

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 978**

51 Int. Cl.:

G01N 22/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2007 E 07803601 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2074411**

54 Título: **Dispositivo microondas de control de un material**

30 Prioridad:

25.09.2006 FR 0608398

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

23.06.2016

73 Titular/es:

**MICROWAVE VISION (100.0%)
17 avenue de Norvège
91140 Villebon Sur Yvette, FR**

72 Inventor/es:

**GARREAU, PHILIPPE;
DREAN, JÉRÔME;
DUCHESNE, LUC;
GANDOIS, ARNAUD;
DURAND, LUDOVIC;
TESSIER, VIRGINIE;
IVERSEN, PER y
ROBIC, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 574 978 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

Dispositivo microondas de control de un material.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo de control de un material. La presente invención se refiere asimismo a un procedimiento realizado con este dispositivo.

10 **Antecedentes tecnológicos**

El dispositivo según la invención se puede utilizar para diferentes aplicaciones.

15 En particular, el dispositivo según la invención permite controlar materiales no totalmente metálicos tales como los materiales de tipo madera, papel, lana de roca o de vidrio, vidrio, plásticos, materiales agroalimentarios o elementos radiantes, etc.

20 Para este tipo de materiales, dicho dispositivo puede permitir en particular medir las propiedades físicas de materiales (densidad, humedad) o también detectar los defectos del material controlado (cavidad, inclusión, etc.).

El control de materiales en unas líneas de producción industrial requiere el empleo de dispositivos rápidos y, muy frecuentemente, no intrusivos. Unos dispositivos no intrusivos de este tipo son conocidos, como, por ejemplo, los dispositivos de rayos X, gamma, infrarrojos o de ultrasonidos, y están dedicados cada uno de ellos a aplicaciones específicas.

25 Para mejorar las prestaciones de estos dispositivos, ya se ha propuesto asociarlos, lo cual permite por lo menos obtener las ventajas de cada uno de estos dispositivos consideradas independientemente.

30 No obstante, para unas aplicaciones a materiales no metálicos, si bien el empleo de dispositivos basados más especialmente en unas ondas electromagnéticas presenta unas ventajas reales (en particular, una penetración importante de las ondas electromagnéticas en el interior del material no metálico), las técnicas actuales siguen siendo limitadas para las aplicaciones industriales.

35 En efecto, éstas exigen unas mediciones en tiempo real, teniendo en cuenta la velocidad de paso del material a controlar que se desplaza sobre su cadena de producción y exigen asimismo un control sobre grandes secciones de materiales.

La invención tiene por objetivo remediar las limitaciones mencionadas anteriormente.

40 Más precisamente, un primer objetivo de la presente invención es proponer un dispositivo capaz de controlar un material no totalmente metálico.

Otro objetivo de la invención es proponer un dispositivo capaz de efectuar un control en tiempo real del material.

45 Otro objetivo de la invención es poder efectuar este control sobre grandes porciones de materiales.

Otro objetivo de la invención es proponer un dispositivo modular, perfectamente adaptable a todos los tipos de líneas de producción y simple de colocar.

50 Se conoce ya a partir del documento FR 2 614 419 un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1.

Presentación de la invención

55 La invención propone a su vez un dispositivo según la reivindicación 1 y un procedimiento según la reivindicación 15.

Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor y otros objetivos, objetos y ventajas aparecerán con la lectura de la descripción que sigue, dada a título de ejemplo no limitativo y gracias a los dibujos adjuntos entre los cuales:

- 60
- la figura 1 ilustra una vista esquemática de un dispositivo de control de un material en modo transmisión;
 - la figura 2 ilustra un esquema sinóptico de un dispositivo de control de un material según la invención;
 - 65 - la figura 3 ilustra una vista esquemática de un dispositivo de control de un material según la invención en modo reflexión;

- la figura 4 ilustra una vista esquemática de un sensor que integra un elemento de modulación; y
- la figura 5 ilustra un esquema de una red de sensores que integran unos elementos de modulación según la figura 4.

Descripción detallada de la invención

1. Dispositivo de control de un material en modo transmisión

Se distingue en las figuras 1 y 2 un dispositivo de control 100 de un material 150 en una configuración de simple transmisión.

Este dispositivo de control 100 se presenta en forma:

- de medios de emisión 110 de una señal electromagnética a una frecuencia portadora F_p para iluminar el material 150 a controlar;
- de medios de modulación 140 a una frecuencia F_{m2} de la señal electromagnética recibida del material 150;
- de medios de recepción 130 de señales electromagnéticas resultantes de la modulación.

Los medios de modulación 140 están dispuestos, en el recorrido de la señal, entre el material 150 y los medios de recepción 130 de señales electromagnéticas resultantes de la modulación.

Los medios de emisión 110, por una parte, y los medios de modulación 140 y de recepción, por otra parte, están dispuestos a uno y otro lado del material 150 sometido a ensayo de modo que los medios de modulación 140 reciban la señal transmitida después de que haya atravesado el material 150.

a. Los medios de emisión

Los medios de emisión 110 comprenden una red de antenas de transmisión adyacentes destinada a emitir la señal electromagnética a la frecuencia de la portadora F_p . Esta señal es más precisamente una onda electromagnética plana. La frecuencia F_p se sitúa en el dominio de las microondas.

