(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
20. Januar 2011 (20.01.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/006873 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H03H 9/64 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/059986

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juli 2010 (12.07.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 032 840.8 13. Juli 2009 (13.07.2009) 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)*: **THOMAS, Ralf** [DE/DE]; Gustav-Heinemann-Ring 81, 81739 München (DE). **KUBAT, Franz** [DE/DE]; Metzstr. 30, 81667 München (DE). **DETLEFSEN, Andreas** [DE/DE]; Eichendorffstr. 16, 82223 Eichenau (DE). **HAUSER, Markus** [DE/DE]; Am Jägerberg 46, 82340 Feldafing (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT 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, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

(54) Title: SAW FILTER CIRCUIT HAVING IMPROVED ESD RESISTANCE

(54) Bezeichnung : SAW-FILTERSCHALTUNG MIT VERBESSERTER ESD-FESTIGKEIT

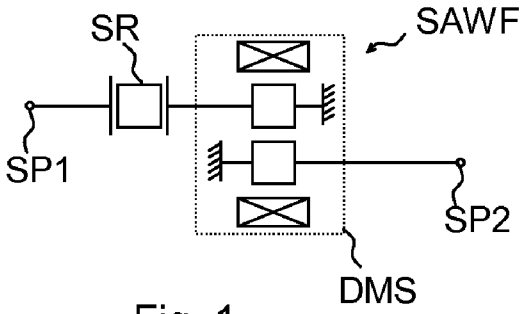


Fig. 1

(57) Abstract: A SAW filter circuit (SAWF) having improved ESD resistance is provided, in which a series connection (SV) of SAW resonators is interconnected between a first signal port (SP1) and a DMS port (DMSP1, DMSP2), wherein the static capacity of the series connection is no more than four times the static capacity of the DMS converter interconnected therewith.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine SAW-Filterschaltung (SAWF) mit verbesserter ESD- Festigkeit angegeben, in der eine Serienverschaltung (SV) aus SAW- Resonatoren zwischen einem ersten Signalport (SP1) und einem DMS- Port (DMSP1, DMSP2) verschaltet ist, wobei die statische Kapazität der Serienverschaltung maximal das Vierfache der statischen Kapazität der damit verschalteten DMS-Wandler beträgt.

WO 2011/006873 A1

Beschreibung

SAW-Filterschaltung mit verbesserter ESD-Festigkeit

Die Erfindung betrifft mit akustischen Wellen arbeitende Bauelemente - insbesondere mit akustischen Oberflächenwellen arbeitende Bauelemente (SAW-Bauelemente) - mit verbessertem ESD-Schutz durch bezüglich der anliegenden elektrischen Feldstärken optimierten Topologien der Elektrodenstrukturen.

SAW-Bauelemente sind beispielsweise aus der Druckschrift „SAW Devices for Consumer Communication Applications" (IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, Vol. 40, No. 5, September 1993) bekannt. Die endliche Leitfähigkeit der elektrisch isolierenden Materialien, z. B. der piezoelektrischen Substrate, die in mit akustischen Wellen arbeitenden Bauelementen zur Anwendung kommen, kann jedoch zu einem Ladungsübertritt zwischen leitenden Schaltungselementen, die sich auf unterschiedlichen elektrischen Potenzialen befinden, führen. Ein solcher Ladungsübertritt, z. B. ein so genannter ESD-Puls, führt regelmäßig zu einer Zerstörung, mindestens aber zu einer funktionalen Beeinträchtigung solcher SAW-Bauelemente.

Aus der Druckschrift US 7,388,456 B2 ist bekannt, dass SAW-Filter durch kaskadierte Resonatoren vor ESD-Pulsen geschützt werden können. Insbesonderen in Laddertypestrukturen sei ein Verhältnis von im Wesentlichen 1 : 1 der Kapazitäten von seriellen und parallelen Wandlern vorteilhaft.

Ferner läuft die Triviallösung, nämlich die Vergrößerung der räumlichen Distanz zwischen den leitenden Strukturen, zum einen dem anhaltenden Trend zur Miniaturisierung zuwider. Zum

anderen bestimmen die Wellenlängen akustischer Wellen im Allgemeinen den charakteristischen Abstand solcher Elektrodenstrukturen. So bestimmt die akustische Wellenlänge im Wesentlichen die Fingerperiodizität von Interdigitalstrukturen. Eine einfache Erhöhung der Fingerabstände würde dann die elektroakustischen Eigenschaften solcher Bauelemente erheblich beeinträchtigen.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Elektrodentopologie anzugeben, die durch einen verbesserten ESD-Schutz ausgezeichnet ist und deren elektroakustische Eigenschaften im Wesentlichen trotzdem nicht verschlechtert sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine SAW-Filterschaltung nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung schlägt eine SAW-Filterschaltung vor, welche einen ersten und einen zweiten Signalport umfasst. Die Filterschaltung umfasst ferner ein piezoelektrisches Substrat, auf dem ein DMS-Filter (Dual-Mode SAW-Filter) mit einem ersten DMS-Port und einem oder mehreren damit verschalteten ersten DMS-Wandlern und mit einem zweiten DMS-Port mit einem oder mehreren damit verschalteten zweiten DMS-Wandlern angeordnet sind. Die Zahl der ersten DMS-Wandler kann eins betragen. Die Zahl der ersten DMS-Wandler kann aber auch höher sein. Ebenso kann die Zahl der zweiten DMS-Wandler eins betragen, aber auch höher sein. Weiterhin umfasst die Filterschaltung eine erste Serienverschaltung aus einem oder mehreren SAW-Resonatoren, die zwischen dem ersten Signalport und dem ersten DMS-Port des DMS-Filters verschaltet sind. Die statische Kapazität der ersten Serienverschaltung beträgt da-

