

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 413 279**

51 Int. Cl.:

H04Q 9/00 (2006.01)

G01D 21/00 (2006.01)

G08C 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2010 E 10723962 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 2435798**

54 Título: **Dispositivo de medición que comprende un difusor electromagnético**

30 Prioridad:

29.05.2009 FR 0953594

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

16.07.2013

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE - CNRS (100.0%)
3, rue Michel Ange
75016 Paris Cedex 16, FR**

72 Inventor/es:

**AUBERT, HERVÉ;
PONS, PATRICK;
CHEBILA, FRANCK y
JATLAOUI, MOHAMED, MEHDI**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 413 279 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 de medición que comprende un difusor electromagnético.

5 La presente invención concierne a un dispositivo de medición, por ejemplo inalámbrico y pasivo, que comprende un detector y un difusor electromagnético que tiene una superficie equivalente radar específica así como a un procedimiento de medición que utiliza tal dispositivo.

10 Existen numerosos ámbitos tecnológicos en los cuales se puede querer medir una magnitud física como, por ejemplo, la temperatura, la presión, la concentración de gases. En muchas aplicaciones no es deseable una conexión alámbrica entre el sensor y el sistema de tratamiento de los datos medidos y se prefiere una conexión inalámbrica. Existe una necesidad de realizar redes de sensores inalámbricos y sin elementos activos (es decir, sin alimentación de energía, sin circuito de tratamiento de los datos, sin baterías).

15 Se utilizan detectores o todavía sensores configurados para detectar una variación de la magnitud física que hay que medir. Generalmente, estos detectores funcionan gracias a energía eléctrica conducida por cables eléctricos. El principal problema de estos detectores o sensores denominados activos (es decir, alimentados) es que estos necesitan una fuente de energía, lo que limita su duración de vida de servicio, aumenta su coste y genera un volumen y un peso que se consideran redhibitorios en muchas aplicaciones. Además, cuando los sensores están implantados en zonas de acceso difícil o imposible esta solución activa se considera ineficaz.

En ciertos casos, los cables eléctricos que alimentan el detector pueden perturbar la medición. Por ejemplo, cuando los cables eléctricos atraviesan una zona que presenta una radiación electromagnética, estos pueden actuar como antenas que captan la radiación electromagnética.

20 En otros casos, puede ser deseable instalar detectores inalámbricos a fin de simplificar la colocación del dispositivo de medición.

25 Se han propuesto recientemente sensores pasivos que utilizan componentes de ondas acústicas de superficie (SAW de « Surface Acoustic Waves » en inglés), véanse por ejemplo los documentos AT 7777 Uz o US 2009/121847 A1, pero estos sensores en particular padecen de una pequeña distancia de interrogación (alcance de algunas decenas de centímetros en general) debido a la presencia de pérdidas no despreciables ocasionadas durante las dos conversaciones onda electromagnética/onda acústica y onda acústica/onda electromagnética. Por otra parte, estos sensores SAW son difíciles de calibrar y necesitan un buen acondicionamiento de la señal eléctrica enviada por el lector para obtener buenas resoluciones.

30 La utilización de un dispositivo de medición autónomo o inalámbrico plantea el problema de la identificación del dispositivo de medición. En particular, durante la utilización de una pluralidad de dispositivos de medición o de un dispositivo de medición que comprenda una pluralidad de detectores, existe una necesidad de permitir identificar cada detector.

35 Dispositivos de medición conocidos utilizan una modulación específica de la señal enviada por los detectores en dirección al dispositivo de lectura o de tratamiento de los datos medidos por el detector. Esta solución se basa en detectores alimentados de energía e implica un consumo de energía generalmente elevado.

Otra solución que permite la identificación del detector de un dispositivo de medición inalámbrico es la utilización de métodos de radioidentificación (RFID de « Radio-Frequency Identification » en inglés).

