



(10) **DE 10 2015 114 751 A1 2017.03.09**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 114 751.3**

(51) Int Cl.: **H03H 9/64 (2006.01)**

(22) Anmelddatum: **03.09.2015**

(43) Offenlegungstag: **09.03.2017**

(71) Anmelder:
EPCOS AG, 81669 München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2014 / 0 218 129 A1

(74) Vertreter:
**Epping Hermann Fischer,
Patentanwaltsgeellschaft mbH, 80639 München,
DE**

**LINK, A.; WARDER, P.: Golden Age for Filter
Design. In: IEEE Microwave Magazine, Vol. 16,
2015, No. 7, S. 60-72.**

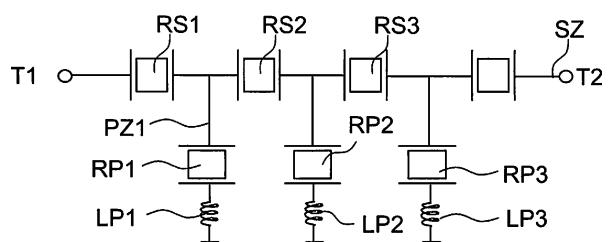
(72) Erfinder:
Schulz, Volker, Dr., 81371 München, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **SAW Filter**

(57) Zusammenfassung: Zur Vermeidung einer störenden Resonanz im Gegenband eines SAW Filters mit Ladder Type Struktur wird vorgeschlagen, die Fingerperiode der Parallelresonatoren zu verringern und im Gegenzug die Parallelarme mit einer entsprechenden Induktivität zu verschalten, um die Bandbreite wieder auf den ursprünglichen Wert zu erweitern. Mit der Verschiebung der Hauptresonanz gelingt es gleichzeitig, die Frequenz der Nebenmode aus dem Bereich des Gegenbands heraus zu verschieben.



Beschreibung

[0001] Zur Verminderung des Temperaturgangs von SAW-Filters werden diese mit einer üblicherweise SiO_2 umfassenden Kompensationsschicht versehen.

[0002] Aus SAW-Resonatoren aufgebaute Bandpassfilter mit einer Kompensationsschicht können beispielsweise auf Lithiumniobat-Kristallen mit einem Schnittwinkel rot-128° aufgebaut werden. Auf diesem Substratmaterial wird die Resonanzfrequenz der akustischen Rayleigh-Mode genutzt.

[0003] Der Schichtaufbau solcher SAW Filter hat jedoch zur Folge, dass neben der sich horizontal ausbreitenden Rayleigh Welle als Nebenmode noch eine sich vertikal zur Schichtebene ausbreitende Platten-Mode auftritt, deren Frequenz oberhalb der Frequenz der Rayleigh Welle liegt und bei einem gegebenen Schichtaufbau einen festen Abstand dazu aufweist.

[0004] Liegt nun die Frequenz der Platten-Mode in einem Frequenzband, welches zum Beispiel ein Gegenband für eine Bandkombination im Carrier Aggregation Betrieb ist, das für diese Anwendung zu unterdrücken ist, so stört die Platten-Mode und kann dazu führen, dass wegen der unzulässig schlechten Unterdrückung die Spezifikationen für diese Anwendung nicht erfüllt werden können.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine störende Platten-Mode, die im Frequenzbereich eines zu unterdrückenden Gegenbandes oberhalb des Passbands auftritt, unschädlich zu machen.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein SAW-Filter nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus weiteren Ansprüchen hervor.

[0007] Es wird ein SAW-Filter angegeben, welches eine herkömmliche Ladder-Type-Struktur aufweist. Diese umfasst einen zwischen Filterein- und -ausgang verschalteten Serienzweig, in dem Serienresonatoren angeordnet sind. Von diesem Serienzweig zweigen n parallel zueinander gegen ein Festpotential verschaltete Parallelzweige ab, in denen jeweils ein Parallelresonator angeordnet ist. Es sind zumindest zwei Parallelzweige ($n \geq 2$) vorgesehen. Zur Verbesserung der Selektion des Filters kann die Anzahl n der Parallelzweige auf beispielsweise fünf erhöht werden. Die Serienresonatoren und die Parallelresonatoren spannen zusammen ein Passband auf.

[0008] Abweichend von einem herkömmlichen Design, das auf die genaue Ausformung des Passbands ausgelegt ist, weist im erfindungsgemäßen SAW-Filter ein erster Parallelresonator eine Fingerperiode p auf, die geringer ist, als eine Designoptimierung eigentlich vorschreiben würde und als es für die Ge-

staltung des Passbands erforderlich wäre. Dementsprechend erscheint die Hauptresonanz des ersten Parallelresonators bei einer höheren Frequenz und liegt damit näher an der linken Passbandkante als optimal. Die durch diese Maßnahme beeinträchtigte Bandbreite des Passbands ist im erfindungsgemäßen SAW-Filter durch eine Parallelinduktivität kompensiert, die im ersten Parallelzweig (d.h. im Parallelzweig mit dem ersten Parallelresonator) angeordnet ist und in Serie zum Parallelresonator geschaltet ist.

[0009] Mit der Frequenzverschiebung der Hauptresonanz zumindest des ersten Parallelresonators wird auch die Frequenz einer störenden Nebenmode verschoben. So wird erreicht, dass dadurch auch die Nebenmode aus einem zu unterdrückenden Nebenband des Filters heraus verschoben ist.