bei maximal das Vierfache der statischen Kapazität der damit verschalteten ersten DMS-Wandler. Dabei bezeichnet die statische Kapazität von Resonatoren oder Wandlern die Kapazität der Elektrodenstruktur bei Frequenzen, bei denen im piezoelektrischen Substrat keine akustischen Wellen angeregt werden.

Eine solche Kaskadierung von Resonatoren dient im Allgemeinen dazu, die Impedanz der Schaltung anzupassen oder die Dämpfungscharakteristik – sowohl bei Frequenzen des Sperr- als auch bei Frequenzen des Durchlassbereichs – zu optimieren. Dazu war es regelmäßig notwendig, die statische Kapazität solcher, mit der DMS-Struktur in Serie verschalteter, Resonatoren hoch zu gestalten.

Das serielle Verschalten von einem oder mehreren SAW-Resonatoren zwischen dem ersten Signalport und dem ersten DMS-Port hat hier prinzipiell jedoch folgenden Effekt: Elektrische HF-Spannungen, die zwischen dem Signalport, welcher ein Eingang einer Filterschaltung sein kann, und dem ersten DMS-Port, der den Eingang einer vor ESD-Pulsen zu schützenden DMS-Filterschaltung darstellen kann, werden im Wesentlichen entsprechend dem Verhältnis der statischen Kapazitäten der Elektrodenstrukturen der Resonatoren und der ersten DMS-Wandler aufgeteilt. Der DMS-Port, d. h. die DMS-Filterstruktur, „sieht“ also nicht mehr die volle anliegende Spannung, sondern nur noch den Teil der Spannung, der sich aus dem Verhältnis der statischen Kapazitäten des DMS-Wandlers und der in der Serienverschaltung verschaltenten SAW Resonatoren ergibt. Die am DMS-Port anliegende Teilspannung ist dabei um so geringer, je geringer die Kapazität der ersten Serienverschaltung aus SAW-Resonatoren ist. Diese prinzipielle Sichtweise ist dann gültig, wenn das Frequenzspektrum der

ESD-Pulse keine oder nur wenige Frequenzkomponenten der Arbeitsfrequenz der Resonatoren aufweist; es wurde also erkannt, dass die ESD-Festigkeit auf Kosten der Güte der Filterwirkung erhöht werden kann. Es wurde ferner ein Verhältnis der statischen Kapazitäten gefunden, bei dem der ESD-Schutz derart verbessert ist, dass die resultierende Verschlechterung der Filtercharakteristik maximal zu tolerierende Werte nicht überschreitet.

Dieses Dilemma ist durch die vorliegende Erfindung also in vorteilhafter Weise gelöst. Durch die angegebene quantitative Beziehung der Kapazitäten der kapazitiven Elemente ist eine SAW-Filterschaltung angegeben, welche sowohl die Ansprüche bezüglich ESD-Festigkeit als auch bezüglich der elektroakustischen Filtercharakteristik befriedigt. Je nach tolerierbarem Güteverlust kommen auch maximale Verhältnis von 3,5 oder 3 oder sogar 2,5 in Frage.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst die SAW-Filterschaltung eine zweite Serienverschaltung aus SAW-Resonatoren, die zwischen dem zweiten Signalport und dem zweiten DMS-Port verschaltet ist. Die statische Kapazität der zweiten Serienverschaltung beträgt dabei maximal das Vierfache der statischen Kapazität der damit verschalteten zweiten DMS-Wandler. Es gilt die gleiche Argumentation wie oben. Auch hier können Verhältnisse von 3,5 oder 3 oder 2,5 in Frage kommen.

Analog zur oben genannten Argumentation wird dadurch die ESD-Festigkeit noch weiter verbessert, ohne dass eine zu starke Beeinträchtigung der Filtercharakteristik in Kauf genommen werden muss.

Der Schutz gegen elektrostatische Entladung bzw. Überspannung der Filterschaltung kann in einer vorteilhaften Ausgestaltung dadurch noch weiter verbessert werden, dass eine erste Verschaltung aus SAW-Resonatoren in einem Parallelzweig mit dem ersten DMS-Port verschaltet ist. Der Parallelzweig kann dann den ersten DMS-Port mit Masse verschalten. Die Verschaltung im Parallelzweig umfasst mindestens einen Resonator. Analog zu Laddertype-Filterschaltungen nennt man die Resonatoren im Parallelzweig ‚Parallelresonatoren'. Die statische Kapazität CS1 der ersten Serienverschaltung beträgt dabei maximal das Doppelte der Summe der statischen Kapazitäten der Resonatoren CP1 der Verschaltung in einem Parallelzweig und der damit verschalteten ersten DMS-Wandler CDMS1:

$CS1 <= 2 * (CP1 + CDMS1)$, oder äquivalent:
$CP1 <= 0.5 * CS1 - CDMS1$

Mit anderen Worten: Die statische Kapazität der Verschaltung aus Parallelresonatoren ist kleiner als die Differenz zwischen der Hälfte der statischen Kapazität der ersten Serienverschaltung und der statischen Kapazität der ersten DMS-Wandler.

