

(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
23. März 2006 (23.03.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/029674 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/008544

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. August 2005 (05.08.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 045 008.0
16. September 2004 (16.09.2004) 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): BERGMANN, An-
dreas [DE/DE]; Haid 19, 84533 Haiming (DE).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH; Ridlerstr. 55, 80339
München (DE).

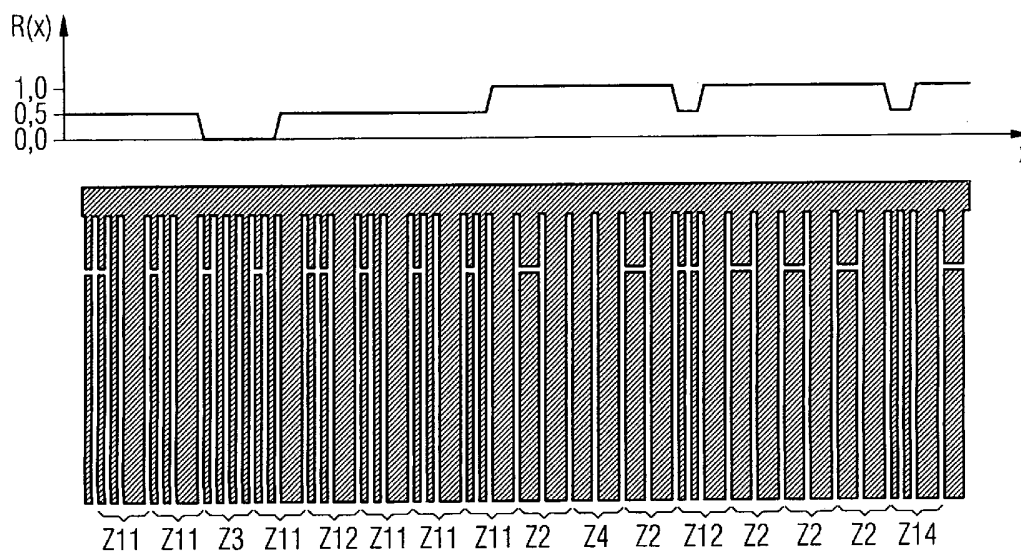
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SURFACE ACOUSTIC WAVE TRANSDUCER

(54) Bezeichnung: MIT OBERFLÄCHENWELLEN ARBEITENDER WANDLER



(57) Abstract: The invention relates to a transducer for a surface acoustic wave filter. Said transducer is subdivided in a longitudinal direction into cells of different cell types. The length of the cells at a certain frequency substantially corresponds to a phase shift of the acoustic wave by $2\pi n$, n being an integer. The inventive transducer comprises a cell (Z1) of the first cell type featuring directed reflection of the wave, the following applying for the phase difference $\Delta\phi_1$ between a reflection center and an excitation center of said cell of the first cell type: $\Delta\phi_1 \neq 0$. The transducer further comprises a cell (Z2) of the second cell type in which the wave is reflected and excited to the same extent in both longitudinal directions, the following applying for the phase difference $\Delta\phi_2$ between the reflection center and the excitation center of said cell (Z2) of the second cell type: $\Delta\phi_2 = 0$.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/029674 A1



NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wandler für ein mit Oberflächenwellen arbeitendes Filter. Der Wandler ist in longitudinaler Richtung in Zellen unterschiedlichen Zelltyps aufgeteilt, wobei die Länge der Zellen bei einer Frequenz im Wesentlichen einer Phasendrehung der akustischen Welle um $2\pi n$ entspricht, wobei n eine ganze Zahl ist. Der Wandler weist eine Zelle (Z1) des ersten Zelltyps mit gerichteter Abstrahlung der Welle auf, wobei für die Phasendifferenz $\Delta\phi_1$ zwischen einem Reflexionszentrum und einem Anregungszentrum der Zelle des ersten Zelltyps gilt: $\Delta\phi_1 \neq 0$. Der Wandler weist ferner eine Zelle (Z2) des zweiten Zelltyps auf, in der die Welle in beiden longitudinalen Richtungen gleichermaßen reflektiert und angeregt wird, wobei für die Phasendifferenz $\Delta\phi_2$ zwischen dem Reflexionszentrum und dem Anregungszentrum der Zelle (Z2) des zweiten Zelltyps gilt: $\Delta\phi_2 = 0$.

Beschreibung

Mit Oberflächenwellen arbeitender Wandler

Die Erfindung betrifft einen mit Oberflächenwellen arbeitenden Wandler (SAW-Wandler, SAW = Surface Acoustic Wave).

Ein SAW-Wandler umfasst in der Regel zwei kammartige Elektroden, die ineinandergreifende Elektrodenfinger aufweisen. Diese Struktur ist auf einem piezoelektrischen Substrat angeordnet und dient zur elektroakustischen Umwandlung eines (hochfrequenten) elektrischen Signals in eine akustische Welle und umgekehrt. Die SAW-Wandler werden insbesondere in Bandpassfiltern von Datenübertragungssystemen verwendet.

Das elektrische Verhalten eines Filters wird in der Regel durch eine Übertragungsfunktion (Frequenzgang des Betrags und der Phase des übertragenen Signals) definiert.

Ein Wandler kann z. B. ein Normalfingerwandler sein, bei dem die an verschiedene Elektroden angeschlossenen Elektrodenfinger abwechselnd angeordnet sind, wobei die Elektrodenfinger eine Breite von üblicherweise $\lambda/4$ aufweisen und wobei die Mitten zweier nebeneinander liegenden Elektrodenfinger um $\lambda/2$ voneinander beabstandet sind.

Das akustische Verhalten eines Wandlers kann (in longitudinaler Richtung) durch Wichtungsfunktionen (Anregungsfunktion bzw. Reflexionsfunktion) charakterisiert werden. Die Wichtungsfunktionen geben in Abhängigkeit von der longitudinalen Koordinate die Anregungs- bzw. Reflexionsstärke im Wandler an und beschreiben somit deren Verteilung.

Es sind z. B. aus der Druckschrift US 2003/0057805 A1 rekursive Filter oder SPUDT-Filter (SPUDT = Single Phase Unidirectional Transducer) bekannt, die sich dadurch auszeichnen,

dass ihre Zellen - SPUDT-Zellen - jeweils zur gerichteten Abstrahlung der akustischen Welle ausgebildet sind. Die gerichtete Abstrahlung kommt durch die konstruktive Überlagerung der angeregten und der reflektierten Welle in eine Richtung bzw. destruktive Überlagerung der angeregten und der reflektierten Welle in die entgegengesetzte Richtung zustande.

Ferner sind DMS-Filter (DMS = Double Mode SAW) mit mehreren akustisch miteinander gekoppelten Wandlern bekannt. Solche Filter weisen jedoch eine geringe Bandbreite auf.

Insbesondere bei schmalbandigen, für das GSM-System geeigneten Zwischenfrequenzfiltern ist neben einer möglichst geringen Einfügedämpfung eine hohe Flankensteilheit der Übertragungsfunktion erforderlich. Dies erfordert bestimmte piezoelektrische Materialien wie z. B. Quarz. Angesichts seines kleinen elektroakustischen Kopplungsfaktors ist aber mit Quarz eine geringe Einfügedämpfung nur schwer erreichbar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Wandler mit einer geringen Einfügedämpfung anzugeben, der in einem SAW-Filter einsetzbar ist und der eine große Bandbreite aufweist.

Die Aufgabe der Erfindung ist durch Anspruch 1 gelöst. Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den weiteren Ansprüchen hervor.

