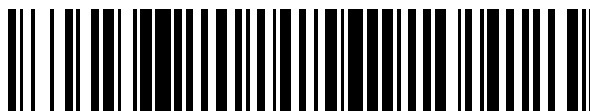


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 208**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/28 (2006.01)
H01Q 21/00 (2006.01)
H01Q 25/00 (2006.01)
H01P 1/161 (2006.01)
H01P 5/16 (2006.01)
H01P 5/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2014** **E 14191286 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020** **EP 2869396**

54 Título: **Distribuidor de energía que comprende un acoplador en T en el plano E, red radiante y antena que comprende dicha red radiante**

30 Prioridad:

04.11.2013 FR 1302549

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

15.04.2021

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord
92400 Courbevoie , FR

72 Inventor/es:

LEGAY, HERVÉ;
COTTIN, ADRIEN;
SAULEAU, RONAN;
POTIER, PATRICK y
BOSSHARD, PIERRE

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 819 208 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

Distribuidor de energía que comprende un acoplador en T en el plano E, red radiante y antena que comprende dicha red radiante

5 La presente invención se refiere a un distribuidor de energía que comprende un acoplador en T en el plano E, a una red radiante y a una antena que comprende dicha red radiante. Se aplica al campo de las antenas multihaz de red focal que operan en bandas de baja frecuencia y más particularmente al campo de las telecomunicaciones en banda C, en banda L o banda S. También se aplica a elementos radiantes para redes de antenas, en particular, en banda X o en banda Ka, así como para una antena espacial de cobertura global, concretamente, en banda C.

10 El documento US 2540839 describe un ejemplo de distribuidor de energía, El documento GB 1310534 describe un ejemplo de unión entre guías de onda, el documento FR 890388 describe un ensamblaje de guías de onda de diferentes polarizaciones, el documento de STEFFE W ED-Institute of electrical and electronics engineers-"A novel compact OMJ for Ku band Intelsat applications", recopilación del simposio internacional de IEEE Antennas and propagation society. Newport Beach, 18-23 de junio de 1995, describe un transductor ortomodo. Los documentos EP 2290744 y US 3247512 también representan documentos del estado de la técnica.

15 Un acoplador en T es una unión entre tres guías de onda dispuestas en forma de T, comprendiendo cada una de las tres guías de onda un extremo que forma un puerto de entrada o de salida del acoplador. La unión en T puede ser de dos tipos diferentes, denominadas unión en el plano E o en el plano H según la disposición de las guías de onda que forman los tres brazos 10, 20, 30 de la T con respecto al campo eléctrico E y al campo magnético H que se propaga por las guías de onda. De manera conocida, cuando una onda electromagnética se propaga por una guía de onda
20 rectangular, el campo eléctrico E se expande en una dirección perpendicular a los lados largos de la guía de onda y el campo magnético H se expande en una dirección paralela a los lados largos de la guía de onda.

El acoplador en T más utilizado habitualmente para los distribuidores de energía en la tecnología de guías de onda es la unión en T en el plano H, representada esquemáticamente en la figura 1a. Las guías de onda tienen una sección rectangular, estando cada guía de onda delimitada por una pared metálica periférica constituida por dos lados largos,
25 dos lados cortos y comprendiendo un puerto de entrada o de salida. Las tres guías de onda de entrada y de salida 10, 20 y 30 están montadas planas sobre su lado largo y se extienden en un mismo plano XY, siendo la guía de onda de entrada 30 perpendicular a las dos guías de onda de salida laterales 10 y 20. Se dice que la unión está en el plano H porque los puertos de salida 11, 21 de las dos guías de onda laterales 10 y 20, que forman la barra horizontal de una T, están orientados en el mismo plano XY que el campo H establecido en el puerto de entrada 31 de la guía de onda
30 de entrada 30.

La unión en T en el plano H se utiliza con frecuencia en una red de distribución de guías de onda para conectar los dos puertos de salida 11, 21 a dos elementos radiantes 12, 22, como, por ejemplo, unas bocinas compactas, formando el conjunto una red radiante que se puede utilizar en una antena plana. La red radiante representada en la figura 1b,
35 comprende una unión en T en el plano H montada en paralelo al plano XZ y dos bocinas radiantes orientadas a lo largo del eje Z y conectadas a los dos puertos de salida de la unión en T. Por razones de espacio, en particular, para bandas de baja frecuencia, podría ser deseable que la red de distribución esté situada en el plano XY, lo que permite reducir el espesor de la red de distribución en la dirección Z. En ese caso, los elementos radiantes pueden ser alimentados por la red de distribución por medio de una ranura de acoplamiento electromagnético 13, 23, como se muestra en la figura 1c. Esta técnica de acoplamiento es sensible a la dirección de propagación de la onda
40 electromagnética incidente. Si los dos elementos radiantes 12, 22 son excitados por ondas electromagnéticas que se propagan en direcciones opuestas, entonces irradian en oposición de fase. La red de distribución debe entonces compensar esta diferencia en la fase de excitación. Si esta red de distribución está constituida por una unión en T en el plano H, para que los elementos radiantes sean excitados en fase por una misma fuente de alimentación e irradian coherentemente, es necesario añadir una prolongación (stub) 14, constituida por un tramo de guía de onda, que tiene una longitud igual a la mitad de la longitud de una onda guiada, en uno de los dos puertos de salida 11 o 21. Este tramo de guía de onda 14 realiza una inversión de fase de 180° que compensa la diferencia de fase debida a la
45 excitación por una rendija electromagnética. Este tramo de guía de onda adicional aumenta la distancia entre dos elementos radiantes, como se muestra en el ejemplo de la figura 1c en el que la red radiante comprende una unión en T en el plano H orientada en paralelo al plano XY, y dos elementos radiantes de tipo bocina orientados en la dirección Z. Adicionalmente, el distribuidor de energía así formado es asimétrico, lo que es perjudicial para el rendimiento en el ancho de banda de la red radiante.
50

Para excitar los elementos radiantes en fase con una red de distribución simétrica y compacta, es entonces necesario disponer de un acoplador en T en el plano E, como se muestra en las figuras 2a y 2b. El acoplador en T en el plano E representado esquemáticamente en la figura 2a permite excitar dos elementos radiantes en fase, sin necesidad de un
55 tramo de guía de onda adicional. En esta unión en T en el plano E, las dos guías de onda laterales 10 y 20 están montadas planas sobre su lado largo y en la prolongación la una de la otra en la misma dirección X del plano XY, y la guía de onda de entrada 30 está acoplada en perpendicular a las dos guías de onda laterales 10 y 20 y se extiende en una dirección Z perpendicular al plano XY. Se dice que la unión está en el plano E porque los dos puertos de salida 11, 21 en los extremos de las dos guías de onda laterales 10, 20 que forman la barra transversal de una T, están en el mismo plano XY que el campo E establecido en el puerto de entrada de la guía de onda de entrada 30. No obstante,
60

esta unión en T conocida está caracterizada por un puerto de entrada 31 dispuesto en una dirección normal Z al plano XY formado por los lados largos de las guías de salida rectangulares. Esta disposición aumenta el tamaño en altura del acoplador y el tamaño de un distribuidor de energía y de una antena plana que comprende tal acoplador en T en el plano E y de elementos radiantes 12, 22 acoplados a este distribuidor de energía a través de las respectivas ranuras de acoplamiento 13, 23.

Como se ha representado en la figura 3, también es posible realizar un acoplador en T en el plano E montando la guía de onda de entrada 30 y las dos guías de onda de salida laterales 10, 20 planas sobre dos pisos distintos superpuestas la una encima de la otra, siendo los lados largos de todas las guías de onda 10, 20, 30 paralelos al plano XY. En ese caso, las dos guías de onda de salida laterales se reemplazan por una única guía de onda 40 que conecta los dos puertos de salida 11, 21. Si la guía de onda de entrada 30 está dispuesta en el piso inferior y la guía de onda de salida 40 está situada en el piso superior, el acoplamiento en el plano E se opera formando una ranura 35 en el extremo de la guía de onda de entrada 30, en la pared superior, y una ranura correspondiente en el centro de la pared inferior de la guía de onda de salida 40 que conecta los dos puertos de salida. Al estar el acoplamiento entre el puerto de entrada 31 y los puertos de salida 11, 21 en el plano E, los dos puertos de salida 11, 21 se pueden conectar a dos elementos radiantes de modo que irradian en coherencia de fase. Por lo tanto, no es necesario añadir un tramo de guía de onda en uno de los puertos de salida, lo que mejora la compacidad del distribuidor de energía obtenido. Sin embargo, para excitar las guías de onda laterales simétricamente, es necesario que las ranuras de acoplamiento estén formadas en la guía de onda de entrada de manera asimétrica. En particular, en la figura 3, la ranura de acoplamiento está dispuesta en el borde de la guía de onda de entrada y no en el centro. De lo que resulta, como en el caso de un acoplador en T en el plano H, una asimetría del distribuidor de energía. Esta asimetría da como resultado un acoplamiento desequilibrado entre los puertos de salida y también altera el ancho de banda de la antena obtenida. También afecta negativamente a la compacidad de la red radiante.

A modo de técnica anterior conocida, se puede citar el dispositivo objeto de la patente US 3.247.512, que desvela una antena que comprende una primera y una segunda red planas dispuestas ortogonalmente entre sí. Los elementos radiantes que forman el haz del primer conjunto preferentemente están dispuestos en paralelo entre sí y separados los unos de los otros para permitir que las ranuras radiantes de los elementos radiantes de la segunda red estén dispuestas entre los elementos radiantes de la primera red. Sin embargo, el dispositivo divulgado en este documento presenta una estructura global determinada, destinada a formar dos haces ortogonales, lo que no constituye una solución al problema técnico en cuestión al que se refiere la presente solicitud.

El objetivo de la invención es resolver los problemas de los distribuidores de energía existentes y proponer un nuevo distribuidor de energía en la tecnología de las guías de onda que comprenda un acoplador en T en el plano E perfectamente simétrico y más compacto en altura, que permita alimentar los elementos radiantes en fase sin añadir una prolongación, pudiendo así contribuir a la reducción del tamaño de los distribuidores de energía utilizados en redes de elementos radiantes en una banda de baja frecuencia, como en las bandas C, L o S.

Para hacerlo, la invención se refiere a un distribuidor de energía según la reivindicación 1 que comprende, entre otras cosas, al menos dos guías de onda laterales de sección rectangular paralelas entre sí y una guía de onda transversal de sección rectangular que comprende dos extremos opuestos conectados respectivamente a las dos guías de onda laterales. Las dos guías de onda laterales están orientadas en una dirección Y, y montadas planas con su lado largo paralelo a un plano XY, la guía de onda transversal está orientada en una dirección X perpendicular a la dirección Y, y montada sobre la sección con su lado corto paralelo al plano XY. Cada guía de onda lateral está acoplada a la guía de onda transversal por un acoplador en T en el plano E de unión empotrada, estando ambos extremos de la guía de onda transversal empotrados respectivamente en cada guía de onda lateral, en el centro de dicha guía de onda lateral respectiva.

Cada una de las dos guías de onda laterales comprende dos extremos opuestos que constituyen cuatro puertos de entrada/salida y la guía de onda transversal tiene un puerto de alimentación central.

Según un modo de realización, al nivel de cada unión empotrada, la guía de onda transversal puede comprender una cavidad externa provista de una película absorbente y una ranura de acoplamiento que desemboca en la cavidad externa.

La invención también se refiere a una red radiante que comprende al menos un distribuidor de energía y cuatro elementos radiantes acoplados respectivamente a los cuatro puertos del distribuidor de energía.

La invención también se refiere a una antena de formación de haces que comprende al menos una red radiante.

Según un modo de realización, la antena de formación de haces comprende al menos dos distribuidores de energía dispuestos en paralelo entre sí e interconectados en la dirección Y de las guías de onda laterales de los dos distribuidores de energía por unos transductores ortomodo OMT y unos elementos radiantes acoplados respectivamente a los puertos de salida de los respectivos transductores ortomodo.