Preferentemente, las antenas son unas antenas parche.

b. Los medios de modulación

Los medios de modulación 140 comprenden por su parte una red de sensores 200 dispuestos enfrente del material 150 y alineados en un plano común perpendicular al sentido de propagación de la señal emitida por los medios de emisión 110.

Su función es perturbar localmente el campo electromagnético a la frecuencia de modulación F_{m2} para permitir discretizar espacialmente las señales que han atravesado el material 150 en tantas señales independientes como sensores 200 haya.

Estos sensores 200 que integran unos elementos de modulación para la discretización espacial se describirán más en detalle en relación con las figuras 4 y 5.

Por otra parte, una variante de realización de la presente invención propone unos medios de modulación que presentan las frecuencias de modulación siguientes, F_{m2} , F_{m2-1} , F_{m2-2} , ..., F_{m2-i} , correspondiendo i al i -ésimo sensor.

c. Los medios de recepción

Por otra parte, los medios de recepción 130 comprenden una red de antenas de recepción alineadas preferentemente del mismo tipo e incluso idénticas a las antenas de la red de emisión.

Esta red de antenas de recepción se coloca detrás de la red de sensores de modulación espacial 200.

Está destinada a recoger las señales a la frecuencia de la portadora y las señales a las frecuencias moduladas $F_p \pm F_m$ resultantes de la modulación.

En una variante de realización de los medios de recepción 130, la red de antenas de recepción y la red de sensores de modulación espacial 200 pueden encontrarse en forma de una red de elementos independientes que

comprenden cada uno de ellos una antena de recepción y un sensor de modulación espacial integrados.

d. Otros elementos del dispositivo de control

5 Apoyándose en la figura 2, el dispositivo comprende asimismo unos medios de demultiplexado 180 de la señal que modula a la frecuencia F_{m2} . Estos medios de demultiplexado 180 tienen como función dirigir a los diferentes sensores 200, es decir, permitir que los medios de recepción 130 distinguan la procedencia de las diferentes señales salidas de los sensores 200.

10 Pueden ser unos medios de demultiplexado temporal o espacial.

En el caso de un demultiplexado temporal, la distinción se realiza distribuyendo de manera secuencial la señal moduladora hacia los diferentes sensores 200.

15 En el caso de un demultiplexado espacial, esta distinción se realiza atribuyendo una frecuencia de modulación F_m diferente o un conjunto de modulaciones ortogonales a cada sensor 200 de la red simultáneamente.

20 El dispositivo comprende asimismo unos medios de filtrado 190 y unos medios de amplificación 191 de las señales a la frecuencia de la portadora F_p y a las frecuencias moduladas $F_p \pm F_m$ recibidas de los medios de recepción 130.

Más precisamente, los medios de filtrado 190 comprenden un filtro de paso de banda cuya frecuencia de corte y cuya banda pasante están adaptadas para eliminar la frecuencia de la portadora F_p antes de la amplificación de las señales moduladas.

25 El rango dinámico efectivo de funcionamiento de un receptor 163 que recoge los rayos que han atravesado el material 150 es entonces reajustado en las señales moduladas a las frecuencias $F_p \pm F_m$ cuyos niveles se encuentran típicamente a 60-80 dB por debajo de la frecuencia de la portadora F_p elegida.

30 Estos medios de filtrado 190 permiten no saturar el receptor 163 por la señal a la frecuencia portadora F_p y ofrecen así la posibilidad de obtener una dinámica mucho mejor del dispositivo.

35 En el caso de un dispositivo de frecuencias portadoras múltiples, se pueden utilizar filtros centrados en cada una de las frecuencias portadoras y que se desplazan sobre la banda de frecuencias, como, por ejemplo, los filtros Ytrium Iron Garnet YIG.

Por otra parte, los medios de amplificación 191 comprenden un amplificador de tipo de poco ruido destinado a recibir las señales filtradas y a amplificarlas antes de que sean recogidas por el receptor 163.

40 Por último, el dispositivo comprende un procesador 170 que comunica con unas unidades específicas 161, 162 y 163 destinadas a gestionar respectivamente la emisión de la señal a nivel de los medios de emisión 110, los medios de demultiplexado y el receptor 163 conectado a los medios de recepción 130 para medir las partes real e imaginaria de las señales electromagnéticas moduladas.

45 El procesador 170 comprende asimismo unos medios de tratamiento de las señales reales e imaginarias resultantes del receptor 163 para mejorar la detección de perturbaciones de la señal electromagnética emitida por los medios de emisión 110.

50 El procesador 170 comprende además unos medios de visualización para visualizar, después del tratamiento, una imagen del material 150 controlado, a partir de las señales resultantes de la modulación.

e. Principio de funcionamiento del dispositivo de control

55 Con unos medios de este tipo, es posible realizar un procedimiento en el que se emita una señal electromagnética a una frecuencia F_p para iluminar el material 150 a controlar.

Así, una vez emitida por los medios de emisión 110, la señal electromagnética se propaga a través del material 150 a controlar.

60 La mínima heterogeneidad del material 150, o una diferencia de densidad, de humedad o de temperatura en éste, genera una modificación en el comportamiento del campo electromagnético propagado en el material 150.