[0010] Die Erfindung ist vorteilhaft anwendbar insbesondere für Resonatoren mit einem Schichtaufbau, bei dem als Nebenmode eine Platten-Mode auftritt, die auch Z-harmonische Mode genannt wird und in fester Entfernung zur Hauptresonanz auftritt. Diese Platten-Mode ist oberhalb des Passbands angesiedelt.

[0011] Mit der Erfindung wird ein SAW-Filter erhalten, das genau wie ein auf herkömmlichem Weg optimiertes SAW-Filter ein gut angepasstes Passband entsprechend den geforderten Spezifikationen aufweist bzw. dessen Passband diesen Spezifikationen entspricht. Flankensteilheit und Passbandbreite sind nahezu unverändert gegenüber dem herkömmlichen Design. Die störende Nebenmode, insbesondere die störende Platten-Mode ist nun aus dem Gegenband heraus verschoben, so dass das Filter im Frequenzbereich des Gegenbands eine verbesserte Dämpfung aufweist.

[0012] Die Parallelinduktivität wird vorzugsweise mit hoher Güte ausgebildet und beispielsweise als Kupferspule realisiert. Ist das SAW-Filter in Flip-Chip-Bauweise auf einem Träger aufgebracht, so kann die Parallelinduktivität in Form der Kupferspule zwischen dem Träger und dem Chip auf dem Träger angeordnet werden. Möglich ist es jedoch auch, das SAW-Filter mit einer als diskretes Bauelement ausgebildeter Parallelinduktivität zu verschalten.

[0013] Die Frequenzen der Hauptresonanzen der Parallelresonatoren können bei herkömmlichem Design unterschiedliche Werte aufweisen. Wenn nun die Lage einer solchen weiteren Hauptresonanz eines Parallelresonators ebenfalls so liegt, dass auch die Frequenz einer davon abhängigen Nebenmode im zu unterdrückenden Gegenband liegt, so wird gemäß einer Ausführungsform der Erfindung die Hauptresonanz auch dieses Parallelresonators und damit verbunden gleichzeitig auch die Nebenmode hin zu höheren Frequenzen verschoben, sodass auch die

Resonanz der Nebenmode außerhalb des zu unterdrückenden Gegenbands liegt. In allen Parallelzweigen, in denen der dazugehörige Parallelresonator mit einer höheren Resonanzfrequenz ausgestattet ist, werden Parallelinduktivitäten in Serie zum Parallelresonator geschaltet.

[0014] Ein erfindungsgemäßes SAW-Filter, das eine ausgeprägte Nebenmode aufweist, ist beispielsweise auf einem Lithium-Niobat-Substrat realisiert, welches einen Schnittwinkel zwischen rot 125 und rot 130 aufweist. Derartige Filter können darüber hinaus über ihrer Elektrodenmetallisierung noch eine SiO_2 -Schicht aufweisen, die zur Kompensation des Temperaturkoeffizienten der Frequenz (TCF) genutzt wird. Weiter kann ein solches Filter noch eine Trimmschicht aufweisen, die zur individuellen Frequenzabstimmung der Resonatoren benötigt wird, um die höhere Toleranz bei der Herstellung des genannten Schichtaufbaus zu kompensieren.

[0015] Ein SAW-Filter mit einer solchen TCF-Kompensationsschicht und gegebenenfalls einer Trimmschicht weist in der Regel die ausgeprägte Platten-Mode auf. Für bestimmte Anwendungen liegt diese Platten-Mode gerade in einem zu unterdrückenden Gegenband.

[0016] Vorteilhaft wird die Erfindung bei einem TX-Filter eingesetzt, dessen Spezifikationen eine höhere Unterdrückung der Gegenbänder erfordern, als dies bei einem RX-Filter der Fall ist. Ein solches TX-Filter, bei dem die Erfindung verwirklicht ist, kann Teil eines Duplexers sein. Der Duplexer kann parallel zu bzw. zusammen mit einem weiteren Duplexer mit einem gemeinsamen Antennenanschluss verbunden sein. Im so genannten Carrier Aggregation Mode können dann zwei Duplexer parallel zur gleichen Zeit betrieben werden, um zumindest in einer Richtung (upstream oder downstream) zwei unterschiedliche Bänder für eine einzige Kommunikationsverbindung oder Datenübertragung zu nutzen. Dies erhöht die Bandbreite bei der Datenübertragung.

[0017] Beinhaltet der Carrier Aggregation Mode eine Bandkombination, bei der zwei der Bänder genau den Abstand zueinander aufweist, der der Entfernung der Platten-Mode von der Hauptresonanz eines in einem Filter eingesetzten Resonators entspricht, so kann die Erfindung vorteilhaft für solche Anwendungsfälle eingesetzt werden.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung und insbesondere in Verbindung mit der Verschiebung der Platten-Mode wird vorgesehen, sowohl das TX-Filter als auch das RX-Filter eines Duplexers erfindungsgemäß auszubilden. Die Serienzweige der beiden Filter werden dann mit einem gemeinsamen Antennenanschluss verbunden. Vorteilhaft ist es nun, die Serienzweige über einen endstän-