Según otro modo de realización, la antena de formación de haces comprende al menos dos distribuidores de energía dispuestos en perpendicular entre sí e interconectados por unos transductores ortomodo OMT, y unos elementos radiantes acoplados respectivamente a los puertos de salida de los respectivos transductores ortomodo OMT.

Ventajosamente, la antena de formación de haces además puede comprender al menos un reflector y de al menos dos redes radiantes idénticas adyacentes montadas delante del reflector, estando las dos redes radiantes adyacentes dedicadas a dos polarizaciones diferentes ortogonales entre sí.

5 Ventajosamente, la antena de formación de haces comprende al menos cuatro distribuidores de energía y de unos medios de combinación/división de energía conectados entre los puertos de los distribuidores de energía y los puertos de entrada de cada OMT, estando los distribuidores de energía interconectados de dos en dos en dos direcciones ortogonales X, Y de un plano XY.

10 Ventajosamente, los medios de combinación/división de energía comprenden unos acopladores en T en el plano E de unión empotrada con cuatro puertos, estando los cuatro accesos constituidos por dos accesos de entrada orientados en la dirección X y por dos accesos de salida orientados en la dirección Y, conectando tres puertos, en la dirección Y, las guías de onda laterales a la guía de onda transversal de un primer distribuidor de energía, conectando el cuarto puerto, en dirección X, la guía de onda transversal del primer distribuidor de energía a una guía de onda transversal de un segundo distribuidor de energía adyacente.

15 Otras particularidades y ventajas de la invención aparecerán claramente en lo que sigue de la descripción aportada a modo de ejemplo meramente ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que representan:

- figura 1a: un diagrama en perspectiva de un ejemplo de acoplador en T en el plano H, según la técnica anterior;
- figura 1b: un diagrama en sección de un ejemplo de red radiante que comprende el acoplador en T en el plano H de la figura 1a montado en paralelo al plano XZ de la red radiante, según la técnica anterior;
- 20 - figura 1c: un diagrama en sección de un ejemplo de red radiante que comprende el acoplador en T en el plano H de la figura 1a montado en paralelo al plano XY de la red radiante, según la técnica anterior;
- figura 2a: un diagrama en perspectiva de un primer ejemplo de acoplador en T en el plano E, según la técnica anterior;
- figura 2b: un diagrama en sección de un ejemplo de red radiante que comprende el acoplador en T en el plano E de la figura 2a orientado en el plano XY, según la técnica anterior;
- 25 - figura 3: un diagrama en perspectiva de un segundo ejemplo de acoplador en T en el plano E, según la técnica anterior;
- figura 4a: un diagrama en perspectiva de un ejemplo de acoplador en T en el plano E de unión empotrada con tres puertos, que se utiliza en la invención;
- 30 - figura 4b: un diagrama en perspectiva de un acoplador en T en el plano E de unión empotrada con tres puertos que comprende una cavidad absorbente, que se utiliza en la invención;
- figura 5: un diagrama en sección en el plano YZ, de un ejemplo de red radiante que utiliza un acoplador en T en el plano E, según un ejemplo;
- 35 - figura 6a: una vista en planta esquemática de un ejemplo de red de distribución de energía de cuatro puertos que comprende dos acopladores en T en el plano E, según la invención;
- figura 6b: una vista esquemática en sección de una antena que comprende dos distribuidores de energía idénticos alimentados por unas fuentes de alimentación dedicadas y conectadas a unos elementos radiantes, según la invención;
- 40 - figura 7a: una vista en planta esquemática de un ejemplo de red de distribución de energía que comprende tres distribuidores con cuatro puertos, idénticos a los de la figura 6a, dispuestos en paralelo entre sí e interconectados por unos OMT, según la invención;
- figura 7b: una vista esquemática en sección de un ejemplo de antena multihaz que comprende la red de distribución de energía de la figura 7a acoplada a unos elementos radiantes y formando unas fuentes primarias colocadas en el plano focal de un reflector de la antena multihaz, según la invención;
- 45 - figura 7c: un ejemplo de conexión de dos distribuidores de energía por unos OMT según la invención;
- figura 7d: una vista en planta esquemática de un ejemplo de red de distribución de energía que comprende tres distribuidores con cuatro puertos, idénticos a los de la figura 6a, dispuestos en perpendicular entre sí e interconectados por unos OMT, según la invención;
- 50 - figura 8: una vista esquemática longitudinal de un ejemplo de transductor ortomodo con tabique (septum), que se puede utilizar en la invención.
- figura 9: un diagrama en planta de un primer ejemplo de red de distribución que comprende varios distribuidores de energía interconectados de dos en dos en dos direcciones de un plano, según la invención;
- figura 10a: un diagrama en sección longitudinal de un ejemplo de acoplador direccional acoplado a un elemento radiante por medio de un OMT, según la invención;
- 55 - figura 10b: un diagrama en sección longitudinal de un ejemplo de circulador de ferrita acoplado a un elemento radiante por medio de un OMT, que se puede utilizar en la invención;
- figura 11: un diagrama en perspectiva de un acoplador en T en el plano E de unión empotrada con cuatro puertos, que se utiliza en la invención;
- 60 - figura 12: un diagrama en planta de un segundo ejemplo de red de distribución que comprende varios distribuidores de energía interconectados de dos en dos en dos direcciones de un plano, según la invención;
- figura 13: un diagrama en perspectiva de un acoplador en T en el plano E de unión empotrada con cuatro puertos que comprende una cavidad absorbente, que se utiliza en la invención.

La figura 4a representa un ejemplo de acoplador en T en el plano E que se utiliza en la invención. El acoplador en T comprende una unión empotrada y puede comprender de tres o cuatro puertos de entrada/salida. En la figura 4a, el acoplador en T 24 comprende tres guías de onda 10, 20, 30, estando cada guía de onda delimitada por una pared metálica periférica constituida por dos lados largos, por dos lados cortos y comprendiendo un puerto de entrada o salida 11, 21, 31. Dos guías de onda laterales 10 y 20 están montadas planas sobre su lado largo y una guía de onda central 30 está montada sobre la sección por su lado corto y empotrada entre las dos guías de onda laterales 10, 20. De este modo, las guías de onda laterales 10, 20 tienen sus paredes de mayor anchura paralelas al plano XY, mientras que la guía de onda central 30 tiene sus paredes de mayor anchura perpendiculares al plano XY. Todas las guías de onda y todos los puertos de entrada y salida son, por lo tanto, paralelos al plano XY, pero el eje longitudinal de la guía de onda central 30 está orientado en la dirección X en perpendicular a los ejes longitudinales de las dos guías de onda laterales 10, 20 que están orientadas en la dirección Y. El empotramiento de la guía de onda central 30 entre las dos guías de onda laterales 10, 20 permite limitar el grosor del acoplador a la anchura L de un lado largo de la guía de onda central 30. Los extremos de las guías de onda laterales 10, 20 forman dos puertos laterales 11, 21 de salida o de entrada, orientados en la dirección Y, y uno de los extremos de la guía de onda central 30 forma un puerto de entrada o de salida, 31 orientado en la dirección X perpendicular a la dirección Y. Las tres guías de onda están dispuestas en un mismo plano XY. La estructura del acoplador es entonces perfectamente simétrica, los puertos de entrada/salida de las guías de onda laterales están dispuestos simétricamente con respecto al puerto de entrada/salida de la guía de onda central, y los acoplamientos del puerto 31 de la guía de onda central hacia los dos puertos 11, 21 de las dos guías de onda laterales están perfectamente equilibrados. Al estar la unión de este acoplador en T en el plano E empotrada, este acoplador en T tiene la ventaja de ser perfectamente simétrico, más simple de producir y permite realizar un distribuidor de energía simétrico más compacto que todos los distribuidores de energía conocidos. Para adaptar los dos puertos 11, 21 de las dos guías de onda laterales, es necesario que las secciones de las guías de onda laterales 10, 20 sean menos anchas que la sección de la guía de onda central 30.

El acoplador en T en el plano E de unión empotrada 24 forma un distribuidor de energía simétrico entre un puerto de entrada/salida 31 de la guía de onda central y dos puertos de salida/entrada 11, 21 de las guías de onda laterales y se puede utilizar para alimentar en fase dos elementos radiantes diferentes de una red radiante 50, como se ha representado, por ejemplo, en la figura 5. Dos elementos radiantes 51, 52, por ejemplo, unas bocinas o cavidades radiantes tales como las cavidades de Fabry-Perot, pueden acoplarse a los dos puertos 11, 21 de las guías de onda laterales 10, 20 del acoplador en el plano E de unión empotrada y ser alimentados en fase por una fuente de alimentación 53 conectada al puerto 31 de la guía de onda central 30. La conexión entre cada puerto lateral 11, 21 y los dos elementos radiantes correspondientes, se puede realizar mediante una guía de onda acodada. Los dos elementos radiantes 51, 52 conectados en red por el acoplador en T en el plano E forman una red radiante 50 que se puede utilizar, sola o en combinación con otros elementos radiantes en red, en una antena plana que funciona en emisión o en recepción.

El acoplador en T 24 de unión empotrada con tres puertos representados en la figura 4a es sensible en cuanto a adaptación a la coherencia de fase de las señales incidentes en los dos puertos 21 y 11 de las guías de onda laterales cuando el distribuidor de energía funciona en recepción. Si las señales incidentes ya no están en oposición de fase, como es el caso, por ejemplo, para las señales recibidas por los elementos radiantes para una onda incidente con una dirección no normal a la superficie de la red, entonces, las señales están ligeramente desequilibradas en fase. Esto puede tener como resultado un desajuste del acoplador en T de tres puertos, nefasto para el diagrama de radiación de la red radiante. En ese caso, como se ha representado en la figura 4b, el acoplador en T de unión empotrada con tres puertos 24 puede comprender una cavidad 25 al fondo de la cual se deposita una película absorbente 26. La cavidad provista de la película absorbente puede, por ejemplo, estar formada debajo de la pared inferior 27 de la guía de onda central 30 del acoplador 24 y alimentarse a través de una ranura longitudinal 28 formada en dicha pared inferior 27. La cavidad 25 provista de la película absorbente 26 permite absorber las ondas electromagnéticas que se propagan por el distribuidor de energía y que no cumplen las condiciones de fase necesarias para el funcionamiento del acoplador en T en el plano E.

La figura 6a representa un ejemplo de red de distribución de energía con cuatro puertos de salida que comprende dos acopladores en T en el plano E de unión empotrada, según la invención. El distribuidor de energía comprende dos guías de onda laterales 61, 62 paralelas entre sí y de una guía de onda transversal 63 acoplada en perpendicular a las dos guías de onda laterales, realizándose el acoplamiento entre cada guía de onda lateral y la guía de onda transversal mediante un acoplador en T en el plano E con una unión empotrada según la invención. Cada guía de onda lateral 61, 62 está montada plana con sus lados largos paralelos al plano XY, y la guía de onda transversal 63 está montada sobre la sección con sus lados largos perpendiculares al plano XY. La guía de onda transversal comprende dos extremos 63a, 63b empotrados respectivamente en cada guía de onda lateral. El distribuidor de energía 60 es perfectamente simétrico, estando las dos uniones en T en el plano E empotradas en el centro de cada guía de onda lateral al nivel de los dos extremos 63a, 63b de la guía de onda transversal 63. Cada guía de onda lateral comprende dos extremos opuestos que constituyen dos puertos de entrada/salida 64, 65, respectivamente, 66 y 67, del distribuidor de energía 60, a los que se pueden acoplar cuatro elementos radiantes, constituyendo entonces cada puerto de salida/entrada 64, 65, 66, 67 del distribuidor de energía 60 un puerto de entrada/salida de un elemento radiante. El distribuidor de energía 60 también comprende un puerto de alimentación 68 formado en el centro de la guía de onda transversal, en una de las paredes superior o inferior. El puerto de alimentación 68 se puede conectar a una fuente de alimentación, no representada, cuya energía será distribuida por el distribuidor de energía 60 hasta los

cuatro puertos de salida/entrada 64, 65, 66, 67 para alimentar en fase los cuatro puertos de entrada/salida de los correspondientes elementos radiantes. En caso de que el acoplador en T en el plano E de unión empotrada comprenda una cavidad externa 25 provista de una película absorbente 26, como se ha representado en las figuras 4b y 13, al nivel de cada unión empotrada, la guía de onda transversal 63 comprende una ranura de acoplamiento 28 formada en una pared periférica y que desemboca en la cavidad externa 25. El conjunto constituido por el distribuidor de energía 60 y por los elementos radiantes 69 constituye una red radiante que puede utilizarse como una antena plana que funciona en monopolización. Los cuatro elementos radiantes 69 conectados en red por la red de distribución de energía 60 irradian en fase y participan en la formación de un mismo haz 1. Es posible combinar varias redes radiantes idénticas para obtener la formación de varios haces contiguos. Las redes radiantes se pueden utilizar solas como antena de radiación directa o se pueden utilizar en combinación con uno o varios reflectores.

