



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 315 584**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/24 (2006.01)

H01Q 25/00 (2006.01)

G01S 13/90 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04008173 .9**

96 Fecha de presentación : **03.04.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1471600**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.10.2004**

54

Título: **Procedimiento para generar radiaciones de emisión SAR y sistema de antenas SAR.**

30

Prioridad: **25.04.2003 DE 103 19 063**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2009

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2009

73

Titular/es: **Astrium GmbH**
81663 München, DE

72

Inventor/es: **Heer, Christoph y**
Grafmüller, Bernhard

74

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 315 584 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

Procedimiento para generar radiaciones de emisión SAR y sistema de antenas SAR.

5 El invento se refiere a un procedimiento para generar radiaciones de emisión con un sistema de antenas SAR y a un sistema de antenas SAR con múltiples elementos de antena para la generación de radiaciones de emisión.

10 Los sistemas de antenas SAR pueden utilizarse en explorar zonas superficiales, por ejemplo zonas superficiales de la tierra, con ayuda de sistemas de antenas SAR apoyados por aire o por el espacio. Las radiaciones de emisión pueden entonces por lo general ser radiadas con diferentes direcciones de emisión. Para mejorar las propiedades de representación (ancho de franjas y calidad de imagen) de un sistema de antenas SAR puede ser necesario, según el tamaño y la situación de la zona superficial a explorar, ajustar el ancho de radiación de las radiaciones de emisión a la dirección de emisión actual de las radiaciones de emisión. Durante la exploración a distancia de la superficie de la tierra con SAR la dirección de emisión actual viene definida por el ángulo de incidencia de los rayos de radar sobre la superficie de la tierra. Con ángulos de incidencia grandes (p.e 50°) una radiación de emisión con un ancho definido ilumina una zona determinada de la superficie de la tierra. Con una orientación de la radiación de emisión con pequeños ángulos de incidencia (p.e 20°) la misma radiación de emisión ilumina una zona esencialmente menor. Mediante un ensanchamiento de la radiación se puede mejorar este comportamiento por lo general no deseado.

20 El documento US 6.175.326 B1 describe un sistema de antenas SAR en el que se puede conseguir un control de la característica de la radiación de recepción con múltiples elementos de antena porque entre los diferentes elementos de antena esta prevista o una diferencia de fase o una diferencia en el tiempo de propagación o se conectan independientemente consecutivamente elementos de antena vecinos. Sin embargo, en ese documento no se menciona nada sobre la generación de radiaciones de emisión.

25 Por el estado de la técnica se conocen además, por un lado, sistemas con antenas activas o semiactivas para generar un ancho de radiación variable y en algún caso también una dirección de radiación variable. Con ayuda de reguladores de amplitud y/o fase en este tipo de sistemas con antenas activas o semi-activas se envían a elementos de antena individuales o a grupos de elementos, señales de radar con diferente y variable ponderación. Estos sistemas SAR con antenas planares del campo de los satélites son por ejemplo, los futuros TerraSAR-X, que por ejemplo están descritos por M. Sues y otros, "TERRASAR-X, DISEÑO Y PRESTACIONES", "Proceedings EU SAR 2002", 4ª Conferencia europea sobre radar de apertura sintética, Colonia 4-5 Junio 2002, VDE Verlag GmbH, Berlin y Offenbach, ISBN 3-8007-2697-1. Una desventaja esencial de este sistema es el alto gasto de construcción y los costes ligados a ella. Conceptos alternativos se basan en antenas reflectoras cuyos sistemas de alimentación están realizados mediante matrices enmalladas de alta frecuencia (por ejemplo matriz Butler o Blass). Una desventaja esencial de estos sistemas son las elevadas pérdidas dentro de las matrices enmalladas así como su realización para alta potencia de emisión.

40 Por otra parte, por el estado de la técnica se conocen también sistemas con antenas pasivas. Sistemas SAR típicos con antenas planares pasivas del campo de los satélites son ERS-1 y ERS-2. Estos sistemas están caracterizados también por una ponderación ajustada fija de los elementos de antena. En estos sistemas los elementos de antena de los sistemas de antenas SAR solo pueden ser conectados o desconectados en conjunto de manera que solo se puede generar una única radiación de emisión con característica de emisión y ancho de emisión ajustadas fijas.