Ferner kann eine zweite Verschaltung aus SAW-Resonatoren in einem Parallelzweig, der mit dem zweiten DMS-Port verschaltet ist, die ESD-Festigkeit weiterhin verbessern. Dann beträgt die statische Kapazität CS2 der zweiten Serienverschaltung maximal das Doppelte der Summe der statischen Kapazitäten der zweiten Verschaltung in einem Parallelzweig CP2 und der damit verschalteten zweiten DMS-Wandler CDMS2; analog zu oben ergibt sich:

$CS2 <= 2 * (CP2 + CDMS2)$, oder äquivalent:

CP2 <= 0.5 * CS2 - CDMS2

In einer Ausführungsform umfasst die SAW-Filterschaltung einen Mehrtorresonator in der ersten Serienverschaltung, der zweiten Serienverschaltung, der ersten (in einem Parallelzweig verschalteten) Verschaltung oder der zweiten (in einem Parallelzweig verschalteten) Verschaltung. Im Gegensatz zu einem einfachen Resonator mit einer aus zwei Elektroden bestehenden Interdigitalstruktur (Wandler) umfasst ein Mehrtorresonator im Allgemeinen mindestens zwei Wandler. Einer davon ist dann ein erster Wandler – z. B. ein Eingangswandler. Ein anderer ist ein zweiter Wandler – z. B. ein Ausgangswandler. Möglich ist jedoch auch, die zumindest zwei Wandler des Mehrtorresonators parallel zu verschalten und beispielsweise mit den beiden Ästen einer ein symmetrisches Signal führenden Signalleitung des Filters zu verbinden.

Die oben genannten Merkmale gelten unabhängig davon, ob die Signalführung in der Filterschaltung symmetrisch (d. h. balanced) oder asymmetrisch (d. h. unbalanced / gegen Masse) geführt ist. Entsprechend können unabhängig voneinander sowohl der erste Signalport als auch der zweite Signalport sowohl symmetrisch als auch asymmetrisch geführt sein. Die DMS-Struktur kann also als Balun (d. h. als „balanced-unbalanced" Konverter / als Symmetrier-Anpassschaltung) verwendet werden.

In einer Ausführungsform ist im SAW-Filter zumindest ein Wandler, der in einer der Verschaltungen, ausgewählt aus erster Serienverschaltung, zweiter Serienverschaltung, erster Verschaltung, zweiter Verschaltung und DMS-Filter, verschaltet sein kann, neben einem oder mehreren weiteren Wandlern entlang der longitudinalen Richtung angeordnet. Die longitudinale Richtung ist dabei bestimmt durch die Ausbreitungs-

richtung der akustischen Oberflächenwellen, die von den Elektrodenstrukturen der Wandler an der Oberfläche des piezoelektrischen Substrats angeregt werden und sich in der so genannten akustischen Spur ausbreiten. Zwischen Wandlern in der akustischen Spur können ein oder mehrere strukturierte Reflektorelemente angeordnet sein. Es ist vorteilhaft, wenn diese Reflektorelemente floatend, d. h. nicht mit Masse verschaltet sind. Dann nämlich ist die Spannung, die zwischen den Reflektorelementen und den Fingerstrukturen der Wandler anliegt, reduziert. Insbesondere kann die Verschaltung einen Mehrtorresonator umfassen.

In einer Ausgestaltung ist ein Resonatorelement zwischen einem ersten und einem zweiten Wandler eines Mehrtorresonators angeordnet. Der Mehrtorresonator ist seriell, d. h. in Serie im Signalpfad, verschaltet. Das Reflektorelement umfasst mindestens zwei strukturierte Reflektorfinger.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn unmittelbar benachbarte Elektrodenfinger unterschiedlicher Wandler, welche nebeneinander innerhalb der akustischen Spur angeordnet sind, die gleiche Polarität aufweisen.

Solche unmittelbar benachbarten Elektrodenfinger unterschiedlicher Wander oder Resonatoren können mit Masse verschaltet sein.

Solche unmittelbar benachbarten Elektrodenfinger unterschiedlicher Wandler können in einem Mehrtorresonator verschaltet sein. Der Mehrtorresonator wiederum kann parallel, d. h. in einem parallelen, mit Masse verschalteten Zweig, verschaltet sein.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn ein einem zweiten Wandler benachbarter erster Wandler und dieser erste Wandler derart ausgebildet sind, dass ihre unmittelbar benachbarten Elektrodenfinger mit Masse verschaltet sind - unabhängig davon, ob die Wandler in einem Ein- oder Mehrtorresonator verschaltet sind.

