

(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
30. März 2017 (30.03.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/050750 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H03H 9/64 (2006.01) *H03H 9/02* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/072284
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. September 2016 (20.09.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 116 223.7
25. September 2015 (25.09.2015) DE
- (71) Anmelder: EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Straße 53,
81669 München (DE).
- (72) Erfinder: SAUER, Wolfgang; Paarangerweg 18 a, 86415
Mering (DE). KUBAT, Franz; Zielstattstr. 101, 81379
München (DE).
- (74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Schloßschmidstr. 5, 80639 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, 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,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

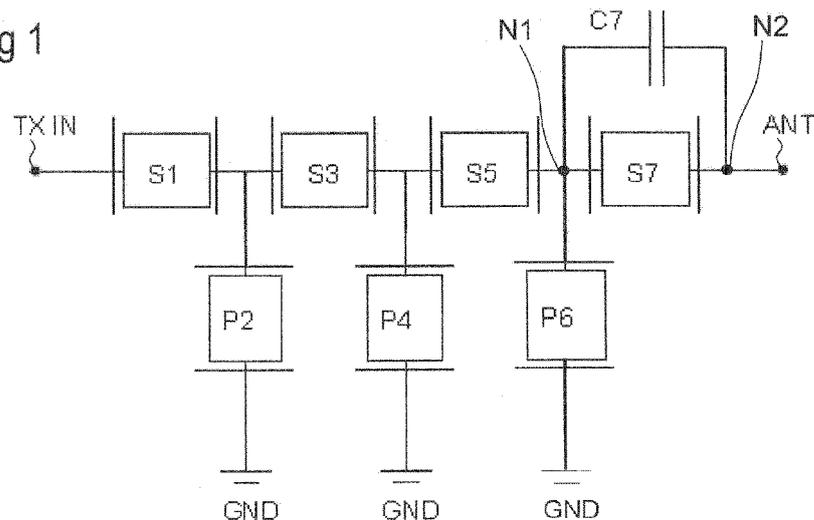
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: SAW FILTER HAVING SUPPRESSED SHEAR MODE

(54) Bezeichnung : SAW-FILTER MIT UNTERDRÜCKTER SCHER-MODE

Fig 1



(57) Abstract: The aim according to the invention is to suppress a disturbing SH mode in a ladder-type filter. This aim is achieved in that the resonance frequency of the series resonator responsible therefor is moved and, at the same time, the pole zero distance of the series resonator is reduced by parallel connection with a capacitor. The antiresonance of the series resonator and therefore also the passband thus remain unchanged.

(57) Zusammenfassung: Zur Unterdrückung einer störenden SH Mode wird bei einem Laddertype Filter vorgeschlagen, die Resonanzfrequenz des dafür verantwortlichen Serienresonators zu verschieben und gleichzeitig dessen Pol-Nullstellenabstand durch Parallelschalten mit einer Kapazität zu vermindern. Die Antiresonanz des Serienresonators und damit auch das Passband bleiben so unverändert.



WO 2017/050750 A1

Beschreibung

SAW-Filter mit unterdrückter Scher-Mode

5 Zur Verminderung des Temperaturgangs von SAW-Filtern werden diese mit einer üblicherweise SiO₂ umfassenden Kompensationsschicht versehen. Als Nebeneffekt dieser Maßnahme wird jedoch die Kopplung verringert. Breitbandige Filter mit einer solchen Kompensationsschicht können daher nur auf
10 hoch-koppelnden Substraten realisiert werden.

Aus SAW-Resonatoren aufgebaute Bandpassfilter mit einer Kompensationsschicht können beispielsweise auf Lithiumniobat-Kristallen mit einem Schnittwinkel rot-128 aufgebaut werden.
15 Auf diesem Substratmaterial wird die Resonanzfrequenz der akustischen Rayleigh-Mode genutzt.

Bei vielen Filtern mit bestimmten Materialkombinationen für Elektroden und darauf abgeschiedene Schichten, und/oder für
20 bestimmte Schichtdickenkombinationen ist auf Lithiumniobat jedoch eine parasitäre SH-Mode (shear-horizontal-mode) ausbreitungsfähig. Die Resonanzfrequenz der SH-Mode liegt oberhalb der Resonanzfrequenz der Rayleigh-Mode. Für die Serienresonatoren eines Filters liegen die SH-Resonanzen im
25 Bereich der oberen Passbandkante des Filters und verursachen dort Einbrüche in der Übertragungsfunktion. Selbst wenn die Geometrie dieser Filter auf maximale Unterdrückung der SH-Mode optimiert ist, so kann diese doch in Folge von
30 toleranzbedingten Geometrieabweichungen und unter Temperatur- und Leistungsbelastung verstärkt angeregt werden. Dadurch kann es zu einer verstärkten Temperatur- und Leistungsbelastung der Resonatoren kommen, die zu einem

vorzeitigen Verschleiß und schließlich zu Ausfällen des Filters führen können.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine
5 störende SH-Mode im Frequenzbereich der oberen Passbandkante eines aus SAW-Resonatoren aufgebauten Bandpassfilters sicher und dauerhaft zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß von einem SAW-Filter nach
10 Anspruch 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sowie ein Verfahren zum Verschieben einer störenden SH-Mode in einem SAW-Filter sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Ein erfindungsgemäßes SAW-Filter ist aus SAW-Resonatoren
15 aufgebaut und weist eine Ladder-Type-Struktur auf. Diese umfasst einen zwischen Filterein- und -ausgang verschalteten Serienzweig, in dem Serienresonatoren angeordnet sind. Von dem Serienzweig abzweigend sind Parallelzweige vorgesehen, die den Serienzweig gegen ein Festpotenzial und insbesondere
20 gegen Masse verschalten. Ein Filter weist beispielsweise zwischen zwei und fünf Parallelzweige und ebenso viele Serienresonatoren auf. Die Anzahl der Serienresonatoren kann dabei jedoch auch von der Anzahl der Parallelresonatoren abweichen. Weiter kann ein Filter eine höhere Anzahl von
25 Resonatoren aufweisen, wenn eine höhere Selektion gewünscht wird.

In dem soweit in bekannter Weise aufgebauten Filter ist nun
erfindungsgemäß ein erster Serienresonator, der die geringste
30 Antiresonanzfrequenz aller Serienresonatoren aufweist, mit der größten Fingerperiode versehen. Der Pol-Nullstellen-Abstand dieses Serienresonators ist gegenüber den übrigen Serienresonatoren verringert. Die Verringerung des Pol-

Nullstellenabstands ist so bemessen, dass durch die kleinere Fingerperiode und den kleineren Pol-Nullstellen-Abstand die parasitäre Scheremode (SH-Mode) dieses ersten Serienresonators aus dem Passband des Filters verschwunden ist bzw. erst bei
5 einer Frequenz oberhalb der Passbandkante auftritt.

Zur Verringerung des Pol-Nullstellenabstands kann parallel zu diesem ersten Serienresonator eine als Interdigitalstruktur ausgebildete erste Kapazität geschaltet sein. Der Wert dieser
10 parallel geschalteten Kapazität ist so bemessen, dass durch die kleinere Fingerperiode und den kleineren Pol-Nullstellen-Abstand die parasitäre Scheremode (SH-Mode) dieses ersten Serienresonators aus dem Passband des Filters verschwunden ist bzw. erst bei einer Frequenz oberhalb der Passbandkante
15 auftritt.

Mit anderen Worten wird nun bei dem Serienresonator, der konstruktionsbedingt die niedrigste Resonanz- und Antiresonanzfrequenz aufweist, der Pol-Nullstellen-Abstand durch
20 Parallelschaltung einer Kapazität verringert. Da sich dabei auch die Antiresonanz hin zu niedrigeren Frequenzen verschiebt, die für das Passband ungünstiger sind, wird dies durch eine entgegengesetzte Verschiebung der Frequenz wieder ausgeglichen, was durch eine Verringerung der Fingerperiode
25 erreicht wird. Der Ausgleich kann dabei so stattfinden, dass die Antiresonanzfrequenz wieder auf ihrer ursprünglichen Lage vor Verringerung des Pol-Nullstellen-Abstands zu liegen kommt. Um die Gesamtkapazität des Resonators mit parallelgeschalteter Kapazität gegenüber dem ursprünglichen
30 Wert des Resonators nicht zu vergrößern, wird der Resonator durch Verringerung der Apertur bzw. Verringerung der Fingeranzahl entsprechend verkleinert.

Im Ergebnis wird ein Filter erhalten, bei dem die der Schermode zuzuordnende Störresonanz vollständig aus dem Passband verschwunden ist und oberhalb der Passbandkante zu liegen kommt. Bandbreite und Einfügedämpfung des Filters
5 bleiben dabei praktisch unverändert, so dass trotz Abweichung von einem bekannten und bereits bezüglich der Filtereigenschaften und insbesondere bezüglich des Passbands optimierten Designs dennoch keine Verschlechterung der Filtereigenschaft im Passband in Kauf zu nehmen sind.

10

Ein solches Filter kann mit einfachen Mitteln ohne großen Aufwand realisiert werden. Die zusätzliche Kapazität benötigt auch nur eine unwesentlich höhere Fläche auf dem Filtersubstrat, da gleichzeitig dazu die Kapazität des
15 Resonators zu verringern ist, um die Gesamtkapazität der Parallelschaltung aus Kapazität und Resonator im geforderten Bereich zu halten.

20

Die parallel geschaltete erste Kapazität kann als Interdigitalstruktur mit derselben Metallisierung wie die Resonatoren ausgebildet werden und erfordert dann keine zusätzlichen Herstellungsschritte.

