



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 327 890**

② Número de solicitud: 200900936

⑤ Int. Cl.:  
**H03H 9/58** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

⑫ Fecha de presentación: **06.04.2009**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **04.11.2009**

Fecha de la concesión: **03.05.2010**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:  
**11.03.2010**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **18.05.2010**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**18.05.2010**

⑰ Titular/es: **Universidad Politécnica de Madrid  
c/ Ramiro de Maeztu, 7  
28040 Madrid, ES**

⑱ Inventor/es: **Iborra Grau, Enrique;  
Clement Lorenzo, Marta y  
Olivares Roza, Jimena**

⑳ Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

⑳ Título: **Dispositivo de filtrado de ondas acústicas de volumen.**

㉑ Resumen:

Dispositivo de filtrado de ondas acústicas de volumen BAW, que comprende una pluralidad de filtros, con una pluralidad de resonadores, con frecuencias de resonancia diferentes integrados en un sustrato común, cuyo método de fabricación comprende:

- depositar una estructura de aislamiento acústico y eléctrico (2, 3) sobre la superficie superior de un sustrato,
- depositar una capa de un metal como electrodo inferior (4) y semilla para el crecimiento de la capa subsiguiente,
- depositar secuencialmente una pluralidad de capas delgadas de material piezoeléctrico (5,6) sobre el electrodo inferior (4), situadas en las posiciones donde un resonador, con la frecuencia correspondiente al espesor de dichas capas, se quiera situar, y su posterior grabado,
- eliminar todo el material usado como máscara en el grabado realizado,
- depositar, sobre todos los resonadores, una capa metálica de espesor constante, que constituye el electrodo superior (7) de cada resonador de cada filtro.

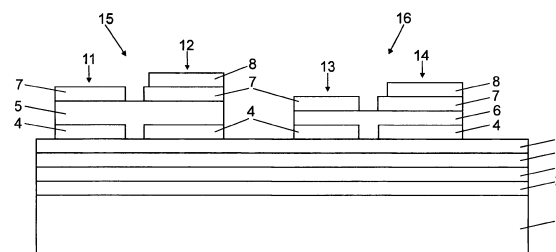


FIG. 1

ES 2 327 890 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP.

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo de filtrado de ondas acústicas de volumen.

**5 Sector técnico**

La invención se encuadra en el sector técnico de los dispositivos electroacústicos usados en dispositivos electrónicos y susceptibles de ser integrados con otros circuitos electrónicos, como por ejemplo filtros de señales eléctricas de alta frecuencia en equipos de comunicaciones digitales inalámbricas, como los sistemas de telefonía móvil.

**10 Antecedentes de la invención**

Los resonadores de ondas acústicas de volumen BAW (Bulk Acoustic Wave) son dispositivos que contienen una película delgada de un material piezoeléctrico interpuesta entre dos películas delgadas metálicas que constituyen los electrodos del dispositivo. Esta estructura tiene una frecuencia de resonancia cuyo valor depende principalmente del espesor de la película del material piezoeléctrico, y es utilizada habitualmente como un componente de un filtro de radiofrecuencia en, por ejemplo, equipos de telefonía móvil. Un ejemplo típico de dichos filtros es el llamado filtro en escalera que contiene dos tipos de resonadores con frecuencias ligeramente distintas: el resonador serie y el resonador paralelo, colocados respectivamente en serie y paralelo con la señal a filtrar. Se suelen usar varias etapas de esta asociación de resonadores para constituir un filtro completo. Además del espesor de la película del material piezoeléctrico, también afectan a la frecuencia de resonancia del resonador BAW los espesores del resto de la capas que conforman el resonador, entre los que se incluyen los electrodos, las capas de aislamiento acústico del sustrato, las capas de pasivado y las capas de carga.

En el caso de los filtros en escalera, los dos tipos de resonadores (serie y paralelo) suelen tener la misma estructura de capas, excepto una película adicional de espesor muy bajo (carga) que se sitúa sobre el resonador paralelo con el fin de disminuir ligeramente su frecuencia de resonancia, de tal manera que la frecuencia central del filtro, entendiendo por tal la frecuencia intermedia entre los bordes de la banda de transmisión del filtro, coincide con la frecuencia de la resonancia serie del resonador serie y con la resonancia paralelo del resonador paralelo.

