



(10) **DE 10 2016 123 701 A1** 2018.06.07

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 123 701.9**

(22) Anmeldetag: **07.12.2016**

(43) Offenlegungstag: **07.06.2018**

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

(71) Anmelder:
SnapTrack, Inc., San Diego, Calif., US

(74) Vertreter:
BARDEHLE PAGENBERG Partnerschaft mbB
Patentanwälte, Rechtsanwälte, 81675 München,
DE

(72) Erfinder:
Dengler, Thomas, 80686 München, DE; Bauer,
Thomas, Dr., 81476 München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

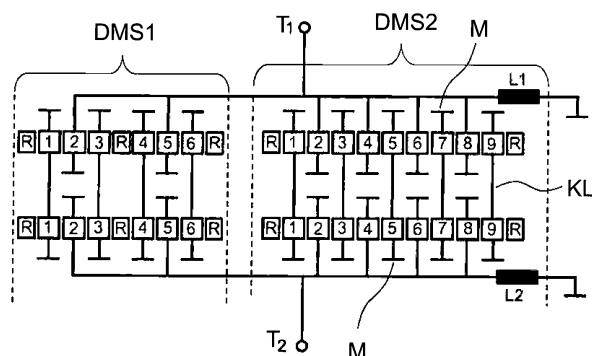
DE	10 2010 021 164	A1
US	2003 / 0 169 129	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **SAW-Filter mit hoher Bandbreite**

(57) Zusammenfassung: Ein breitbandiges SAW Filter wird durch Parallelschaltung zweier DMS Filter erhalten, die jeweils einen Teilbereich des gesamten Filterpassbands abdecken. Die DMS Filter sind jeweils zweispurig und mit sechs bzw. neun Wandlern pro Spur ausgestattet.



Beschreibung

[0001] Wichtige Spezifikationen von Empfangsfiltern sind minimale Einfügedämpfung im Passband, Bandbreite des Passbands, Unterdrückung des Gegenbands oder der Gegenbänder und die Impedanzanpassung des Filters im Passband. Für Filter, die besonders breite Frequenzbänder abdecken sollen, ist es schwierig, eine gute Impedanzanpassung über die gesamte Bandbreite zu erzielen und dabei sowohl die Einfügedämpfung klein zu halten als auch die notwendige Flankensteilheit auf der linken Seite des Passbandes zu erreichen. Normalerweise flachen die Flanken des Passbands mit zunehmender Bandbreite ab. Damit verschlechtert sich gleichzeitig die Abgrenzung des Passbands gegen benachbarte Bänder.

[0002] Bei RX-Filtern, die besonders breite Frequenzbänder abdecken müssen, wurde bisher das Frequenzband in zwei Teile geteilt und für die halbierten Frequenzbänder jeweils diskrete Filter eingesetzt, die je einem halben Frequenzband zugeordnet sind und je nach benutztem Frequenzteilbereich mit Hilfe von Schaltern ausgewählt werden können.

[0003] Mit Hilfe der Carrier Aggregation gelingt es, parallel zwei Frequenzbänder für eine Signalübertragung zu nutzen, um so eine höhere Bandbreite für datenintensive Signale zur Verfügung zu stellen. Da die beiden Frequenzbänder bei der Carrier Aggregation gleichzeitig betrieben werden müssen, werden dafür Bandkombinationen ausgewählt, die einen größeren Frequenzabstand zueinander aufweisen. Dadurch werden von einem Filter ausgehende akustische Störeffekte im Band des anderen Filters vermieden. Dann ist es unter Verwendung geeigneter Anpassnetzwerke möglich, die Filter so gut anzupassen, dass gleichzeitiger Betrieb in beiden aggregierten Bändern möglich ist.

[0004] Empfangsfilter werden üblicherweise als Abzweigschaltung mit darin angeordneten Impedanzelementen oder aus einzelnen Einspur- oder Zweispur-DMS-Filtern aufgebaut. Auch Kombinationen der beiden Techniken sind möglich.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein breitbandiges Empfangsfilter zur Verfügung zu stellen, welches die eingangs genannten Spezifikationen sicher erfüllt.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein SAW-Filter nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhaft Ausgestaltungen der Erfindung sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

[0007] Es wird ein SAW-Filter angegeben, welches ein erstes und ein zweites DMS-Filter umfasst, die zwischen einem Filtereingang und einem Filteraus-

gang parallel miteinander verschaltet sind. Jedes der beiden DMS-Filter umfasst zwei akustische Spuren, die seriell miteinander verschaltet sind. Erstes und zweites DMS-Filter decken jeweils einen Teilbereich eines Passbands ab und spannen zusammen das volle Passband des SAW-Filters auf.

[0008] Das erste DMS-Filter ist für einen tieferen Teilbereich des Passbands ausgelegt und weist sechs Wandler pro akustischer Spur auf. Das zweite DMS-Filter ist für den höheren Teilbereich des Passbands ausgelegt und weist neun Wandler pro akustischer Spur auf. Mit einem solchen erfindungsgemäßen Filter lässt sich ein besonders breites Passband mit einer Bandbreite von 5 Prozent und mehr abdecken. Die Bandbreite ist ausreichend, zwei nebeneinander liegend definierte Frequenzbänder abzudecken, so dass ein einziges Filter für zwei Bänder eingesetzt werden kann.