In einer weiteren Ausgestaltung der Filterschaltung sind zwischen benachbarten Elektrodenfingern unterschiedlicher Wandler und gegenpoligen Potenzials Reflektorelemente auf dem piezoelektrischen Substrat angeordnet.

Auch zwischen benachbarten Elektrodenfingern unterschiedlicher Polarität und unterschiedlicher Wandler, welche beide erste Wandler oder welche beide zweite Wandler sind, können Reflektorelemente auf dem piezoelektrischen Substrat angeordnet sein.

Auch zwischen benachbarten Elektrodenfingern unterschiedlicher Polarität und unterschiedlicher Wandler, welche beide in ein und demselben Resonator, z. B. einem Mehrtorresonator, verschaltet sind, können Reflektorelemente auf dem piezoelektrischen Substrat angeordnet sein. Ein solcher Mehrtorresonator kann in einer Serienverschaltung oder in einer Parallelverschaltung verschaltet sein.

In einer Ausführungsform umfasst eine Serienverschaltung, z. B. die erste Serienverschaltung, oder eine Verschaltung, z. B. die erste Verschaltung, kaskadiert verschaltete Resonatoren.

Als weiterführende Maßnahme zur Verbesserung der ESD-Festigkeit von SAW-Filterschaltungen kann die zwischen einem

Signalport und einem DMS-Port anliegende Spannung durch weitere kapazitive Elemente, die in Serie verschaltet sind, reduziert sein. Dabei kommen als kapazitive Elemente nicht nur SAW-Resonatorstrukturen in Frage, sondern ganz allgemein aus metallisierten Strukturen gebildete kapazitive Elemente. Insbesondere sind solche kapazitiven Elemente vorteilhaft, die auf dem piezoelektrischen Substrat strukturiert sind oder als metallisierte Flächen in einem HTTC- oder LTTC-Mehrlagensubstrat integriert sind. Insbesondere kommen auch solche strukturierten Interdigitalwandler in Frage, deren elektroakustischer Kopplungskoeffizient aufgrund der Ausrichtung relativ zum piezoelektrischen Substrat verschwindet.

Vorteilhaft ist es, wenn eine SAW-Filterschaltung derart realisiert ist, dass die zwischen einem Signalport und einem DMS-Port anliegende Spannung nicht zwischen zwei Elektrodenstrukturen abfällt, deren Fingermitten einen geringeren Abstand als die Hälfte der akustische Wellenlänge einer Mittenfrequenz haben.

Im Folgenden wird die SAW-Filterschaltung anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen schematischen Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 den schematischen Aufbau einer erfindungsgemäßen Filterschaltung,

Figur 2 eine Ausgestaltung, in der der erste Signalport symmetrisch und der zweite Signalport asymmetrisch ausgeführt ist,

Figur 3a die Anordnung zweier nebeneinander angeordneten Interdigitalstrukturen, welche zwischen zwei reflektierenden Elementen angeordnet sind,

Figur 3B zwei Interdigitalstrukturen, welche durch ein reflektierendes Element getrennt sind,

Figur 4A zwei Interdigitalstrukturen, bei denen benachbarte Fingerelektroden auf unterschiedlichem Potenzial liegen,

Figur 4B zwei Interdigitalstrukturen, bei denen benachbarte Elektrodenfinger auf Massepotenzial liegen.

Figur 1 illustriert eine SAW-Filterschaltung SAWF mit verbesserter ESD-Festigkeit. Eine DMS-Filterstruktur DMS ist in Serie zu einem seriellen Resonator SR zwischen einem ersten Signalport SP1 und einem zweiten Signalport SP2 verschaltet. Beide Signalports sind hier unbalanced ausgeführt. Der eine serielle Resonator SR stellt die einfachste Ausführung der genannten Serienverschaltung dar.

Figur 2 illustriert eine Ausgestaltung einer bezüglich des ESD-Schutzes verbesserten SAW-Filterschaltung SAWF, deren erster Signalport SP1 balanced ausgeführt ist. Entsprechend ist auch der erste DMS-Port DMSP1 balanced ausgeführt. In jedem der beiden Zweige der balanced ausgeführten Signalleitungen ist eine Serienverschaltung SV aus einem oder mehreren SAW-Resonatoren verschaltet. Die Serienverschaltung der Resonatoren wird hier durch den dargestellten einen Serienresonator SR symbolisiert. Zwischen den Serienresonatoren SR und dem jeweiligen ersten DMS-Port-Eingang DMSP1 ist je eine Verschaltung von Resonatoren in einem Parallelzweig mit dem ers-

ten DMS-Port verschaltet. Die Verschaltung ist durch die Parallelresonatoren PR symbolisiert. Die Parallelresonatoren sind also in einem z.B. gegen Masse geschalteten Querzweig angeordnet. Zwischen dem unbalanced geführten zweiten Signalport SP2 und dem entsprechend unbalanced geführten zweiten Port DMSP2 des DMS-Filters ist eine zweite Serienverschaltung aus SAW-Resonatoren verschaltet, die durch einen Serienresonator SR symbolisiert ist.