Como se ha representado en el ejemplo de la figura 6b, que representa una vista esquemática en sección de una antena que comprende dos conjuntos radiantes montados en el plano focal de un reflector 89, utilizando varios distribuidores de energía idénticos 60, 70 alimentados por unas fuentes de alimentación dedicadas, es posible realizar varias antenas planas idénticas, que utilizadas como fuentes primarias colocadas en el plano focal de un reflector parabólico 89, generan unos haces contiguos. Cada haz 1, 2 está formado por cuatro elementos radiantes 69, 79 respectivos, de los que dos elementos radiantes son visibles en la vista en sección de la figura 6b. Los cuatro elementos radiantes que forman cada haz 1, 2 están conectados respectivamente a los cuatro puertos de salida/entrada de un distribuidor de energía dedicado 60, 70 y están alimentados en fase y con una polarización idéntica por una fuente de alimentación central conectada al respectivo puerto de alimentación 68, 78 del correspondiente distribuidor de energía 60, 70.

Las figuras 7a y 7c representan un ejemplo de una red de distribución de energía que comprende tres distribuidores de energía 60, 70, 80, que tienen cada uno cuatro puertos de salida/entrada, según la invención. Los tres distribuidores de energía 60, 70, 80 están dispuestos uno al lado del otro en paralelo y acoplados a unos diplexores de polarización o unos transductores de ortomodo OMT 71, 72, 73, 74 (en inglés: Orthogonal Mode Transducer) para alimentar unos elementos radiantes 69 en dos polarizaciones ortogonales P1, P2. Cada distribuidor de energía es idéntico al de la figura 6a, pero dos distribuidores de energía adyacentes están dedicados a dos polarizaciones diferentes y ortogonales entre sí. Los OMT 71, 72, 73, 74 constituyen los puertos de entrada/salida de los elementos radiantes 69. Esta red de distribución se puede utilizar sola como antena de radiación directa o, como se ha representado en la figura 7b, esta red de distribución se puede utilizar como una red de fuentes primarias colocada en el plano focal de un reflector 89 de una antena multihaz. Cada fuente primaria está entonces constituida por cuatro elementos radiantes acoplados en fase y alimentados con una polarización idéntica por uno de los distribuidores de energía y permite formar un haz. Dos distribuidores de energía adyacentes están alimentados con dos polarizaciones diferentes ortogonales entre sí, lo que permite formar dos haces adyacentes polarizados ortogonalmente y desfasados espacialmente.

Como alternativa, en el ejemplo de la figura 7d, se pueden disponer dos redes de distribución adyacentes perpendiculares entre sí. En esta segunda configuración, las redes de distribución adyacentes están acopladas a unos OMT que comprenden dos puertos ortogonales entre sí.

En estos dos ejemplos de realización, dos distribuidores de energía adyacentes 60, 70 corresponden respectivamente a dos polarizaciones ortogonales diferentes y que permiten producir dos haces adyacentes polarizados ortogonalmente y desfasados espacialmente.

Para que los haces 1, 2, 3 producidos por el reflector 89 se solapen en un nivel elevado, como se ha representado en la figura 7b, es necesario que las aberturas radiantes 4, 5, 6 de las fuentes primarias se entrelacen. La figura 7c ilustra el caso en el que las aberturas radiantes de las fuentes primarias están entrelazadas en la dirección Y. Para hacerlo, según la invención, los distribuidores de energía 60, 70, 80 se disponen los unos junto a los otros y se interconectan de dos en dos mediante unos transductores ortomodo OMT 71, 72, 73, 74 con dos puertos de entrada y una salida capaz de suministrar dos polarizaciones ortogonales lineales o circulares. De este modo, un OMT que permite diplexar las señales de entrada en dos señales de polarización circular puede ser, por ejemplo, del tipo de polarizador de tabique.

La figura 8 ilustra una vista longitudinal de un ejemplo de transductor ortomodo de tipo polarizador de tabique que puede utilizarse en la invención. El OMT de tipo de polarizador de tabique está constituido por una guía de onda que comprende dos puertos de entrada 83, 84 que funcionan en oposición de fase, un puerto de salida 85 que funciona según dos polarizaciones ortogonales y de una lámina interna longitudinal 86, denominada tabique, que separa los dos puertos de entrada y se extiende en la dirección Z sobre una parte de la longitud de la guía de onda OMT. La lámina interna 86 del tabique comprende diferentes escalones que permiten transformar un campo electromagnético de polarización lineal a la entrada del tabique en un campo electromagnético de polarización circular hacia la derecha o la izquierda, a la salida del tabique, según el puerto de entrada excitado. El OMT de tipo polarizador de tabique funciona con una polarización circular, pero también es posible utilizar un OMT que funcione con una polarización lineal para producir haces de polarizaciones lineales ortogonales.

Cuando la red de distribución de energía comprende dos distribuidores de energía 60, 70, los dos distribuidores de energía se pueden interconectar por medio de dos OMT 71, 72, estando el puerto de salida 85 de cada OMT destinado a conectarse a un elemento radiante 69. En ese caso, los dos puertos de entrada 83, 84 de cada OMT 71, 72 están

conectados respectivamente a dos puertos de salida 65, 75, respectivamente 67 y 77, que pertenecen a cada uno de los dos distribuidores de energía. Cuando la red de distribución comprende más de dos distribuidores de energía, todos los distribuidores de energía se pueden interconectar por medio de varios OMT 71, 72, 73, 74, estando cada OMT acoplado a dos puertos de salida de dos distribuidores de energía adyacentes 60, 70 o 70, 80. La guía de onda transversal de cada distribuidor de energía comprende un puerto de entrada 68, 78, 88 que puede estar alimentado por una fuente de alimentación dedicada. Por ejemplo, los puertos de entrada 68, 78, 88 de tres distribuidores de energía adyacentes de dos en dos 60, 70, 80 pueden alimentarse con un modo TE₁₀. Cada OMT conectado a dos distribuidores adyacentes 60, 70, 80 producirá dos señales con polarizaciones circulares ortogonales. Según el puerto de entrada del OMT, la polarización circular producida a la salida del OMT será hacia la derecha o la izquierda. De este modo, los OMT conectados a un primer distribuidor de energía pueden estar orientados de manera que se produzcan unas señales en fase y que tengan una misma primera polarización P1 y los OMT conectados a un segundo distribuidor de energía pueden estar orientados de manera que se produzcan unas señales en fase y que tengan una misma segunda polarización P2 ortogonal a P1. Los puertos de salida 85 de cada OMT 71, 72, 73, 74 pueden entonces estar acopladas respectivamente a los respectivos elementos radiantes, por ejemplo, bocinas o cavidades de Fabry-Perot, para obtener redes radiantes capaces de formar haces con la primera polarización P1 o con la segunda polarización P2. Las redes radiantes obtenidas se pueden utilizar como fuente primaria de un reflector parabólico 89 para formar haces adyacentes 1, 2 que tengan dos colores diferentes, correspondiendo los dos colores respectivamente a las polarizaciones P1 y P2.

En los ejemplos representados en las figuras 7a, 7c y 7d, las redes de distribución están interconectadas en una sola dirección Y, lo que permite producir haces entrelazados que se extienden en una sola dirección. Asimismo, con una red de distribución que comprende varios distribuidores de energía 60, 70, 80, 90 interconectados de dos en dos en dos direcciones de un plano XY, como se ha representado en el ejemplo de red de distribución de la figura 9, y en la que se alimenta a los elementos radiantes de distribuidores adyacentes con cuatro colores diferentes, es posible formar haces entrelazados en dos direcciones de un plano, teniendo los haces adyacentes colores diferentes. Los cuatro colores diferentes corresponden a cuatro pares de valores de frecuencia y polarización diferentes (F1, P1), (F2, P1), (F1, P2), (F2, P2). Para hacerlo, es necesario que cada elemento radiante se pueda alimentar con cuatro colores diferentes procedentes de cuatro distribuidores de energía diferentes.

Según un modo de realización, cada elemento radiante 69 se puede alimentar con cuatro colores diferentes utilizando, en la emisión, un medio de combinación de energía conectado entre cada puerto de salida de un distribuidor de energía y cada puerto de entrada 83, 84 de un OMT 71, 72. En recepción, el medio de combinación de energía funciona como un medio de división de energía, los puertos de salida del distribuidor de energía se convierten en puertos de entrada y a la inversa, los puertos de entrada 83, 84 de los OMT 71, 72 se convierten en puertos de salida. El funcionamiento de una antena en recepción es el opuesto al de transmisión, en el resto de la descripción, la calificación de los diferentes puertos corresponde a un funcionamiento en emisión.

El medio de combinación/división de energía 92, 93 se pueden realizar de diversas maneras. En el ejemplo de la figura 10a, se han representado dos medios de combinación/división de energía 92, 93, estando cada medio de combinación/división de energía realizado mediante un acoplador direccional en guías de onda con dos puertos de salida. En la figura 10a, el acoplador direccional comprende dos guías de onda de entrada acopladas entre sí en un extremo por unos orificios 94 formados en la pared metálica interna que separa las dos guías de onda, pero existen muchas otras variantes que se pueden utilizar. Este acoplador con orificios comprende un puerto aislado 95 conectado a una carga resistiva y un puerto de salida 96 conectado a una entrada del OMT 71. Sin embargo, tal combinador/distribuidor de energía atenúa las señales recibidas cuando funciona en recepción. Estas atenuaciones se pueden compensar añadiendo amplificadores de bajo ruido entre los distribuidores de energía y los OMT.

Como alternativa, según otro modo de realización, el combinador/divisor se puede transformar en un circulador 97, por ejemplo, insertando una arandela de ferrita 98 en el combinador/divisor, como se ha representado en el ejemplo de la figura 10b.

