

(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  
11. Februar 2010 (11.02.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/015549 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**H03H 9/145** (2006.01) **H03H 9/44** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/059750

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Juli 2009 (28.07.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 037 091.6  
8. August 2008 (08.08.2008) 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): **WALDHERR, An-  
dreas** [DE/DE]; Saleggstr. 14b, 81547 München (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENT-  
ANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; 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.

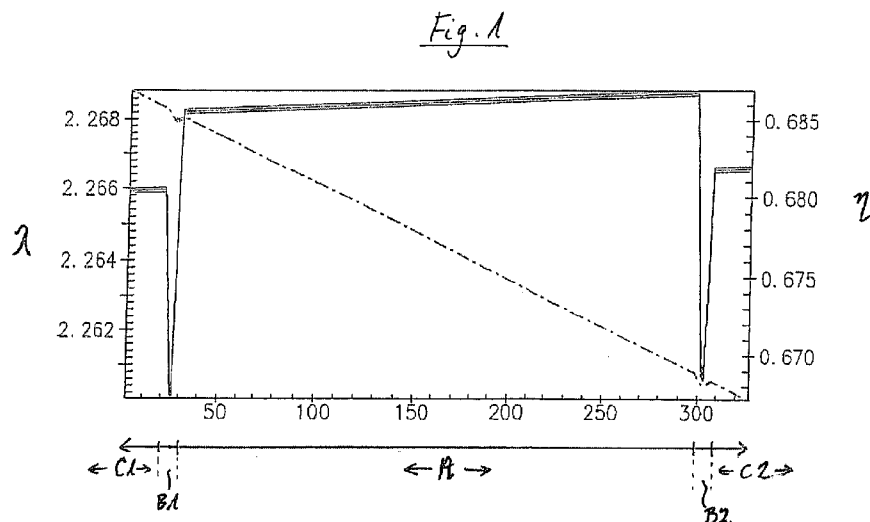
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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)

(54) Title: SAW COMPONENT

(54) Bezeichnung: SAW-BAUELEMENT



(57) Abstract: A SAW component is provided, comprising a piezoelectric base member (2) with at least one interdigital electrode structure (3) mounted thereon for generating an acoustic wave, wherein the metallization ratio ( $\eta$ ) of the electrode structure is opposite to the finger periodicity ( $\lambda$ ) thereof in at least one area of the base member.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein SAW-Bauelement angegeben, aufweisend einen piezoelektrischen Grundkörper (2), auf dem zumindest eine interdigitale Elektrodenstruktur (3) zur Erzeugung einer akustischen Welle aufgebracht ist, wobei das Metallisierungsverhältnis ( $\eta$ ) der Elektrodenstruktur auf zumindest einem Bereich des Grundkörpers gegenläufig ist zu deren Fingerperiodizität ( $\lambda$ ).

Beschreibung

SAW-Bauelement

Es wird ein SAW-Bauelement mit Mitteln zur Unterdrückung von Störsignalen angegeben.

Immer höhere Anforderungen an die Frequenzgenauigkeit von SAW-Bauelementen erfordern die Bereitstellung von Mitteln, die diese Frequenzgenauigkeiten ermöglichen. Dazu gehören beispielsweise geringe Fertigungstoleranzen sowie effektive Filtereigenschaften.

Aus EP 1267490 A2 ist ein SAW-Filter bekannt, bei dem das Metallisierungsverhältnis einer interdigitalen Elektrodenstruktur in einem Abschnitt kontinuierlich variiert wird. Dabei soll die Einfügedämpfung in einem Passband nicht erhöht und eine hohe Dämpfung oberhalb des Passbands erreicht werden.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein SAW-Bauelement anzugeben, mit dem eine hohe Dämpfung von Störsignalen außerhalb eines Passbands erreicht wird.

Es wird ein SAW-Bauelement angegeben, das einen piezoelektrischen Grundkörper aufweist, auf dem zumindest eine interdigitale Elektrodenstruktur (IDT) aufgebracht ist, bei der Metallisierungsverhältnis und Fingerperiodizität variieren. Der Verlauf des Metallisierungsverhältnisses entlang zumindest eines Abschnitts des Grundkörpers ist gegenläufig zum Verlauf der Fingerperiodizität der Elektrodenstruktur.

Es wurde herausgefunden, dass die Änderung des Metallisierungsverhältnisses eine Aufspaltung bzw. Unterdrückung der Resonanz der Grundwelle und der Harmonischen bewirkt, und dass die Änderung des Metallisierungsverhältnisses bei einer Harmonischen stärker wirkt als bei der Grundwelle. Das hängt damit zusammen, dass das Verhältnis aus Metallisierungsdicke und Wellenlänge, d.h., die relative Metallisierungsdicke, für Harmonische größer ist, und somit die Änderung des Metallisierungsverhältnisses eine größere Auswirkung auf eine Harmonische hat, als auf eine Grundwelle. Dem wurde gegenübergestellt, dass die Änderung der Fingerperiodizität auf Grundwelle und Harmonische gleich wirkt. So wird die Änderung der Fingerperiodizität, d.h., der Abstand zwischen benachbarten Fingern einer interdigitalen Elektrodenstruktur, gegenüber der Änderung des Metallisierungsverhältnisses gegenläufig gestaltet, wodurch unerwünschte Wirkungen der Änderung der Metallisierungsverhältnisses auf die Grundwelle zum Teil kompensiert werden und die gewünschte Unterdrückung der Harmonischen weitestgehend beibehalten wird.

Die Änderung des Metallisierungsverhältnisses bewirkt somit die Unterdrückung der Harmonischen; die variierende Fingerperiodizität dessen unerwünschten Auswirkungen auf die Grundwelle.

Die interdigitale Elektrodenstruktur umfasst zwei kammartig ineinander greifende, gegenpolige, elektrisch leitfähige Strukturen, die vorzugsweise als Finger ausgebildet sind.

Die Finger einer ersten elektrisch leitfähigen Struktur sind mit einer ersten vorzugsweise senkrecht zu den Fingern verlaufenden, elektrisch leitenden Bahn, einem so genannten

„Busbar“, verbunden, und zeigen mit den Fingerenden in eine erste Richtung. Diese Anordnung bildet eine erste kammartige Struktur.