Die hier dargestellte Verschaltung ist schematisch. Kombinationen von Serien- und Parallelresonatoren, wie sie z. B. in ladder-type Schaltungen verschaltet sind, sind ebenfalls denkbar und stellen mögliche Ausgestaltungen der Erfindung dar. Masseseitige Ausgänge von Parallelresonatoren PR balanced geführter Signalleitungen können miteinander verschaltet sein: Sie können untereinander und mit Masse verschaltet sein; sie können jedoch auch eine so genannte floatende Masse darstellen, wenn sie lediglich miteinander verschaltet sind, ohne mit Masse galvanisch verbunden zu sein.

Figur 3A illustriert schematisch eine mögliche relative Anordnung der Wandler zueinander. Zwei nebeneinander angeordnete Wandler W1, W2 sind in einer akustischen Spur zwischen zwei reflektierenden Elementen RE angeordnet. Die Wandler können Wandler in der ersten Serienverschaltung, in der zweiten Serienverschaltung, in der ersten Verschaltung, in der zweiten Verschaltung oder in dem DMS-Filter sein. Ihre relative Ausrichtung zu den Kristallachsen des piezoelektrischen Substrats PS hängt vom gewünschten elektroakustischen Kopplungskoeffizienten ab. Ist eine elektroakustische Wechselwirkung der Wandler gewünscht, so wird ein entsprechend hoher Kopplungskoeffizient eingestellt. Ist dagegen lediglich ein hoher Wert der Kapazität solcher Interdigitalstrukturen ge-

wünscht, so wird ein verschwindender Kopplungskoeffizient eingestellt. Die Einstellung des Kopplungskoeffizienten geschieht durch Auswahl einer geeigneten Orientierung der Wandler relativ zu den Kristallachsen des Substrats PS.

Figur 3B illustriert ein reflektierendes Element RE, das als strukturierte Metallisierung auf der Oberfläche des piezoelektrischen Substrats erzeugt zwischen zwei Wandlern angeordnet ist und die benachbarten Fingerelektroden der beiden Wandler trennt. Liegen beide Wandler bzw. deren zueinander weisende endständige Elektrodenfinger auf unterschiedlichem elektrischen Potenzial, so ist die ESD-Festigkeit dadurch verbessert. Insbesondere ist sie dann verbessert, wenn das reflektierende Element RE mit Massepotenzial verschaltet ist.

Figur 4A illustriert das Problem zweier Interdigitalwandler, deren benachbarte Fingerelektroden auf unterschiedlichem Potenzial liegen: die zwischen den benachbarten Elektrodenfingern anliegende Spannung fällt i. A. auf einer Länge ab, die in der Größenordnung einer halben Wellenlänge λ der vom Wandler erezugten akustischen Oberflächenwellen liegt.

Figur 4B illustriert eine Alternativlösung, in der die benachbarten Elektrodenfinger unterschiedlicher Wandler nicht auf unterschiedlichem Potenzial, sondern beide gemeinsam auf Massepotenzial liegen. Die Elektrodenfinger in Figur 4B sind derart angeordnet und verschaltet, dass die zwischen den beiden verschiedenen DMS-Ports anliegende Spannung nicht an einer Strecke abfällt, die geringer als eine akustische Wellenlänge λ ist. Die Durchschlagsfestigkeit von ESD-Pulsen von einem Wandler zu einem benachbarten innerhalb einer DMS-Struktur ist somit weiter erhöht.

Diejenigen Merkmale zur Verbesserung des Schutzes gegen ESD-Pulse, welche die Anordnung von Elektrodenfingern oder Resonatoren bzw. deren Verschaltung betreffen, sind im Allgemeinen gleichermaßen für Wandler in DMS-Strukturen und für Wandler in sonstigen Ein- oder Mehrtorresonatoren anwendbar.

Soll der ESD-Schutz noch weiter verbessert sein – auch wenn die Filtercharakteristik dann verschlechtert würde – können auch die entsprechend gefährdeten (z. B. seriell oder parallel) verschalteten Resonatoren kaskadiert werden.

Eine erfindungsgemäß Filterschaltung ist nicht auf eines der beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Kombinationen der Ausführungsbeispiele und Variationen, welche z. B. noch weitere serielle oder parallele Resonatoren umfassen, stellen ebenso erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele dar.

Bezugszeichenliste:

SP1:	erster Signalport
SR:	Serienresonator
SAWF:	SAW-Filterschaltung
DMS:	DMS-Filter
SP2:	zweiter Signalport
SV:	Serienverschaltung aus SAW-Resonatoren
PV:	Parallelverschaltung aus SAW-Resonatoren
DMSP1:	erster DMS-Port
DMSP2:	zweiter DMS-Port
PS:	piezoelektrisches Substrat
RE:	reflektierendes Element
EF:	Elektrodenfinger
W1:	erster DMS-Wandler
W2:	zweiter DMS-Wandler

Patentansprüche

1. SAW-Filterschaltung (SAWF) mit verbesserter ESD-Festigkeit, umfassend
   - einen ersten (SP1) und einen zweiten (SP2) Signalport,
   - ein DMS-Filter (DMS) auf einem piezoelektrischen Substrat (PS) mit einem ersten DMS-Port (DMSP1) und mindestens einem damit verschalteten ersten DMS-Wandler (W1) und einem zweiten DMS-Port (DMSP2) mit mindestens einem damit verschalteten zweiten DMS-Wandler (W2),
   - eine erste Serienverschaltung (SV) aus SAW-Resonatoren, die zwischen dem ersten Signalport (SP1) und dem ersten DMS-Port (DMSP1) verschaltet sind,
   wobei die statische Kapazität der ersten Serienverschaltung (SV1) maximal das Vierfache der statischen Kapazität der damit verschalteten ersten DMS-Wandler (W1, W2) beträgt.