[0009] Besonders vorteilhaft wirkt das SAW-Filter, wenn in den beiden vom SAW Filter abgedeckten Bändern ein Carrier Aggregation-Betrieb stattfinden kann.

[0010] Für das erste DMS-Filter, das den unteren Teil des Passbandes abdeckt, wird in einer Ausgestaltung ein zusätzlicher Mittenreflektor eingesetzt. Mit dem Mittenreflektor wird ein Passband erhalten, welches eine besonders steile linke Flanke aufweist. Daher kann es besonders vorteilhaft zur guten Unterdrückung des TX-Frequenzbereiches eingesetzt werden, der knapp unterhalb des RX-Frequenzbereiches liegt.

[0011] Der zusätzliche Mittenreflektor ist so konstruiert, dass akustische Wellen mit innerhalb des Passbandbereichs liegenden Frequenzen wirksam reflektiert werden. Akustische Wellen unter- und oberhalb der Stoppbandfrequenzen des Reflektors können diesen passieren und erzeugen in benachbarten Wandlern Interferenz- und Auslöschungseffekte. Dies führt zu einer zusätzlichen Unterdrückung von Frequenzen außerhalb des Passbands.

[0012] Der zusätzliche Mittenreflektor kann sowohl eine gerade wie auch eine ungerade Anzahl von Reflektorfingern aufweisen. Da sich der Anteil der vom Reflektor reflektierten Signale mit jedem zusätzlichen Finger erhöht kann auf diese Weise die Reflexion und Transmission für Passbandfrequenzen eingestellt werden. Für Signale außerhalb des Reflektorstopbands, die den Reflektor passieren können stellt sich mit jedem zusätzlichen Reflektorfinger ein Phasenversatz von ca. 180° ein. Da der richtige Phasenversatz auch für die Interferenz eine wichtige Rolle spielt, kann über eine gerade oder ungerade gewählte Anzahl von Reflektorfingern der Frequenzbereich und der Grad der Auslöschung durch Interferenz eingestellt werden. Die Lage des Reflektorstopbands im

Bezug auf das Filterpassband kann durch die Fingerperiode des Reflektors beeinflusst werden.

[0013] Die Phase eines Wandler kann auch durch die Fingeranschlussfolge im Wandler eingestellt werden. Zwischen zwei benachbarten Wandlern können unterschiedliche Finger-Finger-Übergänge eingestellt werden.

[0014] Ist ein endständiger Finger eines Wandler mit einem von Masse unterschiedlichen Potential belegt, so wird dieser als heiß bezeichnet. Die mit Masse verbundenen oder auf virtueller Masse liegenden endständigen Finger werden als Massefinger bezeichnet.

[0015] In einer Ausführungsform der Erfindung weist das erste DMS-Filter einen symmetrischen Aufbau bezüglich der Wandleranordnung innerhalb einer akustischen Spur auf, nicht aber bezüglich der Fingeranschlussfolge. Das Eingangsbeziehungsweise Ausgangssignal wird an zwei als Eingangswandler bezeichnete Wandler angelegt. Beiderseits benachbart zu jedem der beiden Ein- oder Ausgangswandler sind als Koppelwandler dienende Wandler angeordnet. Diese sind in der zweiten akustischen Spur wiederum mit einem Koppelwandler verbunden.

[0016] Die zweite akustische Spur kann als Spiegelbild der ersten akustischen Spur ausgebildet sein, wobei die Spiegelebene zwischen den beiden akustischen Spuren angeordnet ist. In einer akustischen Spuren sind vier Koppelwandler über jeweils eine Koppelleitung mit den jeweiligen Koppelwandlern der zweiten akustischen Spur verbunden. Die Ein- und Ausgangswandler sind an ihrem dem Ein- beziehungsweise Ausgang gegenüberliegenden Ende mit Masse verbunden.

[0017] Die Koppelwandler können an ihren der Koppelleitung gegenüber liegenden Ende ebenfalls mit Masse verbunden sein. Möglich ist es jedoch auch, die Phase zweier aufeinander folgender Koppelwandler so einzustellen, dass die Koppelleitungen gegenphasig betrieben werden können. Gegenphasig bezieht sich dabei auf zwei beiderseits eines Ein- oder Ausgangswandlers angeordnete Koppelwandler. Verbindet man die Masseseite dieser gegenphasig betriebenen Koppelwandler, so erhält man eine virtuelle Masse, die nicht mit einem Festpotential verbunden werden muss und damit keine Masseströme erzeugt. Werden die verbundenen Massen dieser gegenphasig betriebenen Koppelwandler dennoch mit Masse verbunden, so fließen bestenfalls minimale Masseströme, z. B. zu einem Masseanschluss eines Gehäuses, in dem das SAW-Filter angeordnet sein kann. Durch die Verkopplung der Masseanschlüsse zweier benachbarter Koppelwandler zu einer virtuellen Masse und durch den gegenphasigen Betrieb

dieser zwei Koppelwandler werden Leitungsverluste verringert, ebenso Verkopplungen.

