

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Juni 2010 (24.06.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/070000 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H03H 3/02 (2006.01) H03H 9/64 (2006.01)
H03H 3/08 (2006.01) H03H 9/145 (2006.01)
H03H 9/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/067306

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Dezember 2009 (16.12.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 062 605.8
17. Dezember 2008 (17.12.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53,
81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RUILE, Werner** [DE/
DE]; Klarastr. 5a, 80636 München (DE). **HAUSER,**

Markus [DE/DE]; Am Jägerberg 46, 82340 Feldafing
(DE). **BLEYL, Ingo** [DE/DE]; Kießlinger Str. 38a,
81829 Trudering (DE). **RIHA, Gerd** [AT/DE]; Grumet-
feld 17, 83131 Nußdorf (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENT-
ANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Zusam-
menschluss Nr. 175, Ridlerstr. 55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONSTRUCTION ELEMENT THAT OPERATES WITH ACOUSTIC WAVES, AND METHOD FOR THE MANU-
FACTURE THEREOF

(54) Bezeichnung : BAUELEMENT, WELCHES MIT AKUSTISCHEN WELLEN ARBEITET, UND VERFAHREN ZU DES-
SEN HERSTELLUNG

Fig 2

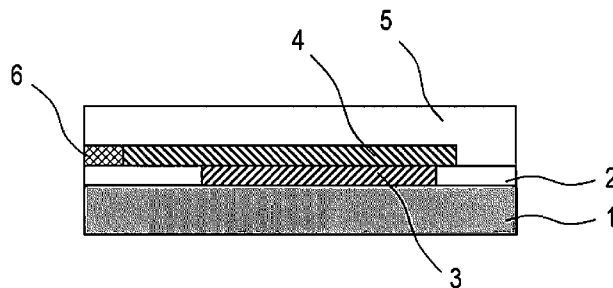
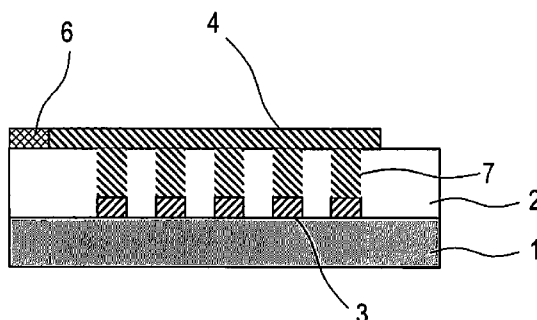


Fig 3



(57) Abstract: The invention relates to a construction ele-
ment that operates with acoustic waves, comprising a sub-
strate 1 made of a piezoelectric material, a first electrode
plane in which lower electrode structures 3 comprising an
acoustically active lower electrode are disposed directly on
the substrate, an upper electrode 4 disposed above the
lower electrode plane, said upper electrode being connected
in electrically conducting manner to the lower electrode
structures, wherein the excitation of the acoustic waves dur-
ing operating of the construction element is done exclusi-
vely or primarily by the lower electrode structures.

(57) Zusammenfassung: Bauelement, welches mit akusti-
schen Wellen arbeitet, umfassend ein Substrat 1 aus einem
piezoelektrischen Material, eine erste Elektrodenebene, in
der eine akustisch wirksame untere Elektrode umfassende
untere Elektrodenstrukturen 3 direkt auf dem Substrat an-
geordnet sind, eine oberhalb der unteren Elektrodenebene
angeordnete obere Elektrode 4, die elektrisch leitend mit
den unteren Elektrodenstrukturen verbunden ist, wobei die
Anregung der akustischen Wellen im Betrieb des Bauele-
ments ausschließlich oder überwiegend durch die unteren
Elektrodenstrukturen erfolgt.



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

Bauelement, welches mit akustischen Wellen arbeitet, und Verfahren zu dessen Herstellung

5

Es wird ein Bauelement, welches mit akustischen Wellen arbeitet, nach dem Anspruch 1 angegeben.

Ein verbreitetes Problem von Bauelementen, welche mit
10 akustischen Wellen arbeiten, ist es, dass es im Betrieb dieser Bauelemente auf der Oberfläche, auf der die Welle ausgebildet wird, zu unerwünschten Beugungen der Welle kommt, sowie zu Modendispersionen. Ein weiterer unerwünschter Effekt ist die Ausbildung von Modenspitzen in der angeregten Welle.
15 Des Weiteren wäre es wünschenswert, die auftretenden Randeffekte zu minimieren oder, wenn möglich sogar zu eliminieren. Zu den unerwünschten Randeffekten zählen beispielsweise die unerwünschte Anregung und Streuung im Bereich des Elektrodengaps, sowie die Unterschiede der Wellengeschwindigkeit im Elektrodengapbereich verglichen zum Bereich zwischen
20 den Elektroden. Zudem kann es im Bereich der Elektrodengaps beispielsweise zur Ausbildung von unerwünschten transversalen Moden kommen.

25 Eine Aufgabe von Ausführungsformen der Erfindungen besteht darin, ein Bauelement, welches mit akustischen Wellen arbeitet, bereitzustellen, welches die ungewollte Beugung der Welle weitgehend vermeidet ebenso wie die Modendispersion. Des Weiteren sollen Modenspitzen möglichst ohne Energie-
30 verlust eliminiert werden. Eine weitere Aufgabe besteht darin, die unerwünschten Randeffekte weitgehend zu vermeiden.

Die Aufgabe wird durch ein Bauelement, welches mit akustischen Wellen arbeitet, nach dem Anspruch 1 gelöst. Weitere Ausführungsformen des Bauelements sowie Herstellungsverfahren sind Gegenstand weiterer Patentansprüche.

- 5 Eine Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Bauelement, welches mit akustischen Wellen arbeitet, umfassend ein Substrat aus einem piezoelektrischen Material, eine erste Elektrodenebene, in der eine akustisch wirksame untere Elektrode umfassende untere Elektrodenstrukturen direkt auf
10 dem Substrat angeordnet sind, eine oberhalb der unteren Elektrodenebene angeordnete obere Elektrode, die elektrisch leitend mit den unteren Elektrodenstrukturen verbunden ist, wobei die Anregung der akustischen Welle im Betrieb des Bauelements ausschließlich oder überwiegend durch die unteren
15 Elektrodenstrukturen erfolgt.

- Durch die Aufteilung der Elektrode in eine untere Elektrode, welche akustisch wirksam ist, und eine obere Elektrode, welche lediglich die Aufgabe einer elektrischen Leitung
20 übernimmt, ist es nun möglich, die untere Elektrode in einer Art und Weise auszuformen, wie es ohne diese Zweiteilung nicht möglich wäre. Dies ermöglicht es, die akustisch wirksame untere Elektrode in einer Geometrie auszuformen, bei der die Beugung und Modendispersionen deutlich gegenüber den
25 herkömmlichen Elektrodengeometrien reduziert werden.

- Insbesondere ist es auch möglich die Elektrode der ersten Elektrodenebene an ihren Rändern entsprechend der gewünschten Funktion auszuformen. Dies ist unter anderem dadurch möglich, dass die akustisch wirksamen unteren Elektroden keinen
30 seitlichen Anschluss an ein elektrisch leitendes Element wie z.B. einen Busbar (Stromsammelschiene) benötigen. Hierdurch können unerwünschte Randeffekte eliminiert werden.

Es ist nun nicht mehr notwendig, die Apertur alleine deswegen sehr groß auszubilden, um die Beugungseffekte am Rand der akustischen Spur zu minimieren. Eine sehr große Apertur hätte den Nachteil, dass der elektrische Widerstand entsprechend
5 hoch ist und damit auch die elektrischen Verluste.

Der angestrebte Effekt, dass in den Außenregionen die Ausbreitungsgeschwindigkeit der akustischen Welle kleiner sein soll als im Innenbereich, kann nun durch die freie Wahl
10 der Geometrie der akustisch wirksamen unteren Elektrode einfach umgesetzt werden. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit kann durch Reduzieren des Metallisierungsverhältnisses η , im einfachsten Fall also durch Verschmälern der Elektrodenfinger erreicht werden. In herkömmlichen Bauelementen hätte das
15 Verschmälern der Elektroden nach außen hin den negativen Effekt, dass die Leitfähigkeit in den Außenbereichen abnimmt. Dadurch, dass die elektrische Versorgung der unteren Elektrode nun nicht mehr von der Geometrie der unteren Elektrode selbst abhängt und von einer beliebigen Stelle der
20 unteren Elektrode erfolgen kann, kann das Problem der nach außen hin abnehmenden Leitfähigkeit durch eine entsprechende Geometrie der oberen Elektrode gelöst werden.

Bei der Formgebung der oberen Elektrode muss hierbei keine
25 oder so gut wie keine Rücksicht auf deren Wechselwirkungen mit anzuregenden Wellen genommen werden, da die obere Elektrode keinen oder so gut wie keinen Beitrag zur Anregung der Welle leistet. Somit kann die Geometrie der oberen Elektrode so ausgelegt sein, dass die untere akustisch
30 wirksame Elektrode so mit Spannung versorgt wird, wie es für die Elektrodenform beziehungsweise den Einsatz des Bauelements am Günstigsten ist.