45 Por tanto es misión del presente invento presentar una posibilidad sencilla para generar radiaciones de emisión con diferentes anchos de radiación con la ayuda de sistemas de antenas SAR.

Esta misión será resuelta por las características de las reivindicaciones 1 a 4.

50 Un primer objeto del invento comprende un procedimiento para la generación de radiaciones de emisión con un sistema de antenas SAR el cual presenta múltiples elementos de antena. De acuerdo con el invento está previsto que dentro de los múltiples elementos de antena estén definidos varios grupos, cada uno con varios elementos de antena vecinos y que una generación de varias radiaciones de emisión definidas se produzca por la activación de un grupo de elementos de antena asociado con una radiación de emisión. Así, elementos de antena individuales pueden pertenecer a uno o también simultáneamente a varios grupos. Por medio del invento es posible de forma sencilla la generación de varias radiaciones de emisión mediante sistemas de antenas SAR sin que sea necesaria una alta inversión para la generación de diferencias de fase o diferencias del tiempo de propagación.

60 Esta previsto que se definan grupos con diferente numero de elementos de antena y que se generen radiaciones de emisión con diferente anchura por la activación de grupos con diferente numero de elementos de antena. También se puede influir de manera sencilla en la extensión de la radiación de emisión, especialmente en el ancho de radiación, por el numero de los elementos de antena que hay que activar. Cuanto mayor sea el numero de elementos de antena asociados a un grupo determinado tanto mayor es la extensión de la radiación de emisión correspondiente, solo por medio del numero de los elementos de antena participantes.

65 Para estar seguros de que mediante varias radiaciones de emisión se explore una determinada zona superficial sin huecos las radiaciones de emisión individuales se solapan en un determinado campo. En el marco del invento esto puede ser obtenido por grupos vecinos entre sí de elementos de antena están definidos de tal manera que ellos presentan como mínimo un elemento de antena común y se generan radiaciones de emisión vecinas solapadas unas

ES 2 315 584 T3

con otras mediante grupos de elementos de antena definidos de esta manera. De nuevo esta medida es muy fácil de realizar pero sin embargo ofrece adicionalmente la seguridad de que las radiaciones de emisión generadas por los grupos se solapan en cualquier caso.

5 La exploración de una región de superficie por radiaciones de emisión vecinas se produce de tal manera que varios grupos de elementos de antena vecinos se activan unos tras de otros. Entonces se produce un escaneado de la región superficial en aquella dirección en la que los grupos vecinos están situados unos juntos a otros. (Modo escaneado).

10 Adicionalmente puede estar previsto también que se produzca una exploración de una región de superficie mediante por lo menos una radiación de emisión en la que la dirección de la radiación de emisión está orientada en dirección del inicio de la región superficial y el grupo para la generación de la radiación de emisión permanece activado tanto tiempo hasta que la radiación de emisión ha rastreado toda la región superficial. La correspondiente radiación de emisión rastrea entonces durante la duración de la activación del grupo una franja sobre la superficie, es decir la correspondiente región superficial está entonces en forma de franjas. (Modo de franjas).

15 Una segunda alternativa que también puede ser llevada a cabo simultáneamente al escaneado prevé que una iluminación de un punto de la superficie se produzca por como mínimo una radiación de emisión en la que la dirección de la radiación de emisión está orientada en dirección del punto de la superficie y la dirección de la radiación de emisión esta activada durante la duración de la activación del grupo que genera la radiación de emisión, consecutivamente es regulado sobre el punto de la superficie. (Modo spotlight).

20 La alineación o la regulación posterior de la dirección de la radiación de emisión puede llevarse a cabo en el marco del invento por una correspondiente alineación o regulación posterior de la disposición de antenas SAR, por ejemplo, por medio de una correspondiente alineación de toda la disposición de antenas o una alineación de toda la disposición de elementos de antena o de un reflector de antena o también por una alineación o regulación posterior de todo el cuerpo soporte para la disposición de antenas SAR, en el caso de una disposición de antenas SAR apoyada por satélite también por alineación o regulación posterior de todo el satélite.