[0018] Die endständigen Wandlerfinger der Ein- oder Ausgangswandler sind vorzugsweise mit Masse verbunden. Auf einer Seite eines Ein- oder Ausgangswandlers weist der endständige Wandlerfinger des benachbarten Koppelwandlers einen heißen Finger auf, der benachbarte Koppelwandler auf der anderen Seite des Ein- oder Ausgangswandlers dagegen einen Massefinger. Entsprechendes gilt auch für die andere Hälfte der durch den Mittenreflektor getrennten akustischen Spur, bei der beiderseits des Ein- oder Ausgangswandlers ebenfalls sowohl ein Heiß/Masse- als auch ein Masse/Masse-Übergang eingestellt sein kann.

[0019] Das zweite DMS-Filter für den oberen Teil des Passbandes weist neun Wandler auf, wobei Koppelwandler und Einbeziehungsweise Ausgangswandler vorzugsweise ohne Mittenreflektor alternierend angeordnet sind. Erste und zweite akustische Spur verhalten sich wieder wie Bild und Spiegelbild mit einer parallel zur akustischen Spur verlaufenden Spiegelebene. Vorzugsweise sind vier Ein- und Ausgangswandler und fünf Koppelwandler vorgesehen. Die Phasen der Koppelwandler können so eingestellt werden, dass zwei benachbarte Koppelwandler, insbesondere jeweils die beiden äußeren Koppelwandler in der Spur gegenphasig betrieben werden können. Der mittlere Koppelwandler beziehungsweise die die beiden Koppelwandler aus erster und zweiter akustischer Spur verbindende Koppelleitung kann dann ebenfalls gegenphasig zu den beiden benachbarten Koppelwandlern betrieben werden. Eine virtuelle Masse ergibt sich jedoch nur für paarweise verbundene Koppelwandler mit gegenphasigem Koppelbetrieb.

[0020] Eine akustische Spur eines DMS-Filter mit neun Wandlern ist gegenüber einer DMS-Spur mit einer kleineren Anzahl von Wandlern vorteilhaft, da dies zu einer Reduzierung der Apertur führt. Damit eingehend reduziert sich auch der Verlust durch den Fingerwiderstand.

[0021] Eine gerade Anzahl von Ein- und Ausgangswandlern in erstem und zweitem DMS-Filter ermöglicht es auch, das SAW-Filter symmetrisch zu betreiben, so dass zumindest eines aus Ein- oder Ausgangssignal als Balanced Signal anliegen kann, dessen beide Phasen um 180 Grad gegeneinander versetzt sind.

[0022] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist jedes der beiden DMS-Filter auf einem Lithiumniobat Substrat, kurz auf einem LN-Substrat aufgebaut. Der hohe Temperaturgang des LN-Substrats wird über eine dielektrische Beschichtung kompensiert, so dass der Temperaturkoeffizient des SAW-Filters insgesamt re-

duziert ist. Die dielektrische Deckschicht kann beispielsweise aus Siliziumoxid oder Siliziumnitrid ausgeführt sein.

[0023] In einem DMS-Filter auf LN-Substrat mit einer dielektrischen Deckschicht ist ein besonders verlustarmer Wellentyp ausbreitungsfähig, den das Filter vorteilhaft nutzen kann. Dieser Wellentyp wird auch als Rayleigh-Mode bezeichnet.

[0024] Diese Technologie mit dem verlustarmen Wellentyp und der Temperaturkompensation auf Lithiumniobat Substrat wird auch als HQ-TCF-Technologie oder TC-SAW bezeichnet. Damit werden Verluste des ersten Filters im oberen Teil des Passbands, für den das zweite DMS-Filter verantwortlich ist, wirksam reduziert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass auf Lithiumniobat-Substraten mit dielektrischen Deckschichten keine Volumenwellen in den relevanten Frequenzbereichen angeregt werden.

[0025] Zudem ist der Betrag des Reflexionsfaktors eines jeden der Filter außerhalb des Passbands weit näher bei 1 als bei anderen Technologien, so dass das Filter verlustfreier ist. Ein hoher Reflexionsfaktor außerhalb des Passbands ist eine Voraussetzung für störungsfreies und verlustarmes Multiplexen, so dass das erfindungsgemäße SAW-Filter besonders gut in einem Multiplexer Verwendung finden kann.

[0026] Durch die relativ hohe Anzahl an Wandlern im ersten und zweiten DMS-Filter können die Anschlüsse der jeweiligen Wandler nur unter Ausbildung einer entsprechend hohen Anzahl von Leiterbahnkreuzungen ausgeführt werden. Dazu werden vorteilhaft zwei Metallisierungslagen eingesetzt, die mit Hilfe einer dazwischen angeordneten dielektrischen Schicht gegeneinander isoliert sind. Als dielektrische Schicht kann die genannte Deckschicht eingesetzt werden. Die Deckschicht wird dabei so strukturiert, dass die mit der zweiten Metalllage zu verbindenden Wandleranschlüsse von der dielektrischen Deckschicht unbedeckt bleiben. Es kann aber auch eine separate dielektrische Schicht nur für den Zweck der Kreuzung eingesetzt werden, die die akustisch aktiven Fingerbereiche der Spuren nicht überdeckt.