65 Asimismo, la presencia de defectos, debido a sus diferencias de propiedades dieléctricas o magnéticas con las del material 150, se traduce en una perturbación de la señal electromagnética propagada en el material 150 en el lugar donde se encuentra el defecto.

La señal así modificada es recibida por los sensores 200 de la red de los medios de modulación 140.

Se modula a continuación, en cada uno de estos sensores 200, la señal electromagnética procedente del material 150 a una frecuencia de modulación F_{m2} . Las señales moduladas procedentes de cada sensor 200 son recibidas a continuación por las antenas del medio de recepción 130.

5 De esta manera, se está en condiciones de conocer después de la recepción a nivel de los medios de recepción 130 de las señales moduladas entonces, qué sensor(es) 300 ha(n) detectado una señal perturbada. A este sensor 200 le corresponderá una zona localizada del material 150.

10 Estas señales moduladas y recibidas por los medios de recepción 130 son a continuación filtradas, amplificadas y tratadas para adquirir una imagen del material 150 a controlar.

La perturbación de la señal electromagnética provocada por la presencia de defectos en una zona del material 150 se visualizará en la imagen a nivel de uno o varios sensores 200 particulares y se localizará entonces el defecto.

15 Asimismo, la heterogeneidad o la diferencia de densidad, de humedad o de temperatura en el material 150 podrán ser puestas de manifiesto por este dispositivo.

20 En una variante de realización de la figura 1, siendo recíprocas las partes radiantes del dispositivo, se prevé además emitir por las antenas de los medios de recepción 130 y recibir por las antenas de los medios de emisión 110.

f. Dispositivo de control de doble modulación

25 Se prevé añadir al dispositivo de la figura 1, además, unos medios de modulación de la señal emitida por los medios de emisión 110 a la frecuencia de modulación F_{m1} .

Esta frecuencia de modulación F_{m1} puede ser idéntica o diferente de la frecuencia de modulación de la señal electromagnética recibida del material 150.

30 Estos medios son similares a los medios de modulación 140 anteriormente mencionados y descritos con más detalle en relación con las figuras 4 y 5.

Además, una variante de realización de la presente invención propone unos medios de modulación que presentan las frecuencias de modulación siguientes, F_{m1} , F_{m1-1} , F_{m1-2} ,... F_{m1-i} , correspondiendo i al i -ésimo sensor.

35 Estos medios de modulación están dispuestos, en el recorrido de la señal, entre los medios de emisión 110 y el material 150 a analizar.

40 Discretizan espacialmente la señal electromagnética emitida por los medios de emisión 110 en tantas señales como sensores haya en la red de los medios de modulación.

Se obtiene así una doble modulación de la señal electromagnética a la frecuencia de la portadora F_p .

45 Para cada punto de emisión de la señal electromagnética, se recibe la señal que ha atravesado el material en el conjunto de los sensores 200 de la red de los medios de modulación 140.

La señal recibida en un sensor corresponde entonces a diferentes trayectos de señales electromagnéticas que han atravesado el material 150.

50 Se mide así punto por punto el conjunto de los recorridos de las señales electromagnéticas que atraviesan el material 150 entre todos los sensores de las dos redes.

Esto ofrece la posibilidad de poder realizar la formación de imagen tomográfica en el material 150 analizado en multiestadismo y obtener imágenes reconstruidas de gran calidad.

55 2. Dispositivo de control de un material en modo reflexión

En la figura 3 se observa un dispositivo de control de un material 150 en modo reflexión. Los medios y el principio de funcionamiento son idénticos a los del dispositivo de control en modo transmisión.

60 La diferencia reside principalmente en la disposición relativa de los medios de emisión 110, de los medios de modulación 140 y de recepción 130.

65 En el modo reflexión, los medios de emisión 110, por una parte, y los medios de modulación 140 y de recepción 130, por otra parte, están dispuestos en un mismo lado con respecto al material 150 a controlar de modo que los medios de modulación 140 reciban la señal reflejada por el material 150.

Este dispositivo ofrece la ventaja de funcionar en doble transmisión, puesto que en este modo la señal electromagnética a la frecuencia de la portadora atraviesa dos veces el material 150 sometido a ensayo. Este tipo de dispositivo presenta una ventaja en el caso de falta de acceso de un lado del material 150 a medir y en el caso en el que el material 150 a ensayar presenta una cara metalizada.

En una variante de realización, se puede prever colocar una placa metálica detrás del material 150 sometido a ensayo en el lado opuesto a los medios de emisión 110, modulación 140 y recepción 130 para mejorar la reflexión.

3. Red de sensores

El sensor 200 de modulación espacial representado en la figura 4 se compone de cuatro elementos principales, a saber, un conjunto de ramales radiantes 220, un componente electrónico no lineal 230, unos hilos de alimentación 240 y un sustrato 210.

El principio de funcionamiento de un sensor 200 se describe para los sensores 200 de los medios de modulación 140 presentes en el recorrido de la señal entre el material 150 y los medios de recepción 130. Es el siguiente.

Los ramales radiantes 220 del sensor 200 captarán las señales electromagnéticas a la frecuencia de la portadora F_p que han atravesado el material 150.

Por otra parte, estos ramales 220 son cargados por el componente electrónico no lineal 230 polarizado a su vez con ayuda de una señal a la frecuencia de modulación F_{m2} .