25

Die parallel geschaltete erste Kapazität kann jedoch auch prinzipiell in einer anderen Technologie ausgeführt sein z.B. als Metall/Isolator/Metall-Stapel, der integriert am Filter, am Gehäuse oder Package des Filters oder als diskretes Bauelement ausgebildet ist.

30

Anstelle einer parallelgeschalteten Kapazität kann der Pol-Nullstellen -Abstand des Resonators auch durch Weglassung von Elektrodenfingern des Serienresonators

erfolgen. Dies hat allerdings einen größeren Platzbedarf auf dem Chip zur Folge.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, entsprechende
5 Substratmaterialien auszuwählen oder das Design entsprechend zu verändern. Möglich ist z.B. eine Veränderung des Schichtaufbaus bzgl. Materialien und Schichtdicke, insbesondere das Aufbringen und/oder Verändern einer Trimmschicht. Eine als Kompensationsschicht für die Reduktion
10 des TCF aufgebrachte SiO₂ Schicht kann z.B. lokal durch eine zusätzliche Schicht ergänzt oder lediglich in der Dicke verändert werden, um die Kopplung im gewünschten Ausmaß zu reduzieren, wobei sich der Pol-Nullstellenabstand reduziert.

15 Ein erfindungsgemäßes Filter ist leistungsfester als ein Filter mit einer störenden SH-Mode im Bereich des Passbands oder der Passbandkante. Die Erfindung hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Passbandcharakteristik und bringt daher ausschließlich eine verbesserte Performance.

20 Ein erfindungsgemäßes Filter kann in Duplexern und Bandpassfiltern eingesetzt werden. Bevorzugt wird es als TX-Filter eingesetzt, das im Sendebetrieb mit einer höheren Leistung beaufschlagt wird als ein Rx Filter beim Empfang und
25 bei dem sich daher eine störende Mode weitaus negativer auswirkt als bei einem RX-Filter.

Die Erfindung ist wie gesagt bei Bandpassfiltern einsetzbar, die Rayleigh-Wellen nutzen, auf Lithiumniobat aufgebaut sind
30 und eine die Kopplung reduzierende Kompensationsschicht (TCF-Kompensation) aufweisen.

Vorteilhaft werden sie auch bei Resonatoren eingesetzt, die Kupfer-basierte Elektroden aufweisen. Eine solche Elektrodenstruktur kann beispielsweise Teilschichten aus Chrom, Silber, Kupfer und Chrom umfassen. Eine alternative
5 Elektrodenstruktur umfasst beispielsweise Schichten aus Titan, Silber, Kupfer und Titan.

Gemäß einer Ausführungsform ist das Filter auf Lithiumniobat-Substrat mit einem Schnittwinkel zwischen rot-125 und rot-130
10 aufgebaut. Dieser Schnittwinkelbereich weist eine hohe Kopplungskonstante für Rayleigh-Wellen auf.

Als ein bevorzugtes piezoelektrisches Substrat für das Filter können Lithiumniobat-Kristalle mit einem Schnittwinkel rot-
15 128 ausgewählt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das erfindungsgemäße SAW-Filter über der Elektrodenmetallisierung auf dem Substrat eine SiO₂-Schicht als TCF-Kompensationsschicht auf.
20 Diese Schicht kann eine relative Schichtdicke im Bereich von 15 bis 50 % bezogen auf die Wellenlänge der akustischen Nutzwelle aufweisen.

Über der Kompensationsschicht kann eine Siliziumnitrid-
25 Schicht zur Abschirmung gegen Feuchtigkeit aufgebracht sein.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird die erste Kapazität mit einer Interdigitalstruktur ausgebildet, die als ein Resonator wirken kann. Die Antiresonanzfrequenz
30 kann nun auf eine zu unterdrückende Störfrequenz außerhalb des Passbands des Filters eingestellt werden. Da primär nur die statische Kapazität des Resonators genutzt wird, kann die Resonanzfrequenz dieses Resonators auf eine nahezu beliebige

Frequenz eingestellt werden, solange sie ausreichend weit vom Passband des Filters entfernt liegt. Nur dann wirkt der Resonator bei Frequenzen im Passband des Filters als reine Kapazität. Durch die Resonanzfrequenz der parallel
5 geschalteten ersten Kapazität wird eine Polstelle erzeugt, die zur Dämpfung von Störfrequenzen besonders dann gut genutzt werden kann, wenn die Polstelle benachbart zum Passband liegt. Jedoch auch weiter entfernte Störfrequenzen, wie beispielsweise höherfrequent liegende Resonanzen von
10 Plattenmoden oder Volumenwellen, können durch entsprechend eingestellte Resonanzfrequenzen der ersten Kapazität gut unterdrückt werden.

In einem Ausführungsbeispiel ist das SAW-Filter zum Betrieb
15 in einem breitbandigen Frequenzband mit einer relativen Bandbreite $> 3\%$ ausgelegt, insbesondere zum Betrieb in den Bändern 2 oder 3.

Ein erfindungsgemäßes Filter kann auch mehrere erste
20 Serienresonatoren aufweisen, deren Resonanzfrequenzen ohne erfindungsgemäße Maßnahmen eine SH-Störmode im Bereich des Passbands oder im Bereich der Passbandkante bedingen.

Entsprechend sind in solchen erfindungsgemäßen SAW-Filtern
25 parallel zu allen ersten Serienresonatoren mit entsprechend geringer Antiresonanzfrequenz jeweils erste Kapazitäten verschaltet. Gleichzeitig sind diese ersten Serienresonatoren mit einer gegenüber den weiteren Serienresonatoren kürzeren Fingerperiode versehen. Wichtig ist dabei, dass stets noch
30 weitere Serienresonatoren verbleiben, die einen unveränderten Pol-Nullstellen-Abstand aufweisen, um die nötige Bandbreite des Filters zu gewährleisten.

Ein ebenfalls erfindungsgemäßes Verfahren kann zum Verschieben einer störenden SH-Mode eingesetzt werden, die bei Filtern auf einem Lithiumniobat-Substrat auftritt, welches Rayleigh-Wellen als Nutzwelle verwendet. In einem
5 ersten Schritt wird das Filter dabei in herkömmlicher Weise auf der Basis von SAW-Eintorresonatoren entworfen. Für den Entwurf wird allein das Erzielen einer gewünschten Passbandcharakteristik berücksichtigt.

10 Ein solches Filter wird in bekannter Weise aus einem zwischen Filterein- und -ausgang verschalteten Serienzweig, in dem Serienresonatoren angeordnet sind und n parallel zum Serienzweig gegen ein Festpotenzial verschalteten Parallelzweigen aufgebaut, in denen jeweils ein
15 Parallelresonator angeordnet ist. Insoweit wird eine herkömmliche Ladder-Type-Struktur entworfen.

Im nächsten Schritt wird der- oder diejenigen ersten Serienresonatoren ermittelt, die bei diesem ersten Design
20 eine störende SH-Mode im Bereich des Passbands oder Passbandkante aufweisen. Dies kann durch ein Simulationsverfahren erfolgen, welches das Auftreten von SH-Moden berücksichtigt.

25 Die ersten Serienresonatoren sind dann die auf diese Weise ermittelten Serienresonatoren mit der bezüglich ihrer Frequenzlage störenden SH-Mode. Parallel zu den ersten Serienresonatoren wird nun jeweils eine als Interdigitalstruktur ausgebildete erste Kapazität
30 verschaltet, die den Pol-Nullstellen-Abstand des oder der ersten Serienresonatoren verringert.

Im nächsten Entwurfsschritt wird die durch den geringeren Pol-Nullstellen-Abstand verschobene Antiresonanzfrequenz wieder an die vorgesehene Stelle im Bereich der rechten Passbandkante verschoben, indem die Fingerperiode dieser ersten Serienresonatoren entsprechend verringert wird. Der Betrag der durch die verringerte Fingerperiode bewirkten Frequenzverschiebung der Resonanzfrequenz entspricht dabei vorzugsweise genau demjenigen Betrag, um den der Pol-Nullstellen-Abstand verkürzt ist. Damit kommt die Antiresonanzfrequenz der ersten Serienresonatoren wieder bei der Frequenz zu liegen, die die ersten Serienresonatoren ohne Parallelkapazität und ohne Fingerperiodenverringering aufweisen würden, was der im ersten Schritt ermittelten optimalen Frequenzlage entspricht.

15

Im nächsten Schritt wird durch Verringerung der Apertur bzw. durch Verringerung der Fingeranzahl die Kapazität des Resonators verringert, so dass die Gesamtkapazität von Resonator und Parallelkapazität wieder der ursprünglichen Kapazität des Resonators entspricht.

20

Im erfindungsgemäßen Verfahren werden die genannten Frequenzen der ersten Serienresonatoren so weit verschoben, dass die von der Resonanzfrequenz dieser Resonatoren abhängige Frequenz der SH-Mode hin zu einer Frequenz oberhalb der Passbandkante verschoben wird.

25

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird zunächst ein Frequenzbetrag Δf ermittelt, um den die SH-Mode mindestens nach oben zu verschieben ist, bis sie nicht mehr das Passband stört. Um genau diesen Wert Δf wird dann der Pol-Nullstellen-Abstand verringert, was durch Auswahl eines geeigneten

30

Kapazitätswertes der ersten Parallel-kapazität eingestellt wird.

In einer speziellen Ausführungsform wird das Filter für TX-
5 Frequenzen im Mobilfunkband 2 ausgelegt, die definitionsgemäß bei 1850 MHz bis 1910 MHz liegen. Oberhalb des Passbandes im Bereich von 2110 MHz bis 2155 MHz sind auch die RX-Frequenzen des Mobilfunkbands 4 angeordnet. Gemäß dieser Ausführungsform wird nun die zum ersten Serienresonator parallele Kapazität
10 als Resonator ausgebildet und dessen Frequenzlage so eingestellt, dass sich in der Übertragungsfunktion des Filters ein Pol bei den RX-Frequenzen von Band 4 ausbildet. Eine Störung des RX-Bands des benachbarten Bands 4 wird dadurch vermieden.