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements umfasst dieses des Weiteren ein erstes Dielektrikum, das auf dem Substrat angeordnet ist und in das die unteren Elektrodenstrukturen eingebettet sind.

5

Die untere Elektrode umfasst vorzugsweise ein Material, welches gegenüber dem Material des ersten Dielektrikums einen großen Impedanzsprung aufweist. Dieser sorgt für eine ausreichende Reflektion und gegebenenfalls auch für eine gute Wellenführung.

10

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements entspricht die Dicke des ersten Dielektrikums mindestens der Dicke der unteren Elektrodenstrukturen.

15

Dadurch sind die gesamten unteren Elektrodenstrukturen in das erste Dielektrikum eingebettet. Das erste Dielektrikum kann aber auch eine Höhe aufweisen, welche deutlich größer ist, als die Höhe der unteren Elektrodenstrukturen.

20

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements sind die obere Elektrode und die unteren Elektrodenstrukturen nicht deckungsgleich.

25 Unter „nicht deckungsgleich“ ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass die Grundflächen der oberen Elektrode und der damit in elektrischem Kontakt stehenden unteren Elektrode nicht über die gesamte Fläche die gleiche Geometrie, also Form und Größe, aufweisen. Dies bedeutet wiederum, dass die obere Elektrode und die untere Elektrodenstruktur nicht mit
30 ihrer gesamten Fläche in Kontakt stehen oder zur Deckung gebracht werden können.

Die freie Ausformungsmöglichkeit der akustisch wirksamen Elektrode ermöglicht es beispielsweise, diese so auszuformen, dass keine transversalen Gaps vorhanden sind, wodurch die unerwünschten Anregungen und die Störungen der Wellenfront
5 wegfallen, welche bei Vorhandensein der transversalen Gaps auftreten. Der Umriss der unteren akustisch wirksamen Elektrode kann beispielsweise auch als Sechseck, Ellipse oder Kreis ausgeformt sein.

- 10 In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements umfassen die unteren Elektrodenstrukturen und die obere Elektrode unterschiedliche Materialien.

Die Zweiteilung der Elektrodenstruktur macht es möglich, das
15 Material der unteren Elektrodenstruktur ebenso wie das Material der oberen Elektrode jeweils entsprechend ihren Aufgaben zu optimieren. Somit kann für die obere Elektrode ein Material verwendet werden, welches den Strom sehr gut leitet, aber akustisch nicht wirksam ist. Somit muss bei der
20 Wahl für das Material für die obere Elektrode nicht darauf geachtet werden, welchen Einfluss dieses auf die Ausbreitung der Welle hat, wie beispielsweise Beugungseffekte. Auf der anderen Seite, muss die untere Elektrodenstruktur nicht über sehr gute elektrische Leitfähigkeit verfügen, wie das bei
25 herkömmlichen Bauelementen der Fall ist. Hierdurch kann das Elektrodenmaterial auch besser auf das jeweils umgebende Material beispielsweise in Bezug auf die Impedanz abgestimmt werden.

- 30 In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements umfasst dieses zusätzlich einen Busbar, welches elektrisch leitend mit der oberen Elektrode verbunden ist.

Dies ermöglicht Ausführungsformen, bei denen sich die untere Elektrode direkt auf dem piezoelektrischen Substrat befindet und somit für eine sehr gute Kopplung sorgt. Die akustisch wirksame untere Elektrode ist hierbei aber nicht direkt mit dem Busbar verbunden. Dies ermöglicht es, dass die unteren Elektrodenstrukturen praktisch beliebig geformt sein können. Sie können beispielsweise auch in eine Vielzahl von einzelnen Elektroden aufgegliedert sein. Die obere Elektrode verbindet die unteren Elektrodenstrukturen elektrisch leitend mit dem Busbar.

In einer weiteren Ausführungsform isoliert das erste Dielektrikum eine Teilmenge der unteren Elektrodenstrukturen elektrisch gegen den Busbar.

Bei Ausführungsformen des Bauelements weist eine Teilmenge der unteren Elektrodenstruktur keinen elektrischen Kontakt mit dem Busbar auf. Somit kann diese Teilmenge der unteren Elektrodenstruktur eben beispielsweise über das erste Dielektrikum gegen den Busbar elektrisch isoliert sein. Die elektrische Versorgung erfolgt hierbei über die obere Elektrode.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst die untere Elektrode eine Mehrzahl akustisch anregender Elektrodenstrukturen. Die obere Elektrode verbindet die jeweils zu einem Busbar gehörigen unteren Elektrodenstrukturen elektrisch miteinander. Dazu liegt sie auf den unteren Elektrodenstrukturen auf. Zwischen den Elektrodenstrukturen der unteren Elektrode kann die obere Elektrode auch auf dem Substrat aufliegen. Somit ist dann auch die obere Elektrode akustisch anregend. Vorzugsweise ist sie in dieser Ausführung schwächer anregend ausgebildet als die untere Elektrode.

Gegebenenfalls durch die obere Elektrode ausgelöste Störungen sind so minimiert.

5 In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements sind die unteren Elektrodenstrukturen und die obere Elektrode über eine Durchkontaktierung durch das erste Dielektrikum miteinander verbunden.

10 In dieser Ausführungsform kann das erste Dielektrikum eine deutlich größere Schichtdicke aufweisen als die erste Elektrodenebene und dabei die unteren Elektrodenstrukturen überdecken. Durch das erste Dielektrikum können bei dieser Ausführungsform Durchkontaktierungen zur oberen Elektrode geführt werden, so dass die untere Elektrode und die obere
15 Elektrode über die Durchkontaktierungen elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Durch das erste Dielektrikum, welches zwischen der oberen und unteren Elektrode angeordnet sein kann und lediglich durch die Durchkontaktierungen unterbrochen wird, kann die Anregung einer akustischen Welle
20 durch die obere Elektrode weitgehend unterdrückt werden.

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements umfassen die Durchkontaktierungen und die obere Elektrode das gleiche
25 Material.

Dies ermöglicht es beispielsweise die Durchkontaktierungen und die obere Elektrode in einem Verfahrensschritt zu fertigen. Die Durchkontaktierungen umfassen hierbei ebenfalls ein Material, welches eine sehr gute elektrische
30 Leitfähigkeit aufweist, aber gleichzeitig akustisch nicht oder nur sehr gering wirksam ist.

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements umfasst das Bauelement mehr als eine obere Elektrode.

Das Bauelement kann auch mehr als einen Busbar umfassen.

- 5 Hierbei ist es dann möglich, dass ein Teil der oberen Elektroden elektrisch leitend mit einem Busbar verbunden sind, wohingegen ein anderer Teil der oberen Elektroden elektrisch leitend mit einem anderen Busbar verbunden sind.
- 10 In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements umfasst jede untere Elektrodenstruktur eine Vielzahl von Einzelelektroden, die in der unteren Elektrodenebene elektrisch nicht miteinander verbunden sind.
- 15 Es ist somit möglich, dass ein Bauelement in der unteren Elektrodenstruktur verteilt eine Vielzahl von Einzelelektroden aufweist, die nicht in elektrisch leitenden Kontakt zueinander stehen. Diese Einzelelektroden können auch unterschiedliche Geometrien aufweisen. So können beispielsweise
- 20 die Einzelelektroden, die im Randbereich des Bauelements angeordnet sind, eine andere geometrische Struktur aufweisen als die Einzelelektroden, welche in Inneren der Elektrodenstruktur angeordnet sind. Der Umstand, dass die Einzelelektroden gleicher Polarität nicht im elektrisch leitenden
- 25 Kontakt zueinander stehen müssen, ermöglicht es, dass die Einzelelektroden in der unteren Elektrodenstruktur nahezu beliebig zueinander angeordnet sein können.

- In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements sind die
- 30 Einzelelektroden in der Ebene der unteren Elektrodenstruktur so ausgestaltet, dass sie eine sich in zwei unterschiedliche laterale Richtungen der Ebene ausbreitende akustische Welle anregen können.

Die Ebene der unteren Elektrodenstruktur ist üblicherweise als x-y-Ebene definiert so ist hierbei die x-Richtung die Richtung senkrecht zur Hauptachse (die Achse, entlang der die Elektrode die größte Ausdehnung aufweist) der unteren Elektroden und die y-Richtung die Richtung parallel zu der Hauptachse der unteren Elektroden. Somit kann durch die untere Elektrodenstruktur beispielsweise eine Welle in x-Richtung und eine Welle in y-Richtung angeregt werden. Die zusätzliche Anregung einer akustischen Welle in y-Richtung ermöglicht es beispielsweise, die Beugungsverluste zu reduzieren.

Mit den herkömmlichen Wandlern war es bisher nicht möglich, neben einer Welle in x-Richtung auch gezielt eine akustische Welle in y-Richtung anzuregen, wobei die Parameter beider Welle wählbar waren. Die Freiheiten in der Ausformung der unteren Elektrode bei den erfindungsgemäßen Bauelementen ermöglicht es jetzt beispielsweise, in y-Richtung eine Welle anzuregen, die die gleiche Frequenz und Intensität besitzt, wie die Welle, welche in x-Richtung angeregt wird.