Es wird ein mit Oberflächenwellen arbeitender Wandler mit einem aktiven Bereich angegeben, in dem eine akustische Oberflächenwelle anregbar ist. Der aktive Bereich des Wandlers ist in longitudinaler Richtung in Zellen unterschiedlichen Zelltyps aufgeteilt. Ein Zelltyp ist durch die Anschlussfolge der Elektrodenfinger einer Zelle definiert, wobei die Länge der Zellen bei einer vorgegebenen Frequenz (z. B. Mittenfre-

quenz des Filters) im Wesentlichen einer Phasendrehung der akustischen Welle um $2\pi n$ entspricht, wobei n eine ganze Zahl ist. Der Wandler weist mindestens eine Zelle des ersten Zelltyps mit gerichteter Abstrahlung der Welle (SPUDT-Zelle) auf, wobei für die Phasendifferenz $\Delta\phi_1$ zwischen einem Reflexionszentrum und einem Anregungszentrum der Zelle des ersten Zelltyps gilt: $\Delta\phi_1 \neq 0$. Vorzugsweise gilt $\Delta\phi_1 = \pi/4$. Der Wandler weist ferner mindestens eine Zelle des zweiten Zelltyps auf, in der die Welle in beiden longitudinalen Richtungen gleichermaßen reflektiert und angeregt wird, wobei für die Phasendifferenz $\Delta\phi_2$ zwischen dem Reflexionszentrum und dem Anregungszentrum der Zelle des zweiten Zelltyps gilt: $\Delta\phi_2 = 0$.

Bei den Zellen des ersten Zelltyps, die rekursive Zellen darstellen, ist aufgrund der Phasenverschiebung zwischen dem Anregungs- und dem Reflexionszentrum entweder die Anregung oder die Reflexion deutlich kleiner, als es - wie bei den Zellen des zweiten Zelltyps - ohne diese Phasendifferenz möglich ist. Die Verwendung der Zellen des zweiten Zelltyps in einem insgesamt rekursiven Wandler hat den Vorteil, dass diese Zellen eine hohe Anregungsstärke bei einer hohen Reflexionsstärke aufweisen. Eine ausreichende Reflexionsstärke ist u. a. notwendig, um die akustische Welle am Verlassen der Spur an deren Enden zu hindern, was deren Einfügedämpfung erhöhen würde. Somit ist mit der Erfindung eine geringe Einfügedämpfung erreichbar.

Die Bandbreite des erfindungsgemäßen Filters ist höher als die Bandbreite eines herkömmlichen DMS-Filters ohne die Zellen des ersten Zelltyps. Die Einfügedämpfung des erfindungsgemäßen Filters ist kleiner als bei einem herkömmlichen rekursiven Filter ohne die Zellen des zweiten Zelltyps.

Der Wandler weist Zellen auf, die zur Klasse der SPUDT-Zellen zählen. Insbesondere gehört die schon beschriebene Zelle des ersten Zelltyps zur Klasse der SPUDT-Zellen. Eine SPUDT-Zelle ist im Sinne der vorliegenden Erfindung als eine zur unidirektionalen Abstrahlung der akustischen Welle beitragende Zelle definiert. Eine SPUDT-Zelle ist aus der folgenden Zellen gewählt: die Zelle des ersten Zelltyps (d. h. eine Zelle mit einander gegenüber phasenverschobenen Anregung und Reflexion), eine mit der Zelle des ersten Zelltyps phasengleich anregende Zelle ohne Reflexion und eine mit der Zelle des ersten Zelltyps phasengleich reflektierende Zelle ohne Anregung.

Die Zelle des zweiten Zelltyps ist vorzugsweise eine Normalfinger-Zelle der Länge λ , die zwei gleich breite, mit verschiedenen elektrischen Potentialen verbundene Finger aufweist. Der Abstand zwischen den Fingermitten beträgt vorzugsweise $\lambda/2$. In einer bevorzugten Variante sind in der Zelle des zweiten Zelltyps zwei Teilanregungen vorgesehen, die um genau $\lambda/2$ voneinander beabstandet sind.

Der Wandler kann z. B. je nach Anregungsfunktion, d. h. in Abhängigkeit von der am gegebenen Ort erforderlichen Anregungsstärke in verschiedene Teilbereiche unterteilt sein. Beispielsweise kann der Teilbereich mit der maximalen Anregungsstärke wie ein Normalfingerwandler ausgebildet sein. Dieser Teilbereich kann bezüglich der Anregung oder der Reflexion weglassgewichtet sein. Die Weglassgewichtung bezüglich der Reflexion kann z. B. durch die Ausbildung eines Fingers als Splitfinger zustande kommen.

Es ist vorteilhaft, einen erfindungsgemäßen Wandler phasengewichtet auszubilden. Unter einer Phasengewichtung versteht man die Ausbildung von insbesondere gleichartigen Zellen mit voneinander unterschiedlichen Längen, wobei ihre Länge im wesentlichen einer Wellenlänge bei der Mittenfrequenz des Wandlers bzw. des Filters entspricht und nur um wenige Prozent (z. B. bis 20%, in einer bevorzugten Variante zwischen 0,1 und 10%) davon abweicht.

Zwei gleichartige Zellen weisen gleich gebildete Fingergruppen und die gleiche Anschlussfolge der Finger bei gleichen relativen (d. h. auf die Zellenlänge bezogenen) Fingerbreiten und -Abständen der einander entsprechenden Finger beider Zellen auf. Bei einer Phasengewichtung werden (vorzugsweise gleichartige) Zellen durch voneinander unterschiedliche Mittenfrequenzen charakterisiert. Unter Verwendung der Zellen des zweiten Zelltyps (vorzugsweise Normalfinger-Zellen) in einem rekursiven Wandler (der SPUDT-Zellen bzw. Zellen des ersten Zelltyps aufweist) kann bei gleichzeitiger Phasengewichtung trotz der Phasenverschiebung zwischen Anregung und Reflexion innerhalb einer Zelle und einer - z. B. bezüglich eines durch die Mittenfrequenz des Filters festgelegten $\lambda/8$ -Rasters - unterschiedlichen Lage der Anregungs- und Reflexionszentren der Zellen unterschiedlichen Typs eine im Passband nahezu symmetrische Filterfunktion erreicht werden.

Die longitudinale Richtung entspricht der x-Achse. Die lokale, innerhalb einer Zelle erzielte Anregungsstärke wird über die Länge des Wandlers durch eine diskrete Anregungsfunktion $E(x_i)$ wiedergegeben. i ist die Ordnungsnummer der Zelle im Wandler, x_i die Lage der Zelle in Längsrichtung. Die lokale, innerhalb einer Zelle erzielte Reflexionsstärke wird über die Länge des Wandlers durch eine diskrete Reflexionsfunktion

$R(x_i)$ wiedergegeben. Die Anregungs- bzw. Reflexionsfunktion kann pro Zelle einen Wert E , R zwischen -1 und 1 annehmen. Z. B. entspricht der Wert $R = 1$ einer maximalen Reflexion der Welle (innerhalb einer Zelle) nach rechts. Der Wert $R = -1$ entspricht einer maximalen Reflexion der Welle nach links. Der Wert $E = 1$ bzw. -1 entspricht einer maximalen positiven bzw. negativen Anregung der Welle innerhalb einer Zelle, wobei die in der Zelle vorgesehenen Teilanregungen mit entgegengesetztem Zeichen einander gegenüber phasenrichtig angeordnet sind, d. h. genau um eine halbe Wellenlänge voneinander beabstandet sind. Wenn der Abstand zwischen den Teilanregungen der Zelle von $\lambda/2$ abweicht, ergibt sich $|E| < 1$, da sich die angeregten Wellenkomponenten nicht exakt konstruktiv überlagern. Beispielsweise in einer DART-Zelle (z. B. Zelle 3 in Figur 1A) sind die Teilanregungen um $\lambda/4$ voneinander beabstandet.

Sowohl für die Zellen des ersten Zelltyps als auch für die Zellen des zweiten Zelltyps gilt: $E \neq 0$, $R \neq 0$. In Wandler können aber auch weitere Zellen, insbesondere SPUDT-Zellen z. B. mit $E \neq 0$, $R = 0$ oder $E = 0$, $R \neq 0$ vorgesehen sein, die mit der Zelle des ersten Typs phasengleich anregen bzw. reflektieren. Die Zellen, für die gilt $E \neq 0$ und $R = 0$, sind vorzugsweise Splitfinger-Zellen. Außerdem können „Füllzellen“ vorgesehen sein, die weder zur Reflexion noch zur Anregung der akustischen Welle beitragen (d. h. $R = 0$, $E = 0$) und die in einer Variante zu einer vorgegebenen Phasendrehung der Welle (z. B. um π oder ein ungeradzahliges Vielfaches von π) zwischen zwei anregenden und/oder reflektierenden Zellen dienen.