[0027] Vorteilhaft zur Reduzierung des Chipflächenbedarfs und auch von parasitären Kapazitäten werden in der unmittelbaren Umgebung einer DMS Spur alle signalführenden Leiterbahnen in der ersten unteren Metallisierungslage ausgeführt, die Masseanschlüsse dagegen in der zweiten Metallisierungslage. Dabei ist es prinzipiell möglich, alle Masseanschlüsse einer akustischen Spur miteinander zu verbinden, indem entweder eine großflächige Masseanbindung aufgebracht wird oder indem die Masseanschlussleitung so geführt wird, dass sie alle Masseanschlüsse der jeweiligen akustischen Spur miteinander verbindet.

[0028] Möglich ist es jedoch auch, jeweils nur die auf einer Seite der akustischen Spur mündenden Masseanschlüsse der Wandler miteinander zu verbinden. Die auf der gegenüber liegenden Seite der akustischen Spur liegenden Masseanschlüsse werden dann mit einer weiteren Masseleitung verbunden. Jede Masseleitung kann mit einem separaten externen Masseanschluss verbunden sein. Da jeweils zwei akustische Spuren pro DMS Filter vorhanden sind, kann jedes der DMS-Filter dementsprechend mit zwei oder vier externen Masseanschlüssen verbunden sein, je nachdem, wie die Masseanbindung der Wandler vorgenommen wird.

[0029] Wird pro akustischer Spur eine Masseanbindung verwendet, so können sämtliche Masseanschlüsse der Wandler einer akustischen Spur mit einer schleifenförmigen Metallisierung in der zweiten Metallisierungslage verwirklicht werden. Diese schleifenförmige Metallisierung ist so ausgeführt, dass sie den akustisch aktiven Bereich der akustischen Spuren nicht überlappt und nur die in den Strukturlücken dielektrischen Deckschicht freiliegenden Masseanschlüsse der ersten Metallisierungslage kontaktiert.

[0030] Um die akustischen Spuren besser zu entkoppeln, können die Massen jeder akustischen Spur mit einem unterschiedlichen externen Masseanschluss am Gehäuse verbunden werden.

[0031] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist zum jeweiligen Signalein- beziehungsweise -ausgang des SAW-Filters jeweils eine Spule parallel gegen Masse geschaltet. Mit den beiden Spulen gelingt eine gute Impedanzanpassung der Verschaltung.

[0032] Wenn das SAW-Filter zumindest auf einer Seite symmetrisch angeschlossen beziehungsweise betrieben wird, ist pro symmetrischer Seite eine Spule erforderlich, die zwischen die beiden jeweiligen Anschlüsse geschaltet wird.

[0033] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von konkreten Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die gezeigten Filterstrukturen sind nur schematisch und vereinfacht dargestellt. Des Weiteren sind die Figuren nicht maßstabsgetreu, da einzelne Teile vergrößert oder verkleinert dargestellt sein können, so dass den Figuren weder absolute noch relative Maßangaben zu entnehmen sind.

Fig. 1 zeigt eine schematische Verschaltung der beiden DMS-Filter zum SAW-Filter,

Fig. 2 zeigt die Übertragungskurve des erfindungsgemäßen SAW Filters für ein ausgewähltes Band,

Fig. 3 zeigt ausschnittsweise den Passbandbereich der Übertragungskurve,

Fig. 4 zeigt schematisch eine akustische Spur des ersten DMS-Filters unter Angabe der Fingeranschlussfolge,

Fig. 5 zeigt eine erste mögliche Metallisierungslage für das erste DMS-Filter,

Fig. 6 zeigt die Struktur der über der ersten Metallisierungslage aufgetragenen dielektrischen Deckschicht,

Fig. 7 zeigt die Anordnung nach dem Aufbringen der zweiten Metallisierungslage über der dielektrischen Deckschicht,

Fig. 8 zeigt die Übertragungskurven für die zwei isoliert betrachteten DMS-Filter,

Fig. 9 zeigt ausschnittsweise die Übertragungskurven von zwei ersten DMS-Filtern, die einmal mit und einmal ohne Mittenreflektor ausgeführt sind.

[0034] **Fig. 1** zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen SAW-Filters. Dabei ist auf die Darstellung von Elektroden und Reflektorfingern verzichtet, so dass die einzelnen Reflektoren und Wandler in der Figur nur als Kästchen ausgeführt sind. Die Reflektoren sind mit R bezeichnet, während die Wandler innerhalb jeder akustischen Spur durchnummeriert sind.

[0035] Das erste DMS-Filter **DMS1** ist im linken Teil der Figur dargestellt, das zweite DMS-Filter **DMS2** im rechten Teil der Figur. In der Figur sind die beiden ersten akustischen Spuren aus erstem und zweitem DMS-Filter **DMS1**, **DMS2** auf gleicher Höhe dargestellt. Bei einem realen Bauelement kann es aus Platzgründen jedoch vorteilhaft sein, die Spuren gegeneinander zu verschieben.

[0036] Erste und zweite akustische Spur eines jeden Filters sind jedoch nahe benachbart geführt, um die Länge der Kopplungsleitungen gering zu halten. Erste und zweite akustische Spur verhalten sich zueinander wie Bild und Spiegelbild mit einer parallel zu den akustischen Spuren gelegenen Spiegelebene.