30 Otro objeto del presente invento es un sistemas de antenas SAR con múltiples elementos de antena para la generación de radiaciones de emisión. De acuerdo con el invento está previsto que dentro de los múltiples elementos de antena se pueden definir mediante la técnica de conexión varios grupos cada uno con varios elementos de antena vecinos, en donde con ayuda de los dispositivos de maniobra con cada uno es posible una activación separada de un grupo de elementos de antena. Con ello, elementos de antena individuales pueden pertenecer exactamente a uno o varios grupos simultáneamente. Por medio del invento se hace posible de forma sencilla generar varias radiaciones de emisión con un sistema de antenas SAR sin que por ello sea necesario el alto coste para la generación de diferencias de fase y diferencias en los tiempos de vida.

40 La generación de radiaciones de emisión con diferente ancho queda realizada en el marco del invento porque grupos con la técnica de circuitos pueden ser definidos con diferente numero de elementos de antena. Cuanto mas elementos de antena puedan ser asociados a un determinado grupo tanto mayor es la extensión de la correspondiente radiación de emisión solo por el numero de elementos de antena participantes.

45 Si debe asegurarse que mediante varias radiaciones de emisión se explora sin espacios libres una determinada superficie entonces es lógico que las radiaciones de emisión individuales se solapan en una determinada zona. En el marco del invento esto se puede obtener porque grupos de elementos de antena vecinos unos a otros con la técnica de circuito se definen de tal manera que ellos presentan por lo menos un elemento de antena común.

50 Se prefiere que los sistemas de antena SAR presenten un reflector. Entonces los elementos de antena pueden estar situados en una hilera en el plano focal del reflector. Los elementos de antena pueden estar situados centrados delante del reflector también en una configuración offset.

55 Si con los sistemas de antena SAR deben tanto recibirse como enviarse señales SAR entonces puede estar previsto o un circuito de alta frecuencia para las señales de emisión y las señales de recepción o pueden estar previstos circuitos de alta frecuencia separados para las señales de emisión y las señales de recepción.

Un ejemplo constructivo especial del presente invento será explicado a continuación sobre la base de las figuras 1 a 5 del ejemplo de un sistema de antena SAR para aplicaciones en satélites.

Se muestra:

60 Fig. 1 sistema de antenas SAR con múltiples elementos de antena y reflector

Fig. 2 representación esquemática de radiaciones de emisión que se solapan,

65 Fig. 3 representación esquemática de una exploración superficial en modo escaneado;

Fig. 4 representación esquemática de una exploración superficial en modo franjas;

ES 2 315 584 T3

Fig. 5 representación esquemática de una exploración superficial en modo spotlight.

El sistema de antenas SAR según la figura 1 está diseñado como un sistema de antena pasivo con un reflector 1 y elementos de antena FE-1 a FE-9 situados en hilera unos juntos a otros. Además están previstos una serie de dispositivos circuito 2a, 2b, 2c, 2d etc., realizados aquí mediante circuladores conectables, para conectar reunidos en grupo a varios elementos de antena (elementos de alimentación) FE-1 a FE-9.

En esta forma constructiva se forman dos cluster por grupo, cada uno con cuatro radiaciones de antena como radiaciones de emisión por cluster. El primer cluster de grupos genera radiaciones de antena con grandes anchuras de radiación y es por ejemplo utilizado para pequeños ángulos de incidencia (por ejemplo menores o iguales a 25°) sobre la superficie de la tierra que hay que explorar. El segundo cluster genera radiaciones de antena menores y es utilizado para grandes ángulos de incidencia (por ejemplo mayores o iguales a 45°) sobre la superficie de la tierra que se va a explorar.

Los elementos de antena FE-1 a FE-9 son alimentados a través de amplificadores de alta potencia (Amplificadores de Alta Potencia) AAP-1 a AAP-3 y un circuito de alta frecuencia conectado por detrás. El circuito de alta frecuencia está formado por conductores huecos y circuladores conectables 2a, 2b, 2c, 2d etc., y representa entonces una disposición de muy bajas pérdidas.