Somit ist es jetzt möglich eine 2-D-Welle anzuregen. Ein idealer Resonator wäre ein solcher, der nur auf einer einzigen Mode schwingt. Wenn es gelingt, nur diese eine einzige Mode (Stehwelle) anzuregen und gut zu isolieren, so ist eine sehr hohe Güte realisierbar. Durch eine Überlagerung einer Welle in x-Richtung und einer Welle in y-Richtung mit der gleichen Frequenz ergibt sich eine Energieverteilung mit in beiden Richtungen alternierenden Phasen. Diese ganz bestimmte 2-D-Mode kann dann besonders gut angeregt werden, wenn es gelingt, die Maxima und Minima anzusteuern. Dies war mit herkömmlichen Wandlern bis jetzt nicht möglich. Durch die Aufteilung der Elektroden in eine obere und eine untere,

akustisch wirksame Elektrode kann die untere Elektrode so ausgeformt sein, dass sie jeweils genau am Ort eines definierten Maximums oder Minimums der 1D- oder 2D-Stehwelle platziert sind. Die elektrische Verbindung erfolgt jeweils
5 über eine obere Elektrode.

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements erfolgt die Anregung der beiden akustischen Wellen mit gleicher Frequenz.

10 In dem erfindungsgemäßen Bauelement ist es möglich, sowohl in x- wie auch in y-Richtung eine Welle mit der gleichen Frequenz direkt anzuregen. Bei unterschiedlichen Frequenzen kann mit einem solchen Bauelement ein Filterverhalten durch die Überlagerung der zwei aufeinander senkrecht stehenden
15 Moden erzeugt werden.

Die Überlagerung bei gleichen Frequenzen führt zu einer Anregung einer 2-D-Mode welche dem natürlichen Modenbild entspricht. Die Anregung einer 2-D-Mode ermöglicht es
20 besonders effektiv, Verluste zu vermeiden und eine hohe Güte zu erzielen, da durch Streuung und Beugung einer 1-D Mode „verloren“ gegangene Energie in die andere dazu vertikale 1-D Mode einkoppeln kann und diese Energie so für die 2-D Mode insgesamt erhalten bleibt.

25

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements sind die Einzelelektroden so angeordnet, dass auf eine Einzelelektrode, an die ein Signal mit einer ersten Polarität angelegt ist, in beiden lateralen Richtungen jeweils eine Einzel-
30 elektrode mit einem angelegten Signal anderer Polarität folgt.

Ein so ausgestaltetes Bauelement eignet sich besonders gut,
eine wie oben beschriebene 2-D-Mode anzuregen. In der unteren
Elektrodenstruktur können somit eine Vielzahl von unteren
Elektroden angeordnet werden, die sowohl in x- wie auch in y-
5 Richtung in Bezug auf ihre Polarität alternieren.

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements erfolgt
zusätzlich eine Anregung einer Welle senkrecht zur Ebene der
unteren Elektrodenstruktur.

10

Bei dieser Ausführungsform wird also zusätzlich noch eine
Welle in z-Richtung angeregt. Es wird somit eine 3-D-Mode
generiert. Dies kann beispielsweise bei der FBAR-Technologie
(Film Bulk Acoustic Wave Resonator) Anwendung finden. Die
15 Funktionsweise ist mit der eines Oberflächenwellenfilters
(SAW-Filter) vergleichbar, jedoch mit dem Unterschied, dass
bei der FBAR-Technik die Ausbreitung der akustischen Welle
zusätzlich im Substrat erfolgt. Ein erfindungsgemäßes
Bauelement wäre somit ein Hybrid zwischen FBAR und SAW.
20 Dadurch könnten bestimmte Moden noch selektiver ausgewählt
werden.

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements sind
mehrere der Einzelelektroden mit einer gemeinsamen oberen
25 Elektrode verbunden.

Das bedeutet, dass nicht auf jede Einzelelektrode eine obere
Elektrode kommen muss. Ein Bauelement kann somit eine
Vielzahl von Einzelelektroden umfassen, muss aber
30 gleichzeitig keine entsprechende Anzahl damit elektrisch
verbundener oberer Elektroden aufweisen. Ein Bauelement kann
somit so ausgeformt sein, dass es eine Vielzahl von

Einzelelektroden in der unteren Elektrodenstruktur umfasst, jedoch eine deutlich geringere Anzahl an oberen Elektroden.

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements umfasst das Bauelement zusätzlich ein zweites Dielektrikum, welches auf und zwischen den Strukturen der oberen Elektrode angeordnet ist.

Die oberen Elektroden sind somit in das zweite Dielektrikum eingebettet. In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements ist die akustische Impedanz des Materials des zweiten Dielektrikums an die akustische Impedanz der oberen Elektroden angepasst.

Durch die Einbettung der oberen Elektroden in ein zweites Dielektrikum mit ähnlichen akustischen Eigenschaften wird die Reflexion und Geschwindigkeitsänderung der akustischen Welle durch die obere Elektrode weitgehend unterdrückt. Weisen das zweite Dielektrikum und die oberen Elektroden einen sehr geringen Impedanzunterschied auf, so wird dadurch die Notwendigkeit umgangen, bei der Herstellung des Bauelements die obere Elektrode genau über der unteren Elektrode zu platzieren. Die akustische Welle sieht nämlich aufgrund des geringen Impedanzunterschiedes kaum einen Unterschied zwischen dem Material des zweiten Dielektrikums und dem der oberen Elektrode und somit auch nicht die genaue Position der oberen Elektrode. Somit spiegelt die genaue Position wie auch die Dicke der oberen Elektrode keine große Rolle, was die Fertigung des Bauelements deutlich erleichtert.

30

Zudem kann mit der Wahl des Materials der unteren Elektrode die Geschwindigkeit der akustischen Welle stark abgesenkt werden. Dadurch kann auf einfache Art ein transversaler

Wellenleiter realisiert werden, ohne die Anschlüsse besonders berücksichtigen zu müssen.

Für den Fall, dass der Anschluss der unteren Elektrode an die obere Elektrode über Durchkontaktierungen erfolgt, können die oberen Elektroden aber auch aus einem Material gefertigt sein, welches dem zweiten Dielektrikum akustisch nicht ähnlich sein muss.

10 In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements bilden die Vielzahl der unteren Elektroden ein „phononic bandgap“. Unter „phononic bandgap“ ist eine Elektrodenanordnung zu verstehen, bei der es einen Frequenzbereich gibt, in dem es keine Ausbreitungsmöglichkeit für eine akustische Welle gibt,
15 unabhängig vom Wellentyp und der Raumrichtung. Wird eine Welle mit einer an diesen Bereich angrenzenden Frequenz angeregt, so ist es der Welle nicht möglich, sich in diesen Frequenzbereich hinein auszuweiten. Die Welle ist somit durch den „phononic bandgap“ eingesperrt.

20

In einer weiteren Ausführungsform des Bauelements bildet die Vielzahl der unteren Elektroden ein „phononic bandgap“ mit eingebauter Störung, wie beispielsweise in Figur 7 dargestellt. Hier kann eine Welle angeregt werden, diese wird aber
25 dann von ihrer Umgebung totalreflektiert. Sie kann sich also nicht ausbreiten und die gesamte akustische Energie bleibt im Bereich der Störung.

Neben dem Bauelement selbst wird auch ein Verfahren zu dessen
30 Herstellung beansprucht.

In einer Verfahrensvariante zur Herstellung eines elektroakustischen Bauelements umfasst dieses die Verfahrensschritte:

- Bereitstellen eines Substrates aus einem piezoelektrischen
- 5 Material als Verfahrensschritt A),
- Aufbringen eines ersten Dielektrikums auf Teilbereichen eines Substrates als Verfahrensschritt B),
- Aufbringen einer unteren Elektrodenstruktur auf Teilbereichen des Substrates, so dass die untere Elektrodenstruktur
- 10 direkten Kontakt zu dem Substrat hat, als Verfahrensschritt C),
- Aufbringen einer oberen Elektrode oberhalb der unteren Elektrodenstruktur, so dass dieses elektrisch leitend mit der unteren Elektrodenstruktur verbunden ist, als
- 15 Verfahrensschritt D).

Mit einem solchen Verfahren kann beispielsweise ein Bauelement nach Anspruch 1 gefertigt werden.

- 20 In einer weiteren Verfahrensvariante umfasst das Verfahren als zusätzlichen Verfahrensschritt E) das Aufbringen eines Busbars so, dass dieses elektrisch leitend mit der oberen Elektrode verbunden ist. Ein direkter elektrischer Kontakt zwischen dem Busbar und der unteren Elektrodenstruktur ist
- 25 nicht erforderlich und kann ausgeschlossen werden.

Mit Hilfe eines solchen Verfahrens kann beispielsweise ein Bauelement nach Anspruch 6 gefertigt werden.