Como alternativa, según otro modo de realización de la invención, el medio de combinación/división de energía puede estar constituido por un acoplador en T en el plano E de unión empotrada con cuatro puertos. Como se ha representado en la figura 11, según la invención, el acoplador en T en el plano E de unión empotrada 99 comprende dos guías de onda laterales 10 y 20 montadas planas sobre su lado largo y una guía de onda central 30 montada sobre la sección por su lado corto, estando la guía de onda central 30 empotrada entre las dos guías de onda laterales 10, 20 como la estructura del acoplador en T de unión empotrada representada en la figura 4. Este acoplador en T en el plano E de unión empotrada también comprende dos puertos de salida 11, 21 situados en ambos extremos de las dos guías de onda laterales y un primer puerto de entrada 31 situado en un primer extremo de la guía de onda central. 30. Además, este acoplador en T en el plano E de unión empotrada comprende un segundo puerto de entrada adicional 91 situado en el segundo extremo de la guía de onda central 30, opuesto al primer puerto de entrada 31. Los dos puertos de entrada 31, 91 están orientados en la dirección X perpendicular a la dirección Y de los dos puertos de salida 11, 21. En ese caso, cuando los dos puertos 11, 21 de las guías de onda laterales 10, 20 del acoplador de unión empotrada con cuatro puertos están alimentados en oposición de fase, entonces, las señales se separan a partes iguales hacia los dos puertos 31, 91 de la guía de onda central 30. Esto permite entonces multiplicar por dos el número de puertos de salida del correspondiente distribuidor de energía y por lo tanto el número de puertos de entrada de alimentación de los elementos radiantes que están conectados al mismo. Entonces, es posible realizar una antena de formación de

haces entrelazados en dos direcciones de un plano XY realizando un distribuidor de energía que comprende acopladores en T en el plano E de unión empotrada con cuatro puertos en dos direcciones de un plano, como se ha representado esquemáticamente en el ejemplo de la figura 12. En algunos distribuidores de energía se insertan los acopladores en T en el plano E de unión empotrada con cuatro puertos 99 en lugar de los acopladores en T en el plano E de unión empotrada con tres puertos 24, lo que permite asegurar la unión con un distribuidor de energía adyacente en la dirección X paralela al eje longitudinal de la guía de onda central de cada distribuidor de energía. El cuarto puerto de cada acoplador 99 situado en un extremo de la guía de onda central de un distribuidor de energía está disponible y puede conectarse directamente a la guía de onda central de un distribuidor de energía adyacente. De esta forma, dos distribuidores adyacentes en la dirección X paralela al eje longitudinal de la guía de onda central de cada distribuidor de energía, interconectados por un acoplador 99 de cuatro puertos, comparten una guía de onda lateral, lo que permite entrelazar las correspondientes aberturas radiantes en la dirección X. Entonces es posible formar haces entrelazados en dos direcciones de un plano, teniendo los haces adyacentes colores diferentes. Los cuatro colores diferentes corresponden a cuatro pares de valores de frecuencia y polarización diferentes (F1, P1), (F2, P1), (F1, P2), (F2, P2). De la misma forma que para el distribuidor de la figura 9, la unión empotrada con cuatro puertos 99 divide las señales recibidas por los elementos radiantes y las dirige hacia los puertos de salida 78, 78b cuando está funcionando en recepción. Estas atenuaciones se pueden compensar añadiendo amplificadores de bajo ruido entre los distribuidores de energía y los OMT.

Para una utilización en emisión, los acoplamientos entre los dos puertos de entrada 31, 91 del acoplador en T en el plano E de unión empotrada son importantes y dan como resultado acoplamientos importantes al nivel de los puertos de entrada de alimentación 68, 78, 88 del distribuidor de energía, lo que requiere el empleo de aisladores a este nivel. Además, para limitar este acoplamiento entre puertos y reducir las pérdidas de energía en estos aisladores, También es posible incluir una arandela de ferrita en el centro de la unión empotrada del acoplador. El acoplamiento entre los dos puertos de entrada 31 y 91 se modifica entonces significativamente, y las señales emitidas hacia los puertos de entrada 31 o 91 del acoplador en T se dirigen entonces integralmente, separándose a partes iguales hacia los dos puertos de salida 11 y 21.

El acoplador en T 99 de unión empotrada con cuatro puertos representado en la figura 11 es sensible en cuanto a adaptación a la coherencia de fase de las señales incidentes en los puertos 21 y 11 cuando el distribuidor funciona en recepción, o en los puertos 31 y 91 cuando el distribuidor funciona en emisión. Si las señales incidentes ya no están en oposición de fase, como es el caso, por ejemplo, de las señales recibidas por los elementos radiantes para una onda incidente con una dirección no normal a la superficie de la red, entonces, las señales están ligeramente desequilibradas en fase. Esto puede resultar en un desajuste del acoplador en T de cuatro puertos 99, nefasto para el diagrama de radiación de la red radiante. En ese caso, como se ha representado en la figura 13, el acoplador en T de unión empotrada con cuatro puertos 99 puede comprender una cavidad 100 en el fondo de la cual se deposita una película absorbente 101. La cavidad absorbente puede formarse, por ejemplo, debajo de la pared inferior 104 de la guía de onda central 30 del acoplador 99 y se alimenta a través de dos ranuras longitudinales 102, 103 formadas en dicha pared inferior 104.

REIVINDICACIONES

1. Distribuidor de energía que comprende al menos dos guías de onda laterales (61, 62) de sección rectangular paralelas entre sí y una guía de onda transversal (63) de sección rectangular que comprende dos extremos opuestos (63a, 63b) conectados respectivamente a las dos guías de onda laterales, comprendiendo cada una de las dos guías de onda laterales (61, 62) dos extremos opuestos que constituyen cuatro puertos de entrada/salida (64, 65, 66, 67) configurados para alimentar unos elementos radiantes y comprendiendo la guía de onda transversal (63) un puerto de alimentación central (68) configurado para permitir la conexión del dispositivo a una fuente de emisión, estando las dos guías de onda laterales (61, 62) orientadas en una dirección Y, y montadas planas con su lado largo paralelo a un plano XY, estando la guía de onda transversal (63) orientada en una dirección X perpendicular a la dirección Y, y montada sobre una sección con su lado corto paralelo al plano XY, estando cada guía de onda lateral acoplada a la guía de onda transversal mediante un acoplador en T en el plano E de unión empotrada, estando ambos extremos (63a, 63b) de la guía de onda transversal (63) empotrados respectivamente en cada guía de onda lateral (61, 62), en el centro de dicha guía de onda lateral respectiva.
2. Distribuidor de energía según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, al nivel de cada unión empotrada, la guía de onda transversal (63) comprende una cavidad externa (25) provista de una película absorbente (26) y de una ranura de acoplamiento (28) que desemboca en la cavidad externa.
3. Red radiante, **caracterizada porque** comprende al menos un distribuidor de energía (60) según la reivindicación 2, y cuatro elementos radiantes (69) acoplados respectivamente a los cuatro puertos (64, 65, 66, 67) del distribuidor de energía (60).
4. Antena de formación de haces, **caracterizada porque** comprende al menos una red radiante según la reivindicación 3.
5. Antena de formación de haces según la reivindicación 4, **caracterizada porque** comprende al menos dos distribuidores de energía (60, 70) dispuestos en paralelo entre sí e interconectados, en la dirección Y de las guías de onda laterales de los dos distribuidores de energía, mediante unos transductores ortomodo OMT (71, 72, 73, 74), y elementos radiantes acoplados respectivamente a los puertos de salida (85) de los respectivos transductores ortomodo (71, 72, 73, 74).
6. Antena de formación de haces según la reivindicación 4, **caracterizada porque** comprende al menos dos distribuidores de energía (60, 70) dispuestos perpendiculares entre sí e interconectados por unos transductores ortomodo OMT (71, 72, 73, 74), y unos elementos radiantes acoplados respectivamente a los puertos de salida (85) de los respectivos transductores ortomodo (71, 72, 73, 74).
7. Antena de formación de haces según la reivindicación 4, **caracterizada porque** comprende al menos un reflector (89) y al menos dos redes radiantes idénticas adyacentes montadas delante del reflector, estando las dos redes radiantes adyacentes dedicadas a dos polarizaciones diferentes ortogonales entre sí.
8. Antena de formación de haces según una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizada porque** comprende al menos cuatro distribuidores de energía y medios de combinación/división de la energía (92, 93, 97, 99) conectados entre los puertos (64, 65, 66, 67) de los distribuidores de energía y los puertos de entrada (83, 84) de cada OMT (71, 72, 73, 74), estando los distribuidores de energía interconectados de dos en dos en dos direcciones ortogonales X, Y de un plano XY.
9. Antena de formación de haces según la reivindicación 8, **caracterizada porque** los medios de combinación/división de energía comprenden unos acopladores en T en el plano E de unión empotrada con cuatro puertos (99), estando los cuatro puertos constituidos por dos puertos de entrada (31, 91) orientados en la dirección X y dos puertos de salida (11, 21) orientados en la dirección Y, conectando tres puertos, en la dirección Y, las guías de onda laterales a la guía de onda transversal de un primer distribuidor de energía, conectando el cuarto puerto, en dirección X, la guía de onda transversal del primer distribuidor de energía a una guía de onda transversal de un segundo distribuidor de energía adyacente.