[0037] Das gesamte SAW-Filter ist zwischen einem ersten und einem zweiten Anschluss **T1**, **T2** verschaltet, die wahlweise dem Filtereingang oder dem Filterausgang zugeordnet sein können. Aufgrund der symmetrischen Ausführung des SAW-Filters führen beide unterschiedliche Zuordnungen von Ein- und Ausgang zu erstem und zweitem Anschluss zum gleichen Filterverhalten.

[0038] Jede der akustischen Spuren der beiden DMS-Filter ist beidseitig von je einem Reflektor R begrenzt. Im ersten DMS-Filter **DMS1** weist jede der

beiden akustischen Spuren einen mittig angeordneten Mittenreflektor R auf, der die akustische Spur in zwei gleiche bzw. symmetrische Hälften teilt. Dies bedeutet aber nicht, dass sich die Fingeranschlussfolgen in den beiden Hälften symmetrisch zueinander verhalten, sondern nur die Anordnung der Wandler.

[0039] Die Wandler 2 und 5 der ersten akustischen Spur des ersten DMS-Filters **DMS1** sind mit dem ersten Anschluss **T1** verbunden. Die Wandler 1, 3, 4 und 6 stellen Koppelwandler dar, die über jeweils eine Koppelleitung **KL** mit dem entsprechenden Koppelwandler der zweiten akustischen Spur verbunden sind. Dem entsprechend sind die Wandler 2 und 5 der zweiten akustischen Spur mit dem zweiten Anschluss **T2** des SAW-Filters verbunden.

[0040] Im zweiten DMS-Filter **DMS2** sind die neun Wandler jeder der beiden Spuren alternierend zwischen zwei endständigen Reflektoren R angeordnet. Vier der Wandler mit den Nummern 2, 4, 6 und 8 in der ersten Spur sind mit dem ersten Anschluss **T1** des SAW-Filters verbunden. Die Wandler 1, 3, 5, 7 und 9 sind Koppelwandler und sind mittels Koppelleitungen mit den entsprechenden Koppelwandlern der zweiten akustischen Spur des zweiten DMS-Filters **DMS2** verbunden. Dem entsprechend sind die Wandler 2, 4, 6 und 8 der zweiten akustischen Spur des zweiten DMS-Filters **DMS2** mit dem zweiten Filteranschluss **T2** verbunden.

[0041] Parallel zum ersten Anschluss **T1** des SAW-Filters ist eine erste Spule **L1** gegen Masse geschaltet. Eine zweite Spule **L2** ist parallel zum zweiten Anschluss **T2** ebenfalls gegen Masse geschaltet.

[0042] **Fig. 2** zeigt die Übertragungsfunktion **S21** eines erfindungsgemäßen Filters, welche im Ausführungsbeispiel die Frequenzen der beiden Bänder B3 und B39 abdeckt. Das Empfangsband für Band B3 reicht von 1805 bis 1880 Megahertz. Direkt oberhalb des RX-Bandes von Band B3 schließt sich das RX-Band von Band B39 an, welches von 1880 bis 1920 Megahertz reicht.

[0043] Das erfindungsgemäße SAW-Filter hat somit ein Passband, welches von 1805 Megahertz mit 1920 Megahertz reicht und somit beide Bänder abdeckt. Insgesamt weist es also ein Passband mit einer relativen Bandbreite von über sechs Prozent auf. Dennoch weist das Filter ein Passband mit steiler linker Flanke auf, das daher scharf gegen den benachbarten TX-Frequenzbereich von Band B3 abgegrenzt ist.

[0044] Die Einfügedämpfung im Passband ist gering und liegt zwischen 1,41 und 2,76 dB. Im unteren Stoppband, also bei Frequenzen unterhalb des Passbands weist das Filter eine hohe Unterdrückung von über 40 dB auf. Im oberen Stoppband fällt zwar die Passbandflanke direkt steil ab, erreicht jedoch erst

im Bereich der Band 1 Frequenzen bei ca. 2100 Megahertz gleich gute Dämpfungswerte wie im unteren Stoppband.

[0045] **Fig. 3** zeigt als vergrößert dargestellten Ausschnitt von **Fig. 2** den Passbandbereich, an dem sich die niedrige Einfügedämpfung gut ablesen lässt.

[0046] **Fig. 4** zeigt eine akustische Spur des ersten DMS-Filters, bei der durch Buchstaben **h** und **m** der Fingeranschluss bzw. das anliegende Potential der jeweils endständigen Wandlerfinger an den Wandler/Wandlerübergängen dargestellt ist.

[0047] Im Ausführungsbeispiel ist zum Beispiel ein endständiger Finger des ersten Wandlers W1 heiß (**h**), während der benachbarte endständige Finger des Wandlers W2 auf Masse **m** liegt.