La conexión de los circuladores 2a, 2b, 2c, 2d, esta elegida de tal manera que para una primera radiación de antena con gran ancho de banda del primer cluster están activados los elementos de antena FE-1, FE-2 y FE-3. Con esto los elementos de antena FE-1, FE-2 y FE-3 forman también un primer grupo del primer cluster. La activación del segundo grupo compuesto por los elementos de antena FE-3, FE-4 y FE-5 proporciona una segunda radiación de antena del primer grupo, vecina a la primera radiación de antena, igualmente con gran ancho de banda, etc. Por la disposición espacial y la elección de los elementos de antena activos se generan secuencialmente, según este procedimiento, cuatro anchas radiaciones de antena que se solapan, que son utilizadas preferentemente para pequeños ángulos de incidencia. Los anchos de banda grandes de las radiaciones de antena compensan el efecto geométrico de la superficie de la tierra con pequeños ángulos de incidencia. El solapado de las radiaciones de antena se obtiene entonces de forma sencilla porque el elemento de antena FE-3 pertenece de forma conjunta al primer y al segundo grupo.

Para grandes ángulos de incidencia, para la generación de una primera radiación de antena con pequeño ancho de banda, se activa una primer grupo de elementos de antena del segundo grupo clúster, en donde este primer grupo comprende los elementos de antena FE-3 y FE-4. Se genera una segunda radiación de antena del segundo clúster por activación de un segundo grupo de elementos de antena, en donde este segundo grupo comprende los elementos FE-4 y FE-5. El solapado de las radiaciones de antena se obtiene de manera sencilla porque el elemento de antena FE-4 pertenece conjuntamente al primer y segundo grupo del segundo clúster. Con esto se obtienen cuatro radiaciones de antena estrechas que se solapan, que preferentemente se utilizan en el caso de grandes ángulos de incidencia.

Las configuraciones para todos los grupos del primer y segundo clúster de elementos de antena están representadas de forma general en la siguiente tabla. Se reconoce que el primer y el segundo clúster están formados por los mismos nueve elementos de antena FE-1 a FE-9 y la pertenencia a un determinado grupo se obtiene solo temporalmente por el correspondiente control de los circuladores conectables 2a, 2b, 2c, 2d, etc.

Configuración para radiación de antena ancha en el clúster uno				
Elementos de antena activos	1, 2 y 3	3, 4 y 5	5, 6 y 7	7, 8 y 9
AAPs activos	1, 2 y 3	3, 1 y 2	2, 3 y 1	1, 2 y 3
Configuración para radiación de antena estrecha en el clúster dos				
Elementos de antena activos	3 y 4	4 y 5	5 y 6	6 y 7
AAPs activos	1 y 2	2 y 3	3 y 1	1 y 2

La figura 2 muestra a modo de ejemplo tres radiaciones de emisión que se solapan, como los que se pueden generar mediante la disposición acorde con la figura 1 como radiaciones de antena. Alfa 1 y Alfa 2 representan entonces la dirección relativa de radiación de cada una de las radiaciones de emisión entre sí. Por ello la figura 2a) muestra radiaciones de antena S1, S2 y S3 con anchos de banda pequeños como los que pueden ser generados por el segundo clúster de elementos de antena. Por el contrario la figura 2b) muestra radiaciones de antena S'1, S'2 y S'3 con anchos de banda grandes como los que pueden ser generados por el primer clúster de elementos de antena.

ES 2 315 584 T3

Con este tipo de radiación de antena se puede realizar de forma especialmente ventajosa una exploración de la superficie de la tierra en modo escaneo, como esta representado en la figura 3. Aquí, por motivos de simplicidad, solo deben considerarse 3 radiaciones de emisión: S1, S2, S3.

5 Las radiaciones de antena S1, S2, S3, vecinas exploran sobre la superficie de la tierra en la dirección de vuelo V del satélite en las zonas vecinas 5a, 5b, 5c, 5d. Para la exploración la radiación de antena es girada aparentemente de forma secuencial en la dirección de la elevación (es decir, transversalmente a la dirección de vuelo V) en un procedimiento de barrido. Pero en la realidad, en un primer proceso de escaneo 4 se activan las radiaciones de antena S1, S2, S3, vecinas una tras otra, con lo que en las zonas 5a, 5b, 5c se explora una primera franja. A continuación se realiza un
10 segundo proceso de escaneo 6, un tercer proceso de escaneo 7, etc. Un escaneo por radiación de antena S1, S2, S3, es denominado barrido. Para la duración de un barrido en un primer proceso de escaneo 4 la radiación de antena S1 permanece en su dirección actual y el SAR trabaja en la zona 5a en modo de franja (véase abajo la figura 4). Para comenzar el siguiente barrido se desactiva la radiación de antena S1 y se activa la radiación de antena S2, que está orientada en la zona vecina 5b. A continuación, de manera análoga, se produce la activación de la radiación de emisión
15 S3 para la zona 5c.