digen Serienresonator an den gemeinsamen Antennenanschluss anzuschließen. Dies bedeutet, dass der jeweilige endständige Serienresonator zwischen dem Antennenanschluss und dem jeweiligen ersten Schaltungsknoten, von dem der erste Parallelzweig abzweigt, angeordnet ist. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird eine weitere Verbesserung dadurch erzielt, dass die statische Kapazität CS_{RS1} dieses ersten Serienresonators, also des Serienresonators, der dem Antennenanschluss am Nächsten gelegen ist, minimal ausgebildet ist. Die statische Kapazität kann durch eine geringere Apertur, durch eine verringerte Anzahl von Fingern und/oder durch eine Kaskadierung von Resonatoren erreicht werden. Die Kaskadierung von Resonatoren hat darüber hinaus den Vorteil, dass die sich ergebenden Resonatoren leistungsfester sind als Resonatoren, deren statische Kapazität durch Verringerung der Apertur oder Verringerung der Anzahl der Elektrodenfinger reduziert ist. Beim Tx Filter kann dies besonders für den ersten Serienresonator wichtig sei, der direkt dem Tx Eingang benachbart ist.

[0019] Der Vorteil der dadurch verbesserten Filtereigenschaften ist jedoch gegen den erhöhten Platzbedarf der kaskadierten Resonatoren abzuwagen, sodass ein optimales Design einen Trade-off zwischen minimaler Kapazität CS_{RS1} des ersten Serienresonators und minimalem Platzbedarf des Filters darstellt.

[0020] Eine vorteilhafte Anwendung findet die Erfindung bei einem Duplexer, der zum Betrieb in Band 3 ausgelegt ist. Wird dieser Duplexer nun im Carrier Aggregation Mode mit einem Duplexer für Band 1 kombiniert, so stellt das RX-Band des Band 1 Duplexers das Gegenband für das TX-Filter des Duplexers von Band 3 dar. Dies bedeutet, dass die Übertragungsfunktion des TX-Filters im RX-Bereich des Band 1 Duplexers eine störende Nebenmode und damit eine verringerte Dämpfung aufweist, die mit der Erfindung in einfacher Weise in unschädliche höherfrequente Regionen verschoben werden kann.

[0021] Ein erfindungsgemäßes Filter hat den Vorteil, dass es mit einer beschränkten Anzahl von Resonatoren auskommt, die gegenüber bekannten Filtern nicht erhöht ist. Die Erfindung kann daher ohne großen zusätzlichen Aufwand realisiert werden. Ein erfindungsgemäßes Filter bzw. ein Duplexer mit einem erfindungsgemäßem Filter benötigt auch keine zusätzliche externe Verschaltung.

[0022] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren sind teils nur schematisch ausgeführt und dienen ausschließlich dem besseren Verständnis der Erfindung.

[0023] Fig. 1 zeigt die Durchlasskurve eines Band 3 Duplexers mit störenden Nebenmoden im Bereich des RX-Filters von Band 1.

[0024] Fig. 2 zeigt den Realteil der Admittanz für die Parallelresonatoren des TX-Filters entsprechend der in Fig. 1 dargestellten Durchlasskurve.

[0025] Fig. 3 zeigt im schematischen Blockschaltbild die Ladder-Type-Struktur eines erfindungsgemäßen SAW-Filters.

[0026] Fig. 4 zeigt den Realteil der Admittanz der Parallelresonatoren gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0027] Fig. 5 zeigt die dazugehörige Durchlasskurve eines erfindungsgemäßen SAW-Filters.

[0028] Fig. 6 zeigt den Reflexionsfaktor am Antennenanschluss eines erfindungsgemäßen Band 3 Duplexers im Tx Bereich von Band 1 im Vergleich zum Verlauf des Reflexionsfaktors eines herkömmlichen Duplexers.

[0029] Fig. 7 zeigt die entsprechenden Reflexionskurven am Antennenanschluss des erfindungsgemäßen Band 3 Duplexers im Rx Bereich von Band 1 im Vergleich zur Reflexion eines herkömmlichen Duplexers.

[0030] Ein herkömmliches Ladder-Type-Filter mit vier Serienresonatoren RS und drei Parallelzweigen mit jeweils einem Parallelresonator RP, welches auf das Passband im Tx Bereich von Band 3 optimiert ist, zeigt beispielsweise die in Fig. 1 dargestellte Durchlasskurve. Dem Optimierungsziel entsprechend entspricht das Passband voll den Spezifikationen für Band 3. Im Passbandbereich zeigt das Filter eine niedrige Einfügedämpfung, und im darüber liegenden RX-Bereich von Band 3 eine gute Dämpfung. Das Filter selbst weist einen Schichtaufbau mit zumindest einer zusätzlichen Schicht über der piezoelektrischen Schicht auf. Der Schichtaufbau ermöglicht die Ausbreitung einer störenden Mode im Bereich des RX-Filters von Band 1 zwischen 2110 und 2170MHz, die wiederum die Unterdrückung in einem gekoppelten Gegenband (hier im Rx Bereich von Band 1) unzulässig verschlechtert.

[0031] Die Fig. 2 zeigt, dass diese Nebenmode auf die Hauptresonanz von Parallelresonatoren zurückzuführen ist, die eben bei herkömmlichem Aufbau des Ladder-Type-SAW-Filters genau im genannten Gegenband liegen. Mit f_{RP} ist die Hauptresonanz der Parallelresonatoren bezeichnet, während mit f_{PM} die Lage der Nebenresonanz, also die Resonanzfrequenz der Platten-Mode bezeichnet ist. Diese liegt zwischen den beiden eingezeichneten Linien im Bereich B1Rx also weitgehend im Rx Band von Band 1.