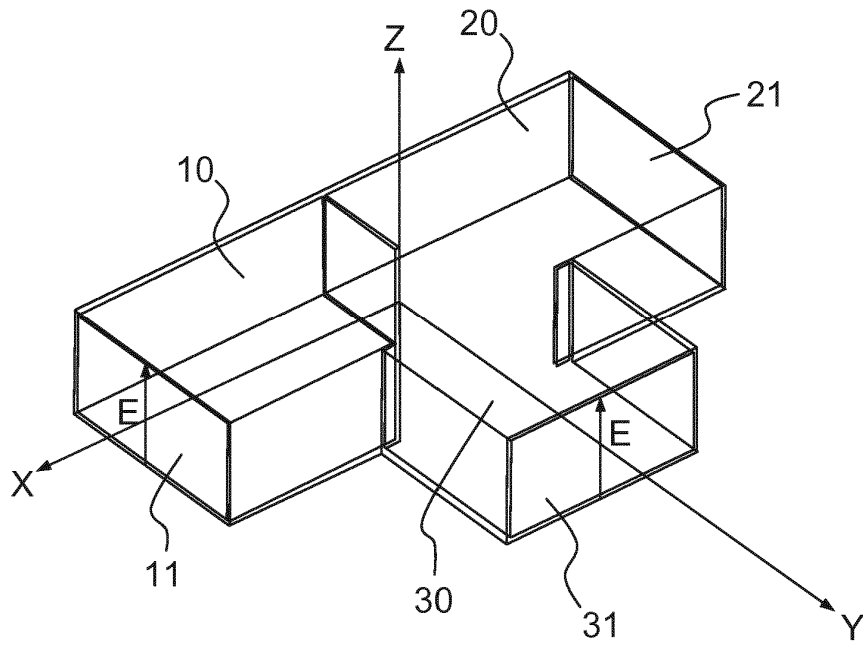


FIG.1a

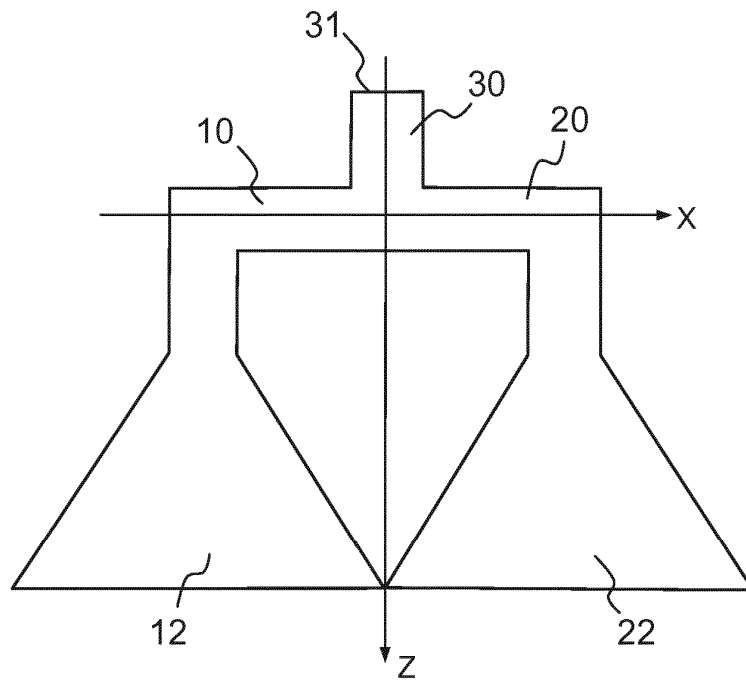


FIG.1b

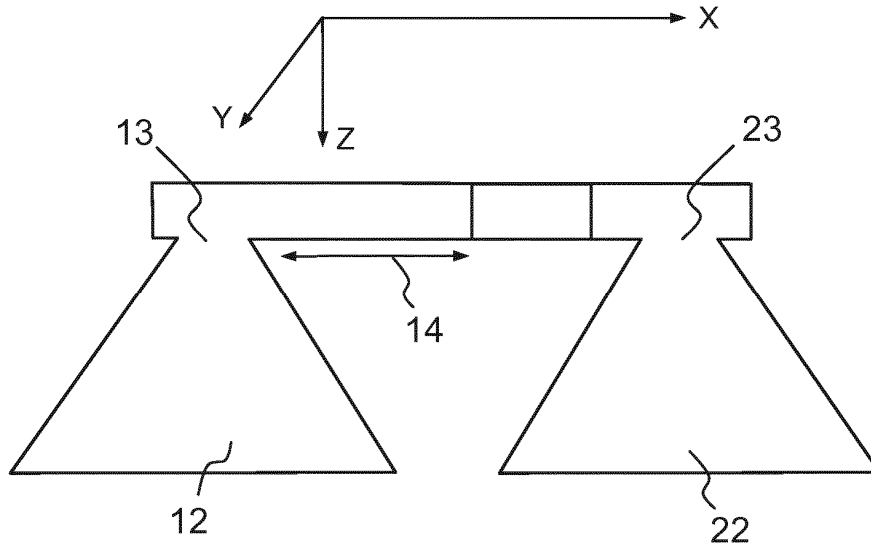


FIG. 1c

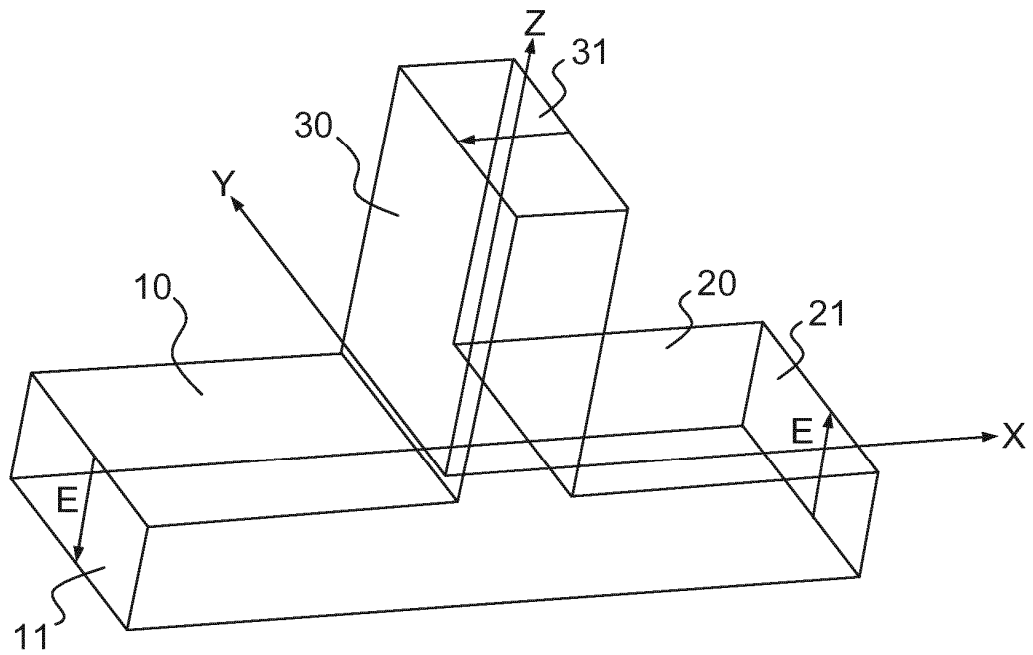


FIG. 2a

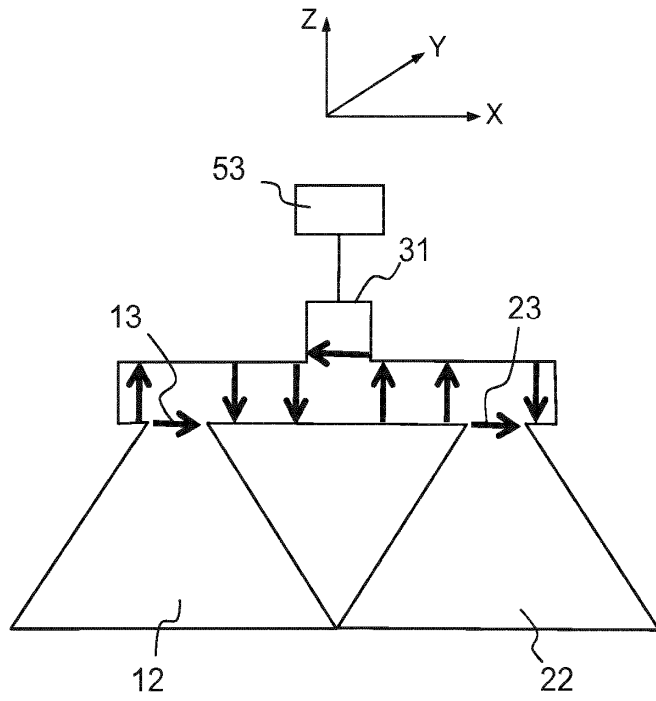


FIG. 2b

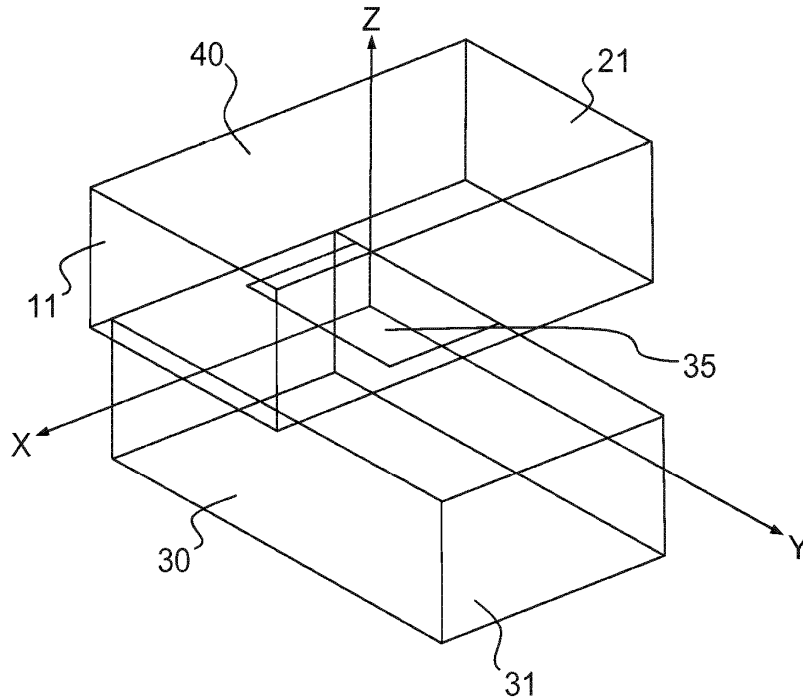
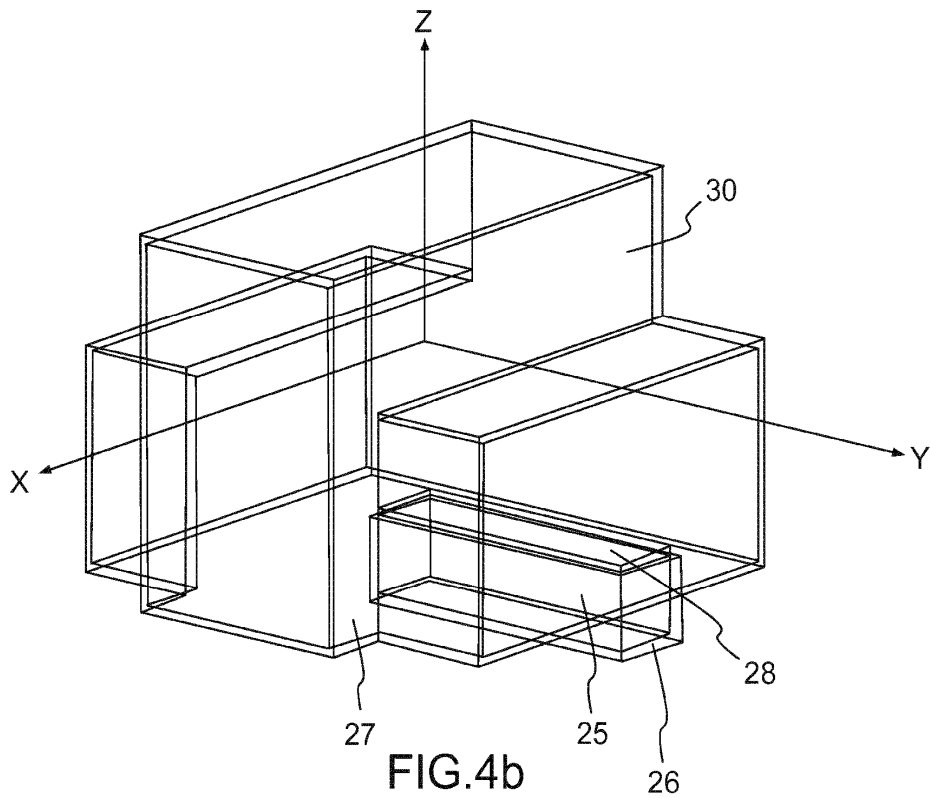
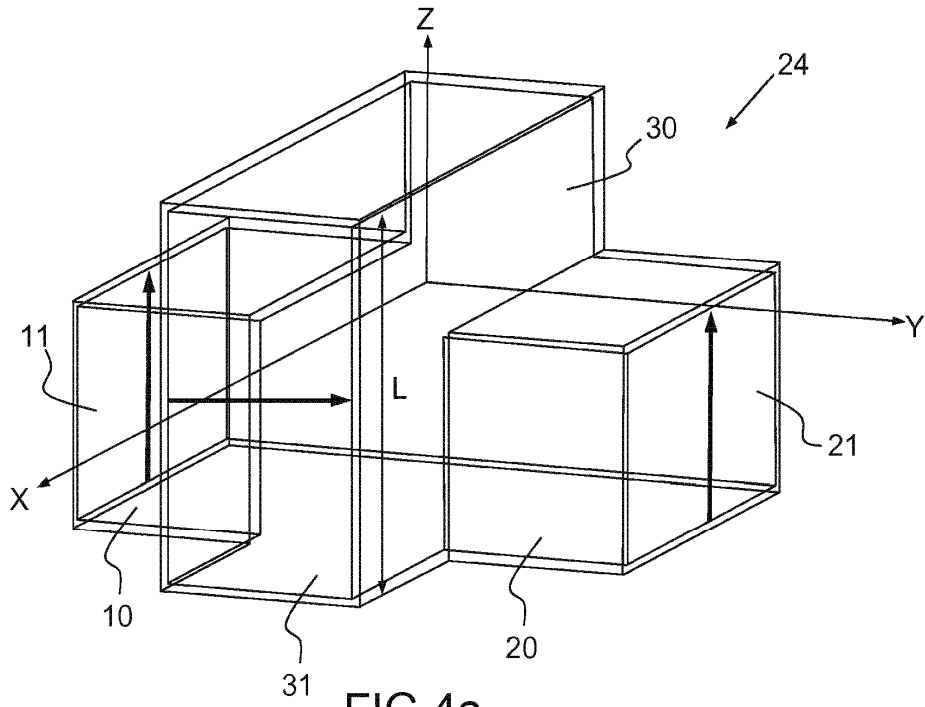