[0048] Am Übergang vom zweiten Wandler W2 zum dritten Wandler W3 führen beide endständige Finger Massepotential **m**. Entsprechendes gilt für die rechte Hälfte der ersten akustischen Spur des ersten DMS-Filters. Dort erfolgt der Übergang vom vierten zum fünften Wandler W4/W5 von einem heißen **h** zu einem Massefinger **m**, am Übergang vom fünften Wandler W5 zum sechsten Wandler W6 liegen beide endständigen Wandlerfinger auf Masse **m**.

[0049] Die Masseanschlüsse der jeweiligen Wandler sind mit M1 bis M6 durchnummeriert. In realen Ausführungen können alle sechs Masseanschlüsse M1 bis M6 mit derselben (externen) Gehäusemasse verbunden werden.

[0050] Die endständigen Wandler **R_E** und **R_E**, begrenzen die erste akustische Spur des ersten DMS-Filters. Die endständigen Reflektoren **R_E** weisen vorzugsweise ebenso wie der Mittenreflektor ein Stoppband im Bereich der Mittenfrequenz des ersten DMS-Filters auf. Der Mittenreflektor **R_M** kann eine geringere Anzahl an Reflektorfingern aufweisen als die jeweils endständigen Reflektoren **R_E**. Dadurch wird die Durchlässigkeit des Mittenreflektors **R_M** im Stoppband erhöht.

[0051] **Fig. 5** zeigt die erste Metallisierungslage **ME1** des ersten DMS-Filters. In der ersten Metallisierungslage sind alle Wandler **W**, die signalführenden Zu- und Ableitungen sowie die Kopplungsleitungen **KL**, die Masseanschlüsse **M** und die Reflektoren **R** realisiert. Die Masseanschlüsse **M** sind vorzugsweise zu je einem Pad vergrößert.

[0052] Über der ersten Metallisierungslage **ME1** wird nun eine dielektrische Deckschicht **DE** aufgebracht und so strukturiert, dass die gesamten akustischen Spuren, also die akustisch aktiven Wandler **W** samt Reflektoren **R** von der dielektrischen Deckschicht bedeckt sind. Von der dielektrischen Deckschicht **DE**

unbedeckt bleiben nur die Masseanschlüsse **M** der Wandler und Reflektoren **R** ebenso wie Leitungen außerhalb der akustischen Spur, die ausreichend weit von Leiterbahnkreuzungen entfernt sind. **Fig. 6** zeigt die Fläche, die von der dielektrischen Deckschicht **DE** bedeckt ist.

[0053] Über der dielektrischen Deckschicht **DE** wird nun die zweite Metallisierungslage **ME2** aufgebracht, die von der Zusammensetzung her einer herkömmlichen Pad-Verstärkung entspricht. Diese ist deutlich dicker als die erste Metallisierungslage und weist daher einen wesentlich kleineren elektrischen Widerstand auf. Dadurch werden Verluste in den durch die zweite Metallisierungslage verstärkten beziehungsweise verbundenen Leitern reduziert.

[0054] Die zweite Metallisierungslage **ME2** ist so strukturiert, dass sie zumindest die Masseanschlüsse der Wandler und Reflektoren in der ersten Metallisierungslage **ME1**, die von der dielektrischen Deckschicht **DE** unbedeckt sind, kontaktiert. Leiterbahnen in der zweiten Metallisierungslage **ME2** werden entfernt von der akustischen Spur einem externen Masseanschluss zugeführt, vorzugsweise seitlich der akustischen Spur.

[0055] In der **Fig. 7** ist die zweite Metallisierungslage pro akustischer Spur jeweils als geschlossene Schleife realisiert, die die jeweilige akustische Spur rahmenförmig umschließt, die akustische Spur selbst aber unbedeckt lässt. Dabei kontaktiert sie sämtliche Masseanschlüsse der ersten Metallisierungslage **ME1**.

[0056] In gleicher Weise ist auch die zweite akustische Spur in der zweiten Metallisierungslage **ME2** von einer rahmenförmigen oder schleifenförmigen Leiterbahn umschlossen, die sämtliche Masseanschlüsse **M** kontaktiert. Nicht dargestellt ist eine Verstärkung/Aufdickung der von der akustischen Spur wegführenden Leiterbahnen, die zur Reduzierung der Verluste ebenfalls in der zweiten Metallisierungslage ausgeführt werden kann. Da die dielektrische Deckschicht **DE** sämtliche Elektroden- und Wandlerfinger sowie die Koppelleitungen **KL** und die wandlernahen Zuleitungen überdeckt, sind diese gegen die zweite Metallisierungslage **ME2** beziehungsweise die in der zweiten Metallisierungslage realisierte Metallisierung elektrisch isoliert.

[0057] In der **Fig. 7** sind für die beiden akustischen Spuren jeweils eigene Masseleitungen vorgesehen, die alle Masseanschlüsse **M** einer akustischen Spur mit einem externen Masseanschluss am Gehäuse kontaktieren. Durch die für jede Spur separate Masseanbindung gelingt eine elektrische Entkopplung der mit dem Eingang verbundenen Wandler von den mit dem Ausgang verbundenen Wandlern. Dadurch wird ein Übersprechen vermieden.