15

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren sind rein schematisch und teils als Blockschaltbild ausgeführt. In den Figuren sind nur die wichtigen Elemente
20 der Erfindung dargestellt, auf die auch Bezug genommen wird. Das bedeutet, dass außerdem noch weitere nicht dargestellte Elemente in einem erfindungsgemäßen Filter vorhanden sein können.

25 Es zeigen:

Figur 1 ein erstes SAW-Filter nach der Erfindung,

Figur 2 das Schaltungssymbol und Metallisierung eines auch
30 als Kapazität einsetzbaren Resonators,

Figur 3 ausschnittsweise ein erfindungsgemäßes Filter im schematischen Querschnitt,

Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Filters, in dem parallelgeschaltete Kapazitäten als Resonatoren mit Resonanzfrequenzen außerhalb des Passbandes ausgeführt sind,

5

Figur 5 die Impedanz eines ersten Resonators vor und nach erfindungsgemäßer Variation,

Figur 6 die Impedanzen der für ein erfindungsgemäßes Filter verwendeten Resonatoren samt sich daraus ergebender Durchlasskurve,

10

Figur 7 die durch Simulation ermittelten Durchlasskurven für das in Figur 6 dargestellte Filter,

15

Figur 8 ein aus dem Stand der Technik bekanntes Filter,

Figur 9 die Impedanzen der für Filter von Figur 8 verwendeten Resonatoren samt sich daraus ergebender Durchlasskurve,

20

Figur 10 das simulierte Passband des Filters nach den Figuren 8 und 9 mit und ohne Berücksichtigung von SH Moden,

Figur 11 eine Draufsicht auf einen alternativ einsetzbaren Serienresonator mit Weglasswichtung,

25

Figur 12 den relativen Platzbedarf alternativer Lösungen zur Reduzierung des Pol-Nullstellenabstands.

Figur 1 zeigt ein erstes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel anhand eines schematischen Blockschaltdiagramms. Das Filter besteht aus einem Serienzweig, der zwischen zwei Anschlüssen TXIN und ANT geschaltet ist. Im Serienzweig sind

30

vier Serienresonatoren S1, S3, S5 und S7 angeordnet. Zwischen jeweils zwei Serienresonatoren zweigt vom Serienzweig ein Parallelzweig gegen Masse GND ab, in dem jeweils ein Parallelresonator P2, P4 oder P6 angeordnet ist. Parallel zu einem der Serienresonatoren, hier dem Serienresonator S7 ist eine Kapazität C7 geschaltet. Diese verbindet einen ersten Schaltungsknoten N1 im Serienzweig vor dem Serienresonator S7 mit einem zweiten Schaltungsknoten N2, der im Serienzweig nach dem Serienresonator S7 angeordnet ist. Sämtliche Serien- und Parallelresonatoren S, P sind als SAW-Resonatoren aufgeführt.

Figur 2 zeigt im linken Teil das für die Resonatoren verwendete Schaltungssymbol, während im rechten Teil schematisch eine beispielhafte Metallisierung eines für die Erfindung verwendbaren Resonators angegeben ist. Als Metallisierungen werden vorzugsweise kupferbasierte Mehrschichtsysteme eingesetzt, beispielsweise eine Schichtenfolge Chrom Cr, Silber Ag, Kupfer Cu und Chrom Cr oder eine Schichtenfolge Titan Ti, Silber Ag, Kupfer Cu und Titan Ti. Es sind jedoch auch andere Schichtsysteme für die Elektroden möglich, die jedoch vorzugsweise zumindest eine Kupferschicht aufweisen.

Die Metallisierung ist auf einem piezoelektrischen Substrat mit hoher Kopplung aufgebracht, insbesondere auf einem Lithiumniobat-Kristall mit einem Kristallschnitt rot-128.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch ein SAW-Filter nach der Erfindung. Auf dem piezoelektrischen Substrat SU sind die Bauelementstrukturen des Filters, insbesondere die Elektrodenfinger und/oder die Finger der dazugehörigen Reflektoren im Schnittbild quer zur Fingererstreckung

dargestellt. Direkt über dem mit den Bauelementstrukturen BS beschichteten Substrat SU ist eine Kompensationsschicht KS aufgebracht, mit deren Hilfe der Temperaturkoeffizient der Frequenz reduziert oder gar kompensiert wird. Dazu wird
5 üblicherweise eine SiO₂-Schicht mit einer ausreichenden Schichtdicke verwendet.

Um die gegen Feuchtigkeit empfindliche Kompensationsschicht KS gegen Umwelteinflüsse zu schützen, ist als abschließende
10 oberste Schicht noch eine Schutzschicht PL aufgebracht, beispielsweise eine dünne Siliziumnitrid-Schicht einer Stärke von 10nm bis 200nm.

Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines
15 erfindungsgemäßen Filters. Dieses zeigt als weiteres Gestaltungselement eine Kapazität C₆, die parallel zu einem Parallelresonator P₆ geschaltet ist. Mit Hilfe dieser Kapazität gelingt es, die Bandbreite des Resonators, beziehungsweise dessen Pol-Nullstellen-Abstand zu reduzieren.
20 Insbesondere wird dadurch ein steilerer Impedanzverlauf erreicht, mit dem es in der Filterstruktur gemäß Figur 4 gelingt, die Passbandkante zu versteilern.

In der Figur 4 sind die Kapazitäten C₆ und C₇ auch als
25 Resonatoren ausgebildet und dargestellt, allerdings mit einer gegenüber allen andern Resonatoren veränderten Fingerperiode, damit keine Resonanzen im Passband auftreten können und der jeweilige Resonator dort als reine Kapazität wirkt.

30 Zur weiteren Erläuterung der Erfindung, insbesondere zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Verschieben einer störenden SH-Mode wird im Folgenden auszugsweise die

Entwurfsmethode eines erfindungsgemäßen Filters beschrieben und die dazu erforderlichen Maßnahmen erläutert.

Figur 8 zeigt ein herkömmliches SAW-Filter mit derselben
5 Grundstruktur wie das in Figur 1 dargestellte erfindungsgemäße SAW-Filter, bei dem lediglich die parallel zu einem Serienresonator geschaltete Kapazität fehlt. Die Frequenzen der Serien- und Parallelresonatoren S, P sind so gewählt, dass sich ein gewünschtes Passband ergibt. Insoweit
10 ist das Filter auf das gewünschte Band optimiert.

In Figur 9 sind die verschiedenen für das bekannte Filter nach Figur 8 verwendeten Resonatoren mit ihren Impedanzen und der sich daraus ergebenden Durchlasskurve TF bzw.
15 Transferfunktion dargestellt.

Um das Filter mit der dargestellten hohen Bandbreite zu realisieren, sind die Resonanzfrequenzen $f_r(P)$ und $f_r(S)$ der Serienresonatoren S und der Parallelresonatoren P
20 gegeneinander versetzt und vorzugsweise alle unterschiedlich gewählt. Im Bereich $f_r(P)$ treten die Resonanzfrequenzen der Parallelresonatoren auf, erkenntlich am Minimum deren Impedanzkurven. Bei gleichbleibendem Pol-Null-stellen-Abstand sind im entsprechenden Abstand dazu im Bereich $f_a(P)$ die
25 Antiresonanzen der Parallelresonatoren zu finden.

In einem gleichen oder ähnlichen Frequenzbereich $f_r(S)$ finden sich die Resonanzfrequenzen der Serienresonatoren, die vorzugsweise symmetrisch zur Mitte des Passbandes angeordnet
30 sind.

Die Antiresonanzfrequenzen der Serienresonatoren finden sich im Frequenzbereich $f_a(S)$ oberhalb der rechten Passbandkante der Transferfunktion TF.

- 5 Sämtliche in der Figur 9 dargestellten Kurven sind das Ergebnis einer Simulation, die ohne Berücksichtigung auftretender störender Scherwellenmoden (SH-Moden) bestimmt wurden.
- 10 Lässt man nun jedoch das Auftreten von SH-Moden bei der Simulationsrechnung zu, erhält man für die in Figur 8 und 9 dargestellte Filterstruktur das in Figur 10 dargestellte Durchlassverhalten im Passband. Es sind zwei Passbänder für das TX-Filter (linke Kurven) und das RX-Filter (rechte
- 15 Kurven) eines Duplexers dargestellt. Zum besseren Erkennen des Effekts einer störenden SH-Mode SHM sind in der Figur zwei Kurven übereinandergelegt, entsprechend der Simulation ohne Berücksichtigung der SH-Moden gemäß Kurve 1 und einmal unter Berücksichtigung auftretender SH-Moden entsprechend der
- 20 Kurve 2. Im TX-Filter zeigt sich an der mit einem Pfeil gekennzeichneten Stelle in der rechten Passbandkante eine störende Resonanz, entsprechend der störenden SH-Mode SHM. Eine solche SH-Mode im Bereich der Passbandkante führt jedoch zu einer stärkeren thermischen Belastung des Filters, die zu
- 25 einer zusätzlichen Leistungsbelastung des Filters führt und entsprechend zu einer höheren thermischen Belastung, die die Alterung des Filters beschleunigt und die Bauelementstrukturen BS beschädigen kann.
- 30 Aus der Rechnung ergibt sich auch, dass die störende SH-Mode durch den Serienresonator mit der niedrigsten Resonanzfrequenz erzeugt wird. Der Abstand zwischen SH-Mode und Resonanzfrequenz liegt nur dann im Bereich der

Passbandkante, wenn die Resonanzfrequenz der Nutzmode (Rayleigh-Welle) bei entsprechend niedriger Frequenz angeordnet ist, da der Frequenzabstand der SH-Mode zur Rayleigh-Mode bei den Resonatoren des Filters nahezu konstant ist. Die Impedanz dieses ersten Resonators ist in der Figur 9 mit S_x gekennzeichnet.