Generan entonces una señal modulada a la frecuencia modulada $F_p \pm F_{m2}$, señal que será recibida por los medios de recepción 130.

Más precisamente, cada sensor 200 comprende dos ramales radiantes 220 conectados cada uno de ellos a uno y otro lado del componente electrónico no lineal 230.

El componente electrónico no lineal 230 es preferentemente un diodo eléctrico o fotoeléctrico.

Puede ser asimismo un componente no lineal sensible a la temperatura de tipo termistancia.

La eficacia de modulación del sensor 200 está directamente relacionada con el contraste entre el estado pasante y el estado bloqueado del diodo.

Los dos ramales radiantes 220 se presentan preferentemente en forma de un segmento rectangular. En una variante, se pueden contemplar otras formas para los ramales radiantes 220.

El tamaño de los ramales 220 es, preferentemente, pequeño frente a la longitud de onda.

Se debe observar que cuanto más aumenta la superficie de los ramales 220, más importante será el nivel de amplitud de la señal electromagnética modulada a la frecuencia $F_p \pm F_{m2}$.

Por otra parte, estos ramales 220 están posicionados en una configuración angular determinada con respecto al sentido de la polarización de la red de antenas de los medios de emisión 110. El ángulo α formado entre la dirección longitudinal de los ramales y el sentido de polarización de la red de antenas puede estar comprendido entre 0° y 180° .

Preferentemente, los ramales 220 están posicionados a $\alpha = 45^\circ$ con respecto al sentido de polarización de la red de antenas de los medios de emisión 110.

Esto ofrece la ventaja de disminuir la separación entre los diferentes sensores 200 de una red, con la consecuencia de aumentar la densidad de sensores 200 y, por lo tanto, mejorar la resolución espacial del dispositivo 100, como se describe más adelante en relación con la figura 5.

Así, se pueden adoptar numerosas configuraciones para los ramales radiantes 220 jugando con la forma o el aumento o la disminución de la longitud o de la anchura de los ramales 220 y el posicionamiento de los ramales según la polarización de la red de antenas de los medios de emisión 110.

Cada sensor 200 comprende además dos hilos de alimentación 240 que alimentan al componente electrónico no lineal 230, estando estos hilos de alimentación 240 preferentemente dispuestos perpendicularmente al sentido de polarización de la red de antenas de los medios de emisión 110.

Esto ofrece la ventaja de disminuir la influencia de los hilos de alimentación 240 sobre el campo electromagnético

incidente.

5 Por otra parte, la configuración en la cual los hilos de alimentación 240 y los ramales 220 están dispuestos respectivamente de forma perpendicular y a $\alpha = 45^\circ$ con respecto al sentido de polarización de la red de antenas de emisión permite librarse de la utilización de medios de filtrado a lo largo de los hilos de alimentación 240 y, en particular, de filtros de paso bajo cuya función es bloquear las señales inducidas a la frecuencia F_p en estos hilos, mientras se asegura el paso de las señales a la frecuencia de modulación F_m2 .

10 Por otra parte, el sustrato 210 sobre el que reposa el conjunto de los otros elementos puede ser flexible o rígido. Presenta ventajosamente unas propiedades dieléctricas y un espesor pequeños para limitar las reflexiones en la interfaz y las pérdidas de amplitud de la señal electromagnética incidente.

15 En el caso de un sustrato 210 flexible, se pueden contemplar unas configuraciones conformadas de las redes de sensores 200. Por ejemplo, una red de sensores 200 de tipo circular permitirá adaptarse al control de un material que desfila en un tubo, por ejemplo.

Los elementos moduladores 230 integrados en los sensores 200 son, preferentemente, unos componentes no lineales eléctricos o electroópticos.

20 Los hilos de alimentación 240 por su parte, pueden ser unos hilos eléctricos impresos o no y, en el caso de sensores electroópticos, los hilos de alimentación 240 son sustituidos por fibras ópticas o un haz láser.

25 En la figura 5 se observa una red de sensores idénticos al sensor 200 que se acaba de describir en relación con la figura 4.

La longitud de la red debe ser igual o superior a la anchura del material 150 a controlar para poder controlarlo completamente.

30 Estos sensores 200 de la red están preferentemente equidistantes dos a dos. Están espaciados más precisamente en una distancia D particular que permite definir la resolución espacial del dispositivo.

En efecto, se comprende que cuanto más pequeña es esta distancia D , más pequeña será la anchura de la zona del material 150 analizada por un sensor 200.

35 Por otra parte, los sensores 200 puestos en red pueden tener cada uno unas dimensiones y unas posiciones angulares diferentes con respecto a la polarización de la red de antenas de los medios de emisión 110.

40 Una variante de realización prevé disponer los sensores 200 sucesivos con sus ramales 220 orientados a $\alpha = +45^\circ$ y $\alpha = -45^\circ$ con respecto al sentido de polarización de la red de antenas de los medios de emisión 110.

Esto permite obtener una bipolarización para la red de sensores 200 y poder medir los dos componentes del campo electromagnético incidente.

45 Otra variante de realización consiste en utilizar una disposición de varios componentes electrónicos no lineales 230 puestos en serie, por ejemplo, y que cargan los ramales 220 del sensor.

Por otra parte, otra variante de realización consiste en fragmentar los ramales 220 del sensor que son cargados por una disposición de varios componentes electrónicos 230 no lineales.