Die Weglasswichtung der Anregungsfunktion E kann unabhängig von der Weglasswichtung der Reflexionsfunktion R sein. Zwi-

schen zwei anregenden Zellen kann mindestens eine Zelle mit $E = 0$ und vorzugsweise $R = 0$ eingefügt sein, z. B. wenn E einen Vorzeichenwechsel hat. Der Vorzeichenwechsel der Anregung tritt üblicherweise an den Stellen auf, an welchen die kontinuierliche Anregungsfunktion eine Nullstelle hat. Dieser kann beispielsweise dadurch realisiert sein, dass zwischen zwei anregenden Zellen ein Splitfinger eingefügt wird.

Der Wandler gemäß Erfindung kann in einem rekursiven Filter oder einem DMS-Filter eingesetzt werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen anhand schematischer und nicht maßstabsgetreuer Darstellungen verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung. Gleiche oder gleich wirkende Teile sind mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Es zeigen schematisch

Figur 1A ausschnittsweise einen Wandler mit in Figur 2 gezeigten Zellen des ersten Zelltyps und den Zellen des zweiten Zelltyps;

Figur 1B ausschnittsweise einen Wandler mit in Figur 3 gezeigten Zellen des ersten Zelltyps und den Zellen des zweiten Zelltyps;

Figur 2 beispielhafte Zellen, die in einem Wandler verwendet werden;

Figur 3 Hanma-Hunsinger und DART-Zellen;

Figur 4 ausschnittsweise einen beispielhaften Wandler gemäß Erfindung;

Figur 5 eine Weiterbildung der Erfindung mit skalierten Zellen;

Figur 6 eine Weiterbildung der Erfindung mit in den Zellen des gleichen Typs eingefügten Laufstrecken verschiedener Länge;

Figur 7 Unterteilung eines Wandlers in verschiedene Bereiche in longitudinaler Richtung;

Figuren 8 einen Wandler mit Variation der Zellenlänge an der Grenze zweier Wandlerbereiche;

Figur 9 Vergleich der Übertragungsfunktionen eines herkömmlichen Wandlers mit verschiedenen Zellen des ersten Typs und eines Wandlers mit verschiedenen Zellen des ersten und des zweiten Typs;

Figur 10 ausschnittsweise einen Wandler mit einem transversalen Randbereich.

Figur 1A zeigt ausschnittsweise einen Wandler mit verschiedenen Zellen 1, 3, 3', 3'', 7 und 9, die in Figur 2 schematisch dargestellt sind. Die Zellen 3, 3', 3'' und 7 sind die Zellen des ersten Zelltyps. Zwischen den Zellen 1 und 3 sowie 3'' und 7 ist jeweils noch eine Zelle Z2 des zweiten Zelltyps angeordnet. Die Zelle des zweiten Typs Z2 weist zwei gleich breite Finger auf, deren Mittenabstand $\lambda/2$ beträgt. Die Zellen Z2 des zweiten Zelltyps regen die Welle an und reflektie-

ren in beide Richtungen, nach links und nach rechts. Jede Zelle 9 wird zur Phasendrehung um 180° benutzt.

Die Zellen 3, 3' und 3'' weisen die gleiche Anschlussfolge der Finger, aber voneinander unterschiedliche Längen auf. Am Ende der Zellen 3' und 3'' sind zusätzliche, unterschiedlich lange Laufstrecken eingefügt, wie in Figur 6 näher erläutert wird. Damit ist die Phasendrehung in verschiedenen Zellen, die die gleichen Fingergruppen aufweisen, unterschiedlich.

Eine Teilanregung findet stets zwischen zwei mit verschiedenen Potentialen verbundenen Fingern statt. Die zwischen den Zellen 1 und 3 angeordnete Zelle Z2 des zweiten Zelltyps weist zwei um $\lambda/2$ voneinander beabstandete Teilanregungen auf. Die erste Teilanregung findet zwischen den beiden Fingern der Zelle Z2 statt. Die zweite Teilanregung ist zwischen dem letzten Finger der Zelle Z2 und dem ersten Finger der Zelle Z3 angeordnet.

Figur 1B zeigt ausschnittsweise einen Wandler mit verschiedenen Zellen E00, E20, E20', E21 (Klasse der EWC-Zellen) und H20, H21 (Klasse der Hanma-Hunsinger Zellen), die in Figur 3 schematisch dargestellt sind. Die SPUDT-Zellen E21 und H21 sind die Zellen des ersten Zelltyps. In den SPUDT-Zellen E20, E20' und H20 wird die Welle zwar angeregt, aber nicht reflektiert. Die Zelle E00 (oder H00) stellt eine Füllzelle dar, die zur Phasendrehung um 180° benutzt wird.

Im mittleren Bereich des Wandlers ist zwischen den Zellen E00 und H20 eine Zelle Z2 des zweiten Zelltyps angeordnet. Zwei weitere Zellen Z2 des zweiten Zelltyps sind zwischen den Zellen H20 und E00 angeordnet.

Die Zellen E20 weisen vier gleich breite Finger auf. Die Zelle E20' weist drei gleich breite Finger auf, haben aber die gleiche Anregungsstärke $E = -1$ wie die Zellen E20.

Die EWC-Zellen des ersten Zelltyps weisen gegenüber einer Normalfinger-Zelle eine geringere Anregungsstärke auf. Die Hanma-Hunsinger Zellen des ersten Zelltyps sind durch eine geringere Reflexionsstärke als die Normalfinger-Zellen charakterisiert.

Die Breite des breiteren Fingers in den in Figur 3 gezeigten EWC-Zellen beträgt $\lambda/4$. Möglich ist eine weitere Variante von EWC-Zellen mit einem breiten Finger, deren Breite $3\lambda/8$ beträgt. Solche Zellen werden DART-Zellen (DART = Distributed Acoustical Reflection Transducer) genannt.

Figur 2 zeigt verschiedene Varianten der SPUDT-Zellen, die in den Wandlern rekursiver Filter verwendet werden.

Für die Zellen 1, 2 gilt: $E = 0$, $R \neq 0$. In den Zellen 1 und 2 findet keine elektrische Anregung der Welle statt. Zellen mit $E=0, R=+1$ und $E=0, R=-1$ unterscheiden sich durch die Lage des Reflexionszentrums und damit durch die Phasenlage des reflektierten Signals.

Für die Zellen 3 bis 6 gilt: $E \neq 0$, $R \neq 0$. Das Reflexionszentrum der Zelle ist gegenüber dem Anregungszentrum dieser Zelle um $\pi/4$ bzw. $\lambda/8$ verschoben. Die Zellen 3 bis 6 stellen jeweils eine Zelle des ersten Typs dar.

Für die Zellen 7, 8 gilt: $E \neq 0$, $R = 0$. Die Zelle 9 weist einen Splitfinger (bzw. zwei Finger der Breite $\lambda/8$) auf und

hat vorzugsweise die halbe Wellenlänge. Für die Zelle 9 gilt:
 $E = 0$, $R = 0$.

Ein Knoten der Anregungsfunktion, d. h. $E(x_i)=0$ kann im Wandler z. B. durch die gerade Anzahl der aufeinander folgenden Zellen 9 erzeugt werden. Bei Vorzeichenwechsel der Anregung wird eine ungerade Anzahl der aufeinander folgenden Zellen 9 benutzt.