40 Por ejemplo existen soluciones que consisten en pegar una etiqueta RFID al detector a fin de permitir su identificación por un lector distante. Estas soluciones están limitadas por el alcance de los lectores de dispositivo RFID que no pasa de algunos metros.

Así pues, existe una necesidad de un dispositivo de medición de una magnitud física que no esté alimentado de energía (es decir, que sea pasivo) y que pueda ser identificado sin presentar los inconvenientes de las soluciones del estado de la técnica, en particular en términos de consumo de energía y de alcance.

45 Un objetivo de la presente invención es proponer un nuevo dispositivo de medición que pueda ser identificado, así como un procedimiento de medición que utilice tal dispositivo.

Así pues, la invención propone un dispositivo de medición de al menos una magnitud física que comprenda al menos un detector configurado para detectar una variación de la citada al menos una magnitud física, que comprenda además al menos un difusor electromagnético que tenga una superficie equivalente radar específica asociado al detector para identificar el detector por medio de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético.

50 Ventajosamente, el detector del dispositivo de medición de acuerdo con la invención puede ser identificado sin modulación específica de la señal enviada por el detector. Además, al menos un detector del dispositivo de medición puede ser identificado a varias decenas de metros por medio de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético asociado al citado detector.

Un dispositivo de acuerdo con la invención permite efectuar mediciones inalámbricas de magnitudes físicas a distancias de varias decenas de metros.

Un dispositivo de medición de acuerdo con la invención puede además comprender una o varias de las características opcionales siguientes, consideradas individualmente o según todas las combinaciones posibles:

- 5
- El citado difusor electromagnético es un difusor electromagnético multibanda cuya superficie equivalente radar presenta una pluralidad de máximos a diversas frecuencias,
 - El citado detector es un detector de impedancia variable cuya impedancia varía en función de las variaciones de la citada al menos una magnitud física,
 - El citado detector de impedancia variable es un detector pasivo de transducción electromagnética,
- 10
- El citado difusor electromagnético está acoplado con el detector de impedancia variable de modo que la variación de la impedancia del citado detector modifica la superficie equivalente radar del citado difusor.

La invención concierne igualmente a un sistema de medición que comprenda una pluralidad de dispositivos de medición de acuerdo con la invención.

15 La invención se refiere igualmente a un procedimiento de medición de al menos una magnitud física por medio de un dispositivo de medición de acuerdo con la invención, que comprende las etapas siguientes:

- se mide la citada al menos una magnitud física por medio del citado detector del dispositivo de medición,
- se mide la superficie equivalente radar del citado difusor electromagnético asociado al detector del dispositivo de medición.

20 El procedimiento de medición de acuerdo con la invención puede comprender igualmente una etapa en la que se identifique al citado detector del dispositivo de medición. De acuerdo con una variante de la invención, el citado dispositivo de medición se identifica por la superficie equivalente radar del difusor electromagnético.

25 El procedimiento de medición de acuerdo con la invención puede comprender la utilización de un dispositivo de medición de acuerdo con la invención cuyo detector es un detector de impedancia variable cuya impedancia varía en función de las variaciones de la citada al menos una magnitud física y está acoplado al difusor electromagnético, y además una etapa en la que se mide la citada al menos una magnitud física por la superficie equivalente radar del difusor electromagnético.

30 El procedimiento de medición de acuerdo con la invención puede comprender la utilización de un dispositivo de medición de acuerdo con la invención en el que el difusor electromagnético es un difusor multibanda, y además una etapa en la que se mide la citada al menos una magnitud física por las amplitudes y/o las frecuencias de los máximos de la superficie equivalente radar del difusor multibanda.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo y hecha refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo de medición de acuerdo con la invención;
- la figura 2 es una representación esquemática de un difusor electromagnético multibanda;
- 35 - la figura 3 es una representación esquemática de un espectro de superficie equivalente radar de un difusor electromagnético del tipo representado en la figura 2;
- la figura 4 es una representación en corte de un detector pasivo que puede ser utilizado en un dispositivo de medición de acuerdo con la invención;
- 40 - la figura 5 ilustra la modificación de la superficie equivalente radar de un difusor acoplado a un detector pasivo del tipo representado en la figura 4 a diferentes presiones.