50 Además, una variante de realización prevé un apilamiento de dos sensores 200 que presentan dos posiciones angulares diferentes con respecto a la polarización de la red de antenas de los medios de emisión 110. Esto permite obtener una bipolarización del sensor 200 global formado y poder medir los dos componentes del campo electromagnético incidente localmente en coincidencia.

55 Por último, otra variante de realización prevé utilizar unas antenas de los medios de emisión y/o de recepción bipolarizadas en combinaciones con unos sensores bipolarizados de manera que se puedan realizar unas mediciones polarimétricas de los defectos en los materiales.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control (100) de un material (150) que comprende por lo menos unos medios de emisión (110) de una señal electromagnética, de tipo microondas, a una frecuencia portadora F_p para iluminar el material (150) y unos medios de recepción (130) de la señal electromagnética que comprenden unos medios de modulación (140) de la señal electromagnética a una frecuencia F_{m2} dispuestos, en el recorrido de la señal, entre el material (150) y los medios de recepción (130) de la señal electromagnética para discretizar espacialmente la señal electromagnética que ha atravesado el material, caracterizado por que comprende asimismo unos medios de modulación de la señal electromagnética a una frecuencia F_{m1} dispuestos, en el recorrido de la señal, entre los medios de emisión (110) y el material (150) para discretizar espacialmente la señal electromagnética emitida, y por que los diferentes medios de modulación (141, 140) comprenden una red de sensores (200) de modulación espacial, estando cada sensor (200) formado por un componente electrónico no lineal o una disposición de componentes electrónicos no lineales (230) alimentada a la frecuencia de modulación F_m deseada y que carga dos ramales radiantes (220) o más conectados cada uno al o a los componentes.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que cada sensor (200) comprende, además, dos hilos de alimentación (240) que alimentan el componente electrónico no lineal (230), estando estos hilos de alimentación (240) dispuestos perpendicularmente al sentido de polarización de los medios de emisión (110).
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que el componente electrónico no lineal (230) es un diodo eléctrico, un diodo fotoeléctrico o incluso una termistancia y los hilos de alimentación (240) pueden ser unos hilos eléctricos impresos o no o incluso unas fibras ópticas.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que los sensores (200) son unos dipolos eléctricos cargados por unos elementos no lineales de tipo diodo eléctrico, diodo fotoeléctrico o termistancia.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los sensores (200) de una red están equidistantes dos a dos.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado por que el conjunto de los sensores (200) de cada red, que están frente al material (150), están alineados según una o varias filas en un plano común perpendicular al sentido de propagación de la señal emitida por los medios de emisión (110).
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 5 a 6, caracterizado por que cada sensor (200) comprende unos ramales radiantes (220) posicionados a $\pm 45^\circ$ con respecto al sentido de polarización de los medios de emisión (110).
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, por una parte, los medios de emisión (110) y, por otra parte, los medios de recepción (130), así como los medios de modulación (140) dispuestos entre el material (150) y dichos medios de recepción están dispuestos a uno y otro lado del material (150) de modo que los medios de modulación (140) reciban la señal transmitida a través del material (150).
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que, por una parte, los medios de emisión (110) y, por otra parte, los medios de recepción (130), así como los medios de modulación (140) dispuestos entre el material (150) y los medios de recepción están dispuestos en un mismo lado con respecto al material (150) de modo que los medios de modulación (140) reciban la señal reflejada por el material (150).
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de emisión (110) y de recepción (130) comprenden cada uno de ellos una red de antenas del mismo tipo.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende unos medios de demultiplexado (180) de la señal moduladora hacia los medios de modulación (140) dispuestos entre el material y los medios de recepción.
12. Dispositivo según la reivindicación anterior, caracterizado por que los medios de demultiplexado (180) son unos medios de demultiplexado temporal o espacial.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende además unos medios de filtrado (190) de las señales recibidas de los medios de recepción (130).
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que los sensores (200) comprenden un sustrato flexible que permite conformar cada red de sensores (200).
15. Procedimiento de control de un material (150) que utiliza el dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que se emite una señal electromagnética, de tipo microondas, a una frecuencia F_p para iluminar el material (150), se modula la señal electromagnética emitida antes de alcanzar el material (150) a una frecuencia de modulación F_{m1} , se modula la señal electromagnética procedente del material (150) a una frecuencia de

modulación Fm2, se receptiona y se adquiere una imagen del material (150) a partir de la señal resultante de las modulaciones.