2. SAW-Filterschaltung nach Anspruch 1, umfassend
   - eine zweite Serienverschaltung (SV2) aus SAW-Resonatoren, die zwischen dem zweiten Signalport (SP2) und dem zweiten DMS-Port (DMSP2) verschaltet sind,
   wobei die statische Kapazität der zweiten Serienverschaltung (SV2) maximal das Vierfache der statischen Kapazität der damit verschalteten zweiten DMS-Wandler (W2) beträgt.

3. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend
   - eine erste Verschaltung (PV) aus SAW-Resonatoren in einem Parallelzweig, der mit dem ersten DMS-Port (DMSP1) verschaltet ist,
   wobei die statische Kapazität der ersten Serienverschaltung (SV1) maximal das Doppelte der Summe der statischen

Kapazitäten der ersten Paralleverschaltung (PV1) und der damit verschalteten ersten DMS-Wandler (W1) beträgt.

4. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend
- eine zweite Verschaltung (PV2) aus SAW-Resonatoren in einem Parallelzweig, der mit dem zweiten DMS-Port (DMSP2) verschaltet ist,
wobei die statische Kapazität der zweiten Serienverschaltung (SV2) maximal das Doppelte der Summe der statischen Kapazitäten der zweiten Parallenschaltung (PV2) und der damit verschalteten zweiten DMS-Wandler (W2) beträgt.

5. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Verschaltung, ausgewählt aus erste Serienverschaltung, zweite Serienverschaltung, erste Verschaltung und zweite Verschaltung,
wobei die Verschaltung einen Mehrtorresonator umfasst.

6. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit symmetrischer Signalführung im ersten Signalport (SP1) und ersten DMS-Port (DMSP1).

7. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit symmetrischer Signalführung im zweiten Signalport (SP2) und zweiten DMS-Port (DMSP2).

8. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit
- einer Verschaltung, ausgewählt aus erste Serienverschaltung, zweite Serienverschaltung, erste Verschaltung, zweite Verschaltung und DMS-Filter, die einen Mehrtorresonator umfasst,

- mindestens einem floatenden nicht mit Masse verschalteten Reflektorelement (RE), das zwischen Wandlern des Mehrtorresonators angeordnet ist.

9. SAW-Filterschaltung nach dem vorhergehenden Anspruch, bei der
- mindestens ein Reflektorelement zwischen einem ersten und einem zweiten Wandler angeordnet ist,
- der Mehrtorresonator in einem Serienzweig verschaltet ist und
- das Reflektorelement mindestens zwei Reflektorfinger umfasst.

10. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der unmittelbar benachbarte Elektrodenfinger (EF) unterschiedlicher Wandler (W1, W2) die gleiche Polarität umfassen.

11. SAW-Filterschaltung nach dem vorhergehenden Anspruch, bei der die unmittelbar benachbarten Elektrodenfinger (EF) mit Masse verschaltet sind.

12. SAW-Filterschaltung nach dem vorhergehenden Anspruch, bei der die unmittelbar benachbarten Elektrodenfinger (EF) in einem Mehrtorresonator, der in einem parallelen Zweig verschaltet ist, verschaltet sind.

13. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend einen dem zweiten Wandler (W2) benachbarten ersten Wandler (W1), wobei zwei unmittelbar benachbarte aber unterschiedlichen Wandlern zugehörige Elektrodenfinger (EF) mit Masse verschaltet sind.

14. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei auf dem piezoelektrischen Substrat (PS) zwischen zwei zueinander weisenden äußeren Elektrodenfingern (EF), die unterschiedliche Polarität aufweisen und unterschiedlichen Wandlern (W1, W2) zugehörig sind, Reflektorelemente (RE) angeordnet sind.

15. SAW-Filterschaltung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die unterschiedlichen Wandler beide erste Wandler (W1) sind.

16. SAW-Filterschaltung nach Anspruch 14, wobei die unterschiedlichen Wandler Wandler eines Mehrtorresonators sind.

17. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Serienverschaltung oder die erste Verschaltung kaskadiert verschaltete Resonatoren umfasst.

18. SAW-Filterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, deren erster (SP1) oder zweiter (SP2) Signalport in Serie mit kapazitiven Elementen verschaltet ist, die entweder als metallisierte Strukturen auf dem piezoelektrischen Substrat (PS) strukturiert sind oder als metallisierte Flächen in einem HTCC- oder LTCC-Mehrlagensubstrat integriert sind, auf welchem das piezoelektrische Substrat (PS) angeordnet ist.