Finger einer zweiten elektrisch leitfähigen Struktur, die mit einem zweiten vorzugsweise senkrecht zu den diesen Fingern verlaufenden zweiten Busbar verbunden sind, zeigen mit den Fingerenden in eine zweite Richtung, die der erst genannten Richtung entgegengesetzt ist. Diese Anordnung bildet eine zweite kammartige Struktur, die in die erste eingreift, wobei zwischen den Fingern unterschiedlicher kammartiger Strukturen stets ein Abstand vorhanden ist.

An die kammartigen Elektrodenstrukturen wird im Betrieb des SAW Bauelements eine Wechselspannung, z.B. ein HF Signal, angelegt, sodass unmittelbar in Längsrichtung des SAW-Bauelements, d.h. in Richtung einer zunehmenden Anzahl von Fingern des SAW-Bauelements, benachbarte Finger unterschiedliche Polaritäten aufweisen. Eine solche elektrische Anregung der Finger der beiden kammartigen Strukturen führt zur Erzeugung von akustischen Wellen, die sich auf der Oberfläche oder im piezoelektrischen Grundkörper ausbreiten.

Unter dem Begriff „Periode“ oder „Fingerperiodizität“ wird bei einer regelmäßigen oder periodischen Elektrodenstruktur der Abstand zwischen zwei in Längsrichtung benachbarten, gleichpoligen Fingern der Elektrodenstruktur verstanden, wobei zwischen diesen Fingern zumindest ein gegenpoliger Finger vorhanden sein kann. Bei variierender Periode kann diese nur lokal als Einzelwert bestimmt werden. Die Periode entspricht dann einer bestimmten Wellenlänge bei Mittenfrequenz des SAW Bauelements.

Gemäß einer Ausführungsform weist eine kammartige Struktur einer interdigitalen Elektrodenstruktur eine Gruppe von mehreren zu einem ersten elektrischen Pol gehörenden, unmittelbar in Längsrichtung benachbarten Fingern auf, zwischen denen einzelne oder ebenfalls Gruppen von Fingern entgegen gesetzter Polarität angeordnet sein können. Die Periode ist in diesem Falle lokal durch den Abstand der beiden jeweils ersten Finger zweier in Längsrichtung benachbarter Gruppen von Elektrodenfingern derselben Polarität bestimmt.

Mit demselben elektrischen Pol verbundene Finger einer kammartigen Elektrodenstruktur sind gleichartig, wenn sie in Längsrichtung benachbart sind und die gleiche Umgebung an verschiedenen Punkten entlang der Propagationsachse aufweisen, wobei die Umgebung Punkte (Loci) innerhalb eines Umkreises umfasst, der zumindest einen bezüglich seiner Polarität beliebigen, benachbarten Finger enthält. Dabei kann die Periode durch den Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden, gleichartigen Finger bemessen werden.

Der zur Bestimmung der Periode zwischen gleichartigen Fingern gemessene Abstand wird vorzugsweise von jeweils dem gleichen Punkt auf dem jeweiligen Finger gemessen. Beispielsweise wird der Abstand zwischen der vorderen Kante eines ersten Fingers eines ersten elektrischen Pols und der gleichen vorderen Kante eines gleichartigen, in Längsrichtung benachbarten Fingers desselben elektrischen Pols gemessen. Möglich ist es jedoch auch, die Abstände zwischen den Mitten dieser zwei Elektrodenfinger zu bemessen.

Eine Eigenschaft der interdigitalen Elektrodenstruktur ist ihr Metallisierungsverhältnis  $\eta$ , d.h. das Verhältnis zwischen der Breite  $\alpha$  eines Fingers einer interdigitalen Elektrodenstruktur und der Summe aus Breite  $\alpha$  und Abstand  $\delta$  zwischen aufeinander folgenden Fingern. Das Verhältnis ist definiert durch die Formel:

$$\eta = \alpha / (\alpha + \delta) \quad (1)$$

Gemäß einer Ausführungsform ändern sich das Metallisierungsverhältnis  $\eta$  als erster Parameter und die Fingerperiodizität  $\lambda$  als zweiter Parameter in einem gegebenen Abschnitt der interdigitalen Elektrodenstruktur gegensinnig und mit unterschiedlicher Steigung. Es kann sich dabei um eine lineare Gegenläufigkeit zwischen  $\eta$  und  $\lambda$  handeln.

Zusätzlich oder alternativ weist der eine Parameter gegenüber dem anderen einen bzw. verschiedene der genannten Steigung entsprechende Differentialwerte  $d\lambda/dx$  bzw.  $d\eta/dx$  in einem oder mehreren Abschnitten entlang der Längsachse  $x$  des SAW-Bauelements auf der Oberfläche des piezoelektrischen Grundkörpers auf. Insbesondere können sowohl Periode  $\lambda$  als auch Metallisierungsverhältnis  $\eta$  nichtlineare Verläufe aufweisen. Beispielsweise können die Verläufe gestufte Abschnitte aufweisen.

Steigungen bzw. Differentialwerte der Parameter Metallisierungsverhältnis  $\eta$  und Periode  $\lambda$  können in einzelnen Abschnitten auch gleiche Vorzeichen (+ oder -) aufweisen.

Nach einer Ausführungsform nimmt die Fingerperiodizität  $\lambda$  in zumindest einem Abschnitt zu und das Metallisierungsverhältnis

nis  $\eta$  in demselben Abschnitt ab, wobei die Breiten  $\alpha$  der Finger vorzugsweise invariabel bzw. konstant sind oder abnehmen. Beispielsweise nimmt die Fingerperiodizität in einem Abschnitt der interdigitalen Elektrodenstruktur ab einem Startwert von 200ppm um bis zu 500ppm zu.

Zusätzlich oder alternativ ist die Periode  $\lambda$  der Finger konstant, wobei das Metallisierungsverhältnis  $\eta$  zunimmt bzw. die Breiten  $\alpha$  der Finger zunehmen.

Vorzugsweise summieren sich die Änderungen der Parameter Periode  $\lambda$  und Metallisierungsverhältnis  $\eta$  über die gesamte Länge  $L$  der interdigitalen Elektrodenstruktur derart, dass die bislang für einen Abschnitt definierten Änderungen für die gesamte Länge zutreffen, bzw. dass die oben gemachten Bestimmungen für einen Abschnitt der Länge  $L$  gelten, wobei  $L$  gleich der Länge einer interdigitalen Elektrodenstruktur ist.