[0058] Wie bereits erwähnt kann die Masseanbindung aber auch für beide akustischen Spuren zusammen mit einem einzigen externen Masseanschluss erfolgen. Ebenso ist es möglich, mehr als zwei Masseanschlüsse vorzusehen. Dabei verbindet eine erste Leiterbahn die Masseanschlüsse der ersten Metallisierungslage **ME1** oberhalb der akustischen Spur, eine zweite Leiterbahn in der zweiten Metallisierungslage **ME2** die Masseanschlüsse der Wandler unterhalb der ersten akustischen Spur, und zwei weitere Leiterbahnen die Masseanschlüsse oberhalb und unterhalb der zweiten akustischen Spur und führt diese vier getrennten externen Masseanschlüssen zu.

[0059] Fig. 8 zeigt zwei simulierte Übertragungskurven S_{21} , die jeweils separat für jedes der beiden DMS-Filter bestimmt wurden. Es zeigt sich, dass sich das Passband des ersten DMS-Filters **DMS1** und das Passband des zweiten DMS-Filters **DMS2** in der Mitte überschneiden, so dass sich die gesamte Bandabdeckung aus der Addition der beiden Passbänder ergibt. Durch Parallelschaltung der beiden DMS-Filter und entsprechende Anpassentzwerke erreicht man eine gute Impedanzanpassung, die in der Übertragungskurve S_{21} beim Übergang vom Passband des ersten Filters zum Passband des zweiten DMS-Filters keinen Einbruch aufweist und vielmehr ein gleichmäßiges Passband über das gesamte SAW-Filter mit geringer Einfügedämpfung aufspannt, wie etwa in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt.

[0060] Fig. 9 zeigt ausschnittsweise die beiden übereinander gelegten Übertragungskurven S_{21} für ein SAW Filter, das im ersten DMS Filter **DMS1** einmal mit Mittenreflektor R_M (Kurve K1) und einmal ohne Mittenreflektor (Kurve K2) ausgeführt wurde. Die Figur zeigt, dass mit Mittenreflektor im ersten DMS Filter eine steilere linke Passbandflanke und eine bessere Unterdrückung im unteren Stopppband erhalten wird.

[0061] Die Erfindung ist zwar nur anhand weniger Ausführungsbeispiele dargestellt, ist aber nicht auf die genauen Ausführungen beschränkt. Die Erfindung zeigt, dass sich mit der angegebenen Größe der DMS-Filter beziehungsweise der Anzahl für die DMS-Filter verwendeten Wandler ein gutes Filterverhalten über das gesamte Passband mit hoher Bandbreite erzielen lässt. Möglich ist es natürlich jederzeit, die Anzahl der Wandler weiter zu erhöhen, was jedoch zum Erreichen des gewünschten Zweckes nicht erforderlich ist. Ebenso kann die Anzahl der akustischen Spuren erhöht werden, um größere Selektion zu erreichen.

[0062] Die genaue Ausführung der Metallisierungen in erster und zweiter Metallage kann von der dargestellten abweichen, sofern mit der abweichenden Metallisierung die gewünschte Verschaltung der Wandler zum DMS-Filter beziehungsweise zum SAW-Filter

erreicht wird. Die anhand der Fig. 5 bis Fig. 7 dargestellten Metallisierungen in erster und zweiter Metallage können analog auch auf die Metallisierung des zweiten DMS-Filters angewendet werden. Die dielektrische Deckschicht ist nicht auf eine SiO_2 -Schicht beschränkt, und kann auch aus anderen dielektrischen Materialien ausgeführt werden. Auch muss sie nicht notwendig die akustisch aktiven Fingerbereiche der Spuren bedecken.

[0063] Das SAW-Filter ist in den Ausführungsbeispielen auf die Abdeckung von Band 3 und Band 39 optimiert, kann aber auch an andere Frequenzlagen und andere Bänder oder Bandkombinationen angepasst werden. Ein erfindungsgemäßes SAW-Filter ist gut zur Verwendung in einem Carrier Aggregation-Betrieb geeignet.

[0064] Mit dem breitbandigen Filter gemäß dem Ausführungsbeispiel wird sogar eine Inter-Band-Carrier-Aggregation in den Bändern 3 und 39 möglich.

Bezugszeichenliste

DE	dielektrische Beschichtung
DMS1,DMS2	erstes und ein zweites DMS Filter
h	An Signal angeschlossener endständiger Wandlerfinger
KL	Koppelleitungen
KW	Koppelwandler
L1,L2	Spulen
M	Masseanschlüsse der Wandler und Reflektoren
m	An Masse angeschlossener endständiger Wandlerfinger
ME1,ME2	erste und zweite Metallisierungslage
R_E	Endständiger Reflektor
R_M	Mittenreflektor
T1,T2	Filtereingang/ Filterausgang
W	Wandler

Patentansprüche

1. SAW Filter für breitbandige Anwendungen umfassend ein erstes und ein zweites DMS Filter (**DMS1,DMS2**), wobei die beiden DMS Filter parallel zwischen einem Filtereingang und einem Filterausgang (**T1,T2**) verschaltet sind wobei jedes DMS Filter zwei akustische Spuren umfasst, die seriell verschaltet sind wobei das erste und das zweite DMS Filter jeweils einen ersten oder einen zweiten Teilbereich eines

Passbands des gesamten SAW Filters abdecken und zusammen das Passband ergeben wobei das erste DMS Filter für den tieferen Teilbereich sechs Wandler (W, 1,2,3, ...6) pro akustischer Spur aufweist wobei das zweite DMS Filter (DMS2) für den höheren Teilbereich neun Wandler pro akustischer Spur aufweist.