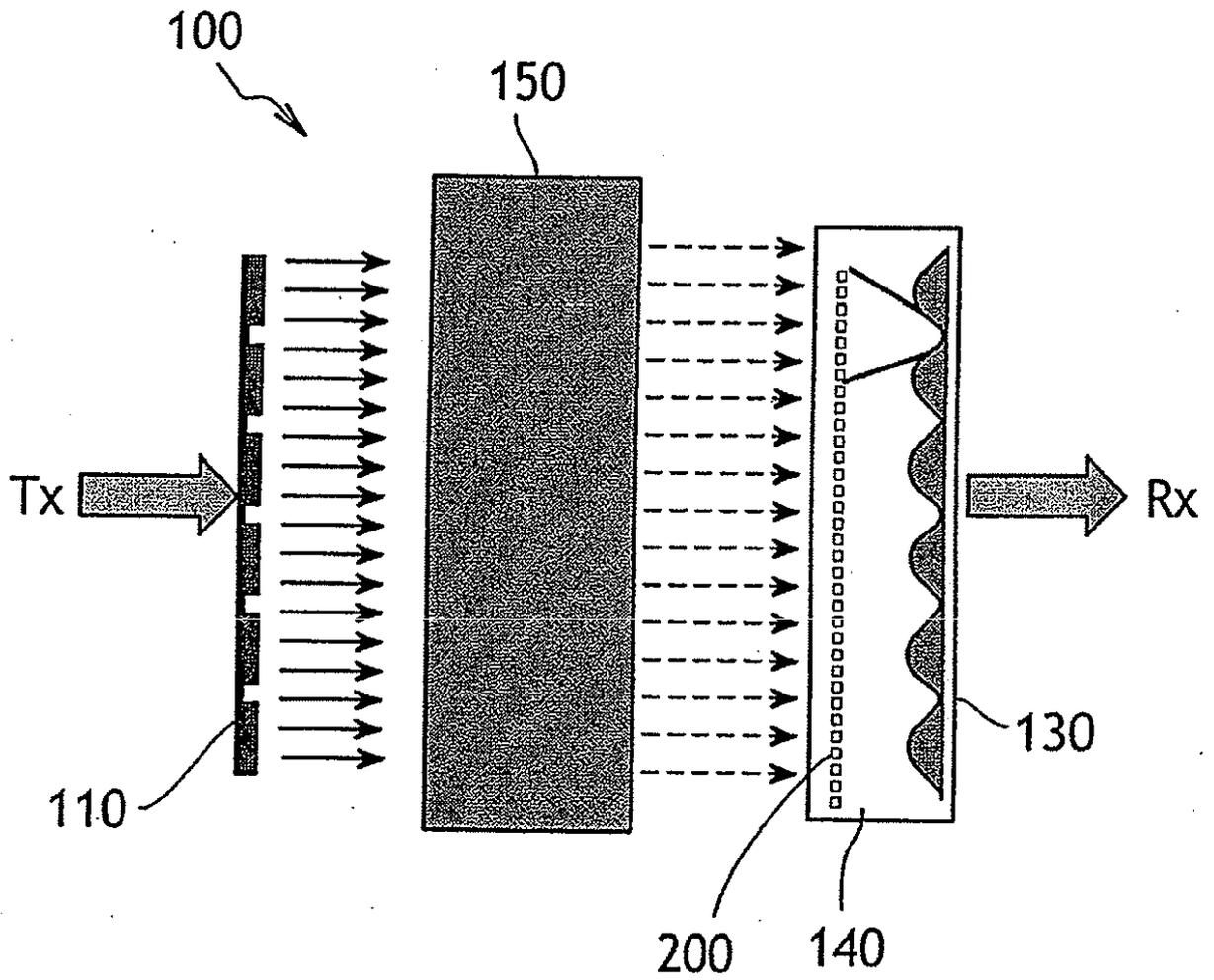


FIG.1

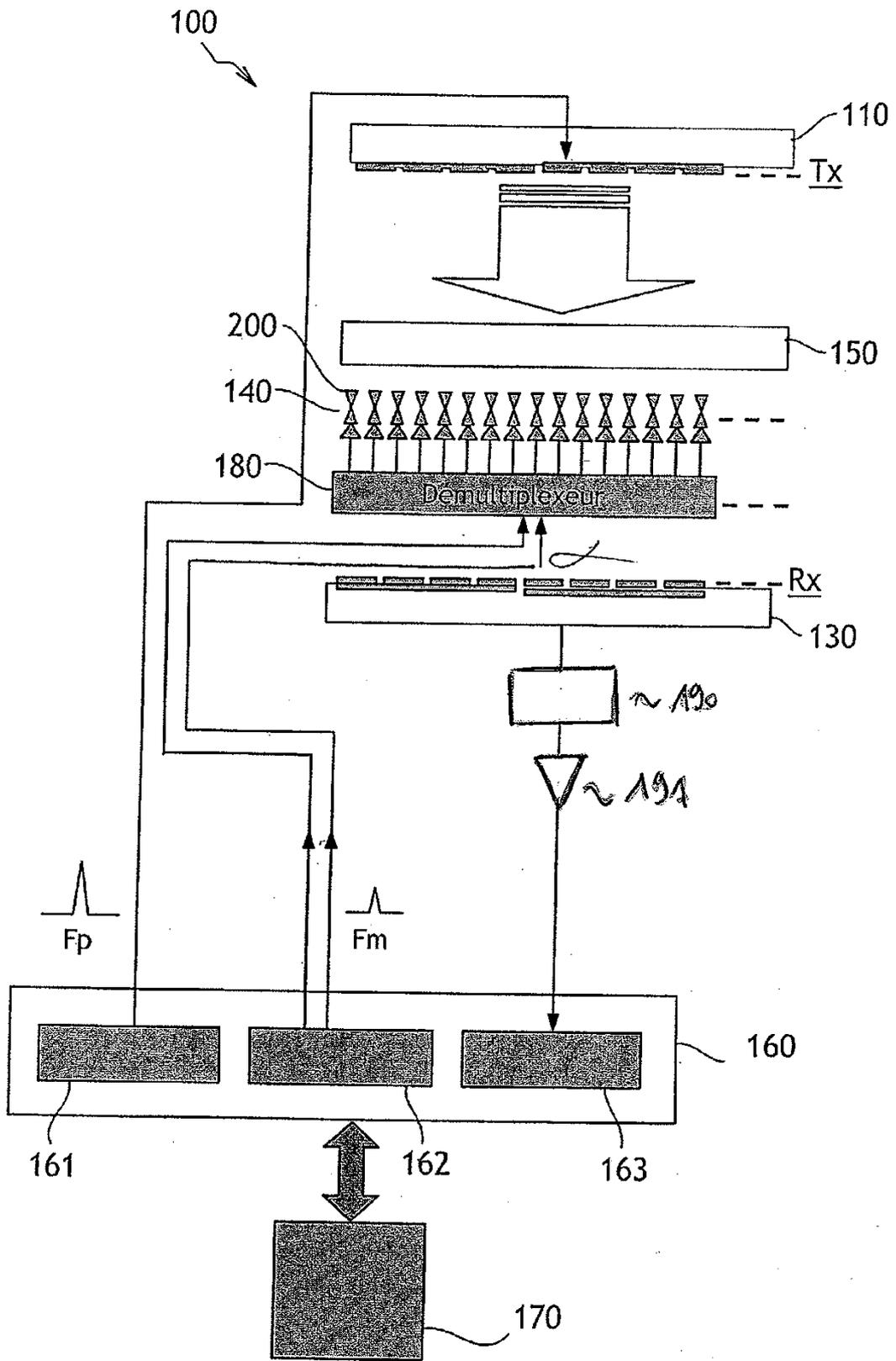