Para que los resonadores tengan un alto factor de calidad, éstos se aíslan acústicamente del sustrato. El aislamiento acústico puede conseguirse suspendiendo el resonador por encima del sustrato mediante técnicas de micromecanizado, o usando los llamados espejos acústicos que consisten en apilamientos de capas de materiales con diferente impedancia acústica cuyos espesores son aproximadamente iguales a una cuarta parte de la longitud de la onda de frecuencia característica que se propaga en su interior. En el caso del aislamiento mediante espejos acústicos, la reflectancia acústica del espejo para cada frecuencia depende, además, del espesor de cada capa, del número de capas alternadas de alta y baja impedancia acústica, de la diferencia entre las impedancias acústicas de los dos tipos de material, de la rugosidad de las capas, o de las inhomogeneidades. Es posible diseñar espejos acústicos con frecuencia central, anchos de banda y coeficiente de reflexión de valores muy diversos.

En los sistemas de telecomunicación inalámbrica multibanda, como por ejemplo los teléfonos móviles multibanda, existe la necesidad de usar filtros de frecuencias centrales sustancialmente diferentes unas de otras. Existe un gran interés en conseguir la integración de estos filtros en sustratos únicos para disminuir el tamaño de los componentes y por tanto de los sistemas, reducir el consumo y mejorar las prestaciones. Sin embargo, aunque es bien conocido el método de implementar un filtro mediante la carga de uno de sus resonadores con una película delgada para el ajuste de su frecuencia, no es tan inmediato el método que permita la integración en un sólo sustrato de varios filtros de frecuencia central sustancialmente distinta y que difiera en pocos pasos tecnológicos del método convencional de fabricación de un filtro de una sola frecuencia.

Se han propuesto diversos métodos para conseguir esto. Uno de ellos consiste en el depósito de una capa única de material piezoeléctrico con el espesor característico de la frecuencia de resonancia menor del filtro que se desea integrar, y el posterior ataque parcial de la capa para ajustar los resonadores de mayor frecuencia [patente EP1221770A1]. En otra propuesta, similar a la anterior, el espesor de la capa única de material piezoeléctrico se ajusta al espesor característico de la frecuencia de resonancia mayor del filtro que se desea integrar, y a continuación se realiza un recrecimiento parcial de esta capa para ajustar los resonadores de frecuencia menor. También se ha propuesto el uso de electrodos de distintos materiales y espesores [patente US7180224 B2].

Por tanto, es necesario un método de fabricación de varios filtros basados en resonadores BAW con frecuencias centrales sustancialmente diferentes sobre un único sustrato, que además, no implique la adición de un número sustancial de pasos adicionales a los procesos de fabricación existentes para la fabricación de un filtro con una única frecuencia central sobre dicho sustrato.

**Descripción de la invención**

La presente invención se refiere a un método de fabricación de un dispositivo de filtrado de ondas acústicas de volumen BAW (Bulk Acoustic Wave) que comprende una pluralidad de filtros, compuestos por resonadores de ondas acústicas de volumen BAW, con frecuencias de resonancia sustancialmente diferentes, integrados sobre un único sustrato, que comprende:

## ES 2 327 890 B2

- una primera etapa de depósito de una estructura de aislamiento acústico y eléctrico sobre la superficie superior de un sustrato en el que pueden o no estar integrados previamente circuitos electrónicos;
- una segunda etapa de depósito de una capa de un metal que sirve como electrodo inferior y semilla para el crecimiento de la capa subsiguiente,
- una tercera etapa de depósito de una pluralidad de capas delgadas de material piezoeléctrico, de distintos espesores, sobre el electrodo inferior, y su posterior grabado de manera secuencial e iterativa, de tal manera que cada capa de material piezoeléctrico tenga un espesor correspondiente a cada una de las diferentes frecuencias de resonancia deseadas, estando situada cada capa de diferente espesor de material piezoeléctrico en las posiciones donde un resonador con la frecuencia correspondiente a ese espesor se quiera situar.

Esta tercera etapa comprende:

- una primera subetapa de depósito de una capa de material piezoeléctrico con el espesor requerido para la frecuencia deseada, en una zona del electrodo inferior de la segunda etapa,
- una segunda subetapa de depósito y grabado de material máscara sobre las zonas, de la capa de material piezoeléctrico depositado en la primera subetapa, donde se quiera proteger del ataque químico que se usa para eliminarlo del resto de la superficie,
- una tercera subetapa de eliminación, por ataque químico, de todo el material piezoeléctrico no protegido por el material máscara.

Se repetirán estas subetapas de manera secuencial e iterativa hasta que se hayan depositado y definido tantas capas de material piezoeléctrico como sean necesarias para obtener los resonadores de distintas frecuencias de resonancia.