Dort stört sie die Dämpfung des Band 3 Tx Filters, so dass bei Parallelbetrieb in den Bändern 1 und 3 im Band 1 der Empfang gestört sein kann.

[0032] Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen SAW-Filters, welches gegenüber dem herkömmlichen SAW-Filter mit der Durchlasskurve gemäß Fig. 1 bezüglich der Resonanzfrequenzen der Parallelresonatoren verändert ist. In den drei Parallelresonatoren RP1, RP2 und RP3 ist die Fingerperiode p reduziert, sodass sich eine um ca. 15 MHz erhöhte Resonanzfrequenz für die Parallelresonatoren ergibt. Gleichzeitig sind die Parallelresonatoren über jeweils eine Parallelinduktivität LP1 bis LP3 mit einem Festpotenzial, insbesondere mit Masse, verbunden.

[0033] Der entsprechende Serienzweig SZ des Filters verbindet einen ersten Anschluss T1 mit einem zweiten Anschluss T2, die jeweils dem Filterein- bzw. Filterausgang zugeordnet sind. Nicht eingezeichnet sind zusätzliche Reaktanzen, wie sie in einem herkömmlichen Ladder-Type-Design eingesetzt sein können, die jedoch den Kern der Erfindung nicht betreffen.

[0034] Der Wert der Parallelinduktivität wird beispielsweise zwischen 2 und 4 nH gewählt, was einen diskreten, über eine Leiterbahninduktivität hinausgehenden Aufbau erfordert, beispielsweise eine Kupferspule.

[0035] Fig. 4 zeigt den Realteil der Admittanzen der Parallelresonatoren des erfindungsgemäßen Filters nach der Verschiebung der Resonanzen hin zu höheren Frequenzen. Im erfindungsgemäßen Filter sind die Hauptresonanzen f_{RP} der Parallelresonatoren RP näher zusammengerückt und erscheinen bei einer um ca. 15 MHz höheren Frequenz. Parallel mit dieser Hauptresonanz verschiebt sich auch die Nebenmode, hier die Resonanzfrequenz f_{PM} der Platten-Mode, die im festen Abstand zur Hauptresonanz der Resonatoren erscheint.

[0036] Im Vergleich zur Fig. 2, die die gleiche Darstellung für das herkömmliche Filter zeigt, sind die Maxima der Nebenmoden f_{PM} der Parallelresonatoren vollständig aus dem zu unterdrückenden Gegenband, also dem RX-Band des B1-Duplexers, hinausgeschoben. Für das gesamte SAW-Filter ergibt sich dann die in Fig. 5 dargestellte Durchlasskurve.

[0037] Verglichen mit Fig. 1, die die Durchlasskurve eines herkömmlichen Filters ohne die erfindungsgemäße Maßnahme in den Parallelresonatoren zeigt, ist eine deutliche Verbesserung im genannten Gegenband B1RX zu beobachten. Das Maximum f_{PM} der störenden Nebenmode liegt vollständig außerhalb des Gegenbands B1RX und stört daher den Carrier Aggregation Mode zwischen Band 1 und Band 3

nicht mehr. Auch im Passband des Filters zeigt sich keine nachteilige Veränderung.

[0038] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel werden zusätzlich zu den vorgeschlagenen erfindungsgemäßen Maßnahmen noch die Serienzweige des RX-Filters und des TX-Filters über einen Serienresonator an den gemeinsamen Antennenanschluss angebunden und die statische Kapazität CS_{RS} dieses Serienresonators erniedrigt.

[0039] In **Fig. 6** zeigt die obere Kurve den Verlauf des Reflexionsfaktors RF eines derart weiter ausgebildeten Band 3 Duplexers im Frequenzband des Band 1 Tx Gegenbands. Im Vergleich dazu ist der entsprechende Reflexionsfaktor für einen bekannten Duplexer im gleichen Bereich (untere Kurve) dargestellt. Im Carrier Aggregation Mode werden ein Band 1 Duplexer und ein Band 3 Duplexer an einem gemeinsamen Antennenanschluss betrieben. Eine gute Reflexion im jeweiligen Gegenband ist daher für derartige Filter/Duplexer unerlässlich.

[0040] In **Fig. 7** zeigt die obere Kurve den Verlauf des Reflexionsfaktors RF eines erfindungsgemäßen Band 3 Duplexers im Frequenzbereich des Band 1 Rx Gegenbands. Die untere Kurve zeigt den entsprechenden Reflexionsfaktor für einen bekannten Duplexer im gleichen Bereich.

[0041] **Fig. 6** und **Fig. 7** zeigen klar, dass die Reflexion RF des erfindungsgemäßen Band 3 Duplexers – entsprechend den jeweiligen oberen Kurven – im Bereich beider Gegenbänder B1TX, gegenüber der Reflexion des bekannten Filters (entsprechend der jeweiligen unteren Kurve) wesentlich verbessert ist.

[0042] Vor allem liegt das Minimum der Reflexion durch Verschiebung der Resonanz der Nebenmode (siehe **Fig. 7**) nun rechts vom Gegenband B1RX. Dadurch ist der RF innerhalb des gesamten Gegenbands B1RX verbessert. Weiterhin wird durch Erniedrigung der statischen Kapazität der Reflexionsfaktor RF auch im Tx Frequenzbereich B1TX von Band 1 verbessert. Besonders ausgeprägt ist die Verbesserung des Reflexionsfaktors RF jedoch im Rx Gegenband B1RX.