FIG. 3



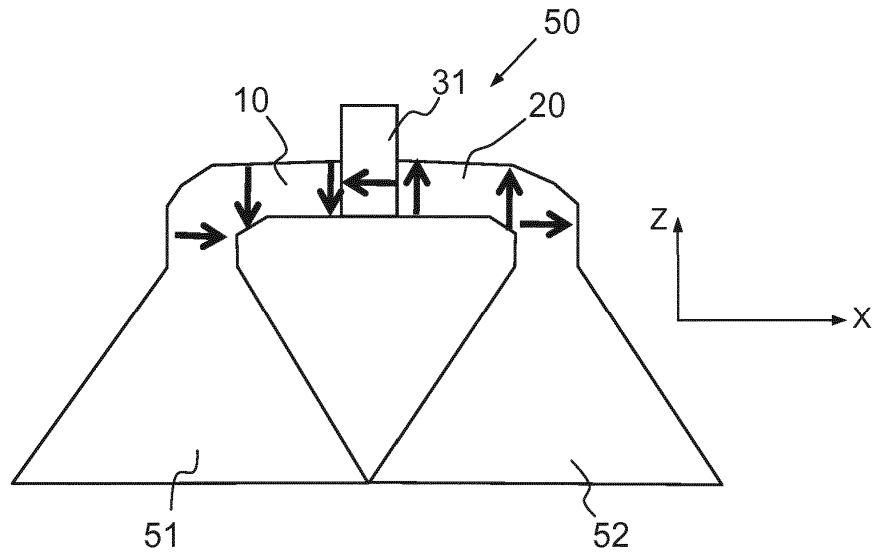


FIG. 5

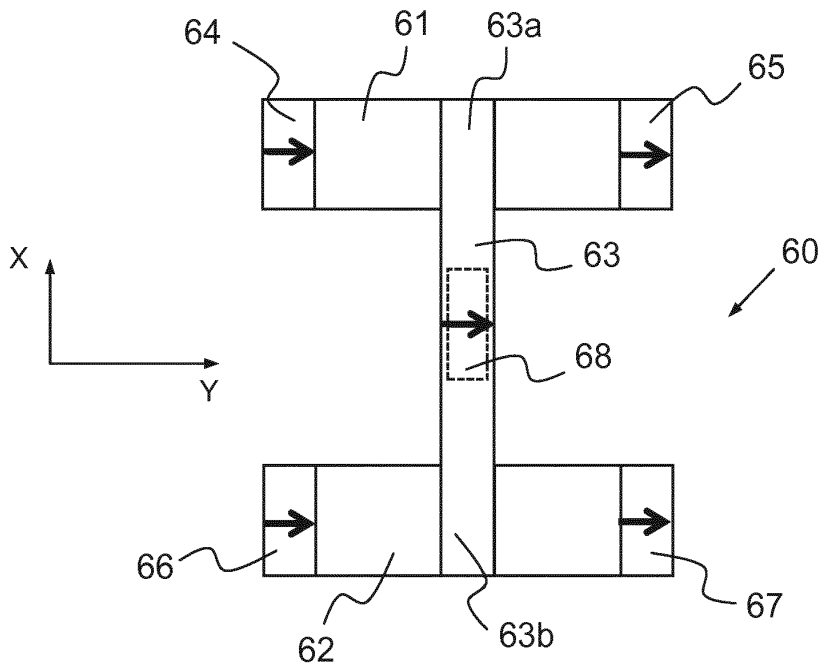


FIG. 6a

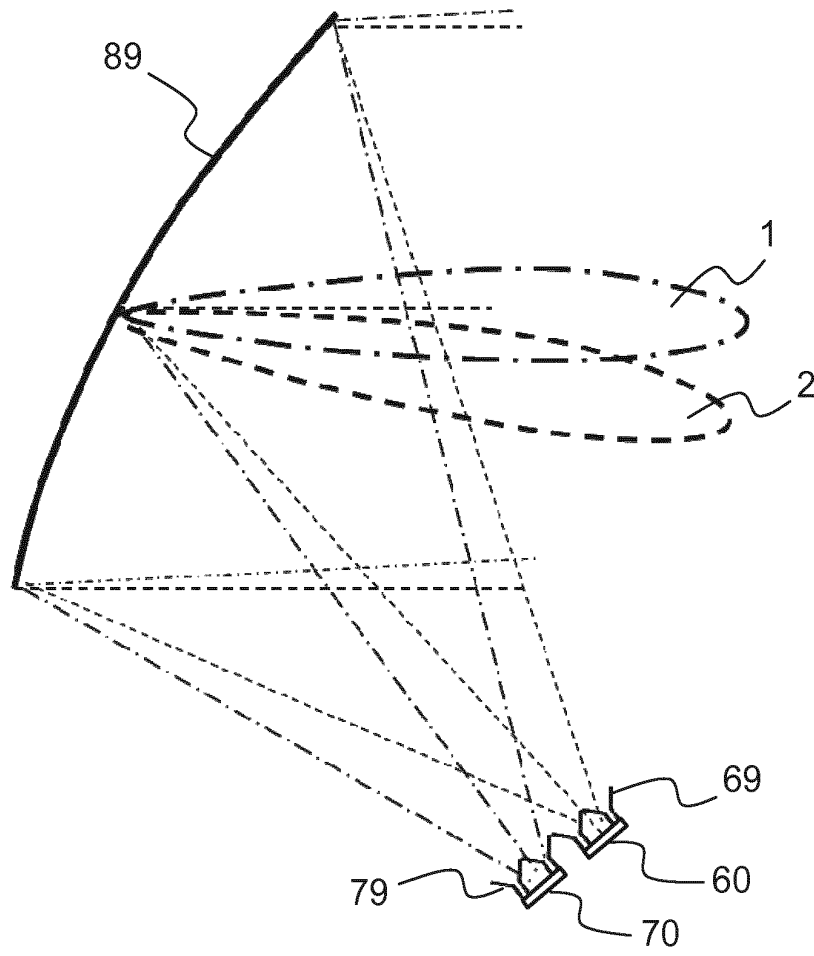


FIG.6b

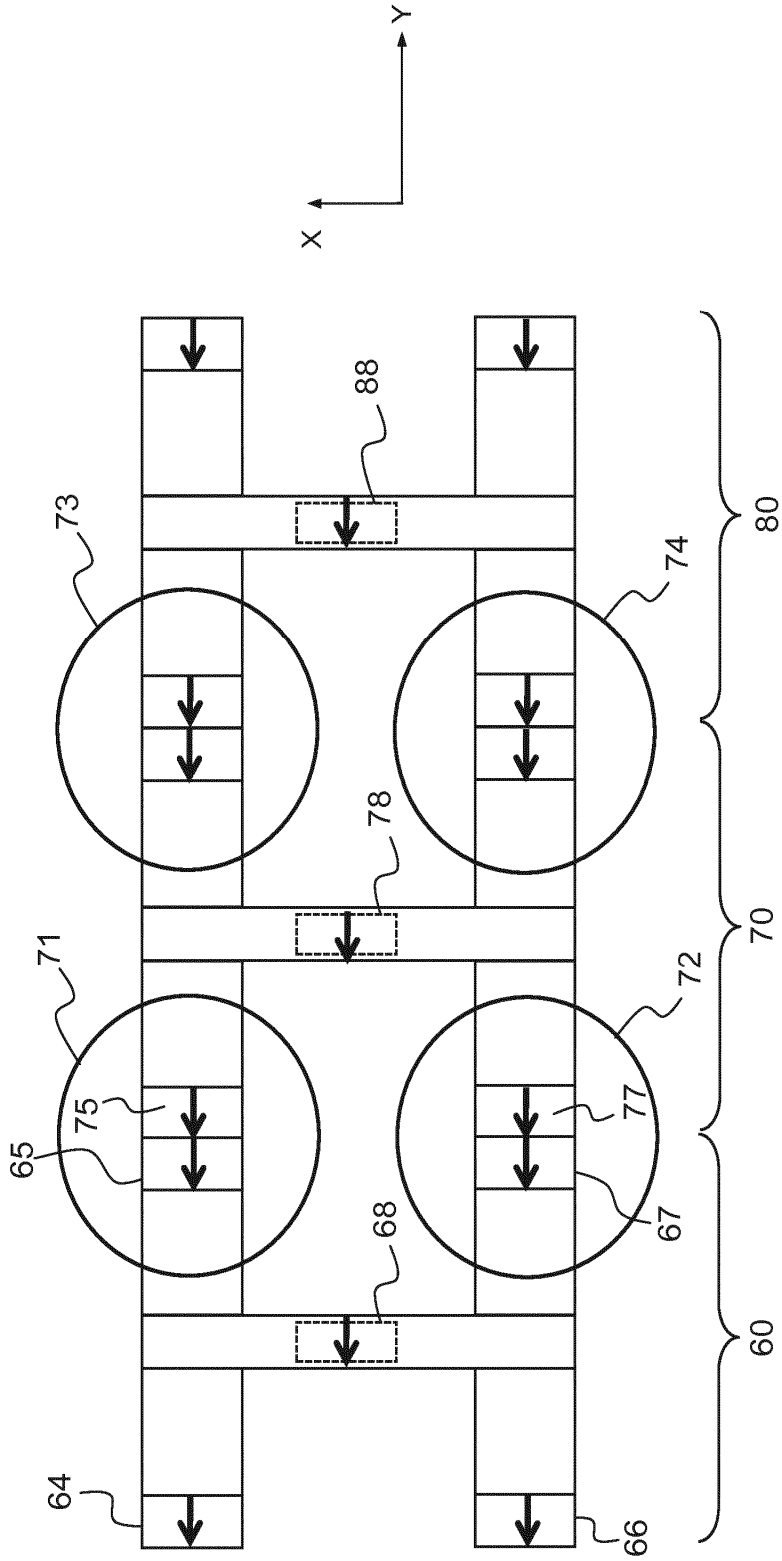


FIG.7a

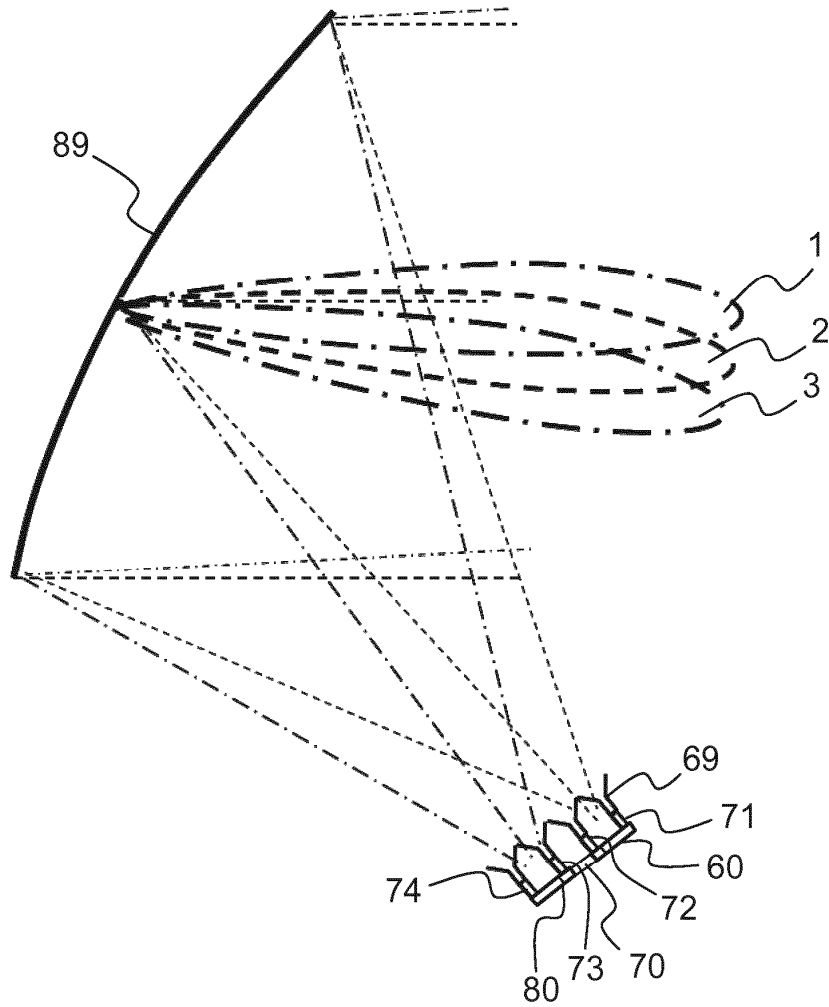