- 30 In einer weiteren Verfahrensvariante umfasst das Verfahren als zusätzlichen Verfahrensschritt das Aufbringen eines zweiten Dielektrikums zumindest im Bereich der oberen Elektrode als Verfahrensschritt F).

Mit Hilfe eines solchen Verfahrens kann beispielsweise ein Bauelement nach Anspruch 17 gefertigt werden.

Die Vorteile der einzelnen Verfahrensvarianten ergeben sich
5 entsprechend analog zu den Vorteilen, welche bei den entsprechenden Ausführungsformen des Bauelements beschrieben wurden.

Im Folgenden sollen Varianten der Erfindung anhand von
10 Figuren und Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Figur 1 zeigt eine schematische Aufsicht auf eine herkömmliche Elektrodenstruktur.

15 Figur 2 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform des Bauelements.

Figur 3 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform des Bauelements, welche Durchkontaktierungen
20 aufweist.

Die Figuren 4a bis 4c zeigen in einer schematischen Aufsicht jeweils mögliche Ausführungsformen der unteren Elektroden.

25 Figur 5 zeigt in einer schematischen Aufsicht eine Ausführungsform mit den unteren Elektroden gemäß Figur 4c.

Figur 6 zeigt in einer schematischen Aufsicht eine Ausführungsform, bei der jeweils eine untere Elektrode einer
30 ersten Polarität von Elektroden einer zweiten Polarität umgeben ist.

Figur 7 zeigt eine Ausführungsform in der schematischen Aufsicht, bei der die untere Elektrodenstruktur nicht-anregende, reflektierende Elektroden umfasst, sowie Elektroden mit einem ersten und einem zweiten Potential.

5

Die Figur 1 zeigt in der schematischen Aufsicht die Elektrodenstruktur eines herkömmlichen Wandlers. Dieser umfasst eine Elektrodenfinger umfassende Elektrode 100, Stummelfinger 101 sowie dazwischen liegende transversale Gaps 102. Die Elektrodenfinger 100 und die Stummelfinger 101 sind hierbei in der Elektrodenstruktur jeweils alternierend mit einem der beiden Busbars 103 und 103' verbunden und in Ausbreitungsrichtung der akustischen Welle in abwechselnder Abfolge angeordnet. Hierdurch wird eine ineinander greifende kammähnliche Struktur ausgebildet. Bei einer derart ausgeformten Elektrodenstruktur treten unerwünschte Beugungen der angeregten Welle auf. Zur Reduktion der Beugung kann beispielsweise die Apertur vergrößert werden, was allerdings dazu führt, dass der elektrische Widerstand zunimmt und damit die Verluste ansteigen. Ein Weglassen der Stummelfinger 101 hätte eine Zunahme der Volumenwellenkonversion zur Folge.

Die Elektroden 100 wie auch die Stummelfinger 101 sind jeweils an der Ober- beziehungsweise Unterseite elektrisch leitend mit den Busbars 103, 103' verbunden, und diese wiederum mit Anschluss pads, welche aus Gründen der Übersicht hier nicht dargestellt sind. Eine Verschmälerung der Elektroden 100 nach außen hin, also in Richtung der Busbars hätte ein Abfallen der Leitfähigkeit zur Folge.

30

Die Figur 2 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauelements. Das Bauelement umfasst ein Substrat 1, welches in der Figur unten

angeordnet ist und auf dem eine untere Elektrode 3 angeordnet ist. Ebenfalls auf dem Substrat 1 um die untere Elektrode 3 herum ist das erste Dielektrikum 2 angeordnet. Über der unteren Elektrode 3 ist die obere Elektrode 4 so angeordnet, dass es zumindest zur partiellen Überlappung und somit zu einem elektrischen Kontakt der unteren Elektrode 3 und der oberen Elektrode 4 kommt. Über der oberen Elektrode 4 ist das zweite Dielektrikum 5 angeordnet. An einer Seitenfläche der oberen Elektrode 4, zwischen dem ersten Dielektrikum 2 und dem zweiten Dielektrikum 5, ist der Busbar 6 angeordnet, welches im elektrisch leitenden Kontakt mit der oberen Elektrode 4 steht. Der Busbar 6 steht aber in keinem direkten elektrisch leitenden Kontakt mit der unteren Elektrode 3.

Die Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des Bauelements in der schematischen Seitenansicht. Die Ausführungsform umfasst ein Substrat 1 auf dem mehrere untere Elektroden 3 angeordnet sind. Ebenfalls auf dem Substrat 1 und zwischen den unteren Elektroden 3 ist das erste Dielektrikum 2 angeordnet, welches die unteren Elektroden 3 voneinander elektrisch leitend isoliert. Auf dem ersten Dielektrikum 2 ist die obere Elektrode 4 angeordnet. Die obere Elektrode 4 ist jeweils über eine Durchkontaktierung 7 elektrisch leitend mit einer unteren Elektrode 3 verbunden. Das Bauelement umfasst des Weiteren einen seitlich neben der oberen Elektrode 4 angeordneten Busbar 6, welcher elektrisch leitend mit der oberen Elektrode 4 verbunden ist. Der Busbar 6 ist aber mit keinem der unteren Elektroden 3 direkt elektrisch leitend verbunden.

30

Die Figuren 4a bis 4c zeigen unterschiedliche geometrische Ausführungsformen der unteren Elektroden 3.

Die Figur 4a zeigt eine mögliche geometrische Ausführungsform der unteren Elektroden 3. Die unteren Elektroden 3 weisen hierbei eine lang gestreckte rechteckige Form auf, welche jedoch nicht durch transversale Gaps unterbrochen ist.

5

Die Figur 4b zeigt eine geometrische Ausführungsform der unteren Elektrode 3, welche im mittleren Teil einen dicker ausgeformten, lang gestreckten Teil mit parallel zueinander verlaufenden Außenkanten aufweist und jeweils an den beiden äußeren Enden einen schmaler ausgeformten, lang gestreckten Teil mit parallel zueinander verlaufenden Außenkanten. Eine derart ausgeformte Elektrodenstruktur ist in einem erfindungsgemäßen Bauelement möglich, da hier die elektrisch leitende Anbindung nicht über die Außenseiten erfolgen muss, was bei dem Einsatz der hier dargestellten Elektroden in einem herkömmlichen Bauelement zu einer Verringerung der Leitfähigkeit in den Außenbereichen der Elektrode führen würde.

20 In Figur 4c ist eine weitere mögliche Ausgestaltungsform der unteren Elektrodenstrukturen dargestellt. Die untere Elektrode 3 hat hierbei die Form einer lang gestreckten Ellipse. Eine derart ausgeformte untere Elektrode ermöglicht es auch, gezielt eine Welle parallel zur Hauptachse der Ellipse anzuregen. Hierdurch ist es beispielsweise möglich neben einer ersten Welle, welche senkrecht zur Hauptachse der Ellipse angeregt wird, zusätzlich eine zweite Welle, welche parallel zur Hauptachse der Ellipse angeregt wird, anzuregen. Hierdurch kann eine 2-D-Mode angeregt werden.

30

Die untere Elektrode 3 kann beispielsweise auch eine gebogene Form aufweisen (nicht dargestellt).

In Figur 5 ist ein Ausführungsbeispiel des Bauelements in einer schematischen Aufsicht dargestellt. Aus Gründen der Übersicht sind lediglich die Busbars 6, die oberen Elektroden 4 sowie die unteren Elektroden 3 dargestellt. Des Weiteren sind aus Gründen der Übersicht die oberen Elektroden 4 transparent dargestellt, damit man die darunter liegenden unteren Elektroden 3 erkennen kann. Die unteren Elektroden 3 sind in diesem Ausführungsbeispiel als lang gestreckte Ellipsen ausgeformt wie sie beispielsweise in Figur 4c dargestellt sind. Die oberen Elektroden 4 sind in diesem Ausführungsbeispiel als lang gestreckte Rechtecke ausgeformt, wobei jeweils eine obere Elektrode 4 eine untere Elektrode 3 vollständig überdeckt. Die oberen Elektroden 4 sind jeweils alternierend mit dem in der Abbildung oben bzw. unten dargestellten Busbar 6 elektrisch leitend verbunden. Zwischen den unteren Elektroden 3 und den Busbars 6 hingegen besteht kein direkter elektrisch leitender Kontakt.