Por razones de claridad, los diferentes elementos representados en las figuras no están necesariamente a escala.

La figura 1 ilustra un dispositivo de medición de acuerdo con la invención que comprende un detector 12 y un difusor electromagnético 14.

45 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de medición es un dispositivo de medición autónomo, a saber un dispositivo de medición que no está alimentado por una fuente de energía exterior.

El detector 12 está configurado para detectar variaciones de al menos una magnitud física, por ejemplo una presión, una concentración, una temperatura. En un modo de realización de la invención, el detector 12 puede estar configurado para detectar varias magnitudes físicas.

5 El difusor electromagnético 14 dispone de una superficie equivalente radar (SER) específica que permite identificar al citado difusor por análisis de su superficie equivalente radar. Asociando el difusor electromagnético 14 al detector 12, es posible identificar el detector 12 por medio de la superficie equivalente radar del citado difusor electromagnético 14.

En un modo de realización de la invención, el difusor electromagnético 14 puede estar situado en la proximidad del, o conectado al, detector 12 o todavía pegado o solidarizado al detector 12.

10 El detector 12 del dispositivo de medición 10 puede ser identificado a través de la zona 16 por medio de un dispositivo de análisis radar 18. El dispositivo de análisis radar 18 permite obtener la superficie equivalente radar del difusor electromagnético 14 asociado al detector 12.

15 De acuerdo con un modo de realización de la invención, no representado, el dispositivo de medición 10 puede comprender una pluralidad de detectores 12, cada uno asociado a un difusor electromagnético 14 que tenga una superficie equivalente radar específica. Ventajosamente, es posible identificar cada detector 12 del dispositivo de medición por la superficie equivalente radar del difusor electromagnético 14 asociado sin que el detector esté alimentado y a distancias que pueden llegar hasta varias decenas de metros.

20 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el difusor electromagnético 14 es un difusor electromagnético multibanda cuya superficie equivalente radar presenta una pluralidad de máximos a diversas frecuencias.

Un ejemplo de difusor electromagnético multibanda 14 está representado en la figura 2. El difusor electromagnético multibanda 14 representado en la figura 2 comprende un conjunto de cinco anillos metálicos concéntricos 20. Los anillos metálicos concéntricos 20 pueden estar dispuestos sobre un film dieléctrico por cualquier técnica conocida por el especialista en la materia.

25 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el radio R_n del n -ésimo anillo metálico, con $R_1 > R_2 > R_3 \dots$ es elegido de modo que $R_1/R_2 = R_2/R_3 = \dots = \tau$, con τ una constante superior a 1.

La figura 2b ilustra un difusor electromagnético multibanda 14 que comprende anillos concéntricos 20 y conmutadores 22 que permiten modificar la superficie equivalente radar del difusor electromagnético multibanda 14 abriendo o cerrando estos conmutadores.

30 La figura 3 representa un espectro de superficie equivalente radar de un difusor electromagnético multibanda 14 del tipo representado en las figuras 2a y 2b que comprende cuatro anillos metálicos concéntricos con $R_1 = 1,91$ mm y $\tau = 1,1$ y por tanto $R_2 = 1,72$ mm, $R_3 = 1,56$ mm, $R_4 = 1,40$ mm. El difusor electromagnético multibanda 14 comprende igualmente un conmutador 22 entre los dos anillos más alejados del centro.