Gemäß einer Ausführungsform ist das Verhältnis zwischen dem Metallisierungsverhältnis  $\eta$  und der Periode  $\lambda$  derart gestaltet, dass eine geringstmögliche Änderung im Durchlassbereich, zum Beispiel im Passband des SAW-Bauelements, bezogen auf die Durchlasswirkung des SAW-Bauelements für eine Grundwelle, entsteht. Dabei werden mittels der Gegenläufigkeit von  $\eta$  und  $\lambda$  die dritte und die fünfte Harmonische sowie weitere ungeradezahlige Harmonische einer sich durch das SAW-Bauelement ausbreitenden Grundwelle unterdrückt.

Vorzugsweise werden dritte bzw. fünfte Harmonische unterdrückt, wobei beispielsweise bei einem Filter mit einer Mittenfrequenz von 900 MHz, die dritte Harmonische bei ungefähr 2,6GHz unterdrückt wird. Durch die höhere relative

Metallisierungsdicke liegt die Frequenz der dritten Harmonischen etwas unterhalb der dreifachen Frequenz der Grundwelle.

Zur Bestimmung einer zu diesem Zweck passenden Gegenläufigkeit des Metallisierungsverhältnisses  $\eta$  und der Periode  $\lambda$  bzw. zur Bestimmung des geeigneten Periodenverlaufs kann auf experimenteller Basis die Sensitivität der akustischen Grundwelle auf das Metallisierungsverhältnis herangezogen werden.

Gemäß einer Ausführungsform nimmt das Metallisierungsverhältnis  $\eta$  in einem Abschnitt auf dem Grundkörper ab einem Startwert um mehr als 3% ab, wobei der Startwert vorzugsweise zwischen 0,5 und 0,7 liegt. In demselben Bereich kann die Periode  $\lambda$  ab einem Startwert um mehr als 100ppm zunehmen, wobei der Startwert beispielsweise zwischen 2,0 und 2,5  $\mu\text{m}$  liegt. Dabei nimmt das Metallisierungsverhältnis  $\eta$  vorzugsweise linear ab und die Periode  $\lambda$  linear zu. Die Verläufe weisen vorzugsweise konstante Steigungen, allerdings mit entgegengesetztem Vorzeichen, auf. Es hat sich experimentell herausgestellt, dass mit einem derart gegenläufigen Verhältnis eine besonders effektive Unterdrückung der dritten sowie der fünften Harmonischen der Grundwelle erreicht werden kann.

Ein SAW-Bauelement mit einer interdigitalen Elektrodenstruktur mit den im Rahmen dieses Dokuments beschriebenen Merkmalen umfasst vorzugsweise einen Resonator, in dem die interdigitale Elektrodenstruktur derart konzipiert ist, dass ein Grundsignal mittels konstruktiver Interferenz verstärkt wird. Die interdigitale Elektrodenstruktur kann aber auch als Ein- oder Ausgangswandler in einem Transversal- oder in einem

Resonatorfilter, insbesondere in einem MPR (Multi Port Resonator) Filter oder in einem DMS Filter dienen. Vorzugsweise ist die interdigitale Elektrodenstruktur jedoch Bestandteil eines Resonators eines Reaktanzfilters.

Gemäß einer Ausführungsform ist das SAW-Bauelement an zumindest einem Ende der interdigitalen Elektrodenstruktur von einer Reflektorstruktur begrenzt, welche die Wirkung eines Resonators stärkt, indem sie aus der Elektrodenstruktur herauslaufende Wellenanteile in die Elektrodenstruktur zurück reflektiert. Dabei weist die Reflektorstruktur bezogen auf die Längsachse des Bauelements vorzugsweise einen Abstand zum Ende der interdigitalen Elektrodenstruktur auf. Die Reflektorstruktur ist vorzugsweise eine elektrisch kurzgeschlossene Struktur, die Reflektorfinger mit Mittenabständen von  $\lambda/2$ , also die Hälfte einer Periode einer benachbarten interdigitalen Elektrodenstruktur, aufweist.

Als Reflektorstrukturen eignen sich Strukturen, die einen Grenzflächeneffekt auf eine durch den Grundkörper propagierende akustische Welle ausüben. Dabei werden vorzugsweise Netz- bzw. Gitterstrukturen verwendet, die im Grundkörper eingebettet sind, beispielsweise senkrecht zur Oberfläche des Grundkörpers, oder auf der Oberfläche aufgebracht sind. Anstelle einer Gitterstruktur kann eine lückenlose Platte verwendet werden.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst das SAW-Bauelement mehrere auf der Oberfläche des Grundkörpers voneinander beabstandete interdigitale Elektrodenstrukturen, wobei bei zumindest einer dieser Elektrodenstrukturen das Metallisierungsverhältnis in einem Abschnitt gemäß der in diesem

Dokument beschriebenen Art gegenläufig ist zur Fingerperiodizität.

Mittels einer ersten interdigitalen Elektrodenstruktur auf dem piezoelektrischen Grundkörper wird ein elektrisches Signal, welches über die Busbars eingespeist wird, über die Piezoeigenschaften des Grundkörpers in eine akustische Welle verwandelt. Dabei weist die erste interdigitale Elektrodenstruktur eine Gegenläufigkeit zwischen Metallisierungsverhältnis und Fingerperiodizität auf. So werden unerwünschte Harmonische der akustischen Welle unterdrückt, vorzugsweise die dritte Harmonische, je nach dem, wie die genannte Gegenläufigkeit eingestellt ist.

Eine zweite interdigitale Elektrodenstruktur kann die akustische Welle in ein gefiltertes elektrisches Signal zurückwandeln, das frei ist von störenden harmonischen Signalanteilen bzw. in dem diese wesentlich unterdrückt werden, sodass Störungen in Bandbreiten außerhalb der des Durchlassbereichs minimiert, wenn nicht gänzlich entfernt, sind.

Das SAW-Bauelement wird vorzugsweise in einem Sendeschaltkreis eines mobilen Kommunikationsgeräts eingesetzt. Damit weist das mobile Kommunikationsgerät eine bezüglich seiner ausgesendeten Signale hohe Frequenzgenauigkeit auf.