Die störende SH-Mode kann durch geeignete Abstimmung der Schichtdicken von Elektroden, Kompensationsschicht und Schutzschicht sowie durch geeignete Wahl des Metallisierungsverhältnisses der Elektroden in ihrer Höhe minimiert werden. Da die genaue Abstimmung jedoch durch produktionsbedingte Abweichungen eine Toleranz aufweist, kann sie bei einer Serienproduktion nicht effektiv unterdrückt werden, beziehungsweise ist dabei der Anteil an Filtern mit nicht oder schlecht unterdrückter SH-Mode zu hoch.

Ein einfaches Verschieben der Resonanzfrequenz des Serienresonators mit der störenden SH-Mode nach höheren Frequenzen hin und damit auch ein Verschieben des störenden Peaks der SH-Mode aus dem Bereich der Passbandkante heraus ist nicht möglich, ohne die Passbandcharakteristik beziehungsweise die rechte Passbandkante nachteilig zu beeinflussen. Erfindungsgemäß wird daher der Pol-Nullstellen-Abstand dieses Resonators mit der störenden SH-Mode um einen Frequenzbetrag Δf reduziert, indem parallel zu diesem Serienresonator eine Kapazität geschaltet wird, siehe beispielsweise die Kapazitäten C_7 in Figuren 1 und 4. Durch diese Kapazität wird die Antiresonanzfrequenz des Serienresonators um den Betrag Δf hin zu niedrigeren Frequenzen verschoben und somit der Pol-Nullstellenabstand reduziert. Um diesen Effekt jedoch auszugleichen und die zur Formung der Passbandkante wichtige Antiresonanzfrequenz

wieder an die richtige Stelle zu bringen, wird parallel dazu die Fingerperiode verkürzt, um die Resonanzfrequenz um den Betrag Δf hin zu höheren Frequenzen zu verschieben.

5 Figur 5 zeigt eine Simulationsrechnung der Impedanz des ersten Serienresonators ohne Kapazität (linke Kurve) und mit parallel geschalteter Kapazität und verlängerter Fingerperiode (rechte Kurve). Durch die beiden Maßnahmen bleibt die Lage der Antiresonanzfrequenz entsprechend dem
10 Minimum der beiden Kurven praktisch unverändert, während sich die Resonanzfrequenz um den Betrag Δf hin zu höheren Frequenzen verschiebt. Figur 6 zeigt eine der Figur 9 entsprechende Darstellung, bei der jedoch nun die Impedanz des Serienresonators mit der parallel geschalteten Kapazität
15 in Lage und Pol-Nullstellen-Abstand verändert ist. Die Resonanzfrequenz ist nun um einen Betrag Δf nach oben verschoben, während die Lage der Antiresonanz unverändert bleibt. Es zeigt sich, dass das Passband TF mit dieser Parallelkapazität nahezu unverändert bleibt.

20

Figur 7 zeigt das Passband des entsprechenden Filters in einer Simulation mit und ohne Berücksichtigung von SH-Moden. Die beiden Kurven sind wieder übereinander dargestellt, entsprechend der bereits beschriebenen Figur 10. Im Vergleich
25 mit der Figur 10 zeigt sich nun bei der Figur 7 der mit der Erfindung bewirkte Effekt, dass im Bereich der rechten Passbandkante (siehe eingezeichneter Pfeil) die SH-Mode (siehe SHM in Figur 10) in beiden Rechnungen beziehungsweise beiden Kurven vollständig verschwunden ist beziehungsweise
30 nicht mehr auftritt. Die übrigen Passbandcharakteristiken bleiben praktisch unverändert, so dass mit der erfindungsgemäßen Maßnahme keine Nachteile im Bereich des Passbands in Kauf zu nehmen sind.

In weiteren nicht dargestellten Ausführungsformen können über die Figur 4 hinausgehend weitere der Resonatoren parallel mit Kapazitäten verschaltet werden. Um die Bandbreite des Filters nicht zu verkleinern, werden nur die in der Frequenz

5 tiefliegenden Serienresonatoren, deren SH-Mode innerhalb des Passbandes bzw. dessen Kante liegen, mit Kapazitäten parallel verschaltet. Weiter kann die Anzahl der Parallelzweige sowie die Anzahl der Serienresonatoren weiter erhöht werden.

10 In weiterer nicht dargestellter Ausführung sind einzelne, mehrere oder sämtliche der Resonatoren kaskadiert ausgeführt. Kaskadieren bedeutet dabei, dass der einzelne wie in Figur 2 dargestellte SAW-Resonator durch eine Serienverschaltung von

15 zumindest zwei Teilresonatoren ersetzt wird. Durch eine Kaskadierung erniedrigt sich die am Resonator anliegende Spannung, so dass zum Ausgleich die Fläche des Resonators entsprechend zu erhöhen ist. Gleichzeitig wird dadurch die Leistungsbeständigkeit der Bauelementstrukturen erhöht, so

20 dass insbesondere diejenigen Resonatoren kaskadiert werden, die den stärksten Signalamplituden ausgesetzt sind. Dies sind insbesondere bei einem TX-Filter die nahe dem Eingang (TXin) angeordnete Serienresonatoren sowie die Parallelresonatoren mit der höchsten Resonanzfrequenz. Ebenfalls nicht

25 dargestellt sind Induktivitäten, mit denen insbesondere die Parallelzweige in Serie gegen Festpotenzial verschaltet werden können.

Auch nicht dargestellt ist eine Ausführungsform, bei der die erfindungsgemäße Parallelkapazität C7 oder eine andere

30 ebenfalls parallel zu einem Serienresonator geschaltete Kapazität als SAW-Resonator gemäß Figur 2 ausgebildet ist, dessen Fingerperiode bzw. Resonanzfrequenz auf einen Wert außerhalb des Passbands eingestellt ist, damit der Resonator

im Arbeitsbereich des Filters rein kapazitiv wirken kann. Wird die Resonanzfrequenz dieses als Kapazität fungierenden Resonators nun auf einen Wert eingestellt, der einer zu unterdrückenden Frequenz eines anderen Systems oder eines
5 anderen Standards entspricht, so kann dieser SAW-Resonator zur Dämpfung dieses Störsignals eingesetzt werden. Da dessen Resonanzfrequenz in einem weiten Bereich verschiebbar sind, kann daher mit diesem Resonator an beliebiger gewünschter Stelle ein Pol erzeugt und die dort liegende Störfrequenz
10 entsprechend unterdrückt werden.

Figur 11 zeigt eine Draufsicht auf einen Resonator mit Weglasswichtung. Dies stellt eine weitere Alternative zur Verwendung von Parallel-Kapazitäten dar, um den Pol-Null-
15 Stellen Abstand eines Resonators zu reduzieren.

Figur 12 zeigt in den maßstabsgetreuen Teilfiguren a, b und c und damit in zum Größenvergleich geeigneter Weise den jeweiligen Grundriss und damit den Platzbedarf
20

- (a) eines unveränderten Serienresonators SX
- (b) eines Serienresonators SX' mit skaliertem Fingerperiode, reduzierter Apertur und mit Parallelkapazität C
- (c) eines dazu äquivalenten Serienresonators SXW mit
25 Weglasswichtung

Aus der Figur wird klar, dass der Platzbedarf zwar von a) nach c) zunimmt, die Lösung b) aber diejenige ist, die den geringsten zusätzlichen Platzbedarf erfordert.
30

Die Erfindung wurde nur anhand weniger Ausführungsbeispiele beschrieben und ist daher nicht auf diese begrenzt. Ein erfindungsgemäßes Filter kann daher von den dargestellten

Strukturen sprich dem dargestellten Blockschaltbild
abweichen. Weiterhin kann das Filter auch in seinem
Schichtaufbau von dem in Figur 3 dargestellten bekannten
Schichtaufbau abweichen. Außerdem können die Kapazitäten in
5 beliebiger Technologie gefertigt werden, sofern nicht eine
Ausführung als SAW-Resonator zum Erzeugen eines zusätzlichen
Pols gewünscht wird. Das erfindungsgemäße Filter kann Teil
eines Duplexers sein wobei die Erfindung sowohl als
Empfangsfilter, insbesondere aber als TX-Filter des Duplexers
10 eingesetzt wird.

Patentansprüche

1. SAW Filter,

- umfassend

5 - einen zwischen Filterein- und -ausgang
 verschalteten Serienzweig, in dem
 Serienresonatoren (RS) angeordnet sind, und
 - n parallel zum Serienzweig gegen ein
 Festpotenzial verschaltete Parallelzweige, in
10 denen jeweils ein Parallelresonator angeordnet
 ist, wobei $2 \leq n \leq 5$,

- bei dem ein erster Serienresonator (S_x) mit der
niedrigsten Antiresonanzfrequenz und der größten
Fingerperiode aller Serienresonatoren ausgebildet
15 ist,

- bei dem der Polnullstellenabstand des ersten
Serienresonators gegenüber den weiteren
Serienresonatoren soweit verringert ist, dass eine
parasitäre Scheremode der akustischen Welle aus dem
20 Passband des Filters heraus verschoben ist,

- bei dem die weiteren der Serienresonatoren einen
Polnullstellenabstand und eine Fingerperiode
aufweisen, die höher sind als beim ersten
Serienresonator.