FIG.7b

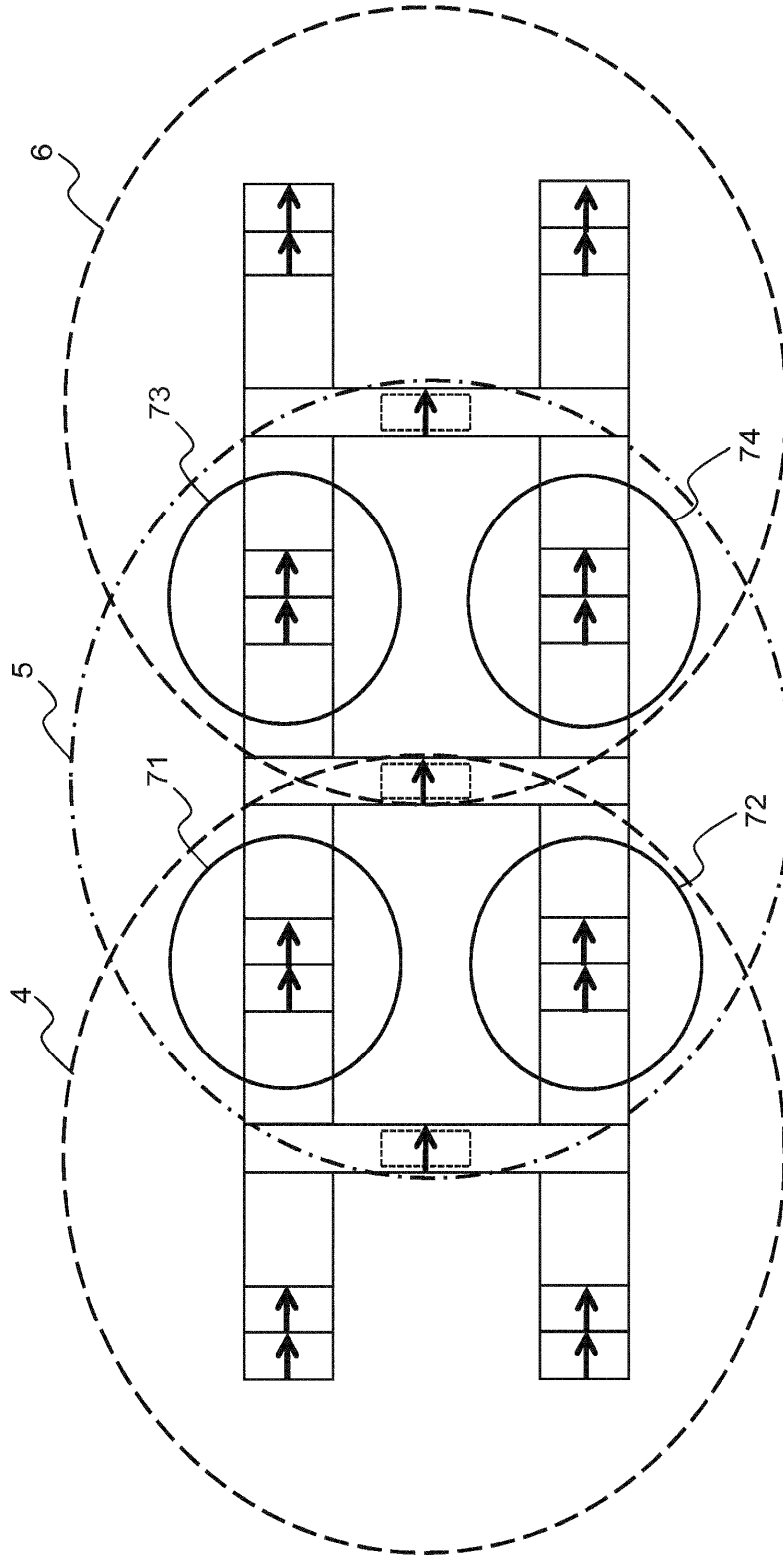


FIG.7c

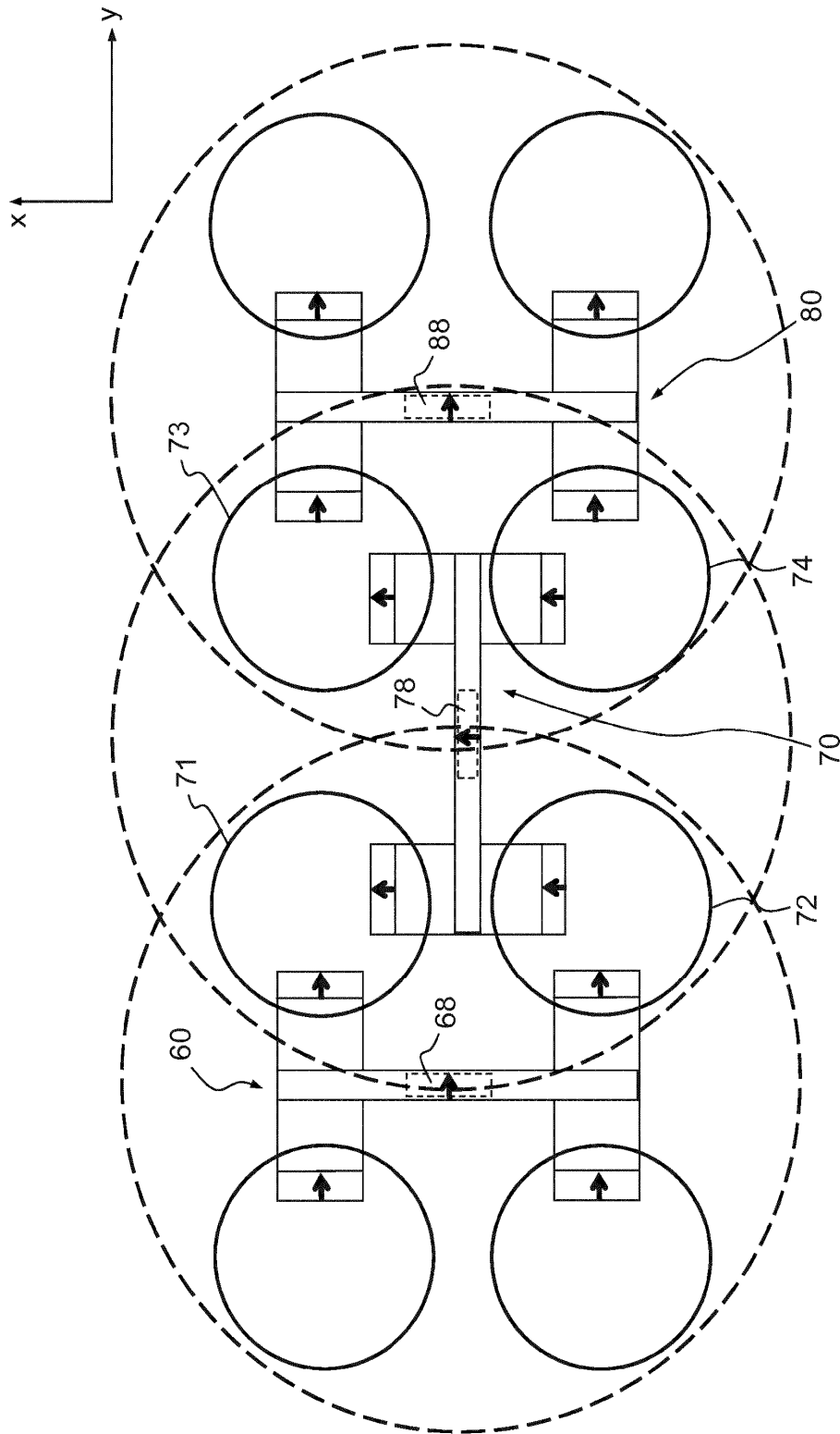


FIG.7d

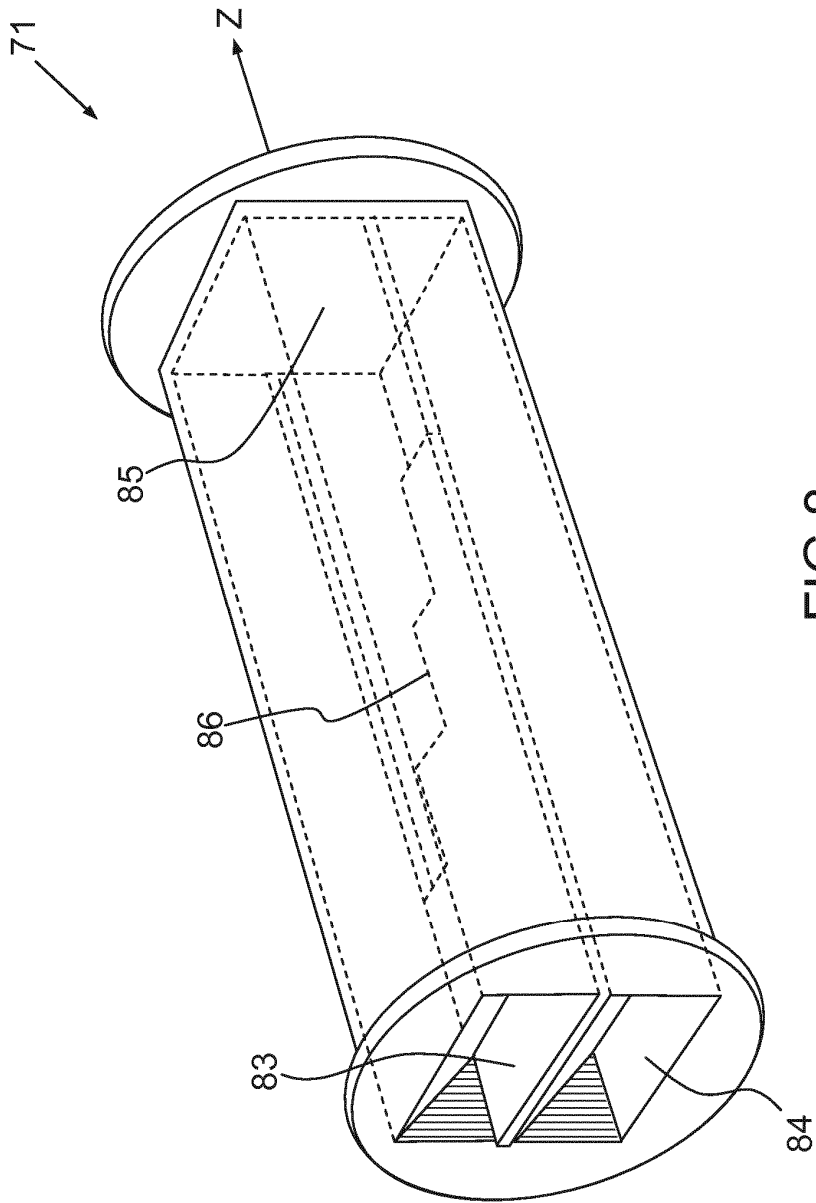


FIG. 8

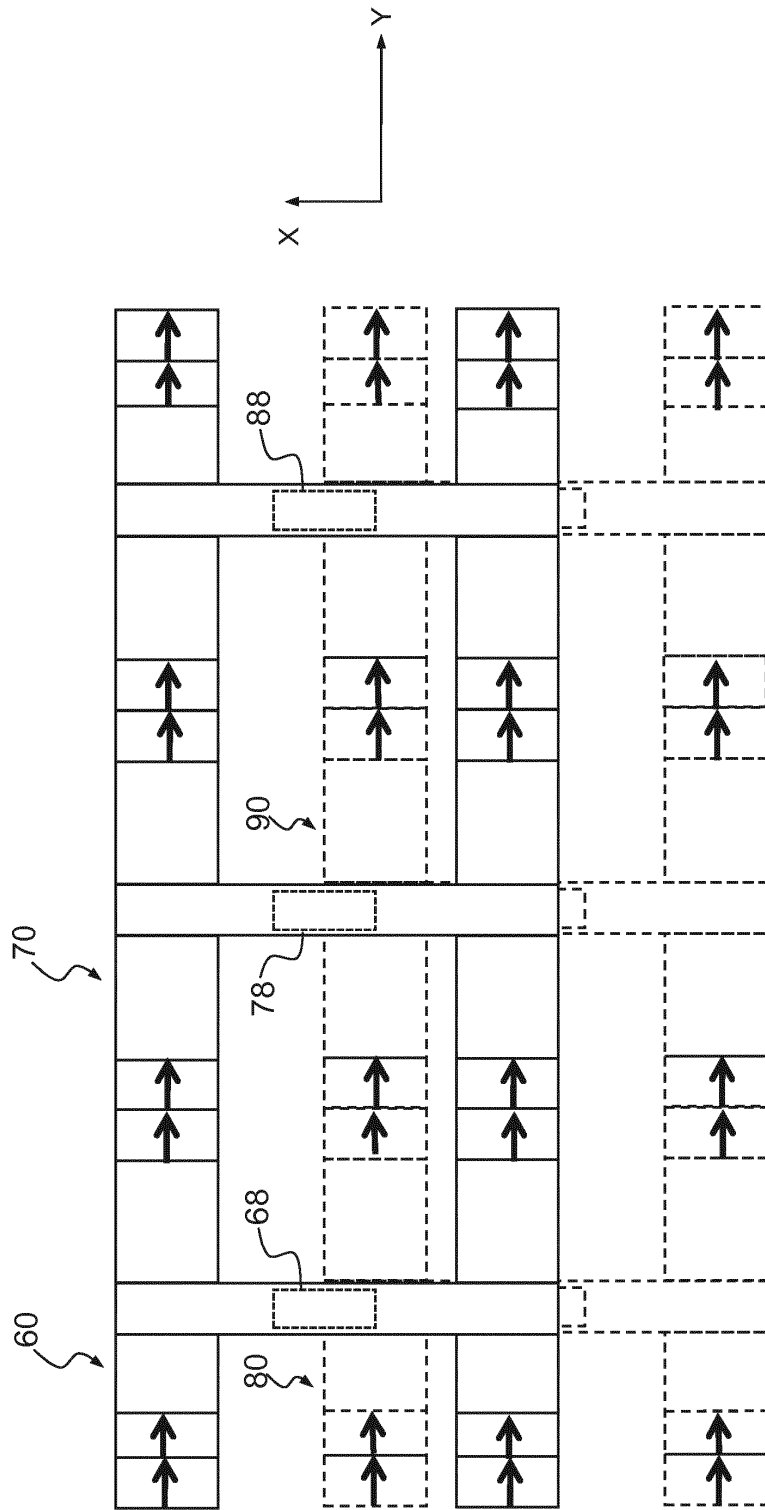


FIG.9