Die beschriebenen Gegenstände werden anhand der folgenden Figuren und Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigt:

- Figur 1 eine Grafik zur Darstellung einer beispielhaften Gegenläufigkeit zwischen Metallisierungsverhältnis  $\eta$  und Fingerperiodizität  $\lambda$ ,
- Figur 2 eine erste interdigitale Elektrodenstruktur auf einem piezoelektrischen Grundkörper mit einer ersten Gegenläufigkeit zwischen Metallisierungsverhältnis  $\eta$  und Fingerperiodizität  $\lambda$ ,
- Figur 3 eine zweite interdigitale Elektrodenstruktur auf einem piezoelektrischen Grundkörper mit einer zweiten Gegenläufigkeit zwischen Metallisierungsverhältnis  $\eta$  und Fingerperiodizität  $\lambda$ ,
- Figur 4 eine Draufsicht auf ein schematisch dargestelltes SAW-Bauelement mit zwei interdigitalen Elektrodenstrukturen, von denen eine ein gegenläufiges Verhältnis von Fingerperiodizität und Metallisierung aufweist,
- Figur 5 eine Grafik zur Darstellung verschiedener Unterdrückungsgrade einer dritten Harmonischen einer akustischen Grundwelle,
- Figur 6 eine Grafik zur Darstellung des Durchlassspektrums eines akustischen Grundsignals.

Mittels einer Grafik zeigt Figur 1, wie das Metallisierungsverhältnis  $\eta$  einer interdigitalen Elektrodenstruktur A eines SAW-Bauelements linear abnimmt. Die interdigitale Elektrodenstruktur A beginnt in der Figur beispielhaft etwa beim Wert 25 der in halbe Perioden  $\lambda$  eingeteilten (longitudinalen)

x-Achse auf einem piezoelektrischen Substrat und endet in etwa bei 300 auf dem selben Substrat.

Das auf der y-Achse rechts aufgetragene Metallisierungsverhältnis  $\eta$  beginnt in einem Bereich der interdigitalen Elektrodenstruktur A bei ca. 0,687 und nimmt linear bis ca. 0,667 ab, wobei die Spanne dieser linearen Abnahme des Metallisierungsverhältnisses  $\eta$  über 250 Finger umfasst. Im selben Bereich dieser linearen Abnahme des Metallisierungsverhältnisses  $\eta$  steigt die auf der y-Achse links aufgetragene Fingerperiodizität  $\lambda$  von ca. 2,268  $\mu\text{m}$  linear auf ca. 2,269  $\mu\text{m}$  an, eine Zunahme von ca. 440ppm.

Der genannte leichte Anstieg der Fingerperiodizität  $\lambda$  ist eine Eigenschaft einer interdigitalen Elektrodenstruktur A, von deren Enden beabstandet jeweils eine weitere kurzgeschlossene Elektrodenstruktur C1 bzw. C2 in der Form eines Reflektors vorhanden ist. Die Bereiche B1 und B2 zeigen den Übergang jeweils zwischen einer Reflektorstruktur und der interdigitalen Elektrodenstruktur A mit gegenläufigem Metallisierungsverhältnis und Fingerperiodizität.

Figur 2 ist eine schematische Draufsicht auf einen Bereich eines SAW-Bauelements 1 mit einem piezoelektrischen Grundkörper 2, auf dessen eine Hauptfläche eine interdigitale Elektrodenstruktur 3 aufgebracht ist. Der piezoelektrische Grundkörper umfasst vorzugsweise einen Einkristall, beispielsweise bestehend aus oder zumindest enthaltend Lithiumniobat ( $\text{LiNbO}_3$ ), Lithiumtantalat ( $\text{LiTaO}_3$ ) oder Quarz ( $\text{SiO}_2$ ). Die interdigitale Elektrodenstruktur 3 umfasst zwei kammartige Elektrodenstrukturen 3a und 3b, die ineinander greifen und vorzugsweise Aluminium enthalten. Es wird

gezeigt, wie die Breiten  $\alpha$  der Finger 4 abnehmen. Da die Zunahme der Abstände  $\delta$  sehr minimal ist, ist diese in der Figur nicht sichtbar (für eine sichtbare schematische Darstellung siehe Figur 3). Durch die Abnahme der Breiten  $\alpha$  der Finger bei gleichzeitig ansteigender Fingerperiodizität  $\lambda$  bzw. vergrößertem Abstand  $\delta$  kann das Metallisierungsverhältnis  $\eta$  über eine verhältnismäßig kurze Distanz entlang der Propagationsachse  $x$  einer akustischen Oberflächewelle deutlich abnehmen.

Figur 3 ist eine schematische Draufsicht auf einen Bereich eines SAW-Bauelements 1 mit einem piezoelektrischen Grundkörper 2, auf dessen einer Oberfläche eine interdigitale Elektrodenstruktur 3 gemäß Figur 2 aufgebracht ist. Es wird im Gegensatz zur Figur 2 gezeigt, wie die Breiten  $\alpha$  der Finger 4 konstant bleiben und die Fingerperiodizität  $\lambda$  linear ansteigt. Somit sind Metallisierungsverhältnis  $\eta$  und Fingerperiodizität  $\lambda$  gegenläufig, wobei im Vergleich zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 das Metallisierungsverhältnis  $\eta$  über dieselbe Distanz entlang des Grundkörpers weniger stark abnimmt. Im Vergleich zur vorhergehenden Figur wird zusätzlich die Verlängerung der Fingerperiodizität  $\lambda$  mittels einer unterhalb des SAW-Bauelements 1 dargestellten Welle gezeigt. Eine ähnliche Darstellung für die Verlängerung der Fingerperiodizität  $\lambda$  würde auch für die vorhergehende Figur gelten.

Figuren 2 und 3 zeigen zunächst jeweils lineare Anstiege von Fingerperiodizitäten  $\lambda$ , jedoch könnten diese auch nichtlinear ansteigen, beispielsweise logarithmisch, quadratisch oder exponentiell.

Figur 4 zeigt eine Draufsicht auf ein schematisch dargestelltes SAW-Filter, wobei zwei interdigitale Elektrodenstrukturen 3 mit einem Abstand zueinander auf dem Grundkörper 2 angeordnet sind. Die erste Elektrodenstruktur 3 auf der linken Seite des Bauelements weist ein Metallisierungsverhältnis  $\eta$  auf, das gegenläufig ist zur Fingerperiodizität  $\lambda$ . Die z.B. als Ausgangswandler dienende Elektrodenstruktur auf der rechten Seite konvertiert die akustische Oberflächenwelle SAW in elektrische Signale. Dabei sind die akustischen Wellen bereits durch die gegenläufige Struktur der ersten Elektrodenstruktur derart gefiltert, dass die dritte Harmonische der akustischen Grundwelle unterdrückt ist. Die von der zweiten Elektrodenstruktur generierten Signale können also innerhalb einer engen, spezifikationsgerechten Bandbreite gesendet werden.