- Una cuarta etapa de eliminación de todo el material usado como máscara en los sucesivos procesos de definición de los resonadores
- una quinta etapa de depósito y su grabado, sobre todos los resonadores, de una capa metálica de espesor constante, que constituye el electrodo superior de cada resonador de cada filtro.

Tras la quinta etapa se continúa el procesado como si un sólo tipo de resonador fuera a ser fabricado.

Este procedimiento de obtener capas del material piezoeléctrico con diferentes espesores en zonas diferentes de un mismo sustrato tiene como principal ventaja el utilizar siempre para el crecimiento del material piezoeléctrico el mismo sustrato, el electrodo inferior. Se evitan los procesos, siempre dificultosos, de realizar ataques parciales de películas delgadas para obtener espesores menores, así como los procesos de recrecimiento de materiales piezoeléctricos que son también de una gran dificultad debido a la degradación de las propiedades del material recrecido. El número de pasos tecnológicos adicionales para cada conjunto de resonadores con frecuencia de resonancia sustancialmente diferente es escaso ya que sólo incluye el depósito de una máscara para el ataque del piezoeléctrico y su definición, el ataque del material piezoeléctrico, la limpieza y acondicionamiento del electrodo inferior, el depósito de un nuevo material piezoeléctrico de otro espesor.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta:

La Figura 1 es un esquema del corte transversal del dispositivo, con las estructuras apiladas de capas para resonadores que pueden ser usados en dos filtros con frecuencias sustancialmente diferentes.

La Figura 2 muestra un esquema de las etapas primera y segunda del procedimiento de fabricación del dispositivo representado en la Figura 1.

La Figura 3 muestra un esquema de las subetapas de la etapa 3 del método de obtención del dispositivo de la figura 1.

La Figura 4 muestra un esquema de la etapa 4 del método de obtención del dispositivo de la figura 1.

La Figura 5 muestra un esquema de la etapa 5 del método de obtención del dispositivo de la figura 1.

La Figura 6 muestra un esquema del dispositivo con una capa de carga en los resonadores paralelo.

## ES 2 327 890 B2

En las figuras se incluyen unas referencias numéricas que representan los elementos utilizados en la realización preferida sin que ello suponga carácter limitativo alguno de la invención:

- 1.- sustrato
- 2.- capa de material con alta impedancia acústica
- 3.- capa de material con baja impedancia acústica
- 4.- electrodo inferior
- 5.- primera capa de material piezoeléctrico
- 6.- segunda capa de material piezoeléctrico
- 7.- electrodo superior
- 8.- capa de carga
- 9.- primera capa de material máscara
- 10.- segunda capa de material máscara
- 11.- resonador serie del filtro 1
- 12.- resonador paralelo del filtro 1
- 13.- resonador serie del filtro 2
- 14.- resonador paralelo del filtro 2
- 15.- filtro 1
- 16.- filtro 2

### Descripción de una realización preferida

Con objeto de clarificar la invención se describe un ejemplo concreto de integración en un mismo sustrato de filtros de transmisión y recepción de dos bandas usadas en telefonía móvil. El total de filtros con frecuencia central distinta es en este caso de cuatro, aunque un mayor número de ellos pueden ser integrados en el mismo sustrato, cada uno de ellos con dos tipos de resonadores con frecuencia de resonancia ligeramente distinta que se consiguen cargando con una capa adicional el electrodo superior de los de más baja frecuencia como es habitual en este tipo de filtros. Las referencias en esta sección se hacen a la figura 1. En esta figura sólo se han representado dos filtros (15, 16) de los cuatro filtros mencionados, con un resonador en serie (11, 13) y otro en paralelo (12, 14) cada uno.

Se parte, como primera etapa, de un sustrato (1) que posee una superficie plana, como por ejemplo una oblea de silicio monocristalino que puede contener circuitos electrónicos integrados. Se deposita sobre la superficie plana una sucesión de capas de un material con alta impedancia acústica (2) como el  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , alternadas con capas de otro material con baja impedancia acústica (3), como el  $\text{SiOC}$ , pudiendo ser de otros materiales como W, AlN,  $\text{SiO}_2$ , etc., como puede verse en la figura 2.