Die Figur 6 zeigt eine schematische Aufsicht einer weiteren Ausführungsform des Bauelements. Aus Gründen der Übersicht sind nur die Busbars 6, die oberen Elektroden 4 sowie die unteren Elektroden 3 dargestellt. Die unteren Elektroden 3 sind in dieser Ausführungsform als eine Vielzahl von Einzel-elektroden ausgeformt. Diese können wie hier in einem regelmäßigen Raster angeordnet sein, das Reihen und vertikal dazu stehende Spalten aufweist. Die unteren Elektroden 3 sind über die obere Elektrode 4 elektrisch leitend mit einem Busbar 6 verbunden. Hierbei variiert die Anzahl der unteren Elektroden 3, die jeweils mit einer oberen Elektrode 4 verbunden sind. Auf jede der unteren Elektrode 3 folgt in seitlicher Richtung im Abstand eine weitere untere Elektrode 3, die jeweils mit dem anderen Busbar als die Elektrode selbst elektrisch leitend verbunden ist. Somit umfasst die

untere Elektrodenstruktur untere Elektroden 3, deren Polarität in beide Raumrichtungen der Elektrodenstruktur alterniert. Durch eine geeignete Wahl der Geometrie der unteren Elektroden 3 kann durch eine solche Anordnung
5 beispielsweise in beide laterale Richtungen der Ebene der Elektrodenstruktur jeweils eine Welle gezielt angeregt werden. Somit kann durch eine solche Anordnung eine isolierte 2-D-Mode angeregt werden. Es kann eine so genannte stehende Welle in Bezug auf zwei Raumrichtungen erzeugt werden.

10

Eine untere Elektrode mit dieser oder einer ähnlichen Struktur kann jedoch auch mit einer oberen Elektrode elektrisch angeschlossen werden, die eine Struktur ähnlich wie ein herkömmlicher und z.B. wie in Figur 1 dargestellter
15 Wandler aufweist. Dabei kann die obere Elektrode auch Stummelfinger aufweisen (siehe Finger 101 in Figur 1), unter denen ebenfalls Elektrodenstrukturen der unteren Elektrode angeordnet sein können.

20 Figur 7 zeigt eine schematische Aufsicht einer unteren Elektrodenstruktur. Diese Elektrodenstruktur umfasst nicht-anregende, reflektierende Elektroden 10, sowie Elektroden mit einem ersten Potential 11 und Elektroden mit einem zweiten Potential 12. Hierbei sind im Zentrum der Elektrodenstruktur
25 die Elektroden mit einem ersten Potential 11 sowie die Elektroden mit einem zweiten Potential 12 jeweils alternierend in beide Raumrichtungen angeordnet. Die anregenden Elektroden 11, 12 sind rahmenförmig von den nicht-anregenden reflektierenden Elektroden 10 umgeben. Der Abstand der
30 einzelnen Elektroden braucht hierbei nicht identisch zu sein, sondern kann variiert werden um beispielsweise Energiekonzentrationen auszubilden.

Bei dieser Ausführung bildet sich ebenso wie bei der nach Figur 6 das bereits erwähnte „phononic bandgap“ aus.

Die Figuren 8a bis 8e zeigen jeweils eine schematische
5 Seitenansicht eines Bauelements in verschiedenen
Verfahrensstufen.

Die Figur 8a zeigt ein Substrat 1, auf dem in den Randbe-
reichen ein erstes Dielektrikum 2 aufgebracht wurde. Für das
10 erste Dielektrikum 2 kann beispielsweise SiO_2 verwendet
werden. Das Auftragen des ersten Dielektrikums 2 kann
beispielsweise mittels Sputtern erfolgen. Das erste
Dielektrikum 2 kann entweder nur in den Randbereichen
aufgebracht werden oder aber auch ganzflächig aufgebracht
15 werden und dann in einem weiteren Verfahrensschritt im
mittleren Teilbereich wieder entfernt werden.

Figur 8b zeigt eine Verfahrensstufe wie sie aus der
Verfahrensstufe hervorgehen könnte, die in 8a dargestellt
20 ist. Hierzu wurde in einem weiteren Verfahrensschritt auf dem
Teilbereich der Oberfläche des Substrates 1, welcher nicht
durch das erste Dielektrikum 2 bedeckt ist, die untere
Elektrode 3 aufgebracht. Das Aufbringen der unteren Elektrode
3 kann beispielsweise durch Verdampfen, Sputtern oder CVD
25 erfolgen. Das Material welches für die untere Elektrode 3
verwendet wird kann beispielsweise Au, Ag, Cu oder ein
anderes schweres Metalle umfassen.

Die Figur 8c zeigt eine weitere Verfahrensstufe in einer
30 schematischen Seitenansicht. Diese könnte beispielsweise aus
der Verfahrensstufe hervorgehen, die in Figur 8b dargestellt
ist. Hierzu ist in einem weiteren Verfahrensschritt die obere
Elektrode 4 aufgebracht worden. Das Aufbringen der oberen

Elektrode kann beispielsweise mittels Verdampfen erfolgen.
Für die obere Elektrode 4 kann beispielsweise ein Material
verwendet werden, welches Al umfasst. In diesem Ausführungs-
beispiel wurde die obere Elektrode 4 so aufgebracht, dass sie
5 die untere Elektrode 3 in der x-y Ebene komplett überlagert.
Das Problem in diesem Prozessschritt besteht darin, die obere
Elektrode über die untere Elektrode zu platzieren, damit die
akustische Reflexion der unteren Elektrode nicht gestört
wird. Besteht aber die obere Elektrode beispielsweise aus Al
10 und ist auch diese in ein Dielektrikum wie beispielsweise
SiO₂ eingebettet, so ist der Impedanzsprung zwischen den
Materialien von Dielektrikum und oberer Elektrode sehr klein.
Dies hat zur Folge, dass die akustische Welle keinen
Unterschied zwischen diesen beiden Materialien sieht und
15 deshalb auch die genaue Positionierung wie auch die Dicke der
oberen Elektrode keine große Rolle spielt.

Das Material der unteren Elektrode dagegen weist einen großen
Impedanzsprung zum umgebenden Material auf, was für eine
20 ausreichende Reflexion und gegebenenfalls auch gute
Wellenführung sorgt.

In Figur 8d ist eine Verfahrensstufe eines Ausführungs-
beispiels in schematischer Seitenansicht dargestellt, welche
25 - verglichen mit der in Figur 8c dargestellten Verfahrens-
stufe - zusätzlich einen Busbar 6 umfasst. Für den Busbar 6
kann beispielsweise ein Material verwendet werden, welches Al
umfasst. Der Busbar 6 ist so auf das Bauelement aufgebracht,
dass es im direkten elektrischen Kontakt mit der oberen
30 Elektrode 4 steht. Der Busbar 6 weist aber keinen direkten
elektrisch leitenden Kontakt mit der unteren Elektrode 3 auf.

In Figur 8e ist in schematischer Seitenansicht eine Ausführungsform eines Bauelements dargestellt, welches dem in Figur 2 dargestellten Bauelement entspricht. Diese könnte beispielsweise aus der in Figur 8d dargestellten Ausführungsform hervorgehen, indem in einem weiteren Verfahrensschritt das zweite Dielektrikum 5 auf die Oberseite des Bauelements aufgebracht wurde. Das Auftragen des zweiten Dielektrikums 5 kann beispielsweise mittels PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition) erfolgen. Für das zweite Dielektrikum 5 kann beispielsweise ein Material verwendet werden, welches SiO_2 umfasst.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

- 1 Substrat
- 2 erstes Dielektrikum
- 3 untere Elektrode
- 4 obere Elektrode
- 5 zweites Dielektrikum
- 6 Busbar
- 7 Durchkontaktierung
- 10 nicht-anregende, reflektierende Elektrode
- 11 Elektrode mit einem ersten Potential
- 12 Elektrode mit einem zweiten Potential
- 100 Elektrode
- 101 Stummelfinger
- 102 transversaler Gap
- 103 Busbar mit erster Polarität
- 103' Busbar mit zweiter Polarität

Patentansprüche

1. Bauelement, welches mit akustischen Wellen arbeitet, umfassend
 - ein Substrat (1) aus einem piezoelektrischen Material,
 - eine erste Elektrodenebene, in der eine akustisch wirksame untere Elektrode umfassende untere Elektrodenstrukturen (3) direkt auf dem Substrat (1) angeordnet sind,
 - eine oberhalb der unteren Elektrodenebene angeordnete obere Elektrode (4), die elektrisch leitend mit den unteren Elektrodenstrukturen (3) verbunden ist, wobei die Anregung der akustischen Wellen im Betrieb des Bauelements ausschließlich oder überwiegend durch die unteren Elektrodenstrukturen (3) erfolgt.
2. Bauelement nach Anspruch 1, umfassend
 - ein erstes Dielektrikum (2), das auf dem Substrat (1) angeordnet ist und in das die Elektrodenstrukturen (3) eingebettet sind.
3. Elektroakustisches Bauelement nach Anspruch 2, wobei die Dicke des ersten Dielektrikums (2) mindestens der Dicke der unteren Elektrodenstrukturen (3) entspricht.
4. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die obere Elektrode (4) und die unteren Elektrodenstrukturen (3) nicht deckungsgleich sind.
5. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die unteren Elektrodenstrukturen (3) und die obere Elektrode (4) unterschiedlichen Materialien umfassen.

6. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend
 - ein Busbar (6), welches elektrisch leitend mit der oberen Elektrode (4) verbunden ist.
7. Bauelement nach Anspruch 6, wobei das erste Dielektrikum (2) eine Teilmenge der unteren Elektrodenstrukturen (3) gegen den Busbar (6) elektrisch isoliert.
8. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die unteren Elektrodenstrukturen (3) und die obere Elektrode (4) über eine Durchkontaktierung (7) miteinander verbunden sind.
9. Bauelement nach Anspruch 8, wobei die Durchkontaktierung (7) und die obere Elektrode (4) das gleiche Material umfassen.
10. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bauelement mehr als eine obere Elektrode (4) umfasst.
11. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede untere Elektrodenstruktur (3) eine Vielzahl von Einzelelektroden umfasst, die in der unteren Elektrodenebene elektrisch nicht miteinander verbunden sind.
12. Elektroakustisches Bauelement nach Anspruch 11, wobei die Einzelelektroden in der Ebene der unteren Elektrodenstruktur (3) eine sich in zwei unterschiedliche

laterale Richtungen der Ebene ausbreitende akustische Welle anregen können.

13. Elektroakustisches Bauelement nach Anspruch 12, wobei die Anregung mit der gleichen Frequenz erfolgt.
14. Elektroakustisches Bauelement nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die Einzelelektroden so angeordnet sind, dass auf eine Einzelelektrode, an die ein Signal mit einer ersten Polarität angelegt ist, in beiden lateralen Richtungen eine Einzelelektrode mit einer anderen Polarität folgt.
15. Bauelement nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei zusätzlich eine Anregung einer Welle senkrecht zur Ebene der unteren Elektrodenstruktur (3) erfolgt.
16. Elektroakustisches Bauelement nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei mehrere der Einzelelektroden mit einer gemeinsamen oberen Elektrode (4) verbunden sind.
17. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend
 - ein zweites Dielektrikum (5), angeordnet auf und zwischen den oberen Elektroden (4).
18. Bauelement nach Anspruch 17, wobei die akustische Impedanz des Materials des zweiten Dielektrikums (5) an die akustische Impedanz der oberen Elektroden (4) angepasst ist.

19. Bauelement nach einem der Ansprüche 11 bis 18, wobei die Vielzahl der unteren Elektroden ein „phononic bandgap“ bilden.
20. Bauelement nach einem der Ansprüche 11 bis 18, wobei die Vielzahl der unteren Elektroden ein „phononic bandgap“ mit einer Störung bilden.
21. Verfahren zur Herstellung eines elektroakustischen Bauelements, umfassend die Verfahrensschritte:
- A) Bereitstellen eines Substrates (1) aus einem piezoelektrischen Material,
 - B) Aufbringen eines ersten Dielektrikums (2) auf Teilbereichen des Substrates (1),
 - C) Aufbringen einer unteren Elektrodenstruktur (3) auf Teilbereichen des Substrats (1), so dass die untere Elektrodenstruktur (3) direkten Kontakt zu dem Substrat (1) hat,
 - D) Aufbringen einer oberen Elektrode (4) oberhalb der unteren Elektrodenstruktur (3), so dass diese elektrisch leitend mit der unteren Elektrodenstruktur (3) verbunden ist.
22. Verfahren nach Anspruch 21, umfassend als zusätzlichen Verfahrensschritt:
- E) Aufbringen eines Busbars (6), so dass dieses elektrisch leitend mit der oberen Elektrode (4) verbunden ist, aber kein direkter elektrischer Kontakt zwischen dem Busbar (6) und der unteren Elektrodenstruktur (3) besteht.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 oder 22, umfassend als zusätzlichen Verfahrensschritt:

F) Aufbringen eines zweiten Dielektrikums (5) zumindest im Bereich der oberen Elektrode (4).