Por la sucesiva exploración de franjas 5a, 5b, 5c vecinas se puede con ello explorar una franja de superficie mas ancha que con solo una radiación de antena. Para conseguir una franja continua en la dirección del vuelo todo el tiempo de integración SAR se subdivide (barrido) sobre las subfranjas 5a, 5b, 5c individuales. Tiempos de integración
20 SAR típicos están en el rango de algunos cientos de milisegundos. A continuación, sobre el servicio modo de escaneo se produce una conmutación rápida entre las radiaciones de antena S1, S2, S3. Para evitar huecos entre las diferentes subfranjas 5a, 5b, 5c (o sea transversal a la dirección de vuelo V), para las distintas radiaciones de antena S1, S2, S3, se genera un solapado de acuerdo con la figura 2.

25 Dependiendo de si se debe realizar una exploración en el modo escaneo para ángulos de incidencia grandes o pequeños se activan o los grupos correspondientes de elementos de antena del primer clúster o los grupos del segundo clúster para generar radiaciones de antena con gran o con pequeño ancho de radiación W.

La figura 4 representa nuevamente de forma clara el servicio de una disposición de antena en modo franjas:

30 En modo franjas una determinada radiación de antena S1, S1' está orientada con un determinado ángulo de incidencia. El sistema de antena SAR envía con una frecuencia repetitiva de pulsos señales de radar a la superficie de la tierra y recibe sus ecos. Con ello la tierra es explorada desde una determinada radiación de antena S1, S1', en una franja continua 5, 5'. En sistemas SAR con antenas pasivas la orientación de la radiación de antena S1, S1' se realiza
35 por maniobras del satélite (es decir orientación de todo el satélite) o por movimiento mecánico de la antena. El ancho de franja 5, 5' que se puede obtener está determinado esencialmente por el ancho de radiación de la radiación de antena S1, S1'. La resolución geométrica esta predeterminada por el tiempo de integración SAR, es decir, por el periodo de tiempo durante el cual una radiación de antena S1, S1' permanece activada. De acuerdo con el invento, entonces los anchos W de las franjas S1, S1' pueden ser adaptados para grandes y pequeños ángulos de incidencia porque un gran
40 ángulo de incidencia una radiación de antena S1 se activa con pequeño ancho de banda y para un pequeño ángulo de incidencia se activa una radiación de antena S1' con gran ancho de banda.

Se puede obtener un aumento de la resolución geométrica mediante un aumento del tiempo de integración SAR (integración time) IT. Entonces una radiación de antena S1, S1' es postregulada en el plano azimutal (es decir, aquel
45 plano que esta situado entre la dirección del vuelo V y la dirección de radiación de la radiación de emisión) de tal manera que la radiación de antena S1, S1' permanece orientada principalmente sobre un punto de la superficie. En el marco de este ejemplo para sistemas de antenas pasivos esa postregulación se realiza por medio de una maniobra del satélite (postregulación de todo el satélite). Como consecuencia no es posible una exploración continua (franjas continuas) de la superficie de la tierra en el modo spotlight.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para generar radiaciones de emisión con un sistema de antenas SAR el cual presenta múltiples elementos de antena, en donde dentro de los múltiples elementos de antena están definidos varios grupos con cada uno varios elementos de antena vecinos, **caracterizado** porque,

- se produce una generación de varias radiaciones de emisión por la activación de un grupo de elementos de antena asociados con una radiación de emisión,

10 - se realiza una exploración de una región de la superficie por radiaciones de emisión vecinas en donde se activan uno tras otro varios grupos de elementos de antena vecinos,

15 - se definen grupos de elementos de antena vecinos unos con otros de tal manera que presentan como mínimo un elemento de antena común y se generan radiaciones de emisión contiguas, solapadas, por medio de grupos de elementos de antena definidos de esta manera y

- se definen grupos con diferente numero de elementos de antena y se generan radiaciones de emisión con diferente ancho mediante la activación de grupos con diferente numero de elementos de antena.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque una exploración de una región de la superficie se realiza por como mínimo una radiación de emisión, en el que la dirección de la radiación de emisión está orientada en dirección al comienzo de la región de la superficie y los grupos para la generación de la radiación de emisión permanecen activados todo el tiempo hasta que la radiación de emisión ha rastreado la región de la superficie.