[0043] Die Erfindung konnte nur anhand weniger Ausführungsbeispiele dargestellt werden, ist aber nicht auf diese beschränkt. Prinzipiell ist die Erfindung auf alle Konstellationen anwendbar, in denen die störende Nebenmode im Bereich eines zu unterdrückenden Gegenbands zu liegen kommt. Die störende Nebenmode muss keine Platten-Mode sein, sondern kann eine beliebige andere parasitäre Mode sein. Die Erfindung ist auch nicht nur auf das genannte Ausführungsbeispiel eines B1B3 Carrier Aggregation Modes beschränkt. Sie ist immer dann einsetzbar, wenn der Abstand zwischen Hauptfrequenz

und Nebenmode ungefähr dem Abstand eines Gegenbands vom Hauptband entspricht.

[0044] In ähnlicher Weise ist auch das Substratmaterial der SAW-Filter nicht auf das genannte Lithium-Niobat beschränkt und kann ein beliebiges anderes einkristallines Substrat umfassen.

[0045] Die Anzahl sowohl serieller Resonatoren RS als auch paralleler Resonatoren RP kann von dem in **Fig. 3** gezeigten Beispiel abweichen und höher oder niedriger gewählt werden.

[0046] Ein SAW-Filter kann einen Schichtaufbau oberhalb des piezoelektrischen Substrats aufweisen, der weitere hier nicht genannte Moden ermöglicht. Weiterhin kann der Abstand von Nebenmoden zur Hauptmode durch entsprechend veränderte Materialien verändert werden, sodass die Erfindung dadurch auch auf weitere Konstellationen anwendbar ist.

Bezugszeichenliste

B1RX	Rx Frequenzbereich von Band 1
B1TX	Tx Frequenzbereich von Band 1
C_{RS1}	statische Kapazität von RS1
DPX	Duplexer
f_{PM}	Resonanzfrequenz der Platten-Mode von RP
f_{RP}	Hauptresonanz des Parallelresonators
KS	SiO ₂ Schicht
LP	Parallelinduktivität
p	Fingerperiode
PZ	Parallelzweige
RF	Reflexionsfaktor
RP	Parallelresonator
RS	Seriens resonatoren
RS1	Erster Serienresonator
SZ	Serienzweig
T1	Filtereingang
T2	Filterausgang

Patentansprüche

1. SAW Filter,
– umfassend
– einen zwischen Filterein- und -ausgang verschalteten Serienzweig, in dem Serienresonatoren (RS) angeordnet sind, und
– n parallel zum Serienzweig gegen ein Festpotenzial verschaltete Parallelzweige, in denen jeweils ein Parallelresonator angeordnet ist, wobei $2 \leq n \leq 5$,
– bei dem die Serienresonatoren (RS) zusammen mit den Parallelresonatoren ein Passband aufspannen
– bei dem ein Gegenband oberhalb des Passbands zu unterdrücken ist, das im Frequenzbereich einer auftretenden Nebenmode liegt
– bei dem ein erster Parallelresonator (RP_X) eine Fingerperiode aufweist, die geringer ist als für die Gestaltung eines Passbands erforderlich, so dass sei-

ne Hauptresonanz bei einer höheren Frequenz erscheint

- bei dem die dadurch beeinträchtigte Bandbreite des Passbands durch eine Parallelinduktivität kompensiert wird, die in Serie zum Parallelresonator (RP_X) geschaltet ist

- bei dem durch die Frequenzverschiebung der Hauptresonanz des Parallelresonators (RP_X) auch die Frequenz der störenden Nebenmode aus dem zu unterdrückenden Gegenband des Filters heraus verschoben ist.

2. SAW Filter nach Anspruch 1, bei dem außer dem ersten Parallelresonator (RP_X) weitere Parallelresonatoren (RP) eine höhere Resonanzfrequenz aufweisen und jeweils mit weiteren Parallelinduktivitäten kompensiert sind, die in Serie zum jeweiligen Parallelresonator (RP) geschaltet sind.

3. SAW Filter nach Anspruch 1 oder 2, aufgebaut auf einem Lithiumniobat Substrat mit einem Schnittwinkel zwischen rot 125 und rot 130.

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.

5. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Parallelinduktivität als Kupferspule ausgebildet ist.

6. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das SAW Filter ein Tx Filter eines Duplexers ist bei dem auch das Rx Filter des Duplexers aus Serienresonatoren und Parallelresonatoren aufgebaut ist bei dem der Serienzweig des Rx Filters und des Tx Filters des Duplexers beide über einen ersten Serienresonator mit einer Antenne verbunden sind bei dem die ersten Serienresonatoren eine geringere statische Kapazität aufweisen als die übrigen Serienresonatoren.

7. SAW Filter nach Anspruch 6,

- bei dem der Duplexer zum Betrieb in Band 3 ausgelegt ist und
- bei dem das zu unterdrückende Gegenband das Rx Band von Band 1 ist.

8. SAW Filter nach Anspruch 6 oder 7, bei dem der oder die ersten Serienresonatoren mit der geringen statischen Kapazität kaskadiert sind, um eine erforderliche Leistungsfestigkeit zu erzielen.