Zwar werden in dieser Figur nur zwei voneinander beabstandete interdigitale Elektrodenstrukturen gezeigt, jedoch können auch mehr als zwei solche Elektrodenstrukturen auf einem gemeinsamen Substrat aufgebracht sein. Sie können durch eine von metallischen Strukturen freie Lücke voneinander beabstandet sein. Die Lücke kann aber auch mit Strukturen ausgefüllt sein, beispielsweise in der Form von ineinander greifenden, kammartigen Fingerstrukturen, deren Fingerperiodizität jedoch vorzugsweise deutlich kürzer ist, als in den interdigitalen Strukturen selbst.

Des Weiteren deutet die Figur mittels senkrechter, gestrichelter Linien zwei Reflektorstrukturen an, die beidseitig der Elektrodenstruktur(en) jeweils in der Form eines Gitters vorliegen können und zwischen denen die interdigitalen Elektrodenstrukturen auf dem Grundkörper

angeordnet sind. Dabei kann jedoch jede interdigitale Elektrodenstruktur von einer Reflektorstruktur flankiert sein.

Figur 5 zeigt für ein gegebenes HF Filter verschiedene Verläufe der dritten Harmonischen im Frequenzbereich zwischen ca. 2540 und 2710 MHz. Die gezackte Ausprägung der Signalkurven entsteht durch die Wirkung verschiedener Resonanzen mehrerer Resonatoren. Es werden mehrere Kurven gezeigt, die jeweils auf unterschiedliche, variierende Verläufe bei Elektrodenstrukturen mit unterschiedlichen Metallisierungsverhältnissen  $\eta_r, \eta_1, \eta_2, \eta_3$  zurückzuführen sind. Die stärkste Unterdrückung der dritten Harmonischen mit einem Spitzenwert ca. -32 dB wurde mittels einer Veränderung des Metallisierungsverhältnisses  $\eta_3$  von 0,69 auf 0,65 erreicht. Die höchste Spitze ist dem Referenzmetallisierungsverhältnis  $\eta_r$  zuzuordnen, das konstant bei 0,69 bleibt. Es zeigt sich, dass alle, also auch geringfügige Änderungen des Metallisierungsverhältnisses über die Länge der Elektrodenstruktur positiv zur Unterdrückung der Harmonischen beitragen.

Figur 6 zeigt, dass die Veränderungen des Metallisierungsverhältnisses  $\eta_1, \eta_2, \eta_3$  auf die Durchlasscharakteristik der Grundwelle keinen oder zumindest nur geringfügigen Einfluss haben, insbesondere auch deshalb, weil die Fingerperiodizität gleichzeitig geringfügig zunimmt. Der Durchlassbereich der Grundwelle liegt dabei zwischen 865 und 930 MHz.

Bei den Beispielen gemäß Figuren 5 und 6 nimmt die Fingerperiodizität von einem Startwert von ca. 2,268  $\mu\text{m}$  bis ca. 2,269  $\mu\text{m}$  zu (siehe hierzu auch Figur 1).

## Bezugszeichenliste

|           |                                                                                    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | erste interdigitale Elektrodenstruktur auf einem piezoelektrischen Grundkörper     |
| B1, B2    | Übergangsbereich                                                                   |
| C1, C2    | Reflektorstrukturen                                                                |
| $\eta$    | Metallisierungsverhältnis                                                          |
| $\lambda$ | Fingerperiodizität                                                                 |
| $\alpha$  | Breite eines Fingers einer interdigitalen Elektrodenstruktur                       |
| $\delta$  | Abstand zwischen zwei benachbarten Fingern einer interdigitalen Elektrodenstruktur |
| $\eta_x$  | erstes, konstantes Metallisierungsverhältnis                                       |
| $\eta_1$  | erstes, variierendes Metallisierungsverhältnis                                     |
| $\eta_2$  | zweites, variierendes Metallisierungsverhältnis                                    |
| $\eta_3$  | drittes, variierendes Metallisierungsverhältnis                                    |
| x         | Längsachse einer interdigitalen Elektrodenstruktur                                 |
| y         | Achse senkrecht zur Propagationsachse x                                            |
| 1         | SAW-Bauelement                                                                     |
| 2         | piezoelektrischer Grundkörper                                                      |
| 3         | interdigitale Elektrodenstruktur (IDT)                                             |
| 3a        | erste kammartige Struktur der IDT                                                  |
| 3b        | zweite kammartige Struktur der IDT                                                 |
| 4         | Finger                                                                             |
| 5         | Reflektorstruktur                                                                  |

## Patentansprüche

1. SAW-Bauelement, umfassend einen piezoelektrischen Grundkörper (2), auf dem zumindest eine interdigitale Elektrodenstruktur (3) zur Erzeugung einer akustischen Welle aufgebracht ist, wobei das Metallisierungsverhältnis ( $\eta$ ) der Elektrodenstruktur auf zumindest einem Bereich des Grundkörpers gegenläufig ist zu deren Fingerperiodizität ( $\lambda$ ).
2. SAW-Bauelement nach Anspruch 1, bei dem das Metallisierungsverhältnis ( $\eta$ ) in Längsrichtung des SAW-Bauelements abnimmt.
3. SAW-Bauelement nach Anspruch 2, bei dem das Metallisierungsverhältnis ( $\eta$ ) ab einem Startwert um mehr als 3% abnimmt.
4. SAW-Bauelement nach Anspruch 3, bei dem Startwert zwischen 0,72 und 0,65 liegt.
5. SAW-Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Metallisierungsverhältnis ( $\eta$ ) linear variiert.
6. SAW-Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das Metallisierungsverhältnis ( $\eta$ ) gemäß einer nichtlinearen Funktion variiert.
7. SAW-Bauelement nach Anspruch 6, bei dem die nichtlineare Funktion zumindest einen gestuften Bereich aufweist.