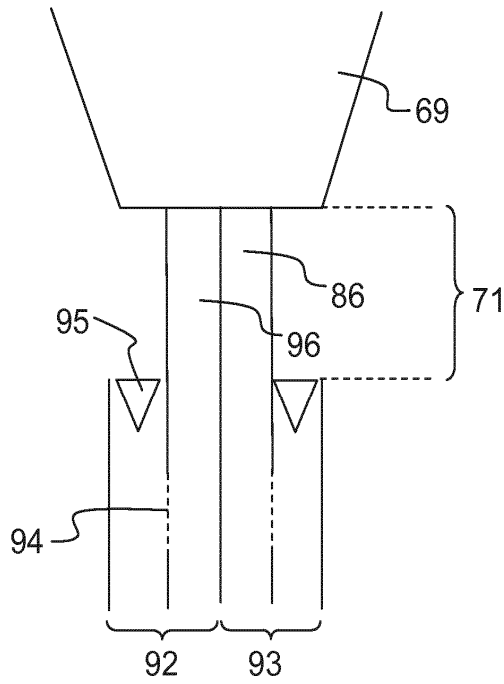


FIG. 10a

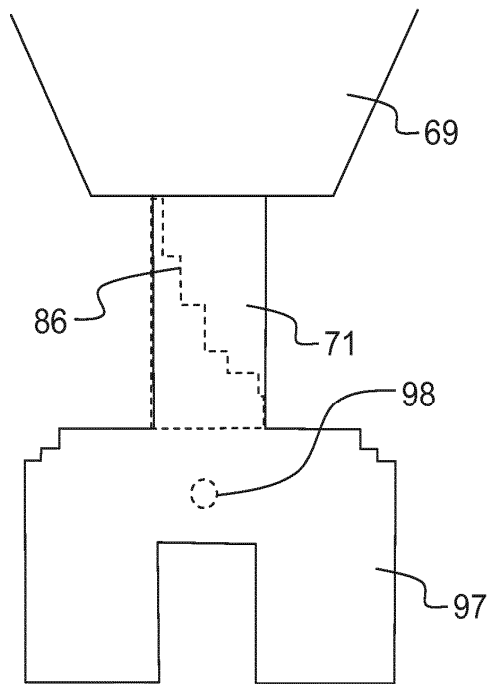


FIG. 10b

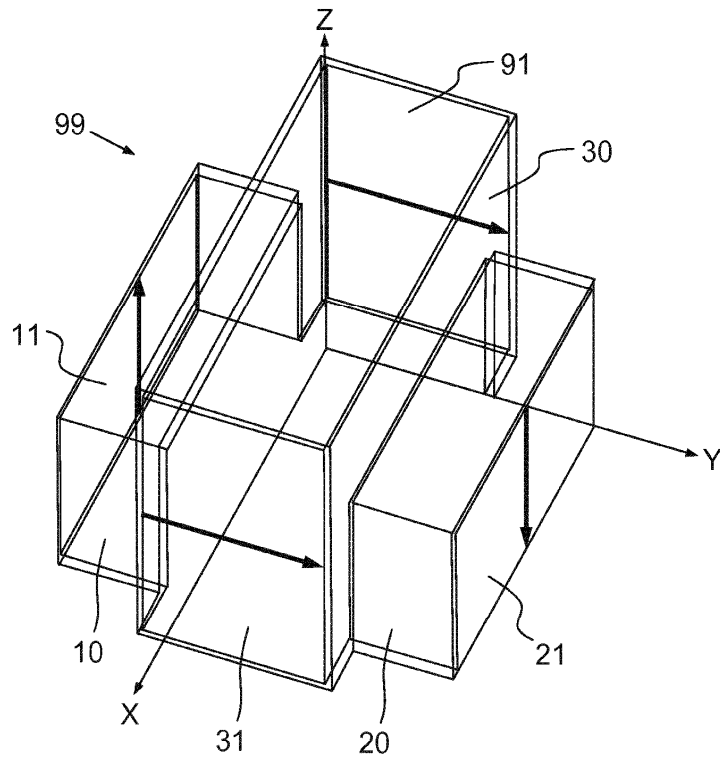


FIG. 11

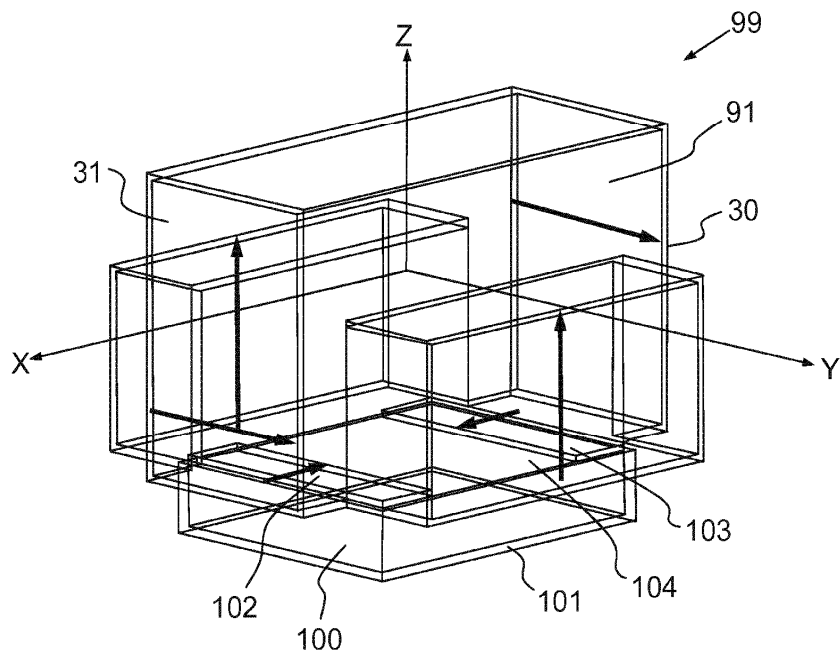


FIG. 13

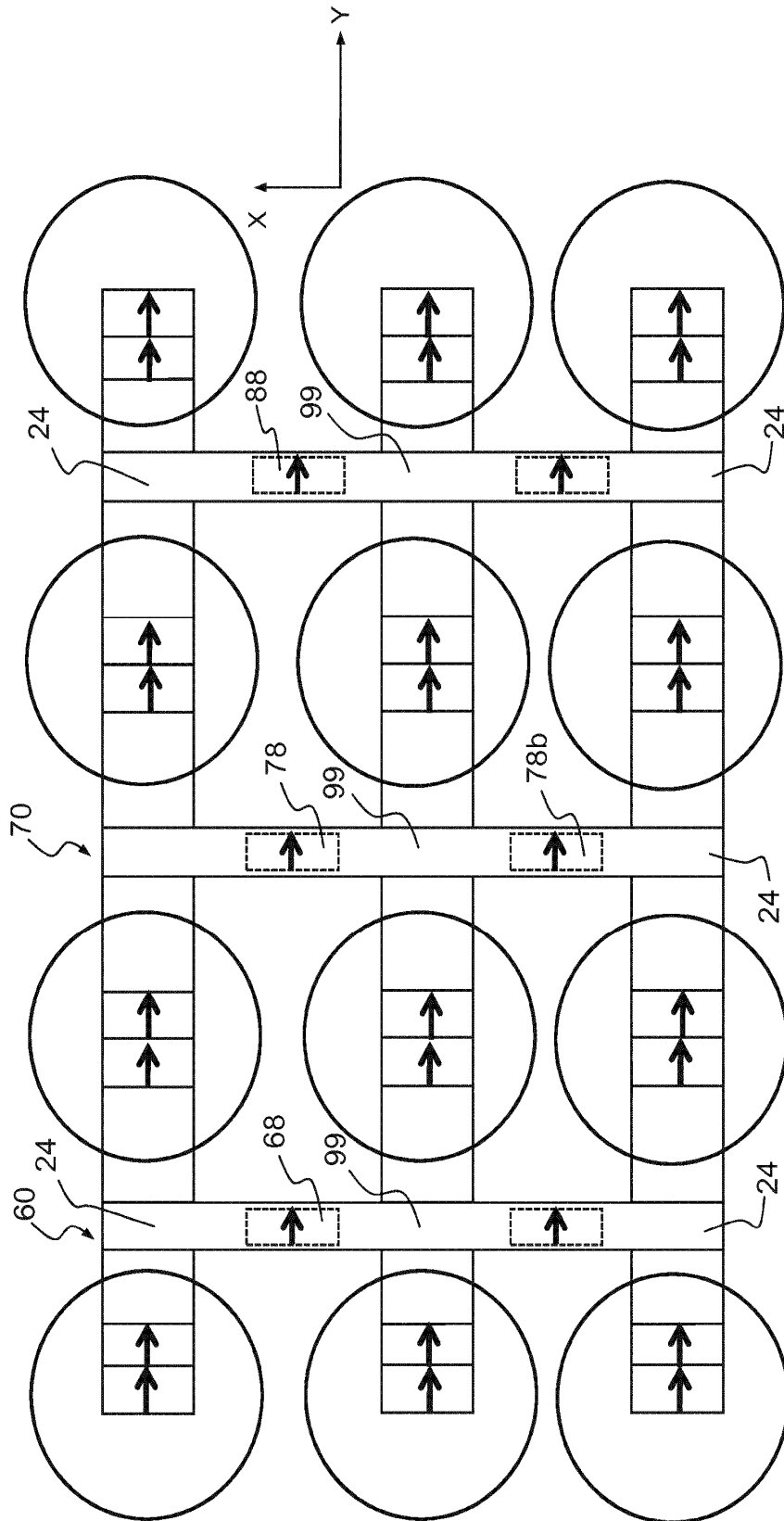


FIG. 12