9. Verfahren zum Verschieben einer störenden Vertikal- oder Platten-Mode eines auf einem Lithiumniobat Substrat aufgebauten und Raleigh Wellen nutzenden SAW Filters,

- a) bei dem in einem ersten Schritt das Filter aus SAW Resonatoren entworfen wird, um ein Passband mit ei-

ner gegebenen Spezifikation zu erhalten, wobei Serienresonatoren (RS) in einem zwischen Filtereinund -ausgang verschalteter Serienzweig angeordnet werden und bei dem n parallel zum Serienzweig gegen ein Festpotenzial verschaltete Parallelzweige vorgesehen werden, in denen jeweils ein Parallelresonator angeordnet wird, wobei die Parallelresonatoren und die Serienresonatoren (RS) jeweils einen Schichtaufbau über einem piezoelektrischen Substrat aufweisen, der die Ausbreitung einer akustischen Platten-Mode begünstigt

- b) bei dem der oder die ersten Parallelresonatoren ermittelt werden, deren Platten-Moden die Unterdrückung in einem parallelen Frequenzband oberhalb des Passbands stören,

- c) bei dem die Fingerperiode dieser ersten Parallelresonatoren verringert wird, bis die Platten-Mode aus dem parallelen Frequenzband herausgeschoben ist

- d) bei dem die Bandbreite des Passbands durch serielles Verschalten derjenigen Parallelzweige mit dem oder den ersten Parallelresonatoren mit einer Induktivität auf einen gegebenen Wert erhöht wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

- bei dem in Schritt a) das Filter bezüglich seiner Durchlasscharakteristik im Passband und im nahen Stoppband optimiert wird

- bei dem in Schritt b) die Lage der Platten-Moden durch Simulation mit einem mathematischen Modell oder durch Experiment ermittelt werden

- bei dem in Schritt c) die Hauptresonanz der ersten Parallelresonatoren zumindest um einen solchen Betrag zu höheren Frequenzen verschoben wird, bis zumindest das Maximum eines durch die Platten-Mode induzierten Peaks aus dem parallelen Frequenzband herausgeschoben ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Fig 1