Figur 3 zeigt verschiedene SPUDT-Zellen, u. a. die Zellen des ersten Typs (E_{ij} , H_{ij} mit $i \neq 0$, $j \neq 0$) und weitere SPUDT-Zellen (E_{ij} , H_{ij} mit $i \neq 0$, $j = 0$). In der oberen Reihe sind Hanma-Hunsinger Zellen HH gezeigt. In der unteren Reihe sind EWC- bzw. DART-Zellen EE gezeigt. Der Index i bezeichnet die Anregungsstärke, die den Wert -1 ($i = 2$), 0 ($i = 0$) oder 1 ($i = 1$) annehmen kann. Der Index j bezeichnet die Reflexionsstärke, die den Wert -1 ($j = 2$), 0 ($j = 0$) oder 1 ($j = 1$) annehmen kann. Die Reflexionsstärke $R = 1$ entspricht der maximalen Direktivität bzw. Abstrahlung der Welle in die erste longitudinale Richtung, z. B. nach rechts. Die Reflexionsstärke $R = -1$ entspricht einer maximalen Reflexion der Welle in die zweite longitudinale Richtung, hier nach links. Die Zellen E_{00} , H_{00} entsprechen der in Figur 2 gezeigten Zelle 9.

In Figur 4 unten ist ein Wandler gezeigt, bei dem verschiedene Zellen Z_{11} , Z_{12} des ersten Typs und eine Splitfinger aufweisende Zelle Z_3 vorgesehen sind. Die zwischen zwei Zellen Z_2 des zweiten Typs angeordnete Zelle Z_4 trägt, wie auch die Zellen Z_2 , zur Reflexion der Welle in beide longitudinalen Richtungen bei. In Figur 4 oben ist die Reflexionsfunktion $R(x)$, d. h. die Reflexionsstärke in Abhängigkeit von der Koordinate x gezeigt. Die Reflexionsstärke in den Zellen Z_{11} und Z_{12} beträgt 50% des Maximalwerts. Die Reflexionsstärke in

den Zellen Z2 und Z4 beträgt 100% des Maximalwerts. In der Zelle Z3 wird die Welle angeregt, aber nicht reflektiert, wobei für diese Zelle gilt: $R(x)=0$.

Die SPUDT-Zelle Z14 ist eine Zelle ohne Anregung, wobei ihre Reflexionsstärke wie bei der Zelle Z11 ist. Die Zelle Z14 reflektiert phasengleich mit der Zelle des ersten Typs Z11.

In Figuren 5, 6 ist jeweils ein phasengewichteter Wandler gezeigt. Die Phasengewichtung besteht darin, dass die Zellen mit der gleichen Anschlussfolge der Finger voneinander unterschiedliche Längen aufweisen, was aufgrund unterschiedlich langer Laufstrecken zu unterschiedlichen Phasendrehungen der Welle nach Durchgang dieser Zellen führt.

In Figur 5 ist ein erstes Beispiel eines phasengewichteten Wandlers gezeigt. Mit L1 und L2 ist die Länge der Zellen Z11 bzw. Z2 bezeichnet. Mit L1' und L2' ist die Länge der Zellen Z11' bzw. Z2' bezeichnet. Die Länge einer Zelle, z. B. der Zelle Z11 wird von der linken Kante des ersten Fingers 11a dieser Zelle bis zur linken Kante des ersten Fingers 11b der darauffolgenden Zelle Z2 gemessen.

Die Zellen Z11, Z11' des ersten Zelltyps weisen in Figur 5 die gleiche Anschlussfolge und die gleiche auf die jeweilige Zellenlänge L1, L1' bezogene relative Breite der Finger, aber voneinander unterschiedliche Längen $L1 \neq L1'$ auf. Die Zellen Z2, Z2' des zweiten Zelltyps weisen die gleiche Anschlussfolge und die gleiche auf die jeweilige Zellenlänge L2, L2' bezogene relative Breite der Finger, aber voneinander unterschiedliche Längen $L2 \neq L2'$ auf.

Die Zelle $Z1'$ bzw. $Z2'$ ist gegenüber der Zelle $Z1$ bzw. $Z2$ gedehnt. Möglich ist auch, eine Zelle gegenüber der Ausgangszelle zu stauchen.

In Figur 6 ist ein zweites Beispiel eines phasengewichteten Wandlers gezeigt.

Eine Fingergruppe FG2 ist durch die Anschlussfolge der Finger einer Zelle an die Stromsammelschienen SS1, SS2 definiert. FG2 ist die Fingergruppe der Zellen $Z2$ bzw. $Z2'$.

Die Zellen $Z11$, $Z11'$ des ersten Zelltyps weisen in Figur 6 die gleiche Anschlussfolge und gleiche Verhältnisse der Fingerbreiten innerhalb der Zellen auf.

Die Zellen $Z2$, $Z2'$ des zweiten Zelltyps weisen die gleiche Anschlussfolge und die gleiche absolute Breite der Finger, aber voneinander unterschiedliche Längen $L2 \neq L2'$ auf. Die Laufstrecken zwischen der rechten Kante des letzten Fingers der Zellen $Z2$, $Z2'$ und der linken Kante des ihm zugewandten ersten Fingers der darauffolgenden Zelle $Z11'$, $Z11''$ unterscheiden sich voneinander.

In Figur 7 ist schematisch ein bevorzugt nach rechts abstrahlender Wandler gezeigt, der in longitudinaler Richtung in einen ersten Bereich B1 und einen zweiten Bereich B2 aufgeteilt ist. Die Richtung der bevorzugten Abstrahlung der Welle in den Bereichen B1, B2 ist durch Pfeile gekennzeichnet.

Im ersten Bereich B1 mit vorzugsweise mehreren SPUDT-Zellen, insbesondere den Zellen des ersten Zelltyps wird die Welle bevorzugt in Richtung zum zweiten Bereich B2 hin, also nach rechts abgestrahlt. Der erste Bereich mit Abstrahlung der

Welle in bevorzugter Richtung weist überwiegend SPUDT-Zellen auf. Der erste Bereich kann aber auch mindestens eine Zelle des zweiten Zelltyps aufweisen.

Im zweiten Bereich B2 wird die Welle insgesamt in beide longitudinalen Richtungen gleichermaßen abgestrahlt. Daher sind im zweiten Bereich B2 überwiegend die Zellen des zweiten Zelltyps angeordnet. Möglich ist aber auch, im zweiten Bereich B2 z. B. Splitfinger-Zellen bzw. SPUDT-Zellen einzufügen.

In einer Variante ist es möglich, über der gesamten Länge des Wandlers die Zellen oder Zellgruppen der beiden Typen abwechselnd anzuordnen.

In Figur 8 ist ausschnittsweise ein Wandler mit aneinander grenzenden Bereichen B1 und B2 gezeigt, die jeweils die Zellen eines Zelltyps bzw. einer Zellklasse aufweisen. Der Bereich B1 weist mehrere SPUDT-Zellen $Z1j$ ($j=1, 2, 3...$) auf, die z. B. die Zellen des ersten Zelltyps sein können. Der Bereich B2 weist mehrere Zellen $Z2j$ ($j=1, 2, 3...$) des zweiten Zelltyps auf.

In Figur 8 haben die dem ersten Bereich B1 zugeordneten Zellen $Z11$, $Z12$ und $Z13$ die gleiche Länge $l1$. Die dem zweiten Bereich B2 zugeordneten Zellen $Z22$, $Z23$ und $Z24$ des zweiten Bereichs B2 haben untereinander die gleiche Länge $l2$. Die einander zugewandten Zellen verschiedener Bereiche - die endständige Zelle $Z14$ des ersten Bereichs B1 und die endständige Zelle $Z21$ des zweiten Bereichs - weisen eine gegenüber den übrigen Zellen des jeweiligen Bereichs geringere Länge $l1' < l1$ bzw. $l2' < l2$ auf. Grundsätzlich ist das Längenverhältnis

$l1' \neq l1$ bzw. $l2' \neq l2$, z. B. $l1' > l1$ bzw. $l2' > l2$, $l1' < l1$ und $l2' > l2$, $l1' > l1$ bzw. $l2' < l2$ möglich.

Die in Figur 8 nur schematisch gezeigte Phasenwichtung der einander zugewandten Zellen an der Grenze der Bereiche B1, B2 kann in einer Variante gemäß Figur 5 (Skalieren der Zelle) und in einer weiteren Variante gemäß Figur 6 (Einfügen einer zusätzlichen Laufstrecke) gewählt sein.