25

2. SAW Filter nach Anspruch 1,

- bei dem der Polnullstellenabstand des ersten
Serienresonators verringert ist, indem eine als
Interdigitalstruktur ausgebildete erste Kapazität
30 parallel zum ersten Serienresonator geschaltet ist

- bei dem der Wert der Kapazität so bemessen ist, dass
durch die kleinere Fingerperiode und den kleineren

Polnullstellenabstand des ersten Serienresonators eine parasitäre Schermode der akustischen Welle aus dem Passband des Filters heraus verschoben ist.

- 5 3. SAW Filter nach Anspruch 1 oder 2,
aufgebaut auf einem Lithiumniobat Substrat mit einem
Schnittwinkel zwischen rot 125 und rot 130.
- 10 4. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
mit einer über einer Elektrodenmetallisierung auf dem
Substrat angeordneten SiO_2 Schicht zur Kompensation des
Temperaturgangs des Filters.
- 15 5. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
bei dem die erste Kapazität als Resonator ausgebildet
ist.
- 20 6. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
ausgelegt zum Betrieb in einem Band mit einer relativen
Bandbreite größer 3 %, insbesondere zum Betrieb in Band
2 oder 3.
- 25 7. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche,
- bei dem alle Resonatoren, deren SH-Mode im Bereich
zwischen der rechten Passband-Kante und dem Fuß der
Flanke liegt, mit reduzierten Pol-Nullstellen-Abstand
ausgeführt sind.
- 30 8. SAW Filter nach dem vorangehenden Anspruch,
bei dem der Pol-Nullstellen-Abstand derjenigen
Serienresonatoren, bei denen eine störende SH-Mode
auftritt, reduziert wird, um eine Korrektur der Position
der SH-Mode zu erreichen, durch

- Veränderung des Schichtaufbaus bzgl. Materialien und Schichtdicke, insbesondere Aufbringen und/oder Verändern einer Trimmschicht
 - Weglasswichtung,
 - 5 - Verschalten mit einer als Resonator ausgebildeten Parallelkapazität.
9. Verfahren zum Verschieben einer störenden SH Mode in einem auf einem Lithiumniobat Substrat aufgebauten und
- 10 Raleigh Wellen nutzenden SAW Filter,
- a) bei dem in einem ersten Schritt das Filter aus SAW Resonatoren entworfen wird,
 - b) wobei ein zwischen Filterein- und -ausgang verschalteter Serienzweig, in dem Serienresonatoren
 - 15 (RS) angeordnet sind, und n parallel zum Serienzweig gegen ein Festpotenzial verschaltete Parallelzweige, in denen jeweils ein Parallelresonator angeordnet ist, vorgesehen werden,
 - 20 c) bei dem der- oder diejenigen ersten Serienresonatoren ermittelt werden, die störende SH Moden im Bereich des Passbands oder der Passbandkante aufweisen,
 - d) bei dem parallel zu diesen ersten Serienresonatoren
 - 25 jeweils eine als Interdigitalstruktur ausgebildete erste Kapazität vorgesehen und verschaltet wird, so dass dessen Polnullstellenabstand gegenüber den weiteren Serienresonatoren verringert wird,
 - e) bei dem die Fingerperiode dieser ersten Serienresonatoren verringert, wird, bis die Antiresonanz
 - 30 wieder im Bereich der rechten Passbandkante des Filters zu liegen kommt

5 f) bei dem der Wert der den Polnullstellenabstand
verringerten Kapazität zumindest so hoch bemessen
wird, dass nach Verfahrensschritt e) die von der
Resonanzfrequenz des Resonators abhängige Frequenz
der SH Mode hin zu einer Frequenz oberhalb der
Passbandkante verschoben wird.

Fig 1

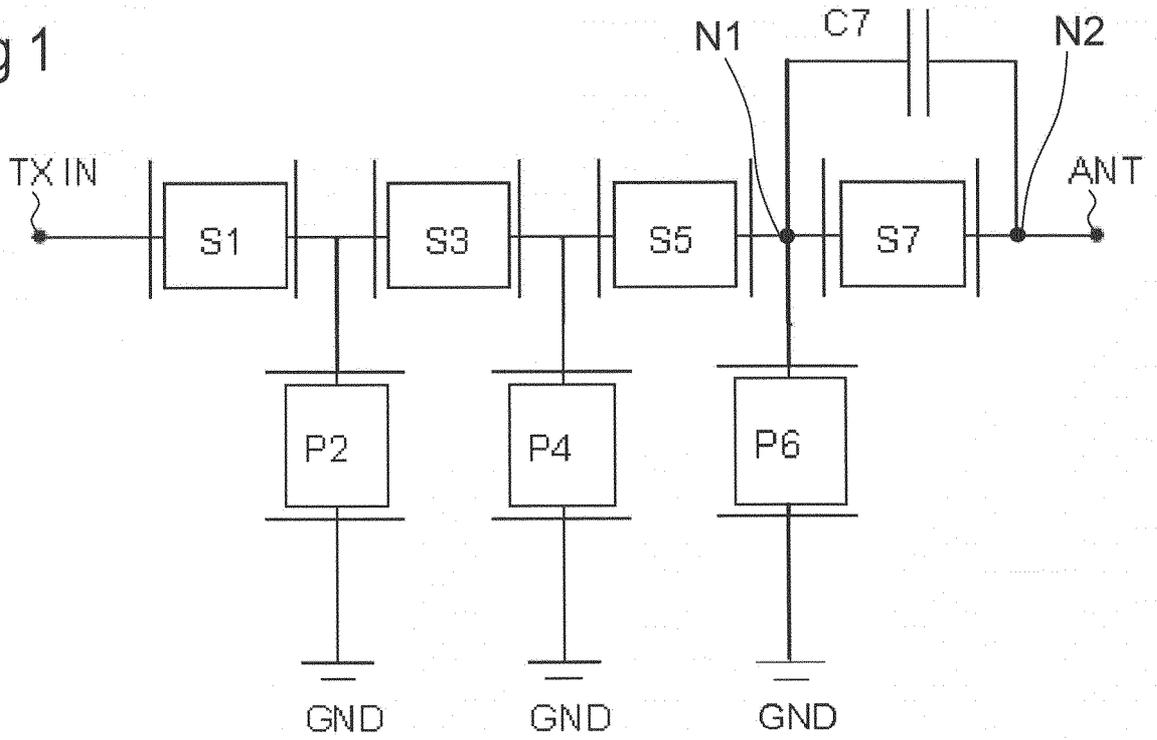


Fig 2

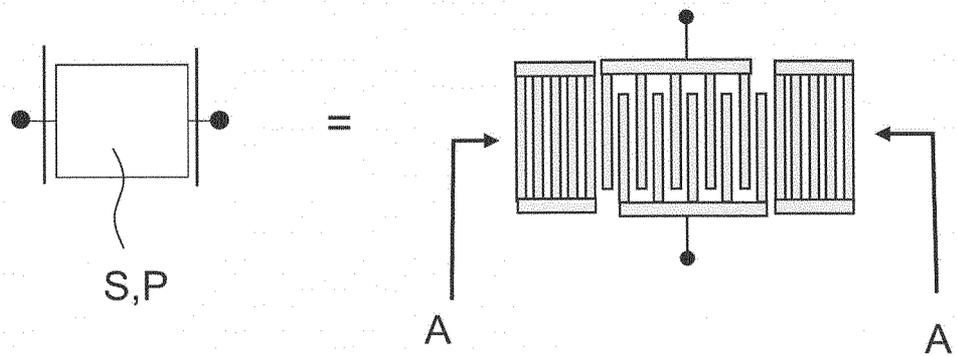
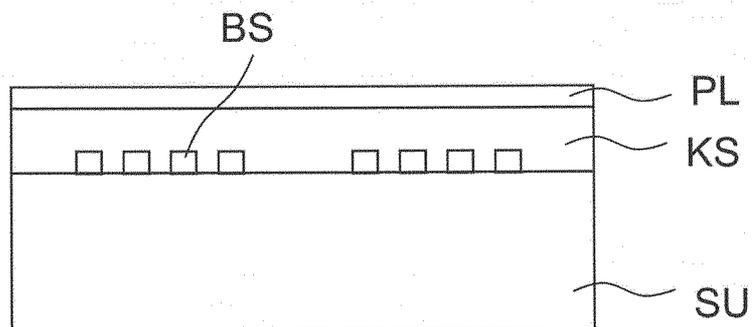