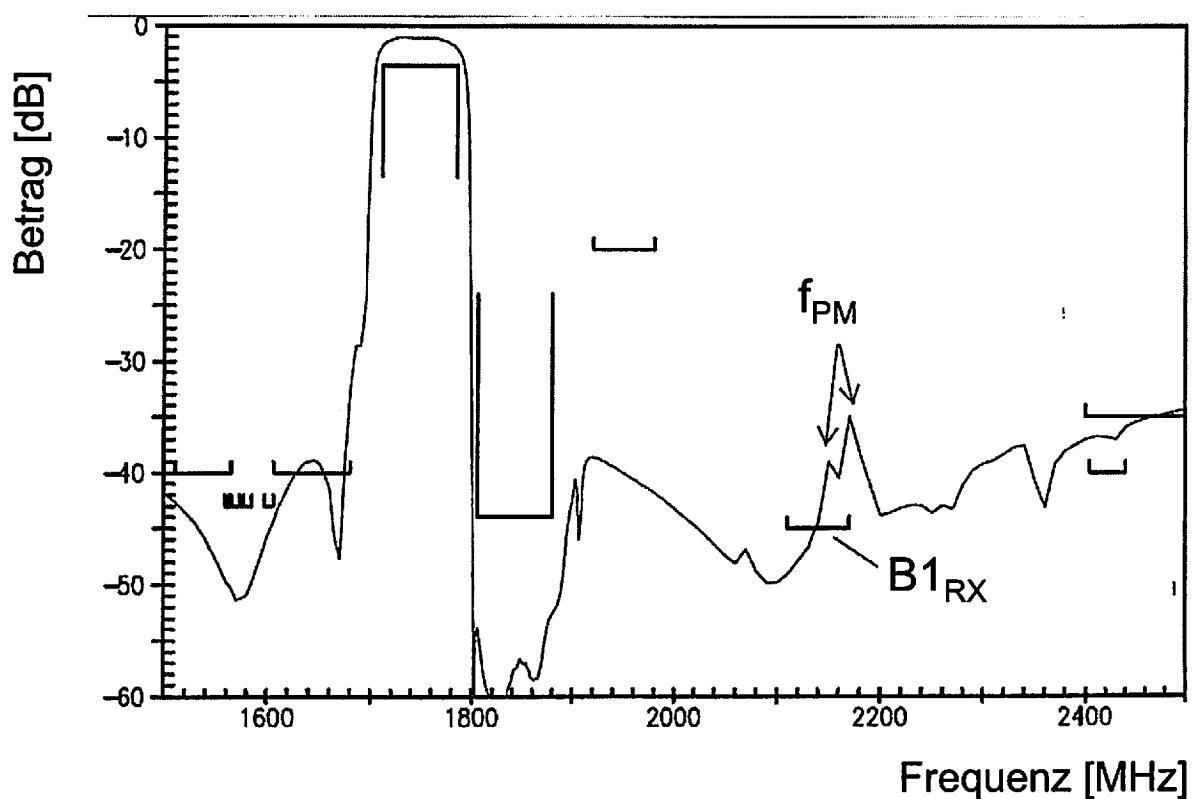


Fig 2

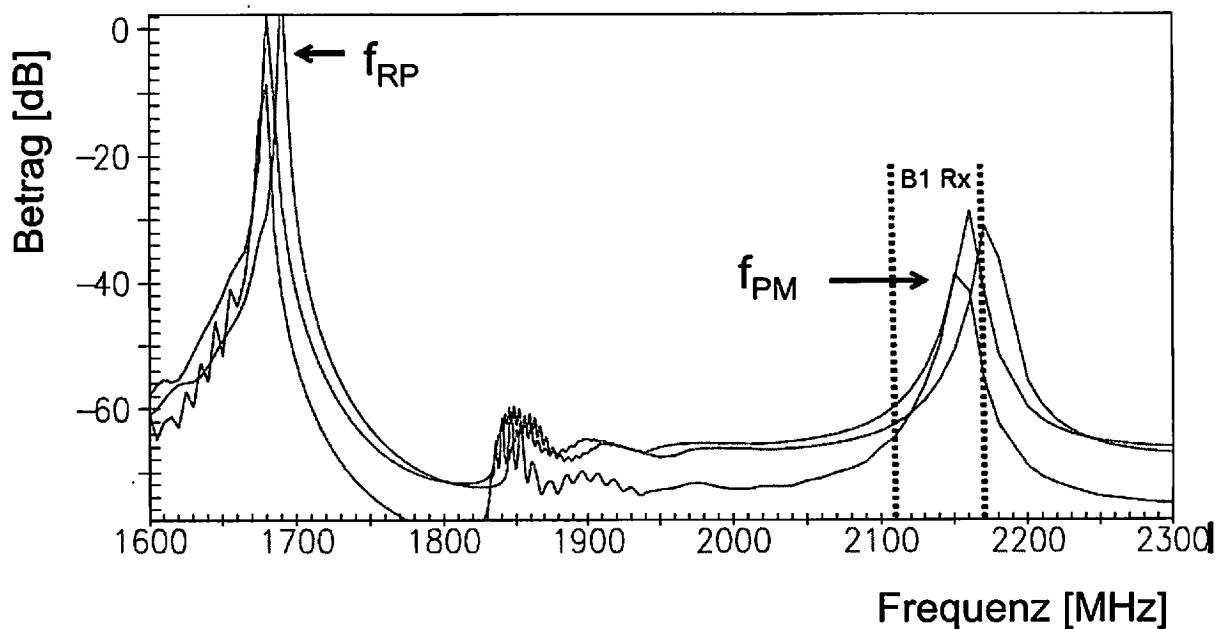


Fig 3

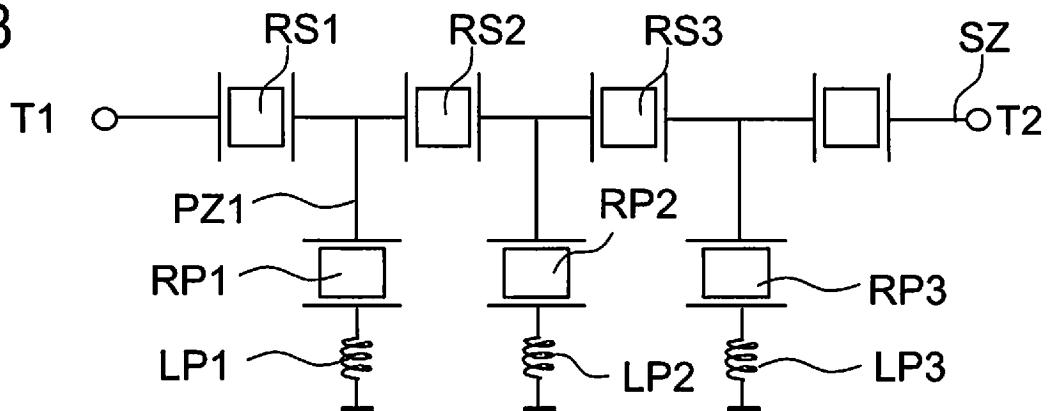


Fig 4