Figur 9 zeigt im Vergleich die Übertragungsfunktion 32 eines herkömmlichen Filters mit verschiedenen Zellen des ersten Typs (EWC-Zellen und HH-Zellen) sowie die Übertragungsfunktion 31 eines Filters mit einem erfindungsgemäßen Wandler, der verschiedene Zellen des ersten Typs (EWC-Zellen) und des zweiten Typs (Normalfinger-Zellen) aufweist. Der Wandler gemäß Erfindung weist außerdem aus Splitfingern bestehende Zellen auf.

In Figur 10 ist ausschnittsweise eine Weiterbildung der Erfindung gezeigt. Zwischen einer Stromsammelschiene SS1 und dem Anregungsbereich AB des Wandlers ist ein transversaler Randbereich (Randspur RB) vorgesehen. Die Breite der Randspur RB in transversaler Richtung beträgt annähernd $\lambda_y/4$, wobei λ_y die Wellenlänge der transversalen Grundmode in der Randspur ist. In der Randspur RB ist keine Anregung der akustischen Welle in longitudinaler Richtung, sondern eine gezielte Verlangsamung der im Anregungsbereich angeregten Welle vorgesehen. Vorzugsweise weist der Wandler zwei Randspuren auf, die dafür sorgen, dass die transversale Grundmode nahezu rechteckig wird, wobei die Einkopplung der Energie in die höheren Moden verringert wird.

Bei der in Figur 10 präsentierten Ausführung wird ein vollinhaltlicher Bezug auf die Figur 1 und die folgenden Stellen der Druckschrift DE 10331323 A1 genommen: Seite 3, Zeile 25 bis Seite 4, Zeile 8; Seite 5, Zeile 4 bis Seite 6, Zeile 1.

Das Filter mit einem Wandler gemäß Erfindung weist eine geringere Einfügedämpfung bei einer vergleichsweise großen Bandbreite auf.

Die Erfindung ist nur mit wenigen Beispielen dargestellt, ist allerdings auf diese oder die genannten Anwendungsbeispiele nicht beschränkt. In verschiedenen Ausführungsbeispielen vorgestellte Elemente können miteinander kombiniert werden. Die Erfindung ist nicht auf die hier genannten Typen der SPUDT-Zellen beschränkt. Es können grundsätzlich beliebige SPUDT-Zellen als die Zellen des ersten Zelltyps verwendet werden.

Bezugszeichenliste

- 1 bis 8 Zellen des ersten Zelltyps
- 9 Zelle ohne Anregung und Reflexion
- 10a letzter Finger der Zelle Z11
- 10b letzter Finger der Zelle Z11'
- 11a erster Finger einer Zelle
- 11b erster Finger der darauffolgenden Zelle
- 31 Übertragungsfunktion eines Filter mit einem erfindungsgemäßen Wandler
- 32 Übertragungsfunktion eines herkömmlichen Filters
- AB Anregungsbereich des Wandlers
- HH Hanma-Hunsinger Zellen
- EE DART-Zellen
- E Elektrische Anregung
- R Reflexion
- H0j Hanma-Hunsinger Zellen ohne Anregung
- E0j EWC-Zellen ohne Anregung
- Hj0 Hanma-Hunsinger Zellen ohne Reflexion
- Ej0 EWC-Zellen ohne Reflexion
- Z1, Z1', Z1'' Zellen des ersten Zelltyps
- Z11 bis Z18 Zellen des ersten Zelltyps
- Z2 Zellen des zweiten Zelltyps
- Z21 bis Z26 Zellen des zweiten Zelltyps
- Z3 Zelle des dritten Zelltyps (ohne Reflexion)
- Z4 Zelle ohne Anregung
- B1 erster Bereich des Wandlers in longitudinaler Richtung
- B2 zweiter Bereich des Wandlers in longitudinaler Richtung
- RB Randbereich in transversaler Richtung
- SS1 erste Stromschiene
- SS2 zweite Stromschiene
- L1 Länge der Zelle Z11
- L1' Länge der Zelle Z11'

- L Abstand zwischen einander zugewandten endständigen
Fingern 10a, 11a zweier Zellen
- L' Abstand zwischen einander zugewandten endständigen
Fingern 10b, 11b zweier Zellen
- FG2 Fingergruppe der Zelle Z2, Z2'

Patentansprüche

1. Wandler für ein mit Oberflächenwellen arbeitendes Filter, in dem eine akustische Oberflächenwelle anregbar ist, der in longitudinaler Richtung in Zellen unterschiedlichen Zelltyps aufgeteilt ist, wobei ein Zelltyp durch die Anschlussfolge der Elektrodenfinger einer Zelle definiert ist,

wobei die Länge der Zellen bei einer Frequenz im Wesentlichen einer Phasendrehung der akustischen Welle um $2\pi n$ entspricht, wobei n eine ganze Zahl ist,

wobei der Wandler aufweist:

eine Zelle (Z11, Z12, Z13) eines ersten Zelltyps mit gerichteter Abstrahlung der Welle, wobei für die Phasendifferenz $\Delta\varphi_1$ zwischen einem Reflexionszentrum und einem Anregungszentrum der Zelle des ersten Zelltyps gilt:

$$\Delta\varphi_1 \neq 0,$$

eine Zelle (Z2) eines zweiten Zelltyps, in der die Welle in beiden longitudinalen Richtungen gleichermaßen reflektiert und angeregt wird, wobei für die Phasendifferenz $\Delta\varphi_2$ zwischen dem Reflexionszentrum und dem Anregungszentrum der Zelle des zweiten Zelltyps gilt: $\Delta\varphi_2 = 0$.

2. Wandler nach Anspruch 1,

wobei $\Delta\varphi_1 = \pi/4$.

3. Wandler nach Anspruch 1 oder 2,

wobei zumindest zwei Zellen (Z11, Z11') des gleichen Zelltyps vorgesehen sind,

wobei die Welle beim Durchlaufen dieser Zellen zwei unterschiedliche Laufstrecken zurücklegt, die jeweils vom Anfang der Zelle des gleichen Zelltyps bis zum Anfang der

darauffolgenden Zelle (Z2, Z3) bemessen sind, und dabei voneinander unterschiedliche Phasendrehungen ϕ und ϕ' erfährt.

4. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
mit jeweils mehreren Zellen des ersten (Z11, Z11', Z12)
und des zweiten (Z2) Zelltyps.
5. Wandler nach Anspruch 4,
mit SPUDT-Zellen,
wobei eine SPUDT-Zelle aus den folgenden Zellen ausgewählt ist: die Zelle (Z11, Z12, Z13) des ersten Zelltyps, eine mit der Zelle des ersten Zelltyps phasengleich anregende Zelle (Z3) ohne Reflexion und eine mit der Zelle des ersten Zelltyps phasengleich reflektierende Zelle (Z14) ohne Anregung,
wobei der Wandler in einen ersten Bereich (B1) und einen zweiten Bereich (B2) aufgeteilt ist,
wobei im ersten Bereich (B1) überwiegend die SPUDT-Zellen angeordnet sind,
wobei im zweiten Bereich (B2) überwiegend die Zellen (Z11, Z12) des zweiten Typs angeordnet sind,
und wobei die gerichtete Abstrahlung der Welle im ersten Bereich (B1) zum zweiten Bereich (B2) hin erfolgt.
6. Wandler nach Anspruch 4,
bei dem in mindestens einem Bereich die Zellen des ersten (Z11, Z12) und des zweiten (Z2) Zelltyps abwechselnd angeordnet sind.
7. Wandler nach Anspruch 4,
mit SPUDT-Zellen,
wobei eine SPUDT-Zelle aus den folgenden Zellen ausgewählt

ist: die Zelle (Z11, Z12, Z13) des ersten Zelltyps, eine mit der Zelle des ersten Zelltyps phasengleich anregende Zelle (Z3) ohne Reflexion und eine mit der Zelle des ersten Zelltyps phasengleich reflektierende Zelle (Z14) ohne Anregung,

mit einem ersten Bereich (B1, B1'), der durch mehrere nebeneinander angeordnete SPUDT-Zellen gebildet ist,

mit einem am ersten Bereich (B1, B1') grenzenden zweiten Bereich (B2), der durch mehrere nebeneinander angeordnete Zellen (Z21, Z22, Z23) des zweiten Zelltyps gebildet ist, wobei die jeweils endständigen und einander zugewandten Zellen (Z13, Z21) der beiden Bereiche (B1, B2) gegenüber den übrigen Zellen (Z12, Z22) dieser Bereiche gestaucht oder gedehnt sind.