Fig 3



}

Fig 4

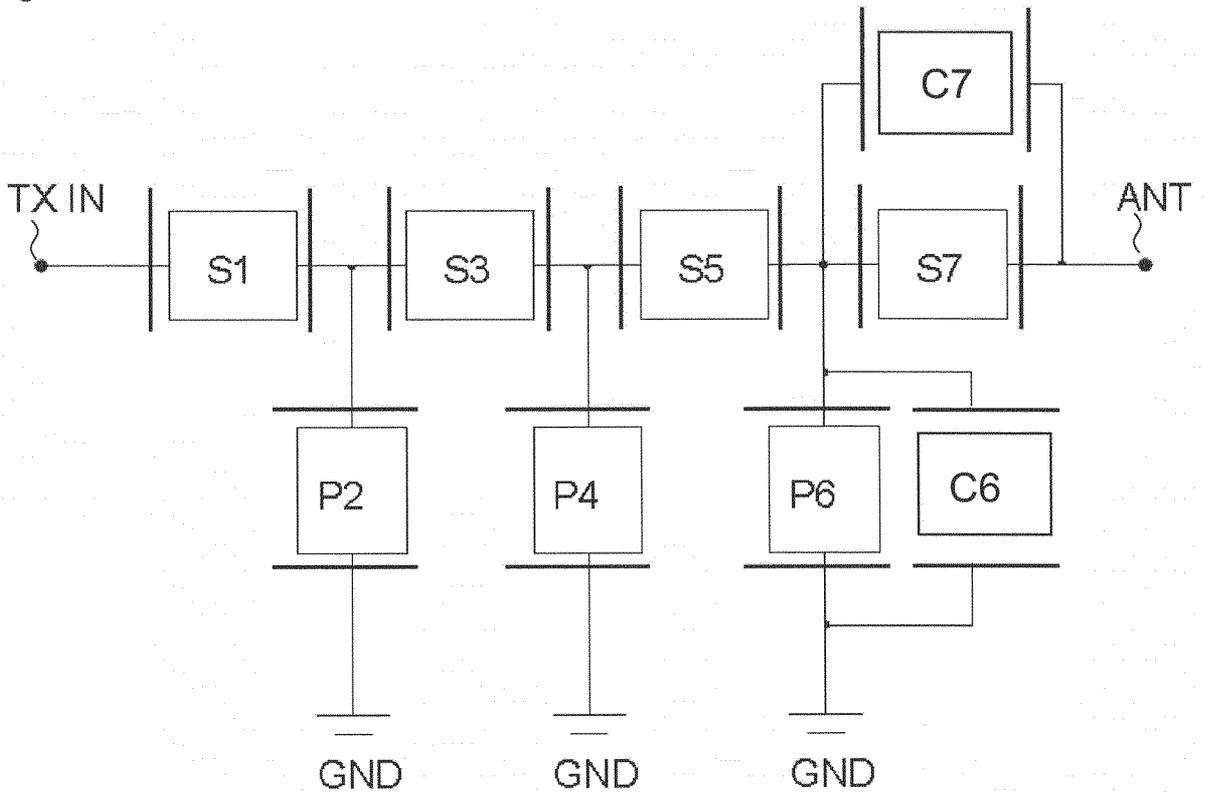
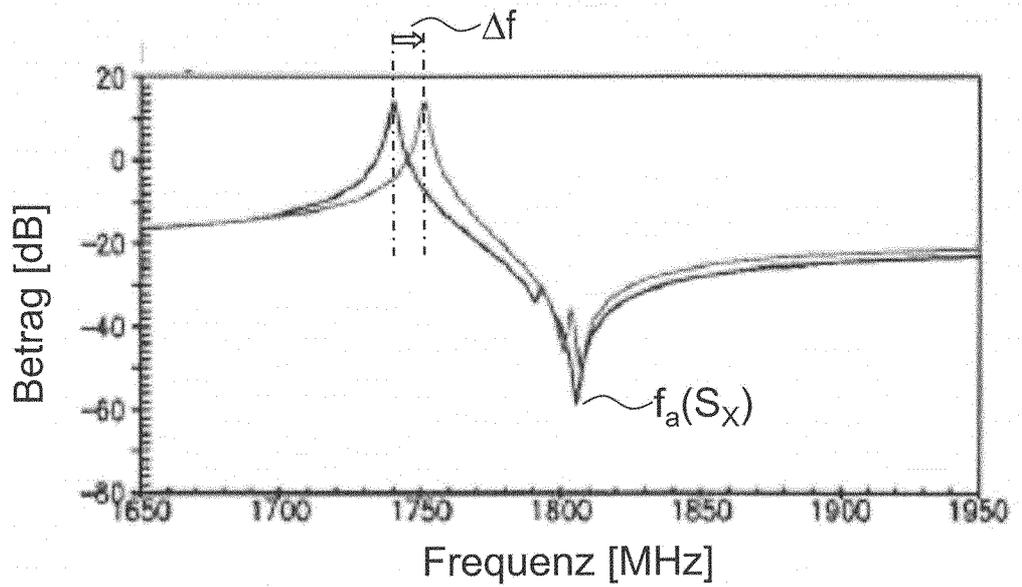


Fig 5



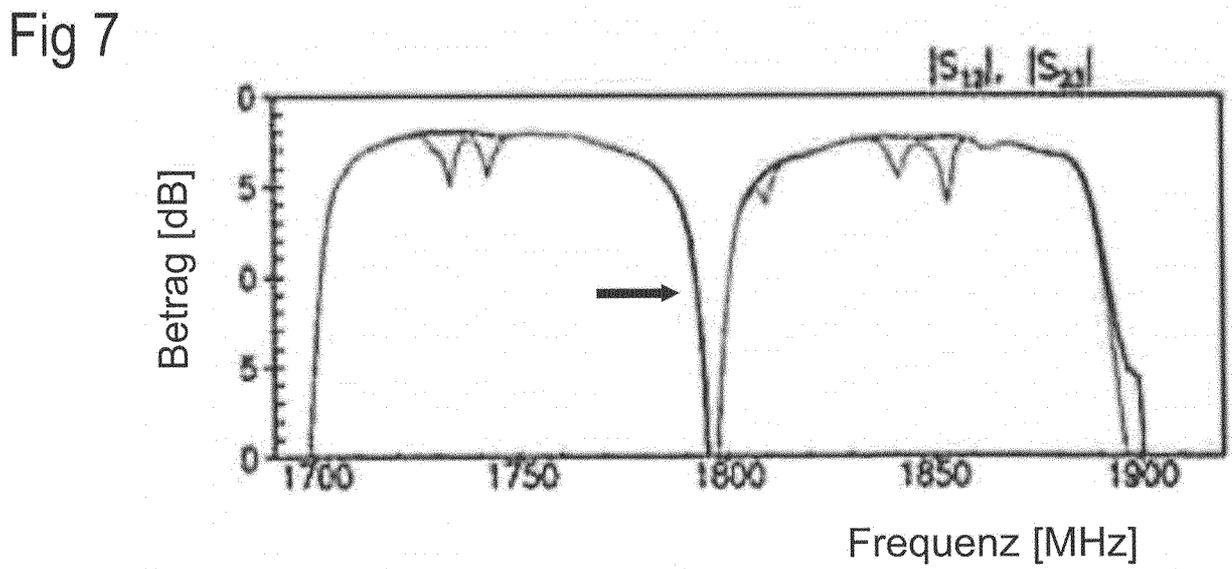
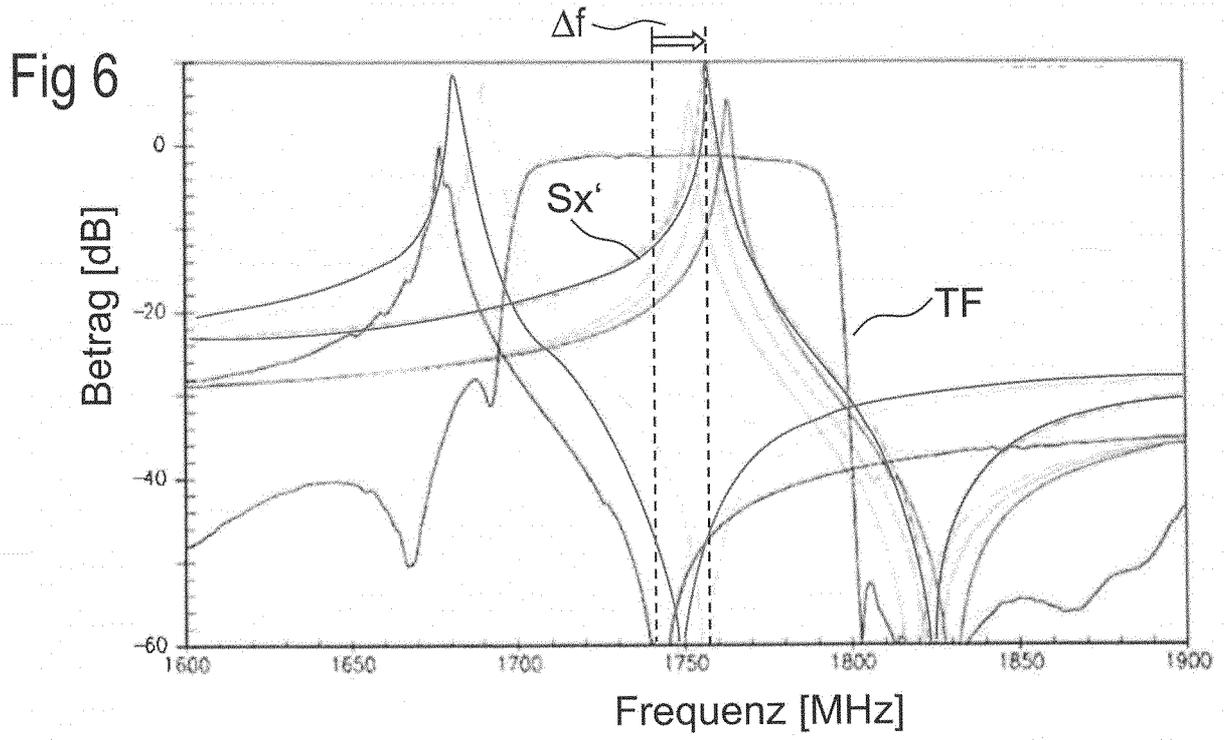