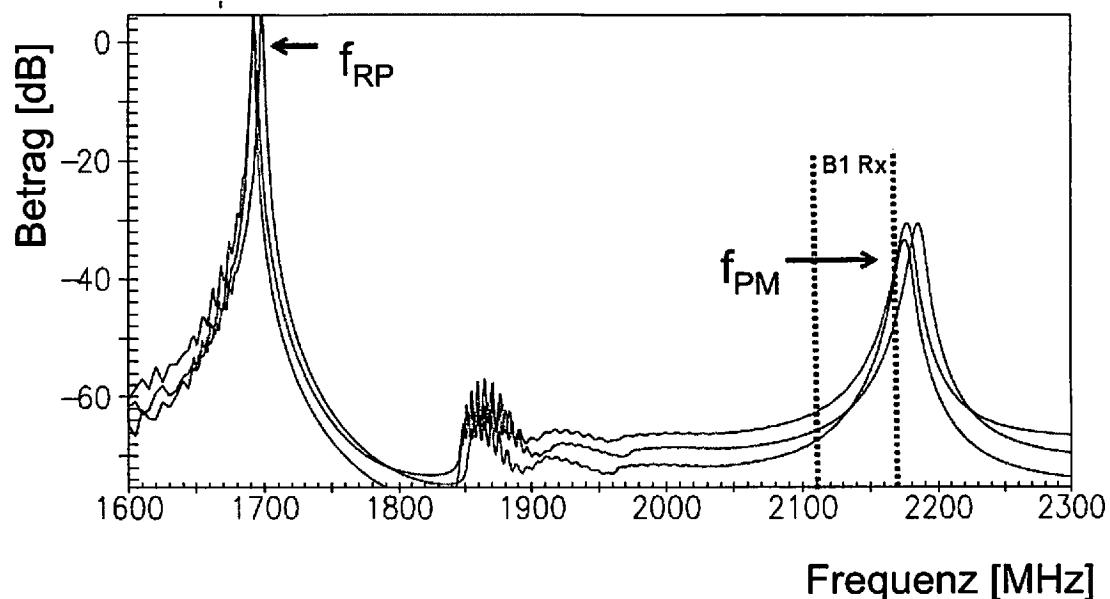


Fig 5

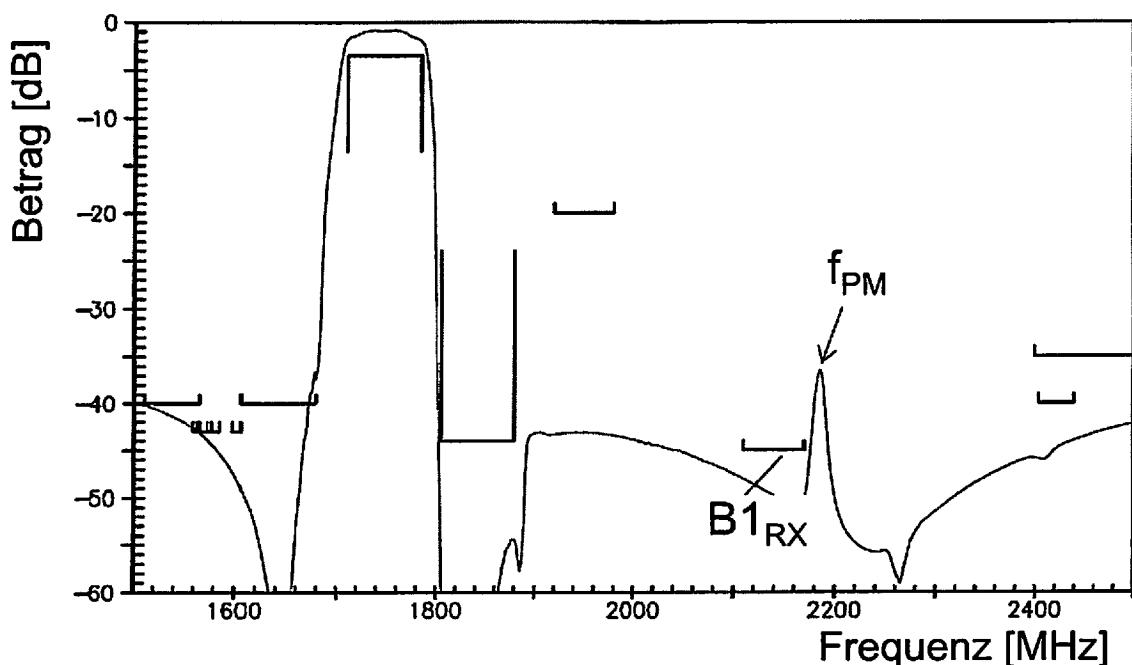


Fig 6

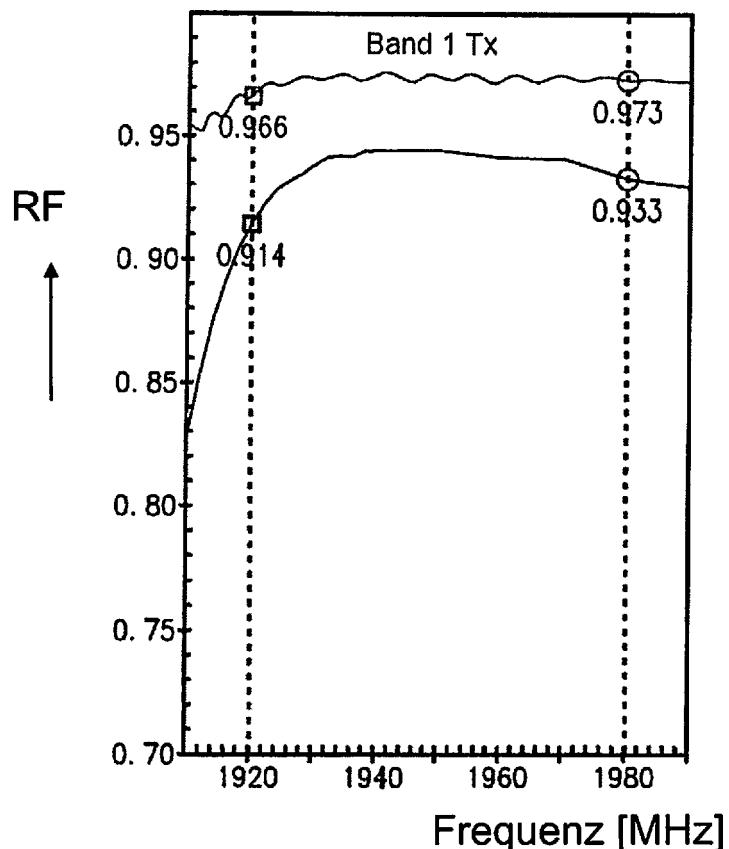


Fig 7