25 3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque una iluminación de un punto de la superficie se produce por como mínimo una radiación de emisión, en el que la dirección de la radiación de emisión está orientada hacia el punto de la superficie y la dirección de la radiación de emisión es postregulada permanentemente sobre el punto de la superficie durante la duración de la activación del grupo que genera la radiación de emisión.

30 4. Sistema de antenas SAR con múltiples elementos de antena para la generación de radiaciones de emisión de acuerdo con un procedimiento acorde con una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde en el interior de los múltiples elementos de antena pueden ser definidos por técnica de conexión varios grupos cada uno con varios elementos de antena vecinos, **caracterizado** porque

35 - con la ayuda de dispositivos de conexión es posible una activación por separado de un grupo de elementos de antena,

40 - con técnica de circuito se definen grupos de elementos de antena vecinos unos con otros de tal manera que presentan como mínimo un elemento de antena común y

- con técnica de circuito se definen grupos con diferente numero de elementos de antena.

45 5. Sistema de antenas SAR según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el sistema de antenas SAR presenta un reflector y los elementos de antena están situados en una hilera en el plano focal del reflector.

6. Sistema de antenas SAR según las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado** porque está previsto un circuito de alta frecuencia común para las señales de emisión y las señales de recepción.

50 7. Sistema de antenas SAR según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado** porque están previstos circuitos de alta frecuencia separados para las señales de emisión y para las señales de recepción.