Este conjunto de capas constituye el aislamiento acústico en forma de espejo de Bragg. El diseño de este espejo es tal que la reflectancia acústica sea lo mayor posible en la banda de frecuencia donde se engloben las frecuencias centrales de los filtros a integrar. Si estas frecuencias son muy distintas, se podrían diseñar y fabricar distintos espejos en las distintas áreas donde los resonadores o conjuntos de resonadores tuvieran las frecuencias correspondientes.

El siguiente paso, o segunda etapa, es depositar y definir mediante las técnicas habituales de fotolitografía y ataque el electrodo inferior (4), como se muestra en la figura 2. Este electrodo debe ser un metal o apilamiento de metales de alta conductancia eléctrica que, además, permita el crecimiento del material piezoeléctrico (5) y (6) con suficiente buena calidad estructural y piezoeléctrica. Este electrodo ha de ser también compatible con el método de ataque del material piezoeléctrico (5) y (6) hasta el punto de poder soportar el depósito y eliminación de varias capas de dicho material piezoeléctrico, permitiendo después de cada proceso el crecimiento de una nueva capa de material piezoeléctrico de buena calidad. En el ejemplo este electrodo inferior (4) está formado por una capa delgada de iridio.

El paso siguiente, o tercera etapa (Figura 3), es el depósito de la primera capa de material piezoeléctrico (5). Esta capa debe tener un espesor tal que el resonador que se haga con ella tenga la frecuencia de resonancia deseada. En este ejemplo se usa el AlN como material piezoeléctrico.

## ES 2 327 890 B2

El siguiente paso es depositar y definir una capa de un material máscara (9) que proteja el material piezoeléctrico en las zonas donde se quiera proteger del ataque químico que se usa para eliminarlo del resto de la superficie. En este ejemplo este material puede ser por ejemplo el molibdeno que no es atacado por el hidróxido potásico caliente que es el atacante químico usado habitualmente para eliminar el AlN de las zonas deseadas.

5

A continuación se deposita una nueva capa de AlN de un espesor distinto (6), correspondiente a los resonadores de otra frecuencia de resonancia. Se vuelve a depositar y definir una nueva capa del material máscara (Mo) (10) para atacar esta segunda capa de AlN de todas las zonas deseadas. En las zonas en que ya exista AlN del depósito anterior (5), éste está protegido por la correspondiente capa de Mo que no fue retirada (9).

10

Estos pasos de depósito de AlN, depósito y definición de Mo y ataque de AlN, se repiten tantas veces como espesores distintos de AlN se requieran en la superficie del sustrato, en el caso concreto de este ejemplo, cuatro veces. Al final la superficie del sustrato estará recubierta de zonas con espesores distintos de AlN cubiertas por capas de Mo (9) y (10), como se muestra en la figura 3. El paso siguiente, o cuarta etapa, consiste en eliminar la máscara protectora (Mo) (9) y (10) como se muestra en la figura 4, y depositar, en una quinta etapa, una capa metálica que, una vez definida, constituye el electrodo superior de los resonadores (7), como se muestra en la figura 5. A partir de aquí, la fabricación de filtros es como es habitual, usando una capa de carga (8), como se muestra en la figura 6, para variar ligeramente la frecuencia de los resonadores paralelo (12, 14), en los filtros tipo escalera, depositando capas de protección, recreciendo los contactos y encapsulando, si procede, los dispositivos.

15

20

### **Aplicación industrial**

La aplicación industrial de este invento se encuentra en los sistemas electrónicos que usen filtros de señales basados en ondas acústicas de volumen fabricados con películas delgadas de materiales piezoeléctricos y que requieran la integración de tales filtros con frecuencias centrales sustancialmente distintas en el mismo sustrato. Son ejemplos de estos sistemas aquellos de telefonía móvil con más de una banda de funcionamiento, sistemas de recepción de señales de posicionamiento global, sistemas digitales de transmisión de datos, radio digital, sistemas de radar multicanal, etc.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Método de fabricación de dispositivos de filtrado de ondas acústicas de volumen que comprenden una pluralidad de filtros, que comprenden una pluralidad de resonadores, con frecuencias de resonancia diferentes integrados en un sustrato común, **caracterizado** por comprender:

- 10 - una primera etapa de depósito de una estructura de aislamiento acústico y eléctrico (2, 3) sobre la superficie superior de un sustrato,
- 15 - una segunda etapa de depósito de una capa de un metal como electrodo inferior (4) y semilla,
- 20 - una tercera etapa de ejecución secuencial e iterativa de las siguientes subetapas hasta que se hayan depositado y definido tantas capas de material piezoeléctrico como sean necesarias para obtener los resonadores de distintas frecuencias de resonancia deseados:
  - 25 - una primera subetapa de depósito de una capa de material piezoeléctrico (5, 6) con el espesor requerido para la frecuencia deseada, en una zona del electrodo inferior (4) de la segunda etapa,
  - 30 - una segunda subetapa de depósito y grabado de material máscara (9, 10) sobre las zonas de la capa de material piezoeléctrico depositado en la primera subetapa, donde se quiera proteger del ataque químico que se usa para eliminarlo del resto de la superficie,
  - 35 - una tercera subetapa de ataque químico de eliminación de todo el material piezoeléctrico (5, 6) no protegido por el material máscara (9, 10).