FIG.2

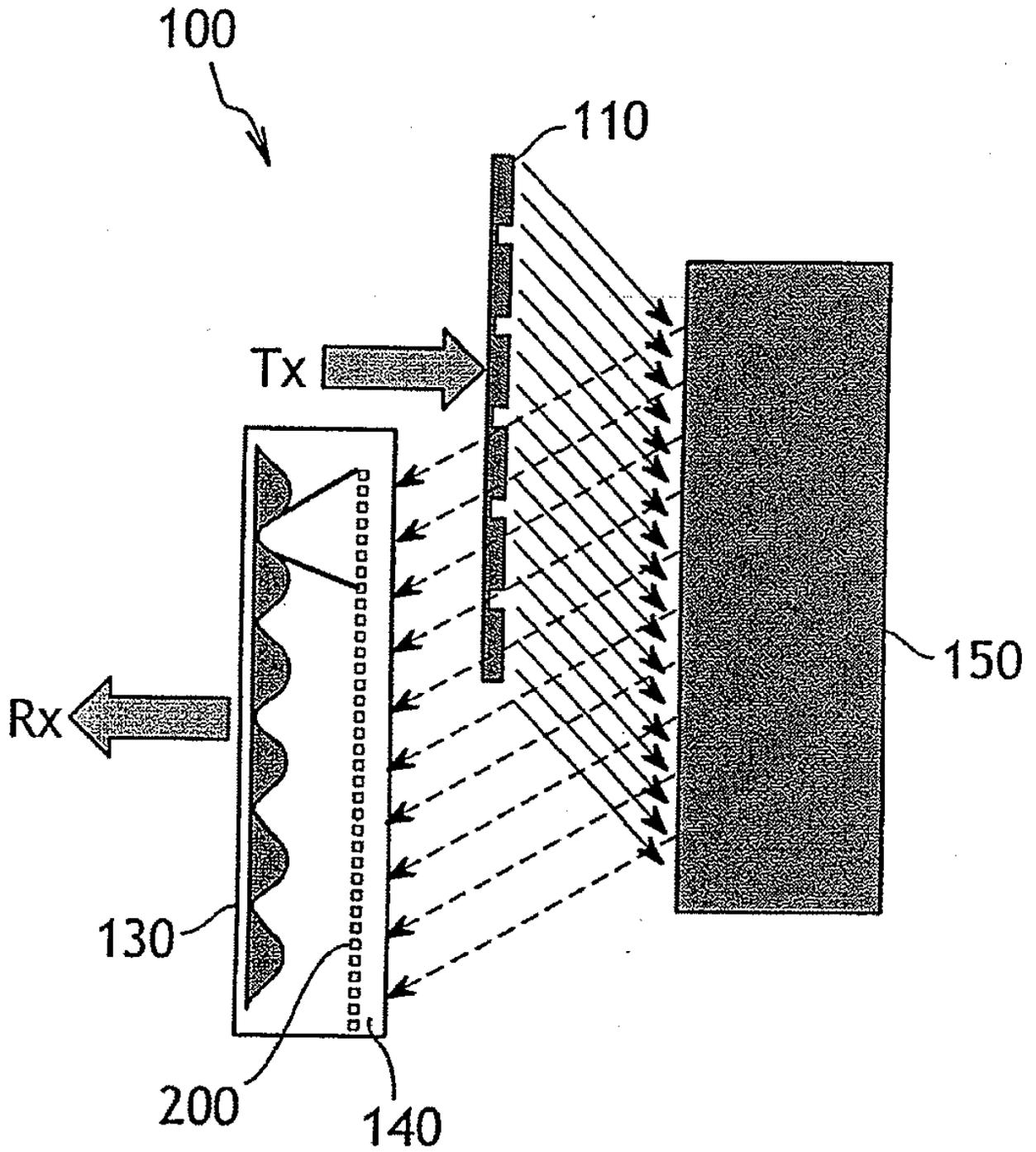


FIG.3