55

60

65

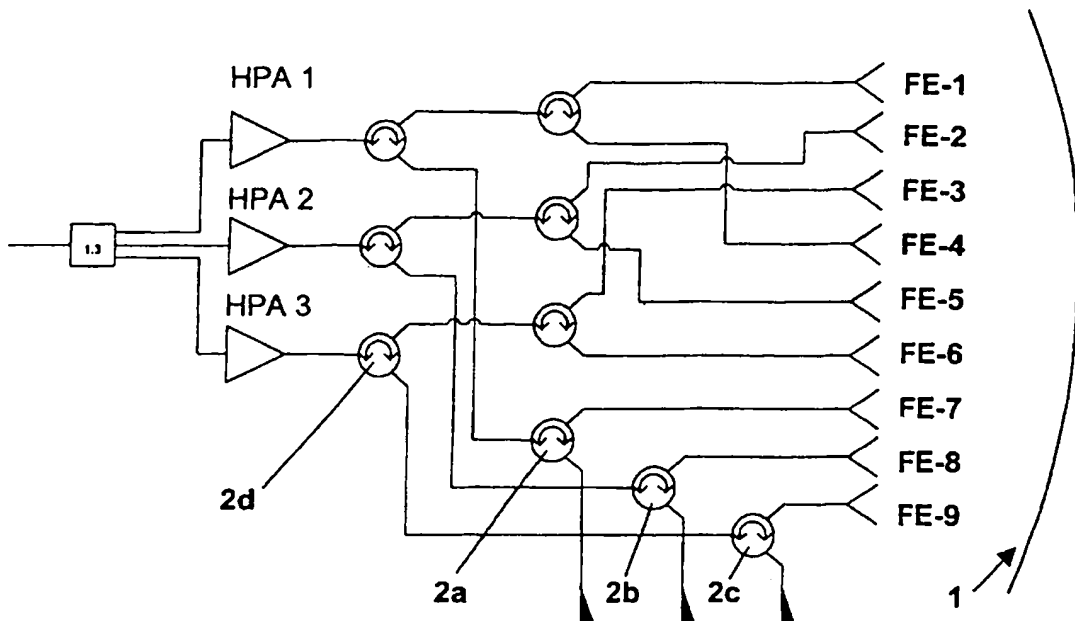


Fig. 1

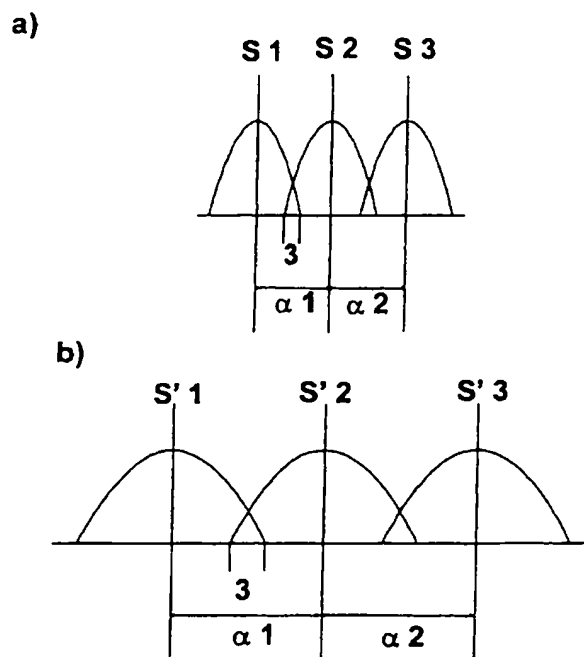


Fig. 2