35 Cuando el conmutador 22 está en posición abierta el espectro de superficie equivalente radar, en trazo continuo en la figura 3, presenta una pluralidad de máximos a diferentes frecuencias correspondientes a las frecuencias de resonancia de los diferentes anillos metálicos concéntricos 20. Los cuatro primeros máximos de la superficie equivalente radar corresponden a la primera frecuencia de resonancia de cada anillo metálico 20, a saber $F_1 = 25,4$ GHz, $F_2 = 28,2$ GHz, $F_3 = 31,3$ GHz, y $F_4 = 34,9$ GHz. Para las frecuencias correspondientes a los máximos del espectro de la superficie equivalente radar del difusor se tiene $F_1/F_2 = F_2/F_3 = F_3/F_4 \sim \tau$.

40 Cuando el conmutador 22 está en posición cerrada, el espectro de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético multibanda se modifica como se representa en líneas de puntos en la figura 3. Las dos primeras frecuencias de resonancia son reemplazadas por una sola frecuencia de resonancia.

45 Así, es posible controlar la superficie equivalente radar de un difusor electromagnético multibanda 14 del tipo representado en la figura 2b a fin de hacerla específica. Cuando tal difusor electromagnético multibanda 14 esté asociado a un detector, es posible identificar el detector asociado por análisis de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético multibanda 14.

Pueden utilizarse otros ejemplos de difusores electromagnéticos multibanda 14, por ejemplo antenas multibanda que comprendan trampas, antenas multibanda fractales o todavía cualquier tipo de difusores de resonancias múltiples 14.

50 De acuerdo con un aspecto de la invención, el difusor electromagnético 14, multibanda o no, está acoplado con un detector de impedancia variable 12.

Por « detector de impedancia variable » se entiende un detector cuya impedancia Z_d será modificada durante la detección de variación de la magnitud física que hay que medir.

Por « acoplado » se entiende una conexión electromagnética entre la impedancia del detector 12 y el difusor electromagnético 14. En efecto, el máximo de la superficie equivalente radar de un difusor 14 acoplado con una impedancia Z_d corresponde a:

$$\sigma = \frac{\lambda^2 G^2 R^2}{|Z_a + Z_d|^2 \pi}$$

- 5 Con $Z_a = R + jX$ la impedancia de entrada del difusor electromagnético 14, G la ganancia del difusor electromagnético 14 y λ la longitud de onda en espacio libre.

Se ve, así, que el máximo de la superficie equivalente radar depende de la impedancia del detector 12.

- 10 Ventajosamente, cuando el detector 12 de impedancia variable 12 y el difusor electromagnético 14 están acoplados, es posible a partir de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético 14 medir la impedancia del detector 12 de impedancia variable y por tanto el valor de la magnitud física que hay que medir.

Los inventores han constatado igualmente que en la frecuencia a la cual la superficie equivalente radar del difusor electromagnético 14 presenta un máximo que depende de la impedancia del detector 12 al cual el difusor electromagnético 14 está acoplado.

- 15 Así, la medición de la amplitud y de la frecuencia del máximo de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético 14 permite medir el valor de la magnitud física.

De acuerdo con un modo de realización, el difusor electromagnético puede estar integrado en el detector. Un ejemplo de detector que comprende un difusor electromagnético está representado en la figura 4.

La figura 4a representa una vista en corte de un detector de presión 30. Este detector 30 es un detector pasivo de transducción electromagnética.

- 20 En el sentido de la invención, se entiende por « detector pasivo » un detector que no comprende fuente de energía, a saber que no tiene alimentación de energía. Por « detector pasivo de transducción electromagnética » se entiende un detector pasivo en el que un campo electromagnético exterior mide directamente el valor de la magnitud física.

- 25 El detector de presión 30 representado en la figura 4 comprende una cavidad 32 recubierta por una membrana de silicio 34. La cavidad 32 comprende un resonador electromagnético 36. El resonador electromagnético puede estar acoplado a un difusor electromagnético 14 o bien formar parte del difusor electromagnético 14.

Los inventores han puesto en evidencia que una variación de presión sobre la membrana de silicio provoca una variación de la frecuencia de resonancia del resonador electromagnético 36.