Fig 8

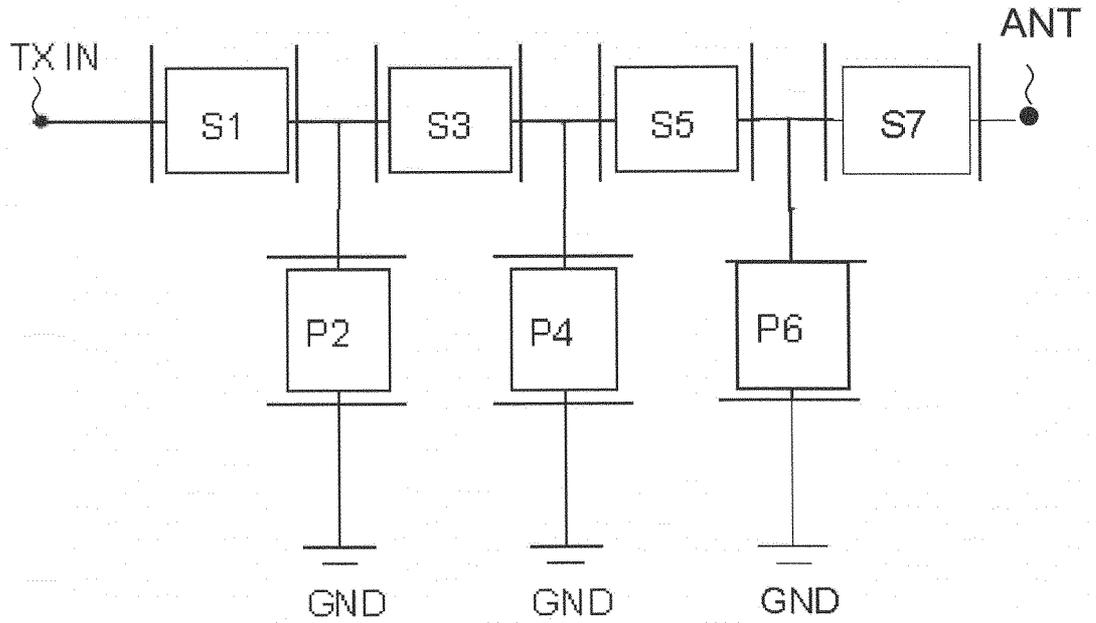


Fig 9

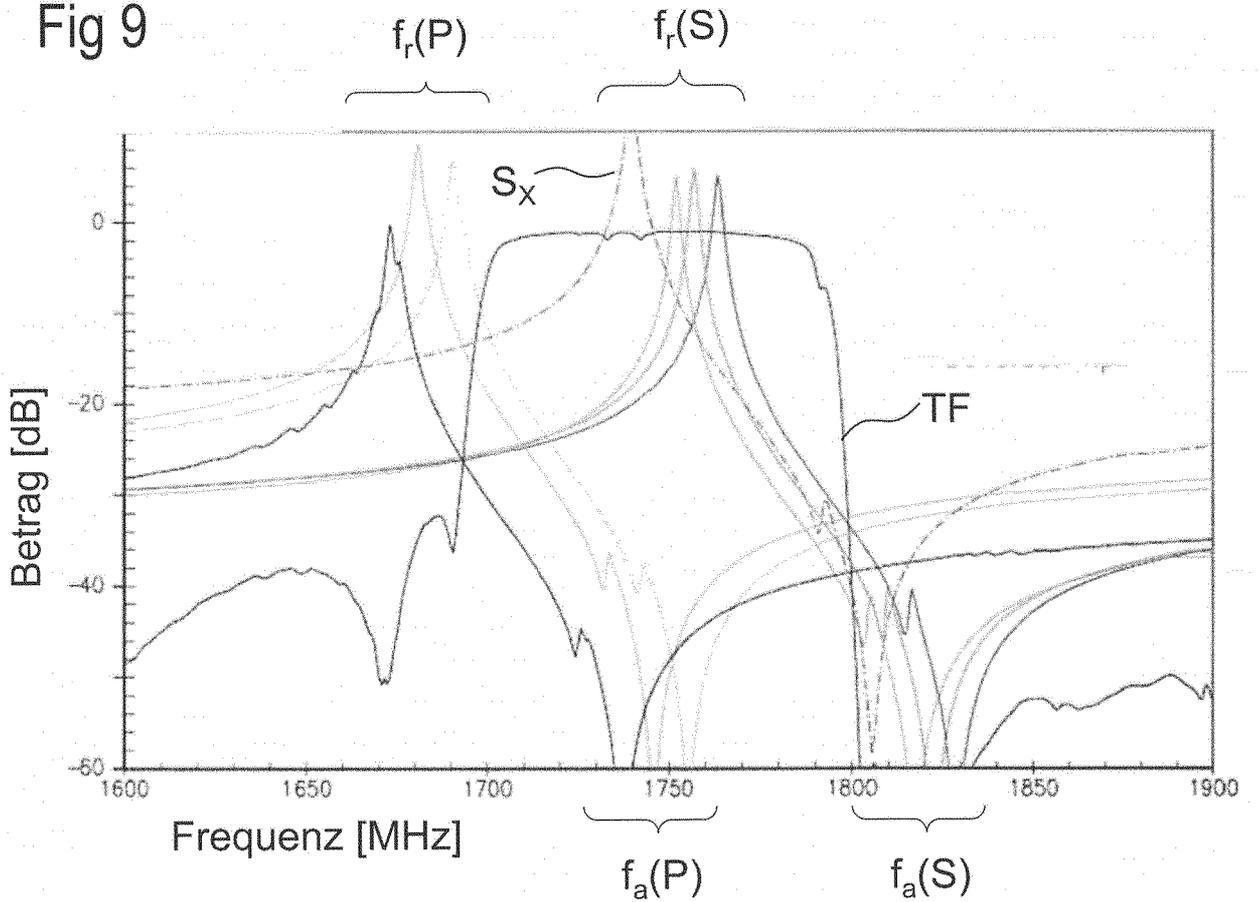


Fig 10

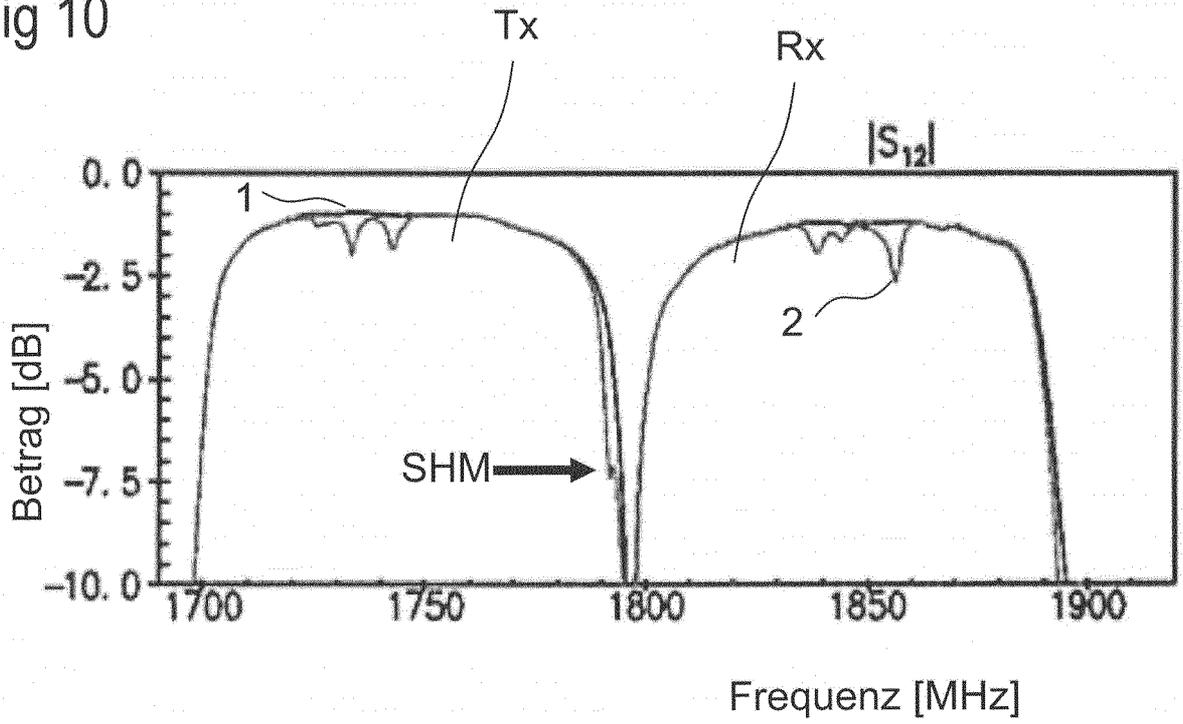


Fig 11

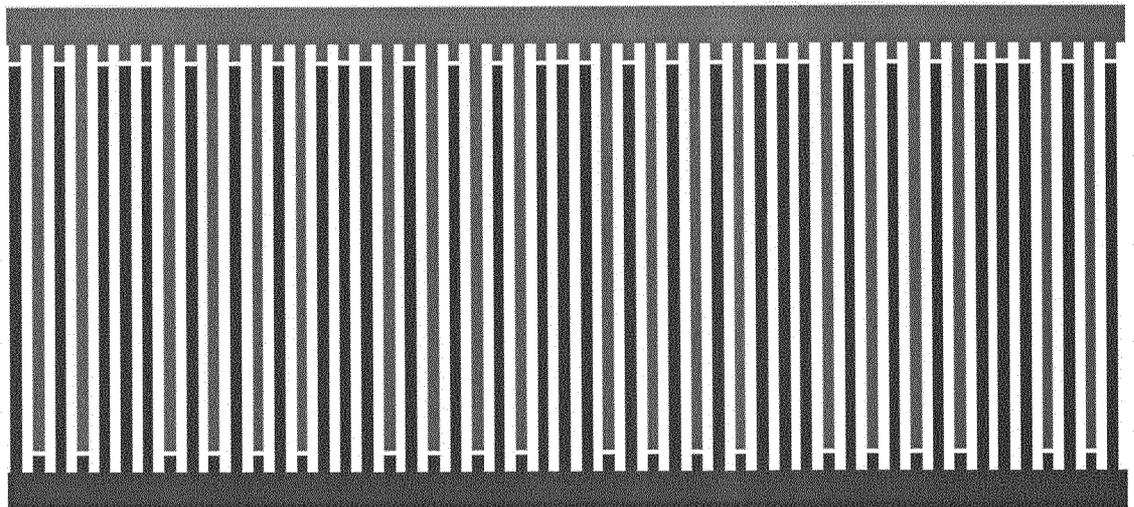
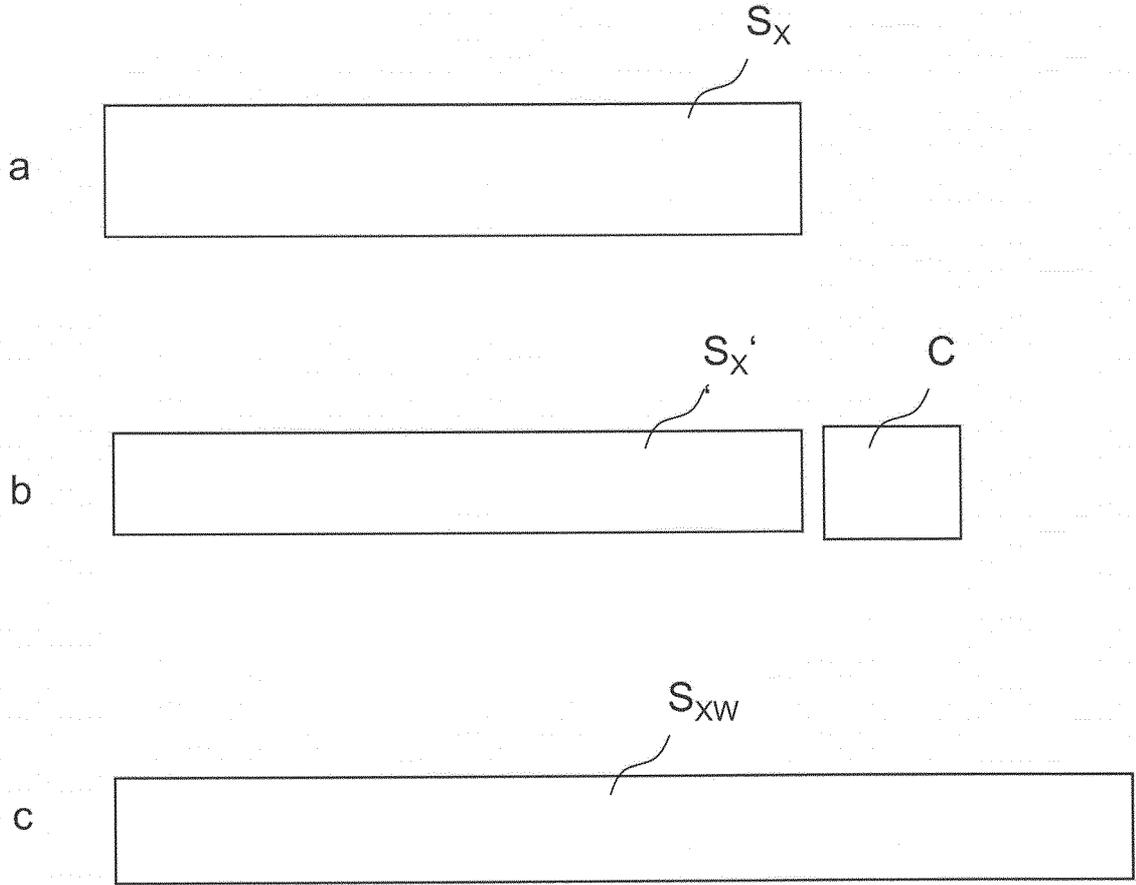


Fig 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/072284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H03H9/64 H03H9/02
ADD.
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 practicable, 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 A	US 2013/285504 A1 (TAMASAKI DAISUKE [JP]) 31 October 2013 (2013-10-31) paragraph [0025] - paragraph [0039]; figures 1 - 3 paragraph [0042] - paragraph [0050]; figures 4 - 6 paragraph [0052] - paragraph [0059]; figure 7; table 1	1,3,4, 6-8 2,5,9
A	----- US 2014/167881 A1 (IWASAKI TOMOHIRO [JP] ET AL) 19 June 2014 (2014-06-19) paragraph [0023] - paragraph [0038]; figures 1 - 3 paragraph [0048]; figures 8A - 8C paragraph [0049] - paragraph [0053]; figure 9 ----- -/--	1-9

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 application or patent 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 8 December 2016	Date of mailing of the international search report 20/12/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Trafidlo, Renata

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/072284

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 2014/108254 A1 (EPCOS AG [DE]) 17 July 2014 (2014-07-17) page 13, line 11 - page 14, line 26; figures 1A, 1B page 15, line 23 - page 16, line 16; figure 3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9
A	<p>WO 2014/139590 A1 (EPCOS AG [DE]) 18 September 2014 (2014-09-18) page 2, line 26 - page 5, line 12 page 13, line 24 - page 14, line 11; figure 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9
A	<p>VICTOR PLESSKY ET AL: "Interaction between the Rayleigh-type SAW and the SH-wave in a periodic grating on a 128 DEG - LN substrate", ULTRASONICS SYMPOSIUM (IUS), 2010 IEEE, IEEE, 11 October 2010 (2010-10-11), pages 167-170, XP031953003, DOI: 10.1109/ULTSYM.2010.5935868 ISBN: 978-1-4577-0382-9 the whole document</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/072284

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2013285504	A1	31-10-2013	CN 103250348 A	14-08-2013
			DE 112011104653 T5	02-10-2013
			JP 5565474 B2	06-08-2014
			KR 20130088888 A	08-08-2013
			US 2013285504 A1	31-10-2013
			WO 2012090698 A1	05-07-2012

US 2014167881	A1	19-06-2014	CN 104641555 A	20-05-2015
			HK 1207483 A1	29-01-2016
			JP 5828032 B2	02-12-2015
			JP WO2014020876 A1	21-07-2016
			KR 20150046062 A	29-04-2015
			US 2014167881 A1	19-06-2014
			WO 2014020876 A1	06-02-2014

WO 2014108254	A1	17-07-2014	DE 102013100286 B3	05-06-2014