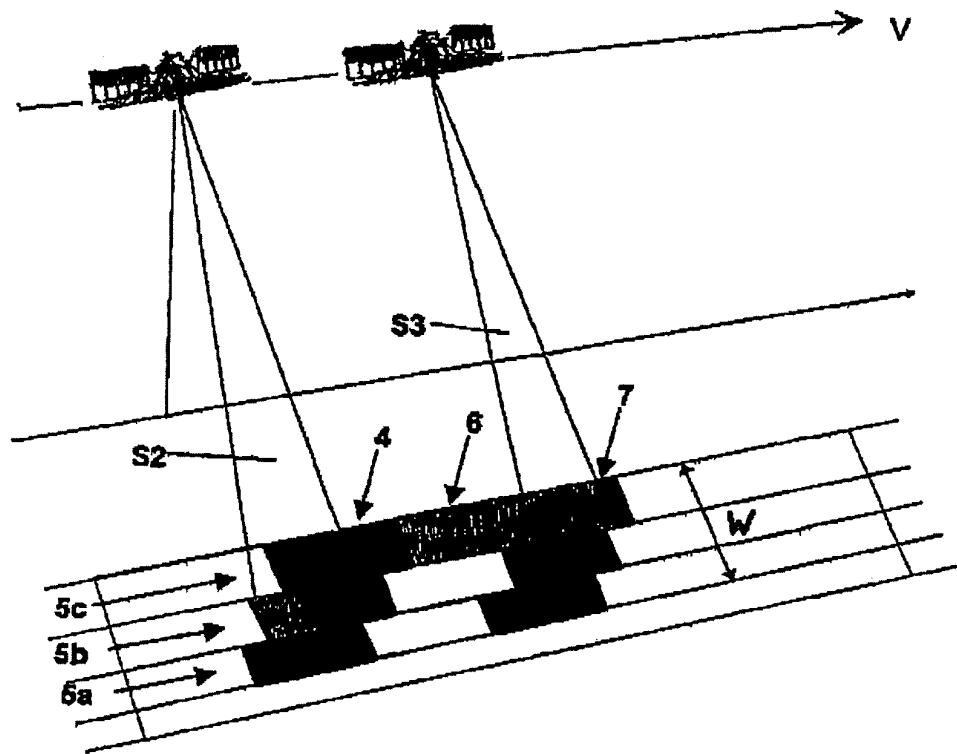


Fig. 3

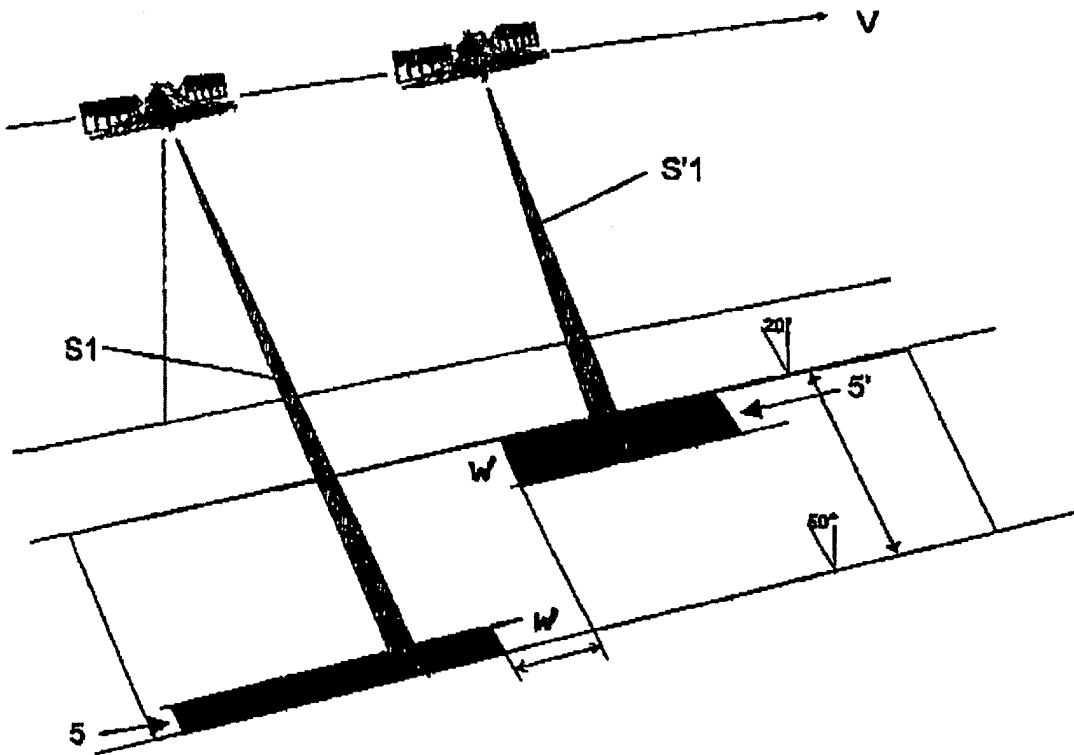


Fig. 4

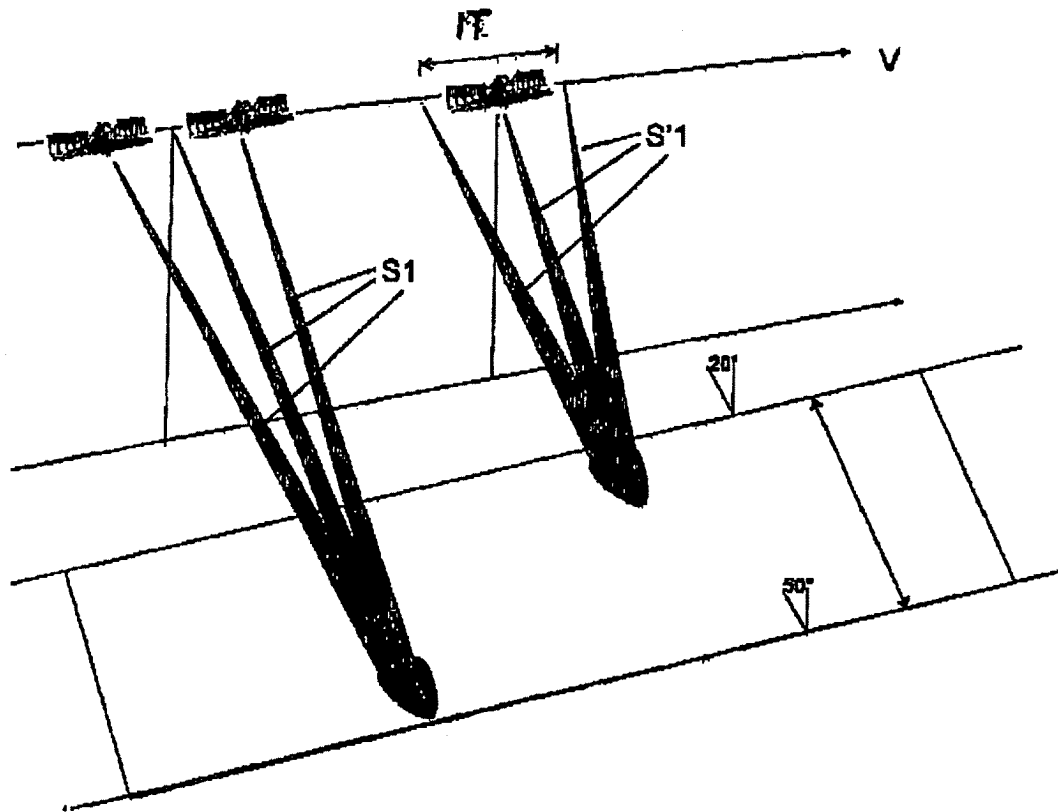


Fig. 5