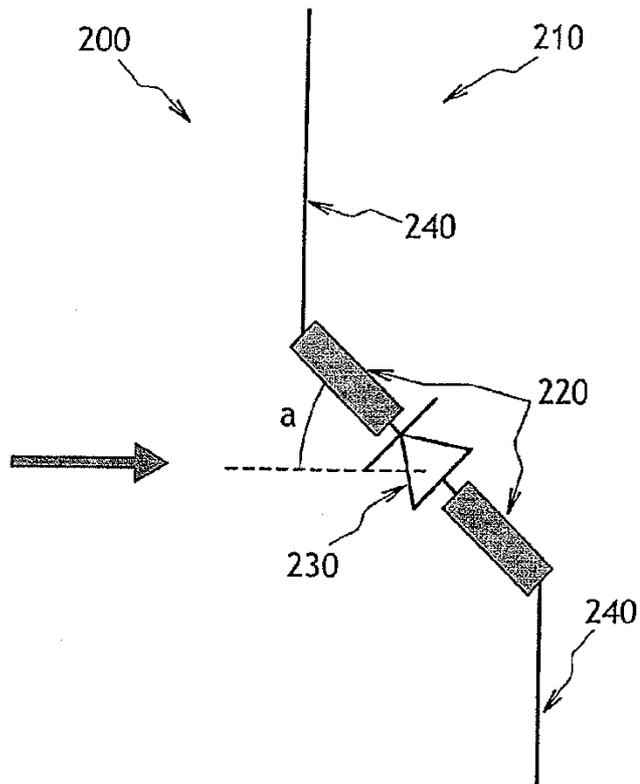


FIG. 4

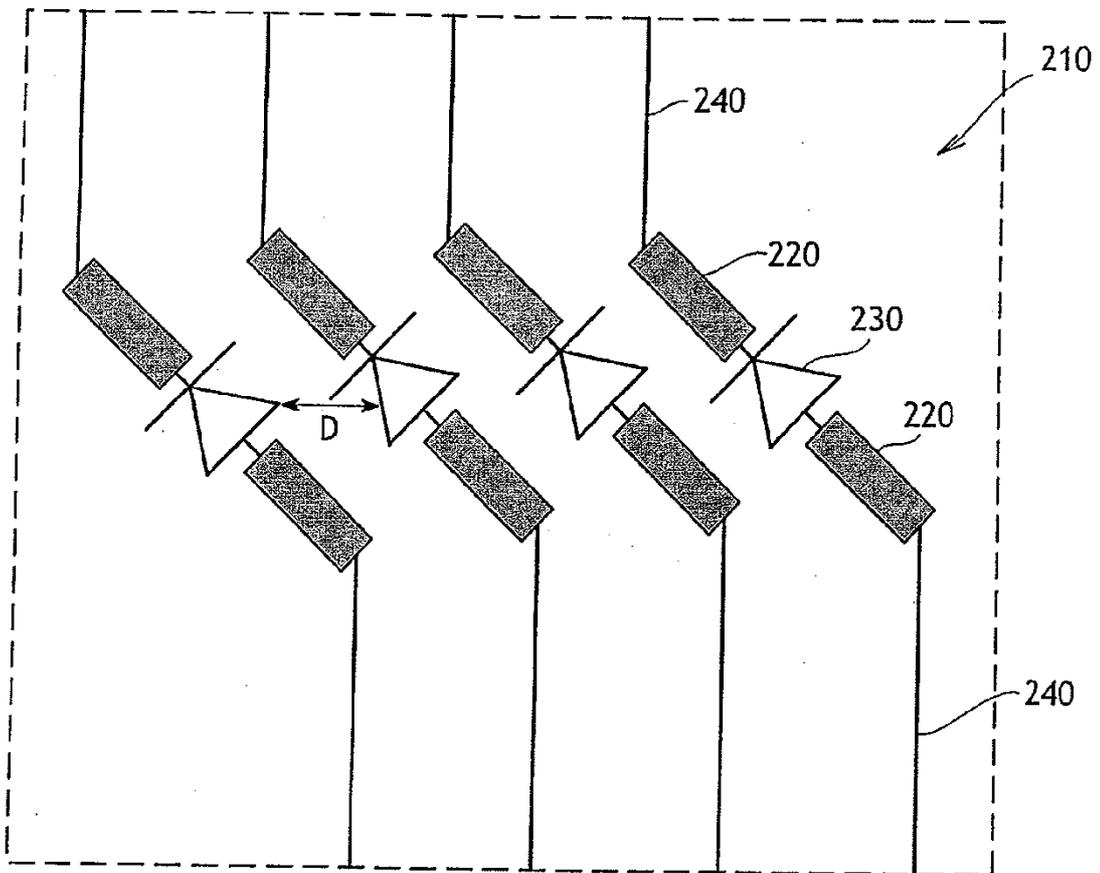


FIG. 5