FIG 1B

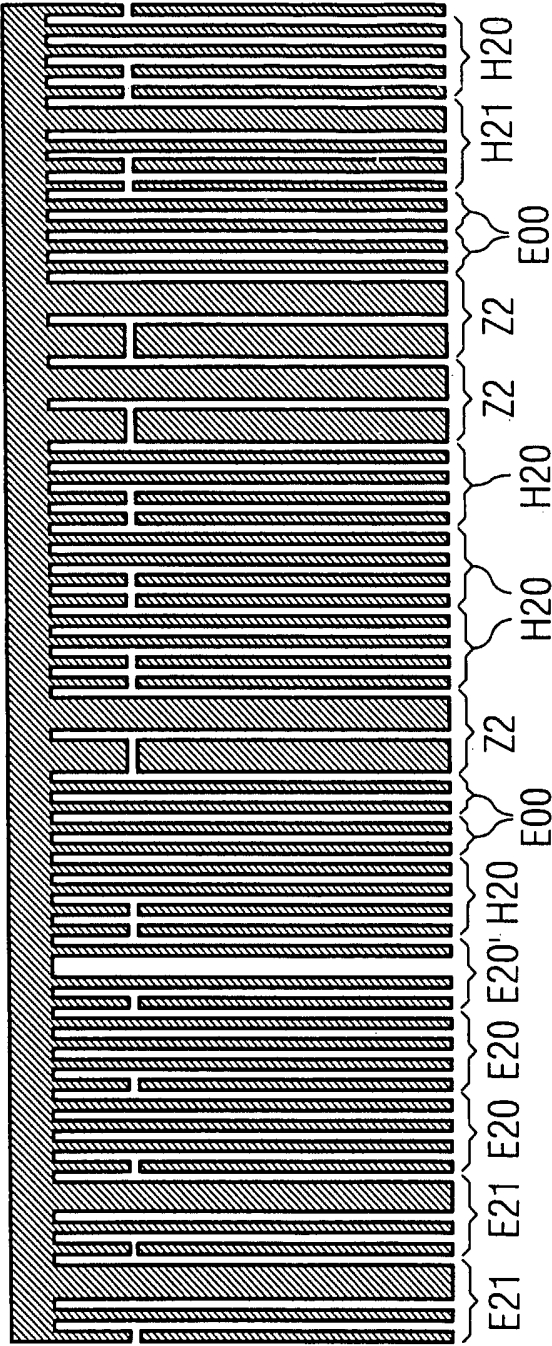


FIG 2

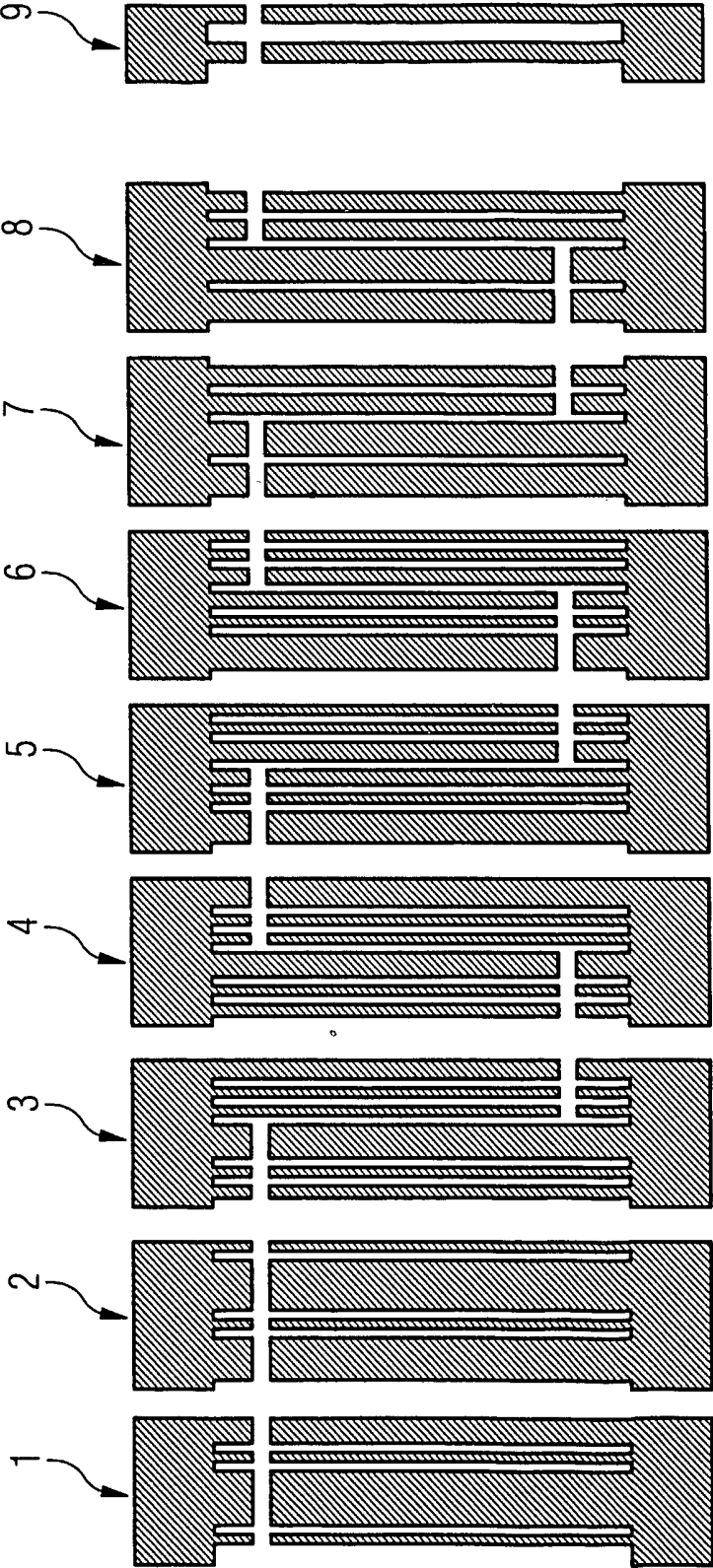