			JP 2016504881 A	12-02-2016
			US 2015349748 A1	03-12-2015
			WO 2014108254 A1	17-07-2014

WO 2014139590	A1	18-09-2014	EP 2974013 A1	20-01-2016
			JP 2016510963 A	11-04-2016
			US 2015365069 A1	17-12-2015
			WO 2014139590 A1	18-09-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H03H9/64 H03H9/02
 ADD.

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	US 2013/285504 A1 (TAMASAKI DAISUKE [JP]) 31. Oktober 2013 (2013-10-31)	1,3,4, 6-8
A	Absatz [0025] - Absatz [0039]; Abbildungen 1 - 3 Absatz [0042] - Absatz [0050]; Abbildungen 4 - 6 Absatz [0052] - Absatz [0059]; Abbildung 7; Tabelle 1	2,5,9
A	----- US 2014/167881 A1 (IWASAKI TOMOHIRO [JP] ET AL) 19. Juni 2014 (2014-06-19) Absatz [0023] - Absatz [0038]; Abbildungen 1 - 3 Absatz [0048]; Abbildungen 8A - 8C Absatz [0049] - Absatz [0053]; Abbildung 9 ----- -/-	1-9



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

8. Dezember 2016

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/12/2016

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

Trafidlo, Renata

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>WO 2014/108254 A1 (EPCOS AG [DE]) 17. Juli 2014 (2014-07-17) Seite 13, Zeile 11 - Seite 14, Zeile 26; Abbildungen 1A, 1B Seite 15, Zeile 23 - Seite 16, Zeile 16; Abbildung 3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9
A	<p>WO 2014/139590 A1 (EPCOS AG [DE]) 18. September 2014 (2014-09-18) Seite 2, Zeile 26 - Seite 5, Zeile 12 Seite 13, Zeile 24 - Seite 14, Zeile 11; Abbildung 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9
A	<p>VICTOR PLESSKY ET AL: "Interaction between the Rayleigh-type SAW and the SH-wave in a periodic grating on a 128 DEG - LN substrate", ULTRASONICS SYMPOSIUM (IUS), 2010 IEEE, IEEE, 11. Oktober 2010 (2010-10-11), Seiten 167-170, XP031953003, DOI: 10.1109/ULTSYM.2010.5935868 ISBN: 978-1-4577-0382-9 das ganze Dokument</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/072284

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013285504 A1	31-10-2013	CN 103250348 A	14-08-2013
		DE 112011104653 T5	02-10-2013
		JP 5565474 B2	06-08-2014
		KR 20130088888 A	08-08-2013
		US 2013285504 A1	31-10-2013
		WO 2012090698 A1	05-07-2012

US 2014167881 A1	19-06-2014	CN 104641555 A	20-05-2015
		HK 1207483 A1	29-01-2016
		JP 5828032 B2	02-12-2015
		JP WO2014020876 A1	21-07-2016
		KR 20150046062 A	29-04-2015
		US 2014167881 A1	19-06-2014
		WO 2014020876 A1	06-02-2014

WO 2014108254 A1	17-07-2014	DE 102013100286 B3	05-06-2014
		JP 2016504881 A	12-02-2016
		US 2015349748 A1	03-12-2015
		WO 2014108254 A1	17-07-2014

WO 2014139590 A1	18-09-2014	EP 2974013 A1	20-01-2016
		JP 2016510963 A	11-04-2016
		US 2015365069 A1	17-12-2015
		WO 2014139590 A1	18-09-2014