8. SAW-Bauelement einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Fingerperiodizität ( $\lambda$ ) in Längsrichtung zunimmt.
9. SAW Bauelement nach Anspruch 8, bei dem die Fingerperiodizität ( $\lambda$ ) ab einem Startwert um 200ppm bis 500ppm zunimmt.
10. SAW-Bauelement nach Anspruch 9, bei dem der Startwert zwischen 2,0 und 2,5  $\mu\text{m}$  liegt.
11. SAW-Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Gegenläufigkeit des Metallisierungsverhältnisses ( $\eta$ ) und der Fingerperiodizität ( $\lambda$ ) derart eingestellt ist, dass die dritte Harmonische einer durch den Grundkörper (2) propagierenden akustischen Grundwelle unterdrückt wird.
12. SAW-Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zumindest eine interdigitale Elektrodenstruktur (3) von zumindest einer Reflektorstruktur (5) flankiert ist.
13. SAW-Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das eine Durchlassbandbreite für die Grundwelle zwischen 865 und 930 MHz aufweist.
14. SAW-Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mehrere interdigitale Elektrodenstrukturen (3) mit einem Abstand zueinander auf dem piezoelektrischen Grundkörper (2) aufgebracht sind.

15. Verwendung eines SAW-Bauelements (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einem Sendeschaltkreis eines mobilen Kommunikationsgeräts.