30 2. Método de fabricación según reivindicación 1, **caracterizado** porque tras la tercera etapa comprende una cuarta etapa de eliminación de todo el material usado como máscara para los diferentes ataques químicos de grabado realizados.

35 3. Método de fabricación según reivindicación 2, **caracterizado** porque tras la cuarta etapa comprende una quinta etapa de depósito, sobre todos los resonadores, de una capa metálica de espesor constante y su grabado, que constituye el electrodo superior (7) de cada resonador de cada filtro.

40 4. Método de fabricación según reivindicación 3, **caracterizado** porque tras la quinta etapa se continúa el procedimiento como si de un solo resonador se tratara, comprendiendo las etapas de:

- 45 - aplicación de una capa de carga (8) para variar ligeramente la frecuencia de los resonadores paralelo en los filtros tipo escalera,
- 50 - depósito de capas de protección,
- 55 - récrecimiento de los contactos y
- 60 - opcionalmente, encapsulado de los dispositivos.

50

55

60

65

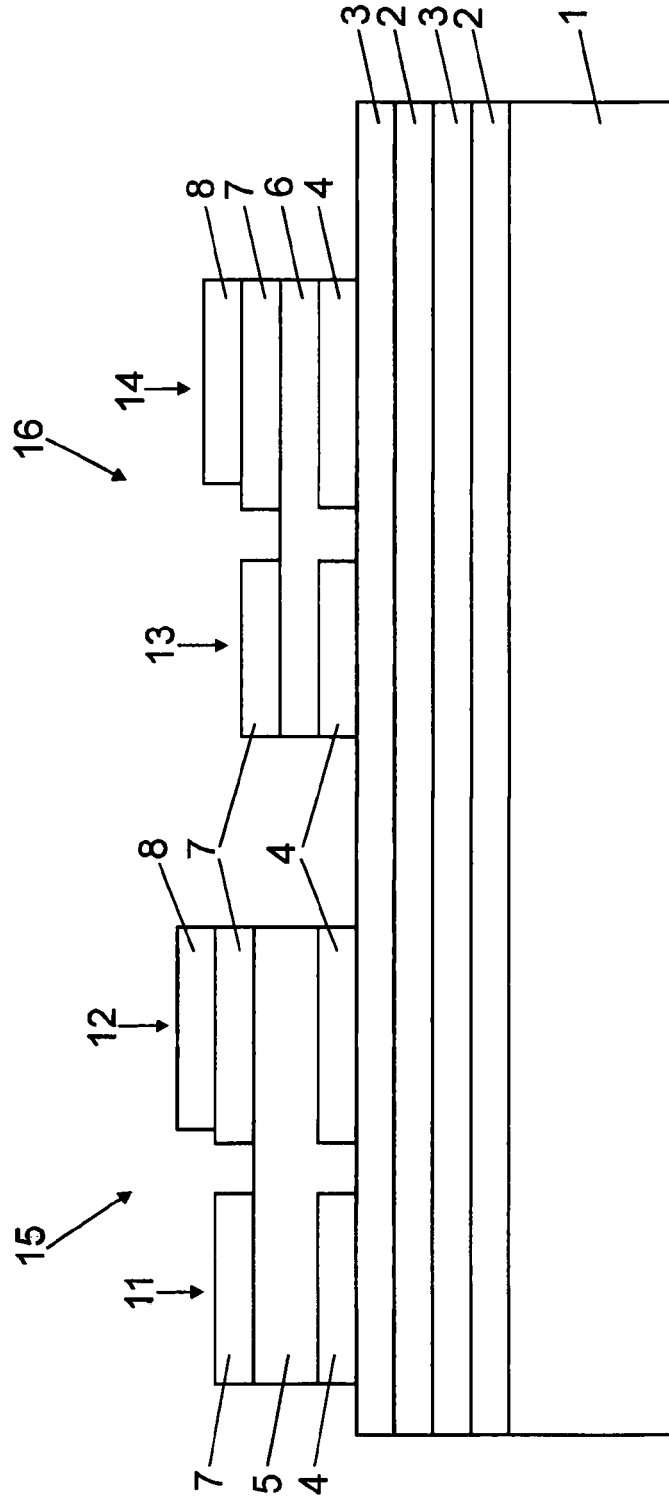


FIG. 1

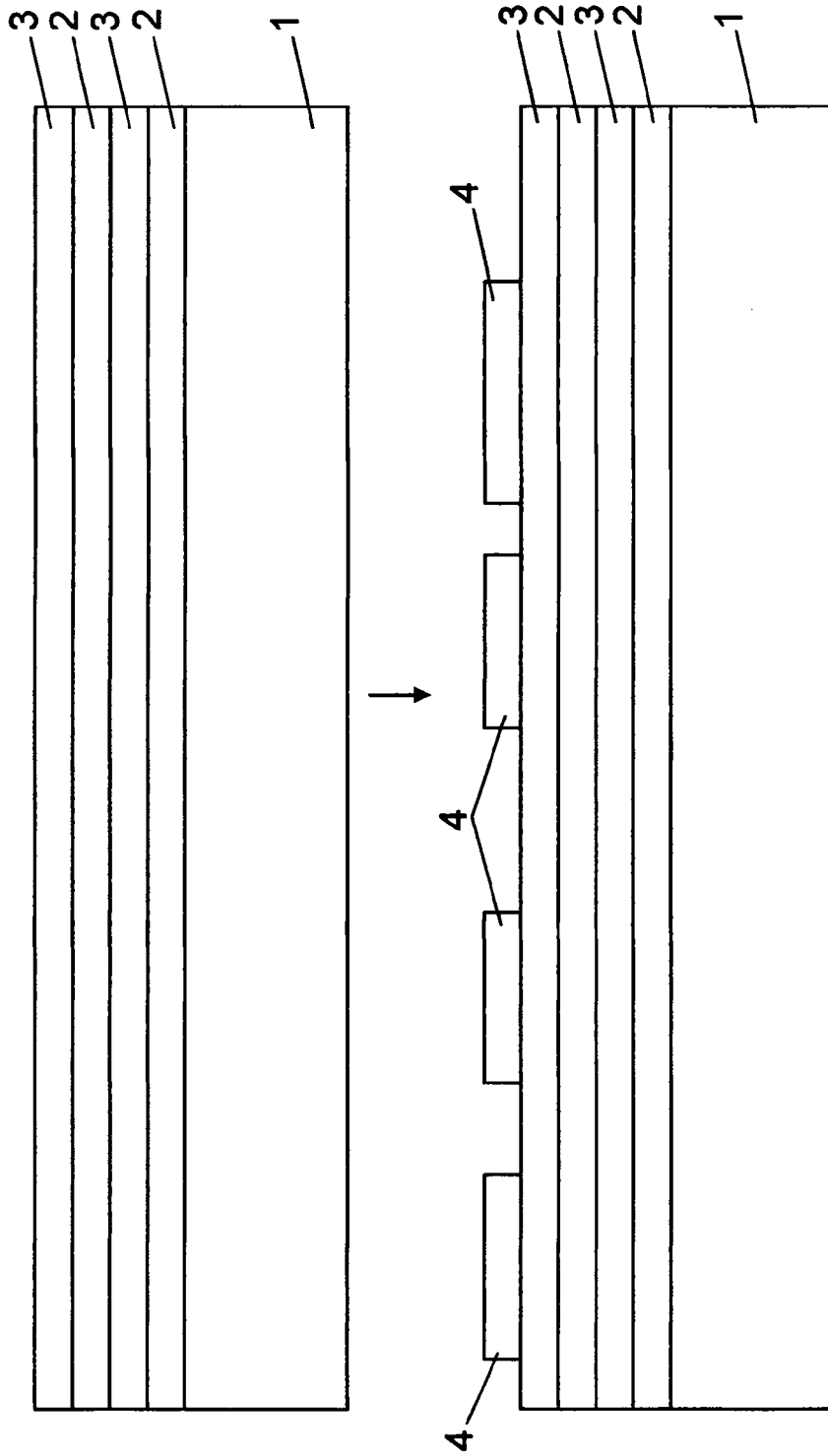
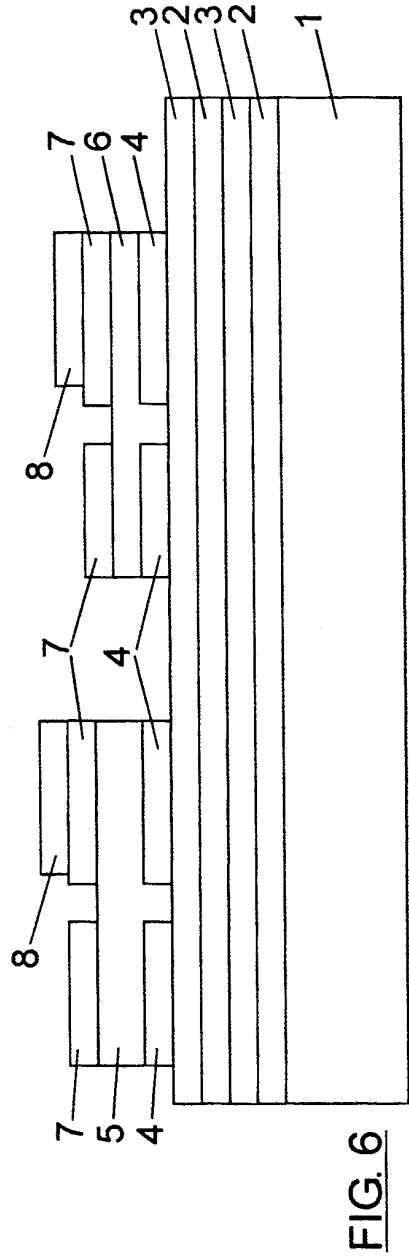
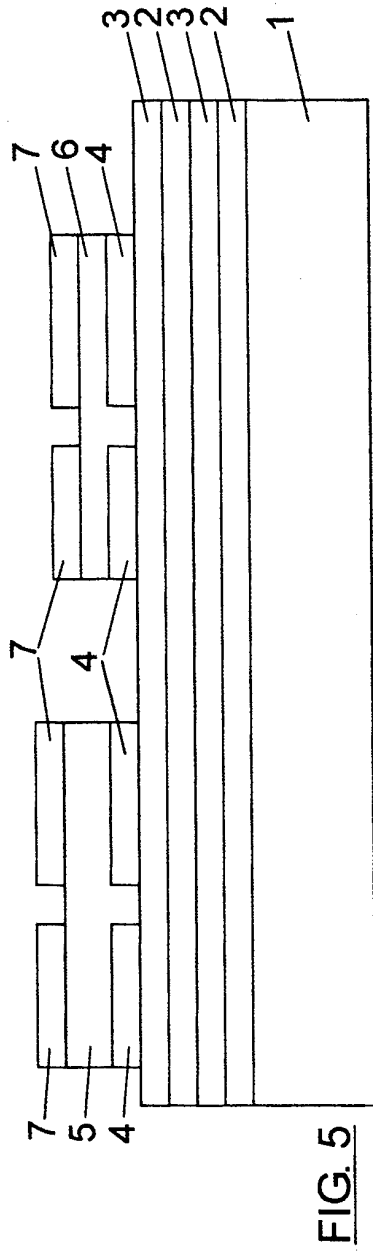
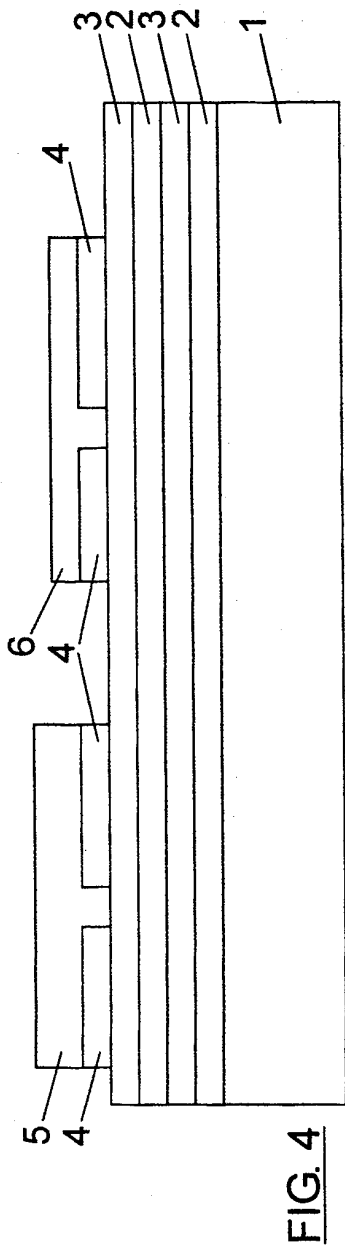