FIG 3

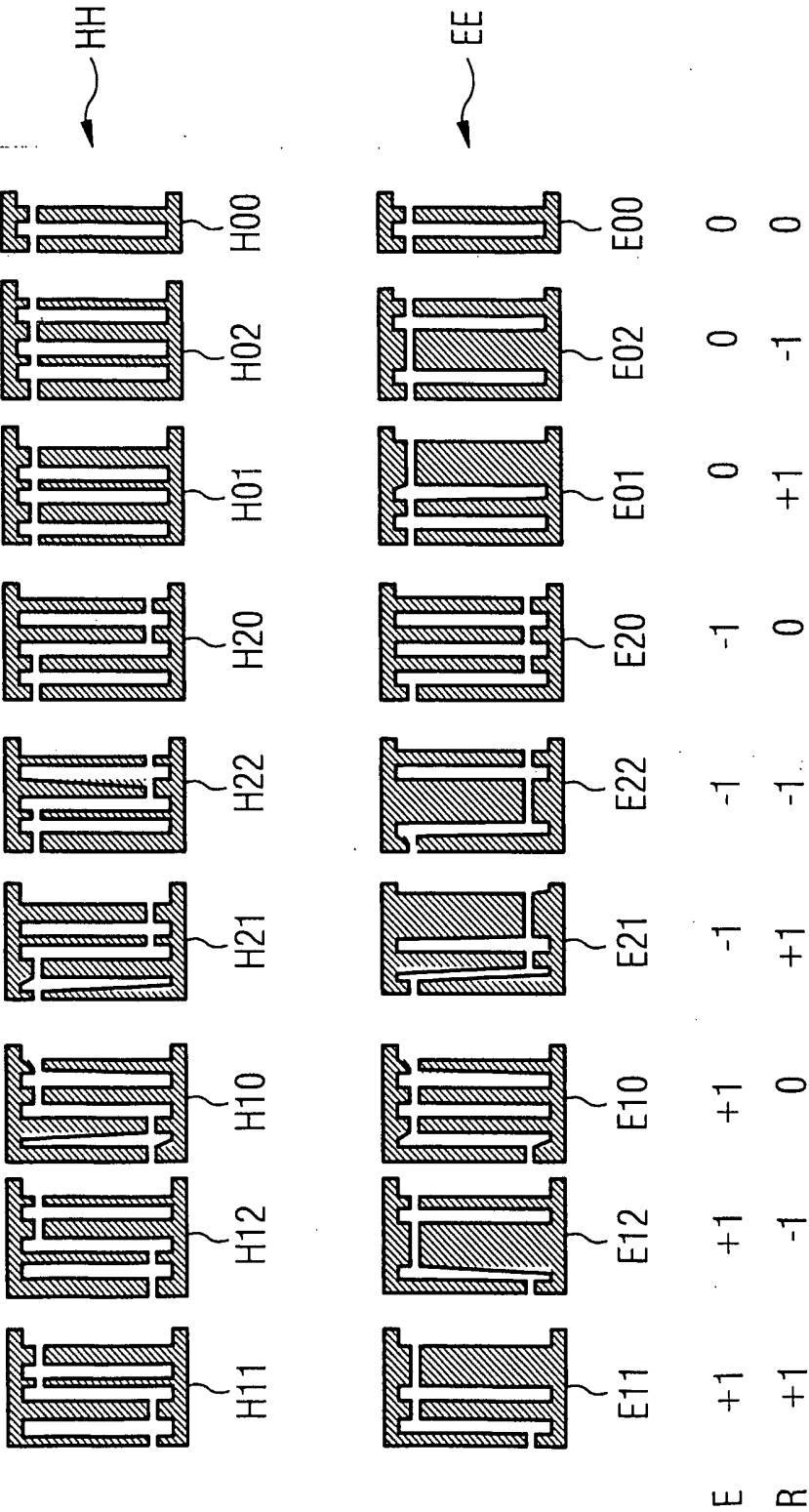
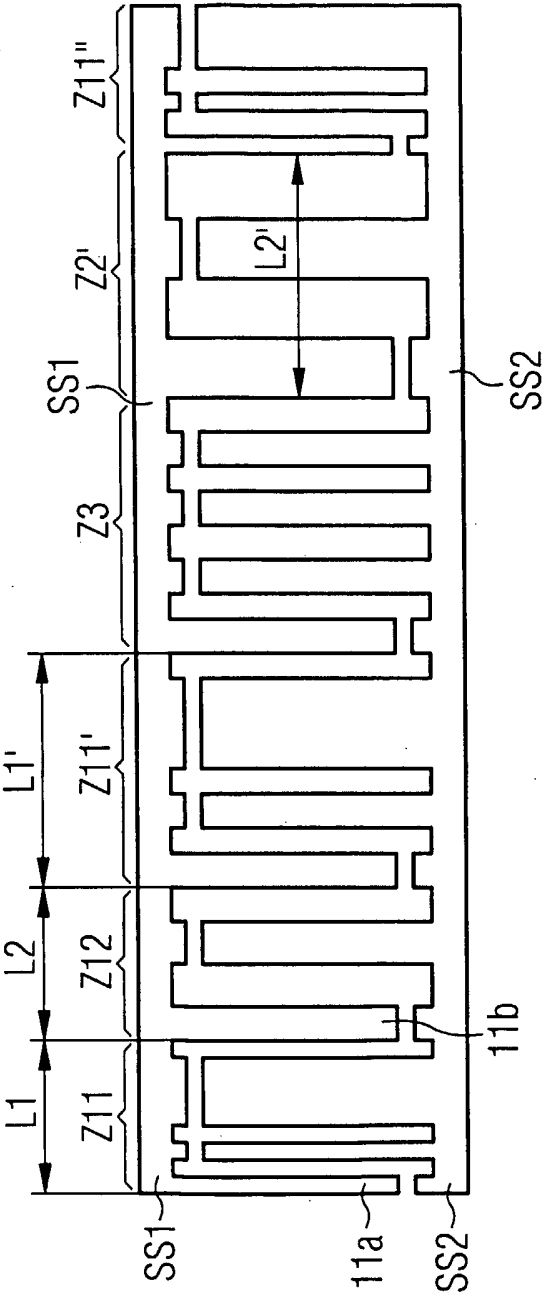