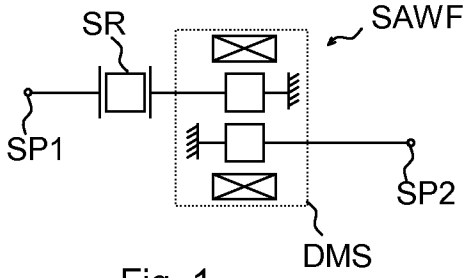


Fig. 1

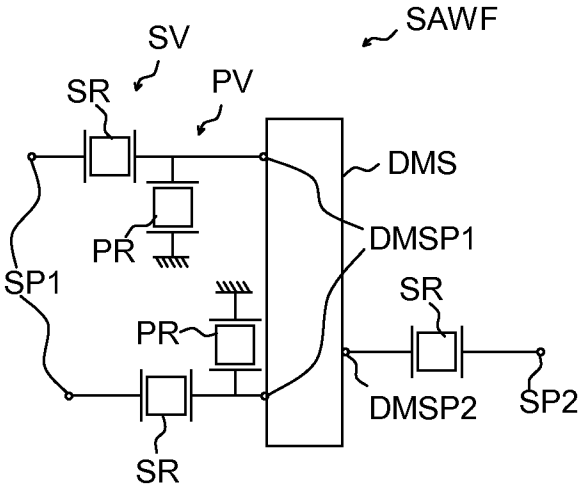


Fig. 2

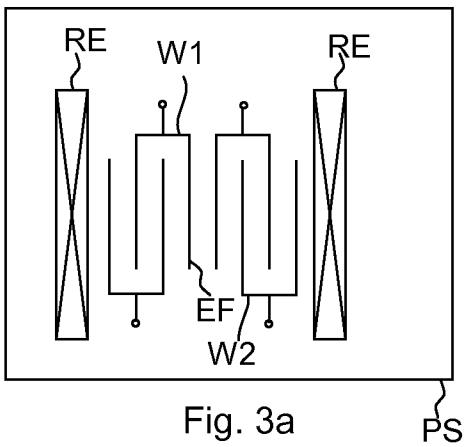


Fig. 3a

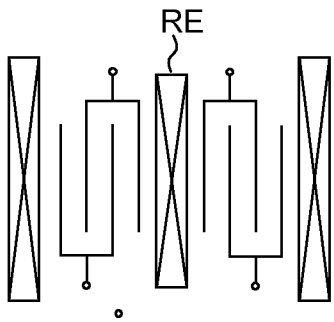


Fig. 3b

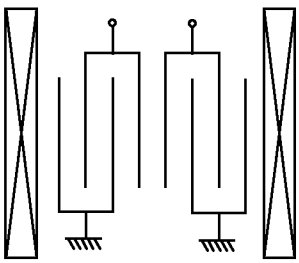


Fig. 4a

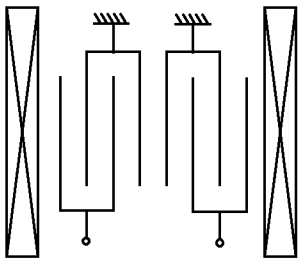


Fig. 4b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/059986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H03H9/64

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)
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/063559 A1 (FUJITSU LTD [JP]; MATSUDA TAKASHI; INOUE KAZUNORI; MIURA MICHIO) 22 May 2009 (2009-05-22) abstract & US 2010/148887 A1 (MATSUDA TAKASHI [JP] ET AL) 17 June 2010 (2010-06-17) abstract figure 1 paragraphs [0002], [0003], [0005], [0008], [0011], [0093], [0096], [0098], [0101] -----	1,3

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
29 Oktober 2010	19/11/2010

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Fax: (+31–70) 340–3016	Mouanda, Thierry

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/059986

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/158281 A1 (GARRIS STEVEN [US] ET AL) 20 July 2006 (2006-07-20) abstract figure 1 paragraphs [0002], [0005], [0007], [0008], [0023], [0024] claim 1	1
X	EP 1 337 039 A1 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 20 August 2003 (2003-08-20) abstract paragraphs [0024], [0028], [0032], [0038] - [0043]	1
X	US 2008/079512 A1 (NAKAZAWA MICHIYUKI [JP] ET AL) 3 April 2008 (2008-04-03) abstract figures 28,32 paragraphs [0016], [0019], [0020], [0022], [0030], [0037], [0039], [0041], [0042], [0158], [0175] - [0212]	1,3-18
X	EP 2 034 611 A1 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 11 March 2009 (2009-03-11) abstract figure 1 paragraphs [0043] - [0047]	1
X	US 2007/236308 A1 (TAKAMINE YUICHI [JP]) 11 October 2007 (2007-10-11) abstract figure 1 paragraphs [48661] - [0063], [0075] - [0081]	1,2
X	EP 0 940 915 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 8 September 1999 (1999-09-08)	1,2
A	abstract paragraphs [0058], [0064] - [0065], [0075] - [0077], [0091] figures 2-3,7	6,7
A	Colin K. Campbell: "Surface Acoustic Wave Devices" 1998, Academic press , San Diego, US , XP002607517 ISBN: 0-12-157340-0pages 288-291, page 289 - page 290	1-18
A	JP 2008 147905 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26 June 2008 (2008-06-26) abstract figure 7 paragraphs [0004], [0005], [0007], [0013], [0014]	18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2010/059986