FIG. 2







OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 327 890

② N° de solicitud: 200900936

③ Fecha de presentación de la solicitud: **06.04.2009**

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **H03H 9/58** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑥ Documentos citados   | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|--|----------------------------|
| X         | EP 1221770 A1 (NOKIA CORP.) 10.07.2002, todo el documento.       | 1-6                        |
| A         | US 2002121498 A1 (BRADLEY et al.) 05.09.2002, todo el documento. | 1-6                        |

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

09.10.2009

Examinador

J. Botella Maldonado

Página

1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H03H

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, XPAIP, XPI3E, INSPEC.

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 09.10.2009

**Declaración**

|  |                  |     |           |
|--|------------------|-----|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>                 | Reivindicaciones | 6   | <b>SÍ</b> |
|  | Reivindicaciones | 1-5 | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva<br/>(Art. 8.1 LP 11/1986)</b> | Reivindicaciones |     | <b>SÍ</b> |
|  | Reivindicaciones | 1-6 | <b>NO</b> |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión:**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

**1. Documentos considerados:**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación | Fecha Publicación |
|-----------|-------------------------------------|-------------------|
| D01       | EP 1221770 A1                       | 10.07.2002        |
| D02       | US 2002121498 A1                    | 05.09.2002        |

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El primer objeto principal de la invención (recogido en la reivindicación 1ª) es un dispositivo de filtrado de ondas acústicas de volumen constituido por una pluralidad de filtros que comprenden diversos resonadores integrados en un sustrato común. El segundo objeto principal (recogido en la reivindicación 2ª) es un método para la fabricación del dispositivo de filtrado, que comprende una primera etapa de depósito de una estructura de aislamiento acústico y eléctrico sobre la superficie del sustrato, una segunda etapa de depósito de una capa de metal como electrodo inferior y una tercera etapa de depósito secuencial e iterativo de capas de material piezoeléctrico sobre el electrodo inferior y posterior grabado, hasta situar en sus lugares adecuados las capas de material piezoeléctrico con los espesores correspondientes a las frecuencias de cada resonador. Esta tercera etapa (reivindicación 3ª) consta de una primera subetapa de depósito de una capa de material piezoeléctrico en el electrodo inferior con el espesor requerido para la frecuencia deseada, una segunda subetapa de depósito y grabado de material máscara en zonas determinadas y una tercera subetapa de eliminación del material piezoeléctrico no protegido por el material máscara. Una cuarta etapa (reivindicación 4ª) consiste en la eliminación de todo el material máscara utilizado en la etapa tercera. Una quinta etapa (reivindicación 5ª) consiste en el depósito sobre todos los resonadores de una capa metálica de espesor constante que constituye el electrodo superior de cada resonador. Tras estas etapas, el procedimiento de fabricación prosigue como si de un sólo resonador se tratara con las etapas de aplicación de una capa de carga, capas de protección, recrecimiento de contactos y opcionalmente, encapsulado (reivindicación 6ª).

El documento D01, presenta un método para la fabricación de una pluralidad de resonadores BAW de diferentes frecuencias, sobre un mismo sustrato comprendiendo una primera etapa de depósito de una estructura aislante, una segunda etapa de depósito de una capa metálica como electrodo inferior, una tercera de depósito de material piezoeléctrico en los lugares y con los espesores correspondientes a las frecuencias de resonancia de los diversos resonadores. En una de las realizaciones, esta tercera etapa consiste en depositar material piezoeléctrico con el espesor de la frecuencia de resonancia más alta, enmascarar las zonas correspondientes a esta frecuencia, ampliar la anterior capa piezoeléctrica hasta conseguir el espesor de la siguiente frecuencia de resonancia más alta y enmascarar las zonas que corresponden a esta frecuencia, así hasta completar el total de resonadores. Posteriormente se elimina todo el material piezoeléctrico hasta las zonas enmascaradas y se deposita el electrodo superior sobre las capas de material piezoeléctrico.

Por lo tanto el objeto de la invención recogido en las reivindicaciones de la 1ª a la 5ª, ha sido divulgado idénticamente en el documento D01 y estas reivindicaciones carecen de novedad.

Además, las características de diseño divulgadas en la reivindicación 6ª son ejecuciones obvias para un experto en la materia y por lo tanto carentes de actividad inventiva.