- 30 De acuerdo con un modo de realización de la invención, la membrana de silicio presenta un espesor comprendido entre $50 \mu\text{m}$ y $800 \mu\text{m}$. Los inventores han puesto en evidencia que un espesor de aproximadamente $50 \mu\text{m}$ permitía aumentar la sensibilidad del detector 12. Con una membrana de aproximadamente $50 \mu\text{m}$, los inventores han medido un desplazamiento de la frecuencia de resonancia del resonador del orden de aproximadamente 370 MHz/bar.

- 35 La figura 5 representa los máximos de la superficie equivalente radar de un difusor electromagnético 14 acoplado a un detector 12 tal como el representado en la figura 4. Las curvas P1, P2 y P3 representan los máximos de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético 14 para diferentes presiones medidas por el detector 12.

Se ve que, para una frecuencia F_0 dada, el valor de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético 14 varía en función de la presión medida por el detector 12.

Así pues, por análisis de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético 14 acoplado al detector pasivo de transducción electromagnética 12, es posible obtener el valor de la magnitud física medida por el detector.

- 40 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el detector pasivo de transducción electromagnética 12 puede integrar un difusor electromagnético multibanda 14.

Ventajosamente, esto permite identificar el detector pasivo 12 por medio de la superficie equivalente radar específica del difusor electromagnético multibanda 14 e igualmente medir directamente el valor de la magnitud física a partir de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético multibanda 14.

- 45 La integración de un difusor electromagnético multibanda 14 permite aumentar la precisión de la medición de la magnitud física. En efecto, el acoplamiento del difusor electromagnético multibanda 14 con el detector 12 provoca una modificación del conjunto de los máximos de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético multibanda 14, tanto en amplitud como en frecuencia. Combinando las informaciones resultantes de las

modificaciones en el conjunto de los máximos de la superficie equivalente radar del difusor, es posible reducir los ruidos y la incertidumbre de las mediciones.

5 De acuerdo con un aspecto de la invención, es posible prever un sistema que comprenda una pluralidad de dispositivos de medición de acuerdo con la invención. Este sistema puede permitir medir una repartición espacial de una magnitud física que hay que medir, por ejemplo un gradiente de temperatura, de presión o de concentración.

Ventajosamente, los detectores 12 del sistema de medición integran difusores electromagnéticos multibanda 14 que permiten identificar cada detector 12 y obtener el valor de la magnitud física por medio de la superficie equivalente radar de cada difusor electromagnético multibanda 14.

10 La invención se refiere igualmente a un procedimiento de medición que utilice un dispositivo de medición de acuerdo con la invención.

15 De acuerdo con un modo de realización de la invención, el dispositivo de medición comprende un detector pasivo de inducción variable que integra un difusor electromagnético multibanda 12, el procedimiento comprende una etapa en la que se mide el espectro de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético multibanda 12. Las frecuencias y/o las amplitudes de los máximos de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético permiten identificar el detector 12 y obtener el valor de la magnitud física medida por el detector 12.

La invención no se limita a los modos de realización descritos y no será interpretada de modo limitativo, y engloba cualquier modo de realización equivalente.