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2009063559 A1	22-05-2009	CN 101796722 A	04-08-2010
		US 2010148887 A1	17-06-2010
US 2010148887 A1	17-06-2010	CN 101796722 A	04-08-2010
		WO 2009063559 A1	22-05-2009
US 2006158281 A1	20-07-2006	NONE	
EP 1337039 A1	20-08-2003	CN 1438815 A	27-08-2003
		DE 60300096 D1	25-11-2004
		DE 60300096 T2	02-02-2006
		JP 3846409 B2	15-11-2006
		JP 2003309448 A	31-10-2003
		US 2003155993 A1	21-08-2003
US 2008079512 A1	03-04-2008	CN 101154935 A	02-04-2008
		JP 4465625 B2	19-05-2010
		JP 2008092017 A	17-04-2008
EP 2034611 A1	11-03-2009	CN 101473534 A	01-07-2009
		WO 2007148510 A1	27-12-2007
		US 2009091404 A1	09-04-2009
US 2007236308 A1	11-10-2007	CN 101091310 A	19-12-2007
		EP 1933457 A1	18-06-2008
		WO 2007040052 A1	12-04-2007
		JP 4557008 B2	06-10-2010
		KR 20070088708 A	29-08-2007
EP 0940915 A2	08-09-1999	DE 69936479 T2	20-03-2008
		US 6339704 B1	15-01-2002
JP 2008147905 A	26-06-2008	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/059986

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H03H9/64

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/063559 A1 (FUJITSU LTD [JP]; MATSUDA TAKASHI; INOUE KAZUNORI; MIURA MICHIO) 22. Mai 2009 (2009-05-22) Zusammenfassung & US 2010/148887 A1 (MATSUDA TAKASHI [JP] ET AL) 17. Juni 2010 (2010-06-17) Zusammenfassung Abbildung 1 Absätze [0002], [0003], [0005], [0008], [0011], [0093], [0096], [0098], [0101]	1,3
X	US 2006/158281 A1 (GARRIS STEVEN [US] ET AL) 20. Juli 2006 (2006-07-20) Zusammenfassung Abbildung 1 Absätze [0002], [0005], [0007], [0008], [0023], [0024] Anspruch 1	1

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
29. Oktober 2010	19/11/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Mouanda, Thierry

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/059986

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 337 039 A1 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 20. August 2003 (2003-08-20) Zusammenfassung Absätze [0024], [0028], [0032], [0038] - [0043]	1
X	US 2008/079512 A1 (NAKAZAWA MICHIYUKI [JP] ET AL) 3. April 2008 (2008-04-03) Zusammenfassung Abbildungen 28,32 Absätze [0016], [0019], [0020], [0022], [0030], [0037], [0039], [0041], [0042], [0158], [0175] - [0212]	1,3-18
X	EP 2 034 611 A1 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 11. März 2009 (2009-03-11) Zusammenfassung Abbildung 1 Absätze [0043] - [0047]	1
X	US 2007/236308 A1 (TAKAMINE YUICHI [JP]) 11. Oktober 2007 (2007-10-11) Zusammenfassung Abbildung 1 Absätze [48661] - [0063], [0075] - [0081]	1,2
X	EP 0 940 915 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 8. September 1999 (1999-09-08)	1,2
A	Zusammenfassung Absätze [0058], [0064] - [0065], [0075] - [0077], [0091] Abbildungen 2-3,7	6,7
A	Colin K. Campbell: "Surface Acoustic Wave Devices" 1998, Academic press , San Diego, US , XP002607517 ISBN: 0-12-157340-0Seiten 288-291, Seite 289 - Seite 290	1-18
A	JP 2008 147905 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26. Juni 2008 (2008-06-26) Zusammenfassung Abbildung 7 Absätze [0004], [0005], [0007], [0013], [0014]	18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/059986

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009063559 A1	22-05-2009	CN 101796722 A	04-08-2010
		US 2010148887 A1	17-06-2010
US 2010148887 A1	17-06-2010	CN 101796722 A	04-08-2010
		WO 2009063559 A1	22-05-2009
US 2006158281 A1	20-07-2006	KEINE	
EP 1337039 A1	20-08-2003	CN 1438815 A	27-08-2003
		DE 60300096 D1	25-11-2004
		DE 60300096 T2	02-02-2006
		JP 3846409 B2	15-11-2006
		JP 2003309448 A	31-10-2003
		US 2003155993 A1	21-08-2003
US 2008079512 A1	03-04-2008	CN 101154935 A	02-04-2008
		JP 4465625 B2	19-05-2010
		JP 2008092017 A	17-04-2008
EP 2034611 A1	11-03-2009	CN 101473534 A	01-07-2009
		WO 2007148510 A1	27-12-2007
		US 2009091404 A1	09-04-2009
US 2007236308 A1	11-10-2007	CN 101091310 A	19-12-2007
		EP 1933457 A1	18-06-2008
		WO 2007040052 A1	12-04-2007
		JP 4557008 B2	06-10-2010
		KR 20070088708 A	29-08-2007
EP 0940915 A2	08-09-1999	DE 69936479 T2	20-03-2008
		US 6339704 B1	15-01-2002
JP 2008147905 A	26-06-2008	KEINE	