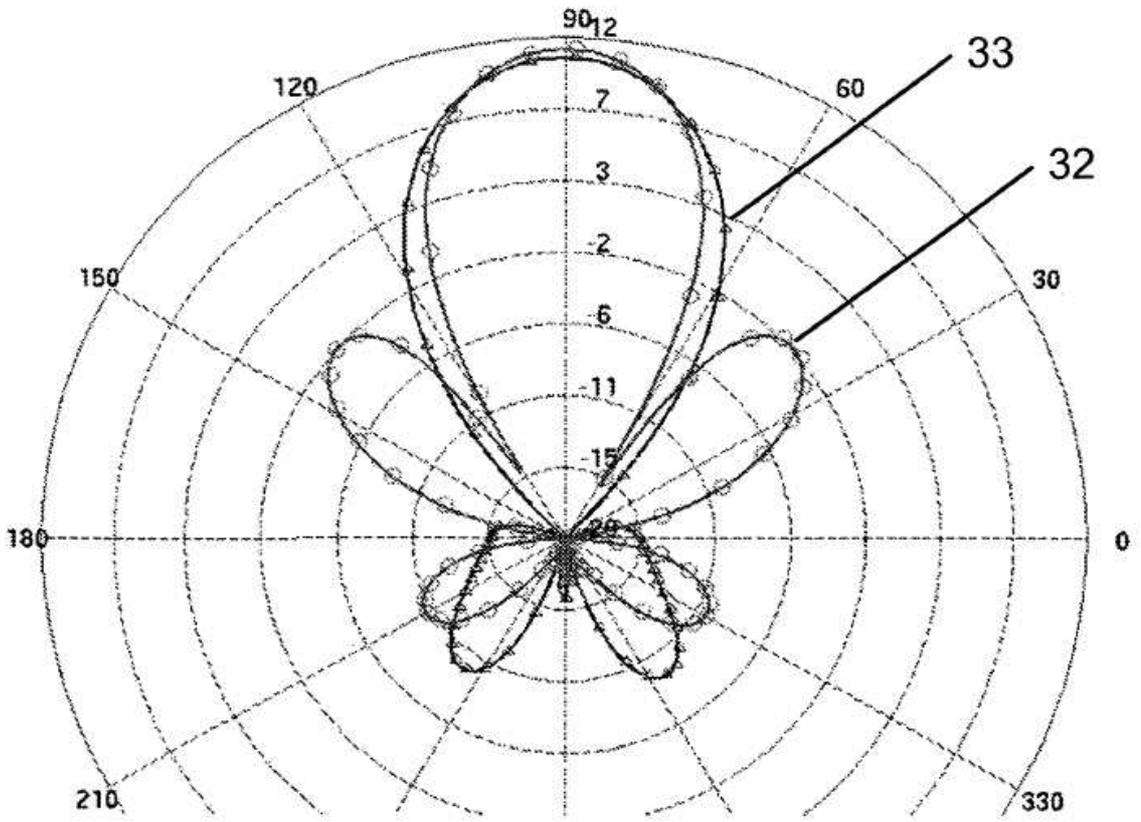


Fig. 6

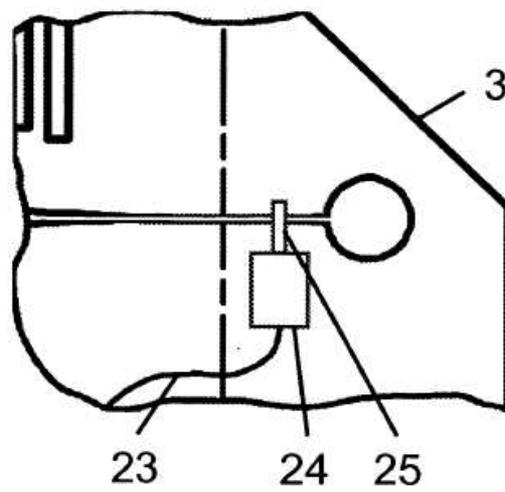


Fig. 7

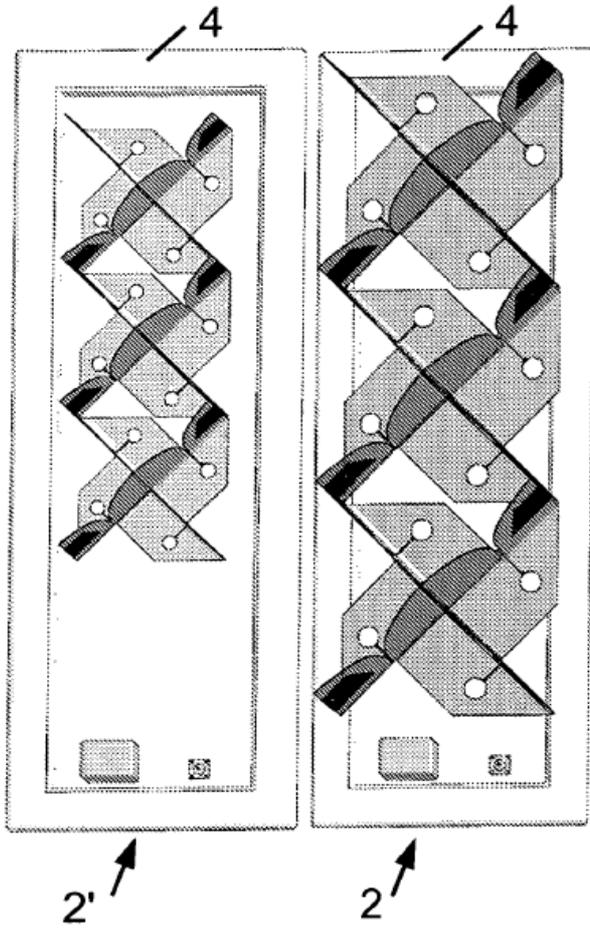


Fig. 8

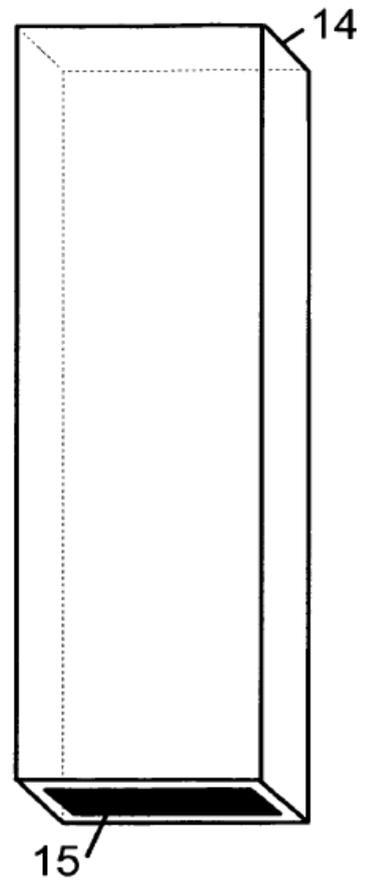


Fig. 9