Fig 1

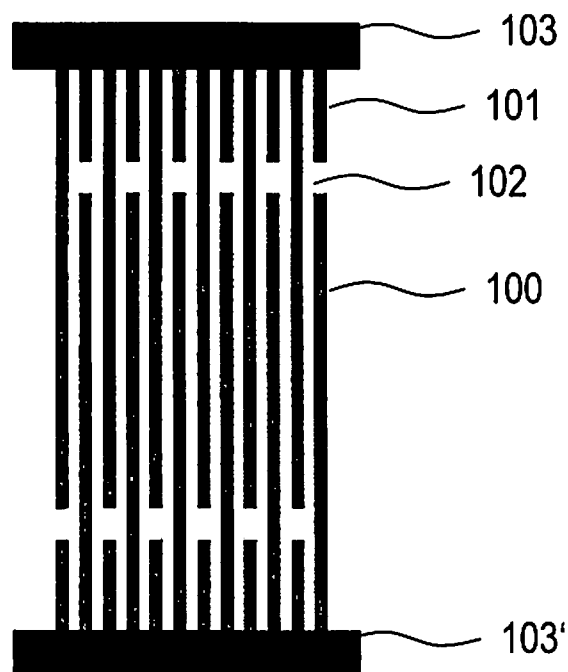


Fig 2

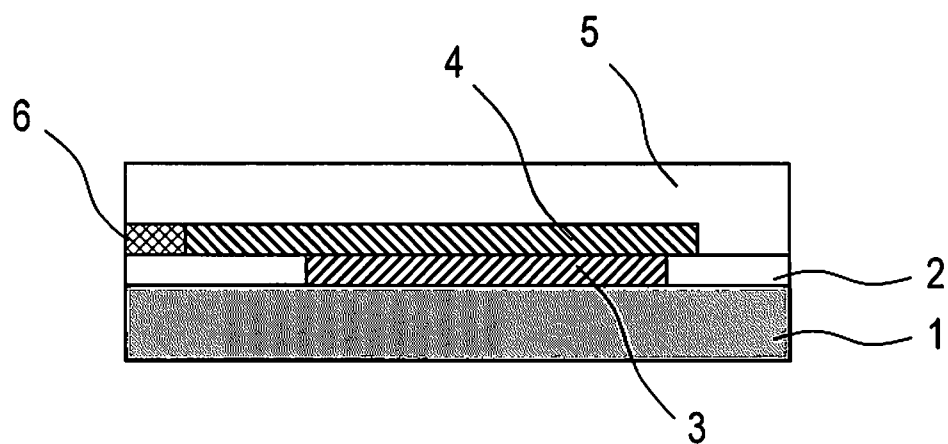


Fig 3

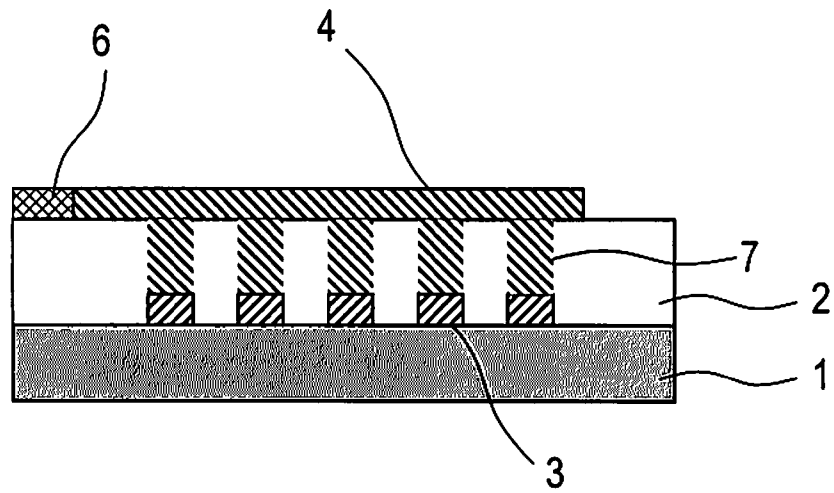


Fig 4a

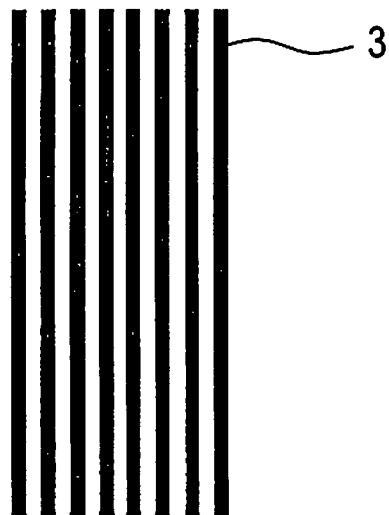


Fig 4b

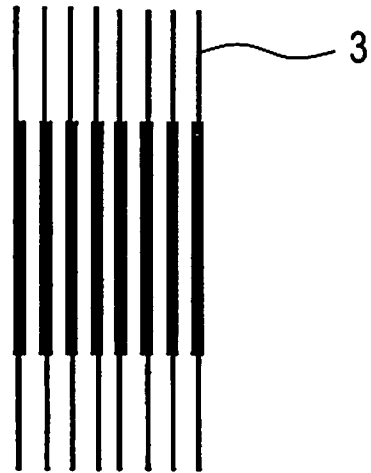


Fig 4c



Fig 5

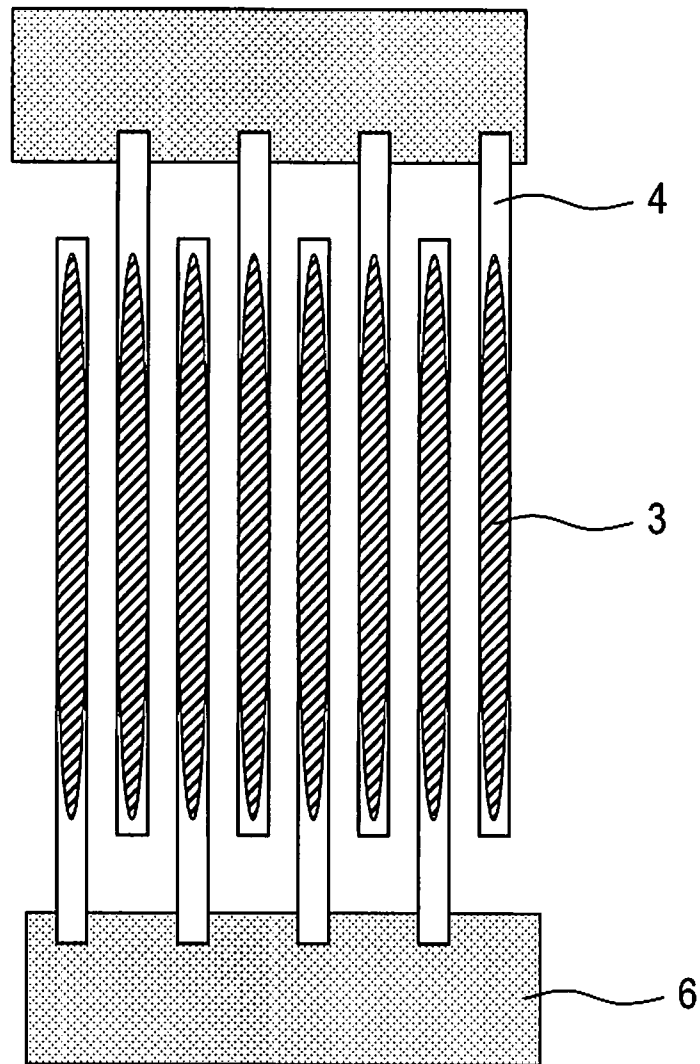


Fig 6

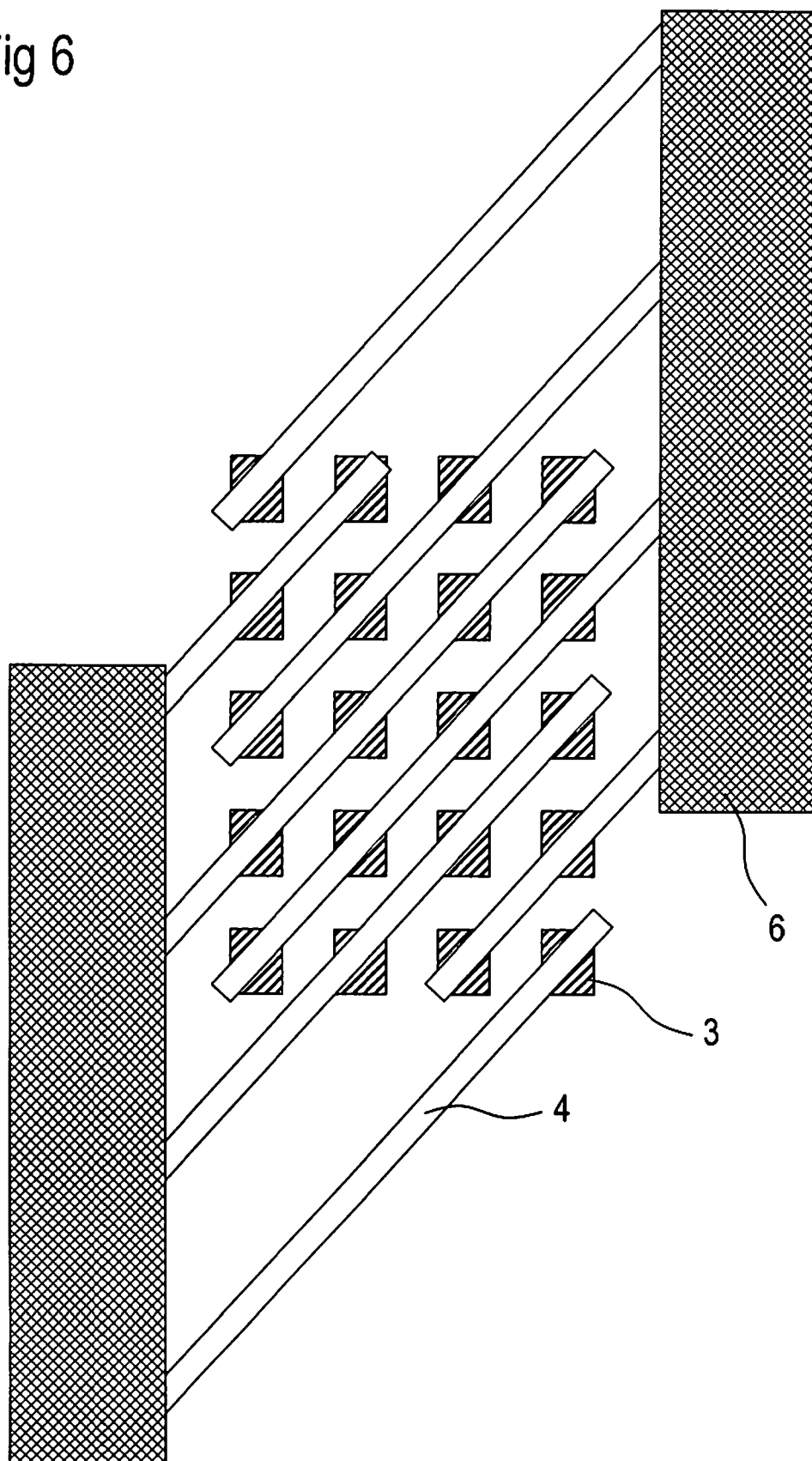


Fig 7

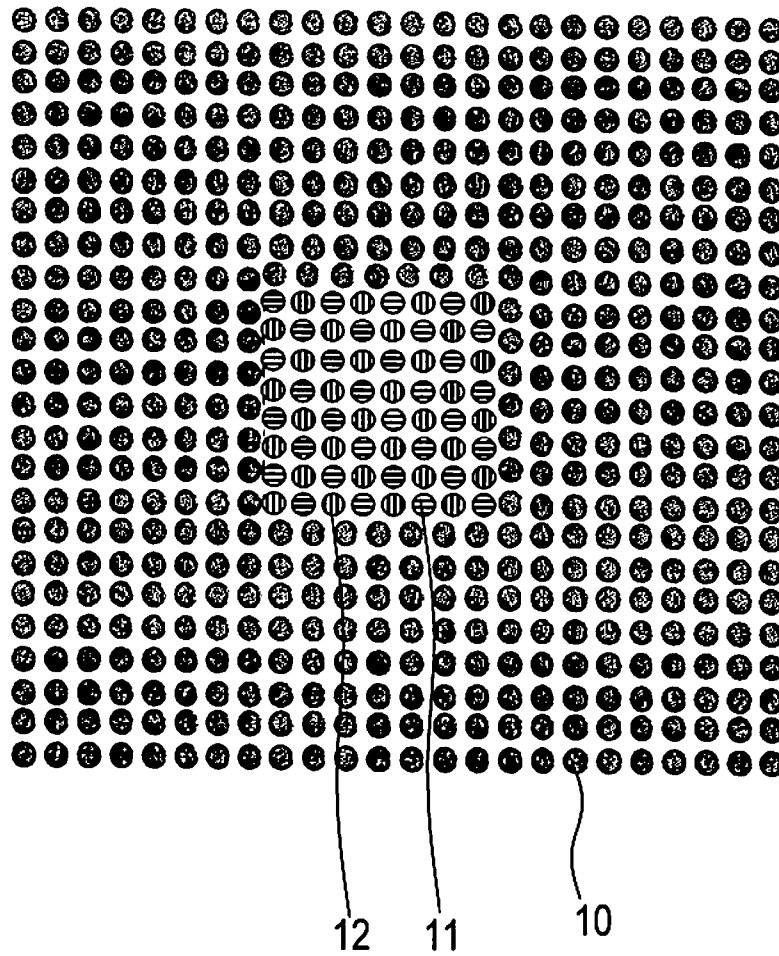


Fig 8a



Fig 8b

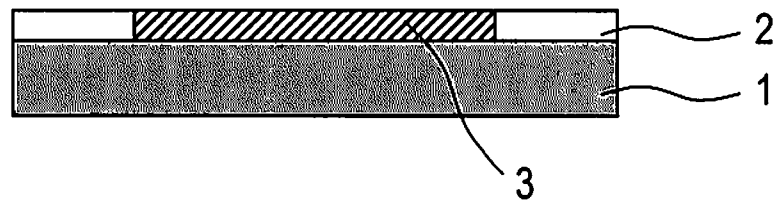


Fig 8c

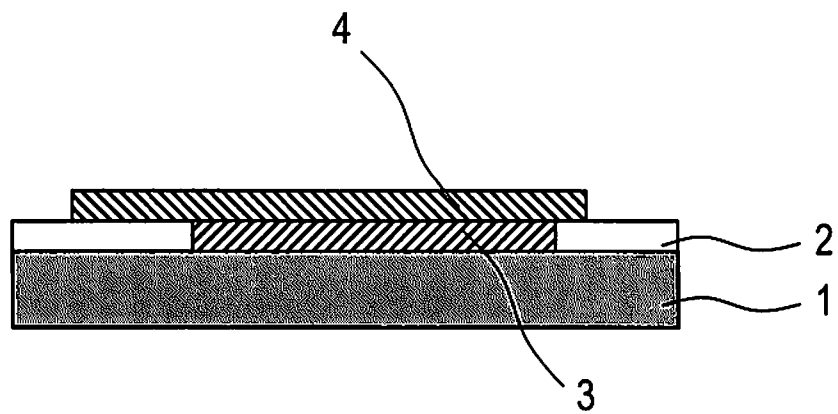


Fig 8d

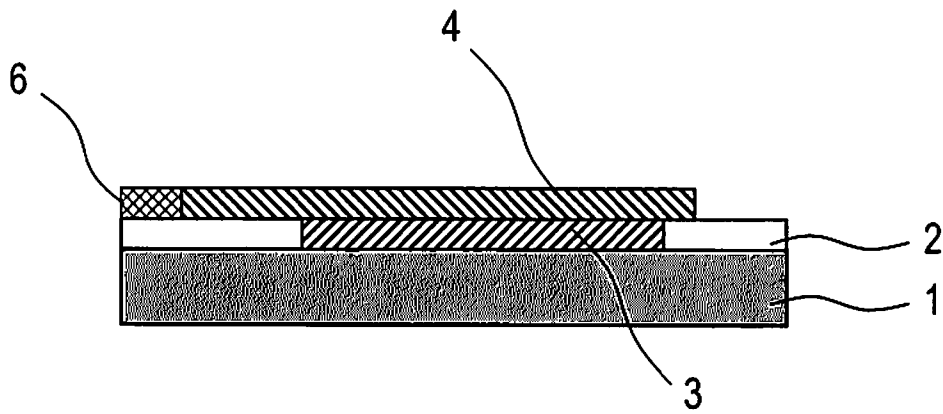
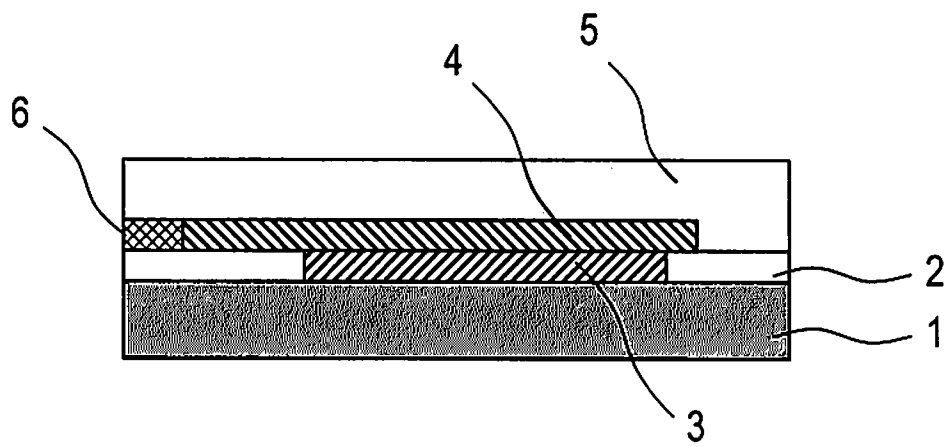


Fig 8e



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/067306

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H03H3/02 H03H3/08 H03H9/02 H03H9/64 H03H9/145

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2007 012384 A1 (EPCOS AG [DE]) 18 September 2008 (2008-09-18)	1-6, 8-18,21, 23
Y	paragraphs [0032] - [0036]; figure 1C -----	19-20
X	DE 10 2007 012383 A1 (EPCOS AG [DE]) 18 September 2008 (2008-09-18)	1-3,5-7, 10-18, 21-23
Y	paragraphs [0033] - [0040]; figures 2,3 -----	19-20
X	EP 1 274 167 A2 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 8 January 2003 (2003-01-08) paragraphs [0030] - [0034]; figures 1a,b -----	1,4-6, 10-16
X	EP 0 063 586 A1 (RF MONOLITHICS [US]) 3 November 1982 (1982-11-03) column 6, lines 26-40; figure 7 ----- -/--	1,4,6, 10-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 March 2010

Date of mailing of the international search report

26/03/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Maget, Judith

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/067306

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 760 204 A (YESTER F) 18 September 1973 (1973-09-18) column 4, line 42 - column 5, line 25; figures 1,2	12-16
Y	----- S. BENCHABANE ET AL: "Evidence for complete surface wave band gap in a piezoelectric phononic crystal" PHYSICAL REVIEW E, vol. 73, no. 6, 065601, 1 June 2006 (2006-06-01), pages 065601-1-065601-4, XP007911745 pages 065601-1, left-hand column, paragraph 1 - right-hand column, paragraph 1; figure 1	19-20
A	----- EL-KADY I ET AL: "Phononic band-gap crystals for radio frequency communications" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 92, no. 23, 10 June 2008 (2008-06-10) , pages 233504-1-233504-3, XP012107501 pages 233504-1, paragraph 1	19-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/067306

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007012384 A1	18-09-2008	NONE	
DE 102007012383 A1	18-09-2008	WO 2008110576 A1	18-09-2008
EP 1274167	A2	08-01-2003	CN 1396709 A 12-02-2003
			JP 2003087080 A 20-03-2003
			KR 20030005013 A 15-01-2003
			TW 269525 B 21-12-2006
			US 2003025422 A1 06-02-2003