FIG 5



7/10

FIG 6

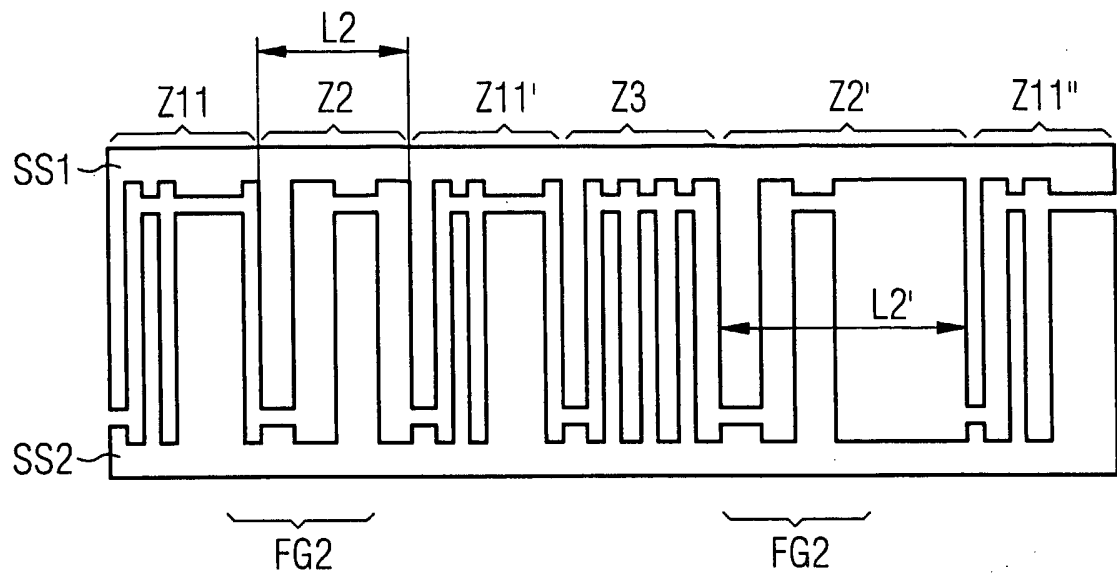


FIG 7

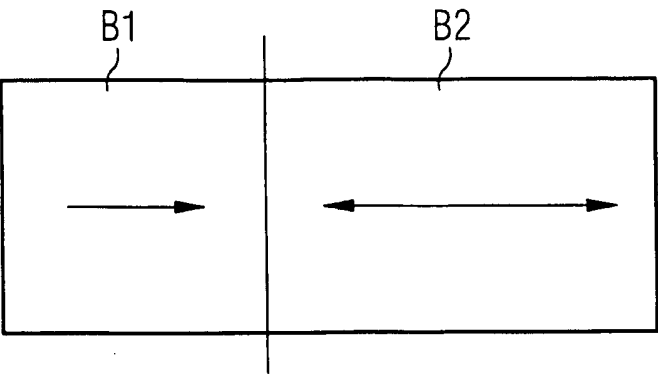
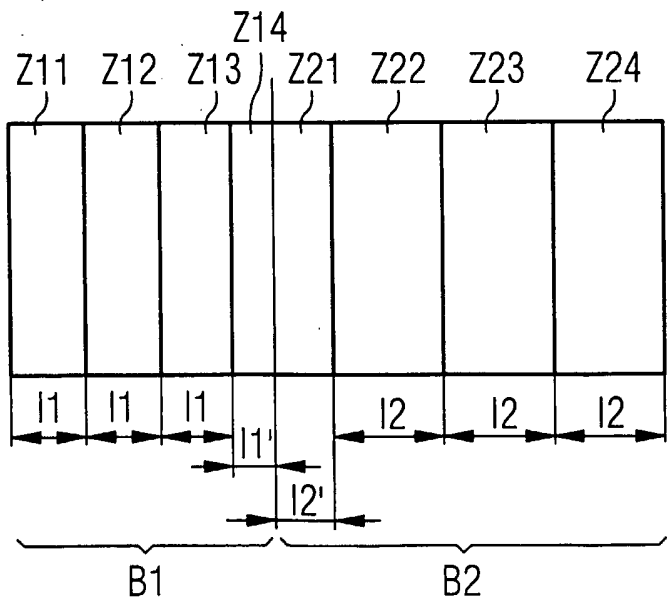
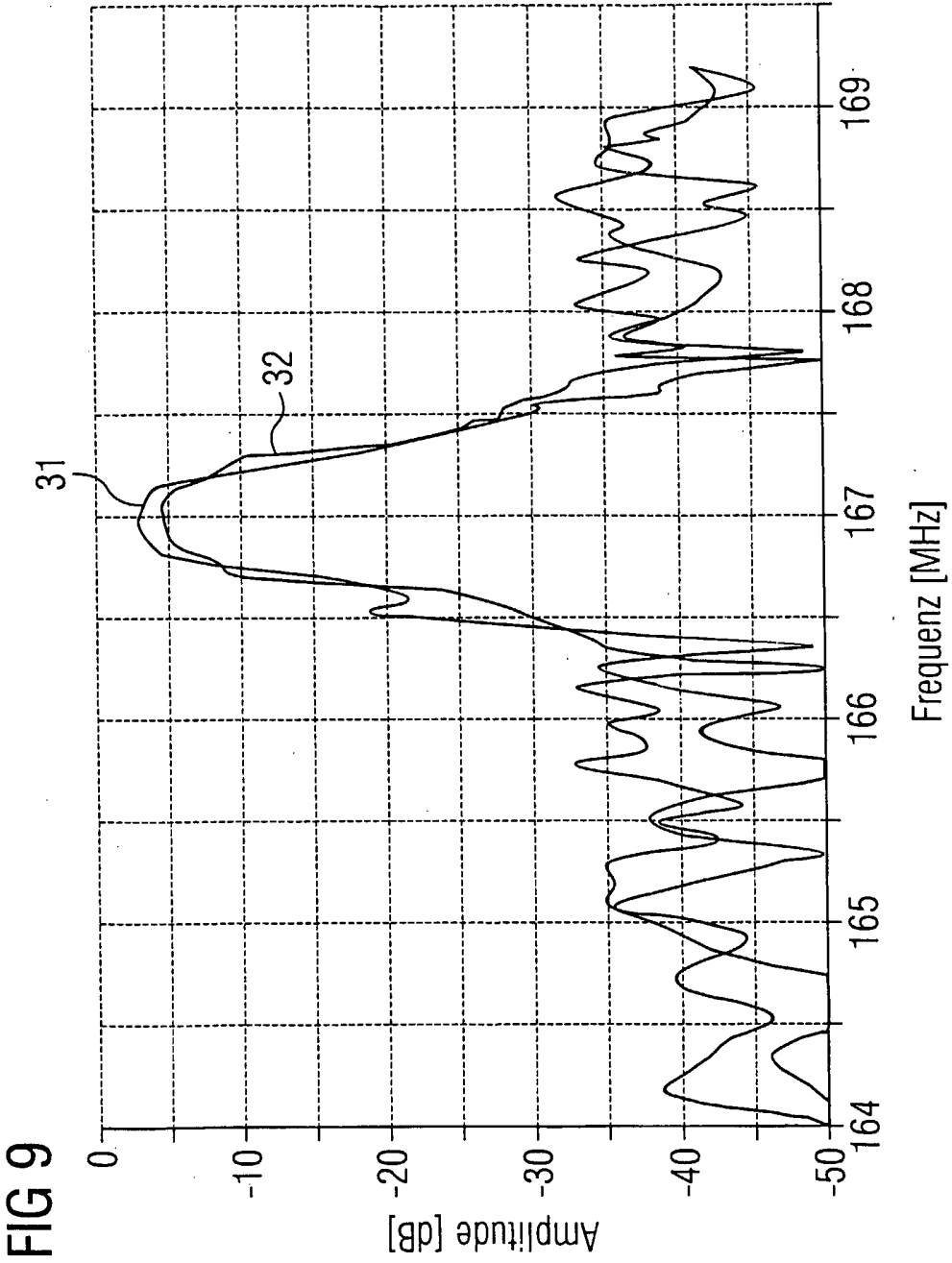


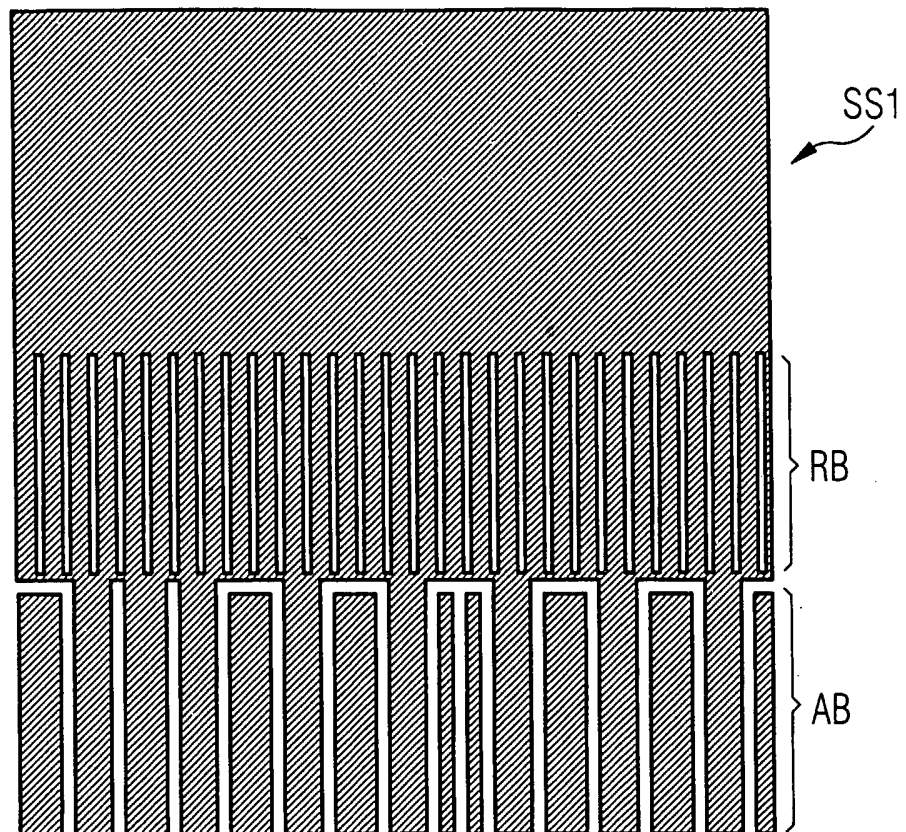
FIG 8





10/10

FIG 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2005/008544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H03H9/145

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

B. FIELDS SEARCHEDMinimum 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, IBM-TDB, 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	US 2002/158715 A1 (NAKAMURA HIROYUKI ET AL) 31 October 2002 (2002-10-31) -----	1,2,4-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 October 2005

Date of mailing of the international search report

06. 03. 2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Radomirescu, B-M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/008544

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES H03H9/145		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierte 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, IBM-TDB, INSPEC, COMPENDEX		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/158715 A1 (NAKAMURA HIROYUKI ET AL) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) -----	1,2,4-6
☐ 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 nahelegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 31. Oktober 2005		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 06. 03. 2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Radomirescu, B-M

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2005/008544

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002158715 A1	31-10-2002	JP 2002330048 A	15-11-2002