Fig. 1

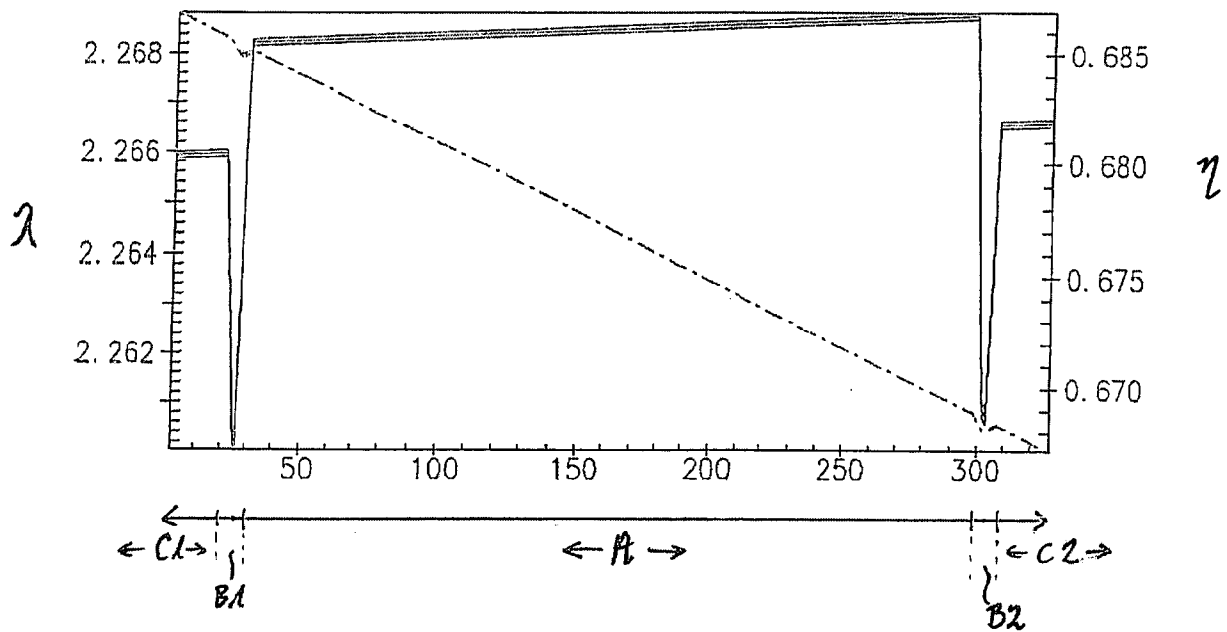


Fig. 2

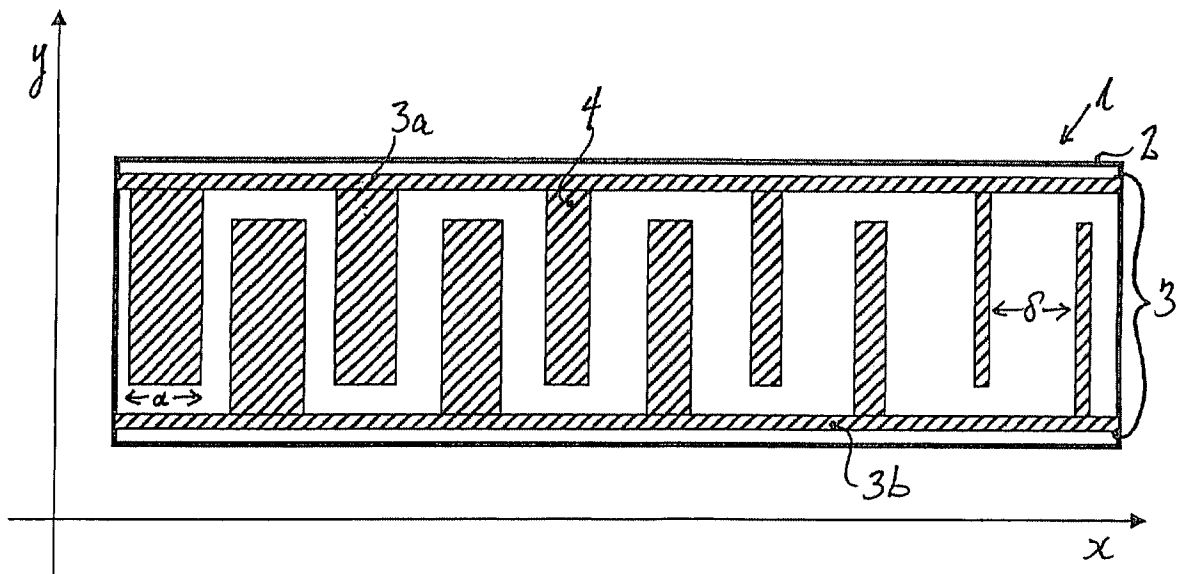


Fig. 3

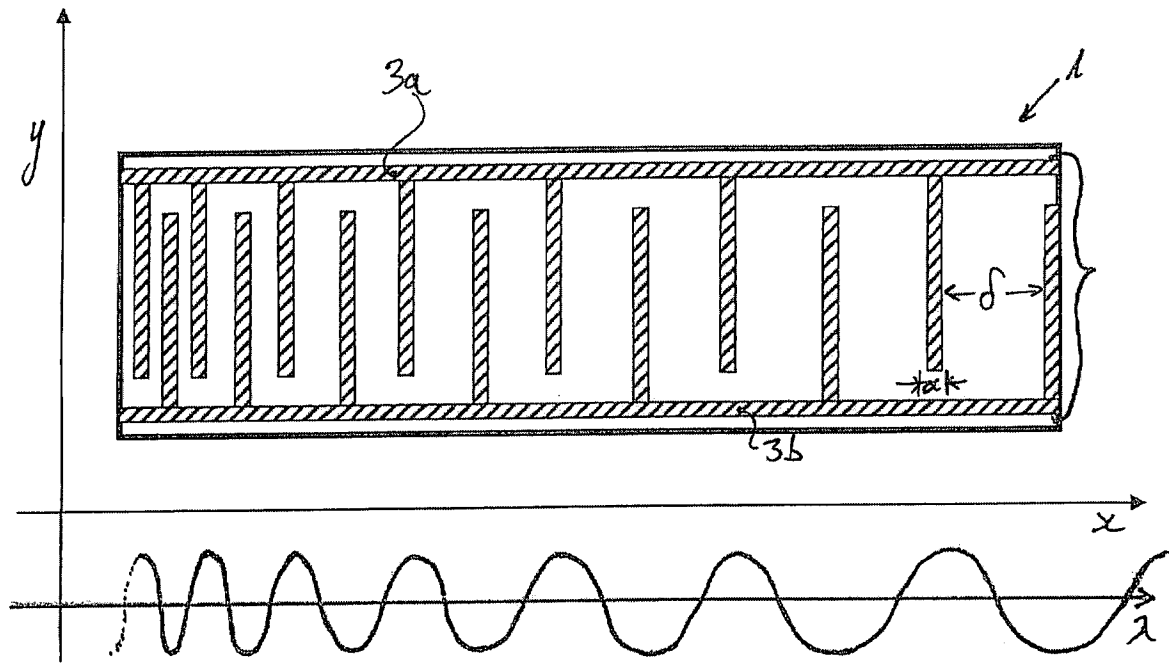


Fig. 4

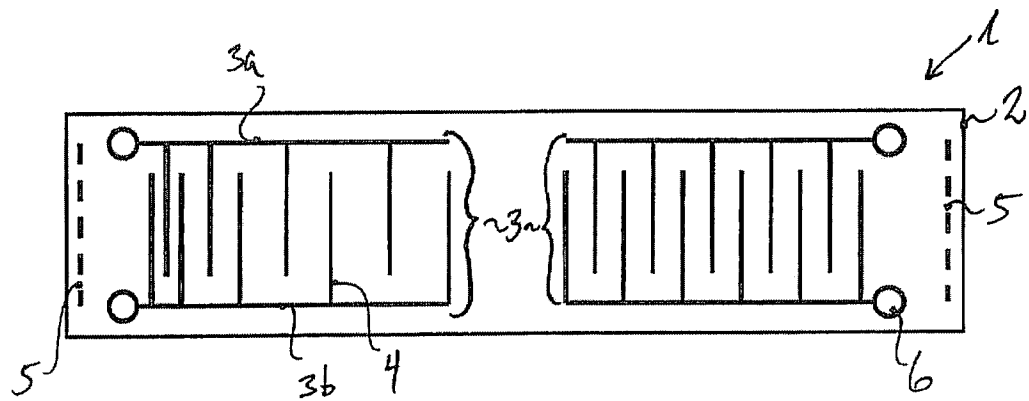
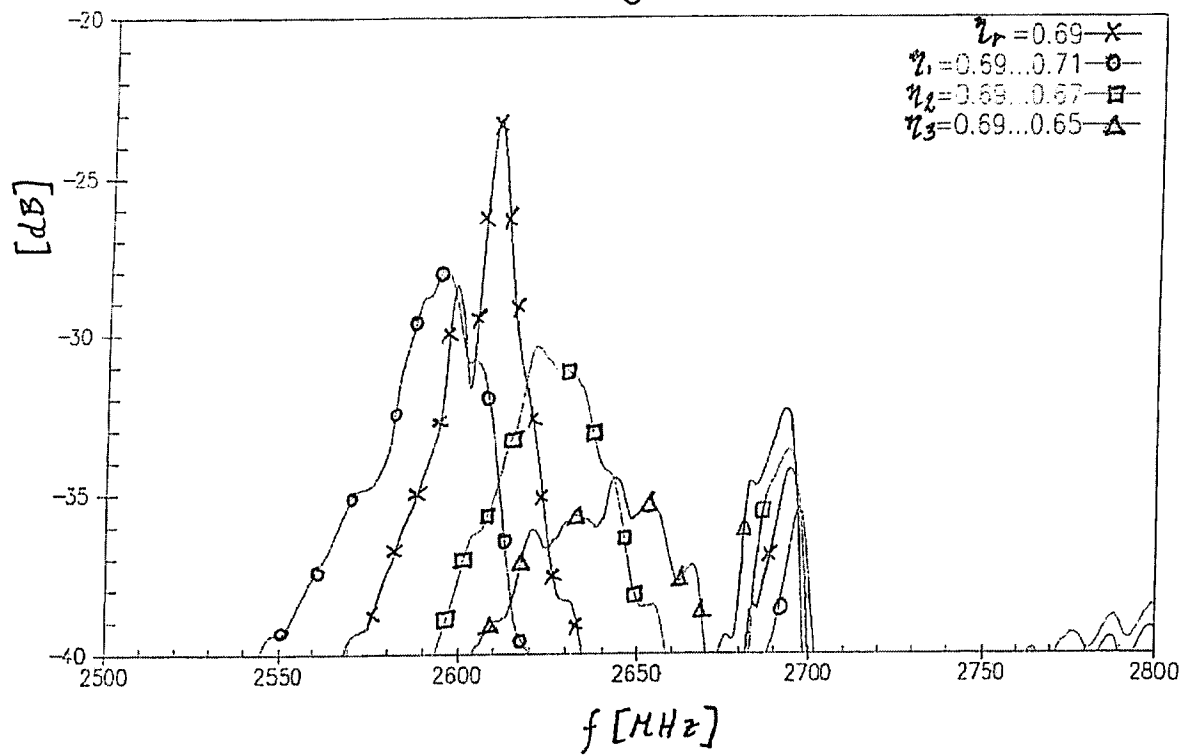
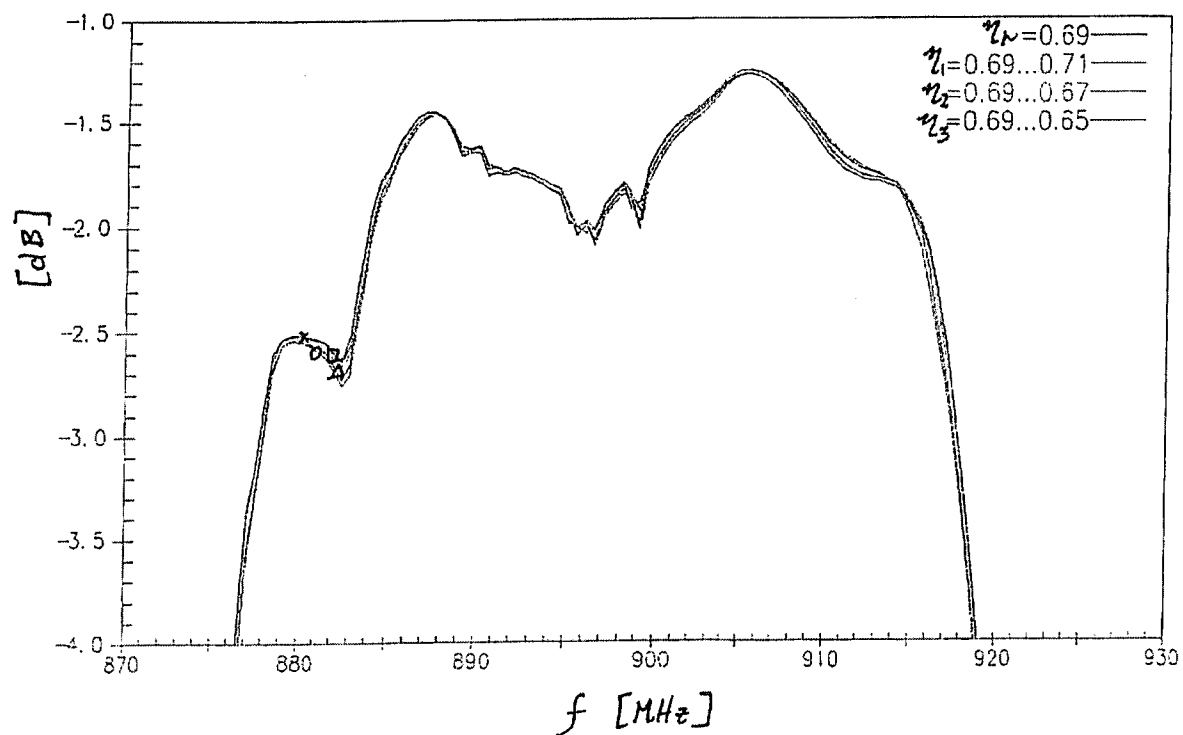