EP 0063586	A1	03-11-1982	JP 2007527 B 19-02-1990
			JP 57501908 T 21-10-1982
			WO 8201629 A1 13-05-1982
			US 4353046 A 05-10-1982
US 3760204	A	18-09-1973	CA 961574 A1 21-01-1975
			DE 2309520 A1 13-09-1973
			DE 7307288 U 07-06-1973
			JP 905869 C 18-04-1978
			JP 48102947 A 24-12-1973
			JP 52036668 B 17-09-1977

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/067306

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H03H3/02 H03H3/08 H03H9/02 H03H9/64 H03H9/145

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H03H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2007 012384 A1 (EPCOS AG [DE]) 18. September 2008 (2008-09-18)	1-6, 8-18,21, 23
Y	Absätze [0032] - [0036]; Abbildung 1C -----	19-20
X	DE 10 2007 012383 A1 (EPCOS AG [DE]) 18. September 2008 (2008-09-18)	1-3,5-7, 10-18, 21-23
Y	Absätze [0033] - [0040]; Abbildungen 2,3 -----	19-20
X	EP 1 274 167 A2 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 8. Januar 2003 (2003-01-08) Absätze [0030] - [0034]; Abbildungen 1a,b -----	1,4-6, 10-16
X	EP 0 063 586 A1 (RF MONOLITHICS [US]) 3. November 1982 (1982-11-03) Spalte 6, Zeilen 26-40; Abbildung 7 ----- -/--	1,4,6, 10-16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. März 2010

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/03/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Maget, Judith

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 760 204 A (YESTER F) 18. September 1973 (1973-09-18) Spalte 4, Zeile 42 - Spalte 5, Zeile 25; Abbildungen 1,2	12-16
Y	----- S. BENCHABANE ET AL: "Evidence for complete surface wave band gap in a piezoelectric phononic crystal" PHYSICAL REVIEW E, Bd. 73, Nr. 6, 065601, 1. Juni 2006 (2006-06-01), Seiten 065601-1-065601-4, XP007911745 Seiten 065601-1, linke Spalte, Absatz 1 - rechte Spalte, Absatz 1; Abbildung 1	19-20
A	----- EL-KADY I ET AL: "Phononic band-gap crystals for radio frequency communications" APPLIED PHYSICS LETTERS, Bd. 92, Nr. 23, 10. Juni 2008 (2008-06-10) , Seiten 233504-1-233504-3, XP012107501 Seiten 233504-1, Absatz 1 -----	19-20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/067306

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007012384 A1	18-09-2008	KEINE	
DE 102007012383 A1	18-09-2008	WO 2008110576 A1	18-09-2008
EP 1274167 A2	08-01-2003	CN 1396709 A	12-02-2003
		JP 2003087080 A	20-03-2003
		KR 20030005013 A	15-01-2003
		TW 269525 B	21-12-2006
		US 2003025422 A1	06-02-2003
EP 0063586 A1	03-11-1982	JP 2007527 B	19-02-1990
		JP 57501908 T	21-10-1982
		WO 8201629 A1	13-05-1982
		US 4353046 A	05-10-1982
US 3760204 A	18-09-1973	CA 961574 A1	21-01-1975
		DE 2309520 A1	13-09-1973
		DE 7307288 U	07-06-1973
		JP 905869 C	18-04-1978
		JP 48102947 A	24-12-1973
		JP 52036668 B	17-09-1977