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de medición (10) de al menos una magnitud física que comprende al menos un detector (12) configurado para detectar una variación de la citada al menos una magnitud física, caracterizado porque comprende además al menos un difusor electromagnético (14), que tiene una superficie equivalente radar específica, asociado al detector (12) para identificar al detector (12) por medio de la superficie equivalente radar del difusor electromagnético (14).
2. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el citado difusor electromagnético (14) es un difusor electromagnético multibanda cuya superficie equivalente radar presenta una pluralidad de máximos a diversas frecuencias.
- 10 3. Dispositivo de medición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el citado detector (12) es un detector de impedancia variable cuya impedancia varía en función de las variaciones de la citada al menos una magnitud física.
4. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 3, en el cual el citado detector de impedancia variable (12) es un detector pasivo de transducción electromagnética.
- 15 5. Dispositivo de medición de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 o 4, en el cual el citado difusor electromagnético (14) está acoplado con el citado detector de impedancia variable de modo que la variación de la impedancia del citado detector modifica la superficie equivalente radar del citado difusor.
6. Procedimiento de medición de al menos una magnitud física de un dispositivo de medición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende las etapas siguientes:
- 20 - se mide la citada al menos una magnitud física por medio del citado detector (12) del dispositivo de medición (10),
- se mide la superficie equivalente radar del citado difusor electromagnético (14) asociado al detector (12) del dispositivo de medición (10).
- 25 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual se identifica el citado detector (12) del dispositivo de medición (10).
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual se identifica el citado dispositivo de medición (10) por la superficie equivalente radar del difusor electromagnético (14).
- 30 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, en el cual el detector (12) del dispositivo de medición (10) es un detector de impedancia variable cuya impedancia varía en función de las variaciones de la citada al menos una magnitud física y está acoplado al difusor electromagnético (14), el procedimiento comprende además una etapa en la que se mide la citada al menos una magnitud física por la superficie equivalente radar del difusor electromagnético.
- 35 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual el difusor electromagnético (14) es un difusor multibanda, el procedimiento comprende además una etapa en la que se mide la citada al menos una magnitud física por las amplitudes y/o las frecuencias de los máximos de la superficie equivalente radar del difusor multibanda.

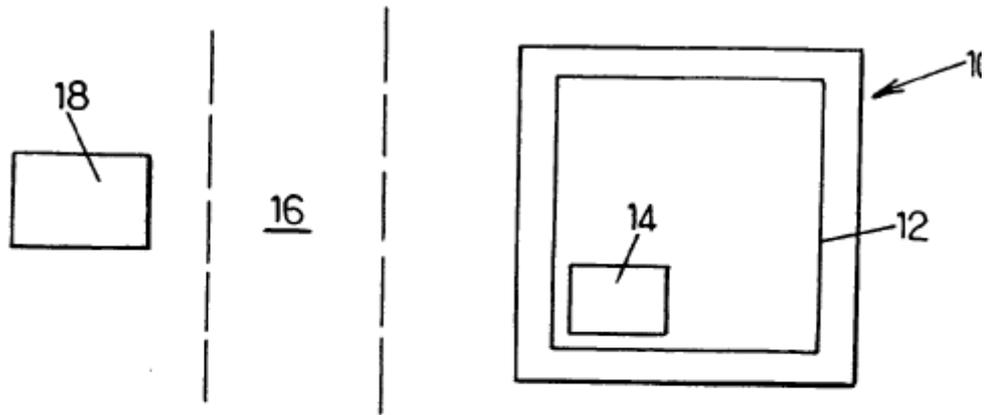


FIG.1.

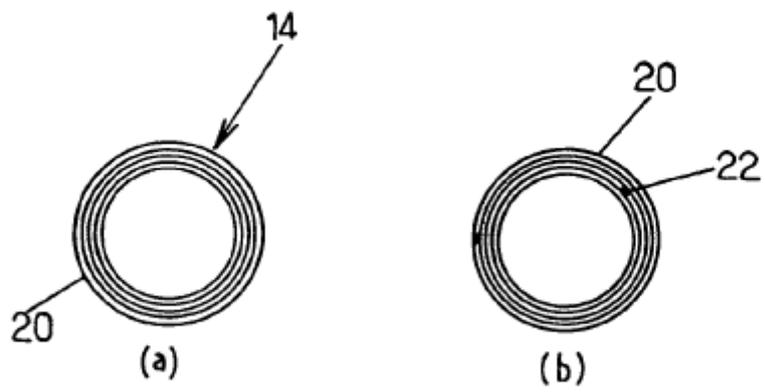


FIG.2.