Fig. 5Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2009/059750

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>INV. H03H9/145 H03H9/44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>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)<br>EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                             | Relevant to claim No.                                                                                                          |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 02/073800 A1 (EPCOS AG [DE]; BAUER THOMAS [DE]; BUENNER MARTIN [DE]; DETLEFSEN ANDRE)<br>19 September 2002 (2002-09-19)<br>page 7, line 33 - page 8, line 18; figures 1,3-6 | 1-15                                                                                                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 5 256 927 A (KATO SHUNJI [JP]; YAMANOUCI KAZUHIKO [JP]; OGATA JUNICHI [JP]) 26 October 1993 (1993-10-26)<br>figure 3                                                        | 1-15                                                                                                                           |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.         </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*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)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p> </div> </div> |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                |
| Date of the actual completion of the international search<br><br><div style="text-align: center; font-weight: bold;">5 October 2009</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                | Date of mailing of the international search report<br><br><div style="text-align: center; font-weight: bold;">16/10/2009</div> |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                | Authorized officer<br><br><div style="text-align: center; font-weight: bold;">Radomirescu, B-M</div>                           |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/059750

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 02073800                               | A1 | 19-09-2002          | DE 10111959 A1             | 19-09-2002          |
|                                           |    |                     | EP 1368894 A1              | 10-12-2003          |
|                                           |    |                     | JP 4017984 B2              | 05-12-2007          |
|                                           |    |                     | JP 2004523179 T            | 29-07-2004          |
|                                           |    |                     | US 2004090145 A1           | 13-05-2004          |
| <hr/>                                     |    |                     |                            |                     |
| US 5256927                                | A  | 26-10-1993          | JP 2847438 B2              | 20-01-1999          |
|                                           |    |                     | JP 6291585 A               | 18-10-1994          |
| <hr/>                                     |    |                     |                            |                     |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/059750

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. H03H9/145 H03H9/44

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, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                         | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X          | WO 02/073800 A1 (EPCOS AG [DE]; BAUER THOMAS [DE]; BUENNER MARTIN [DE]; DETLEFSEN ANDRE)<br>19. September 2002 (2002-09-19)<br>Seite 7, Zeile 33 - Seite 8, Zeile 18;<br>Abbildungen 1,3-6 | 1-15               |
| A          | US 5 256 927 A (KATO SHUNJI [JP]; YAMANOUCI KAZUHIKO [JP]; OGATA JUNICHI [JP]) 26. Oktober 1993 (1993-10-26)<br>Abbildung 3                                                                | 1-15               |

☐ 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

5. Oktober 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/10/2009

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

Radomirescu, B-M

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/059750

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 02073800                                        | A1                            | 19-09-2002                        |                               |
|                                                    |                               | DE 10111959 A1                    | 19-09-2002                    |
|                                                    |                               | EP 1368894 A1                     | 10-12-2003                    |
|                                                    |                               | JP 4017984 B2                     | 05-12-2007                    |
|                                                    |                               | JP 2004523179 T                   | 29-07-2004                    |
|                                                    |                               | US 2004090145 A1                  | 13-05-2004                    |
| US 5256927                                         | A                             | 26-10-1993                        |                               |
|                                                    |                               | JP 2847438 B2                     | 20-01-1999                    |
|                                                    |                               | JP 6291585 A                      | 18-10-1994                    |