2. SAW Filter nach Anspruch 1, bei dem das erste DMS Filter (DMS1) in beiden Spuren jeweils durch einen Mittenreflektor (R_M) symmetrisch geteilt ist.

3. SAW Filter nach Anspruch 2, bei dem der Mittenreflektor (R_M) eine Fingerperiode aufweist, so dass er bei Mittenfrequenz des ersten DMS Filters (DMS1) im Stopband betrieben wird.

4. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die beiden DMS Filter auf einem Lithiumniobat Substrat aufgebaut sind und eine dielektrische Beschichtung (DE) aufweisen.

5. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Fingeranschlussfolgen der Wandler (W) im ersten und zweiten DMS Filter (DMS1,DMS2) jeweils so eingestellt sind, dass jeweils zwei benachbarte Koppelwandler gegenphasig betrieben werden können, indem die Koppelleitungen (KL), die jeweils die beiden Spuren verbinden, auf entgegengesetztem Potential liegen.

6. SAW Filter nach Anspruch 4 oder 5, bei dem die Metallisierung in den beiden DMS Filtern in zwei Metallisierungslagen ausgeführt ist, wobei eine erste Metallisierungslage (ME1) die Wandler, die Reflektoren (R), die jeweiligen Masseanschlüsse (M), die Potential führenden Leitungen und die Verbindungen mit Filterein- und -Ausgang umfasst wobei eine zweite Metallisierungslage (ME2) Masseanschlüsse (M) sämtlicher Wandler kontaktiert und mit einem externen Masseanschluss verbindet wobei die erste und zweite Metallisierungslage (ME) durch die dielektrische Schicht (DE) gegeneinander isoliert sind und nur an den Masseanschlüssen (M) der Wandler elektrisch miteinander verbunden sind.

7. SAW Filter nach dem vorangehenden Anspruch, bei dem die zweite Metallisierungslage (ME2) pro DMS Filter so strukturiert ist, dass je eine schleifenförmige Metallisierung so um jede der beiden akustischen Spuren geführt ist, dass sie nicht mit dem akustisch aktiven Fingerbereich der Wandler überlappt.

8. SAW Filter nach dem vorangehenden Anspruch, bei dem die um eine erste akustische Spur geführte schleifenförmige Metallisierung je DMS Filter mit einem ersten Masseanschluss verbunden ist,

bei dem die um eine zweite akustische Spur geführte schleifenförmige Metallisierung je DMS Filter mit einem zweiten Masseanschluss verbunden ist bei dem erster und zweiter Masseanschluss verschieden und voneinander entkoppelt sind.

9. SAW Filter nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem an Eingang und Ausgang des Filters jeweils eine Spule (L) parallel gegen Masse geschaltet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig 1

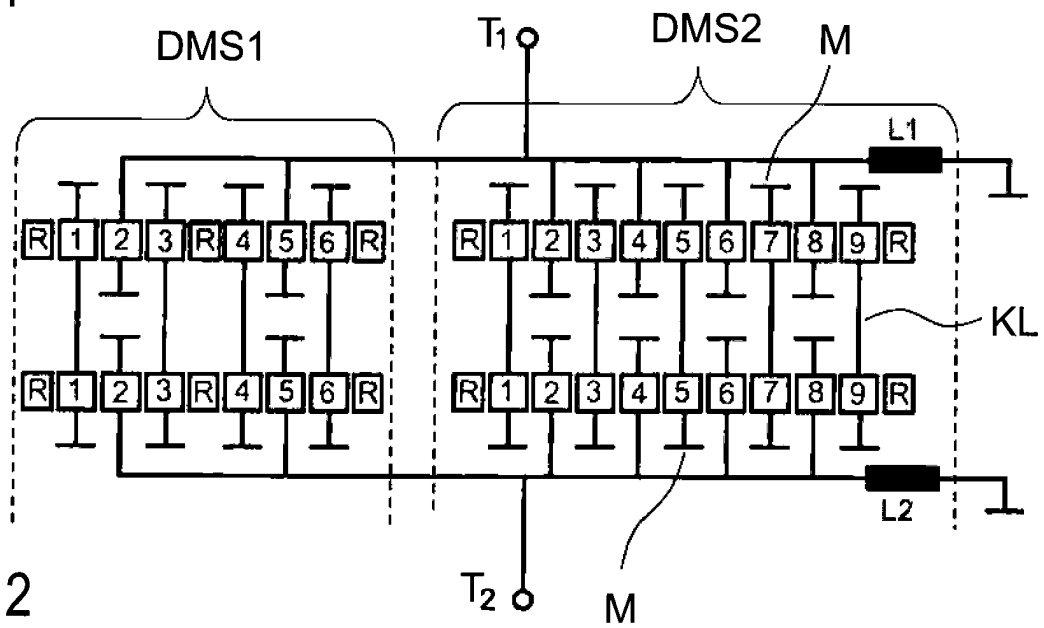


Fig 2

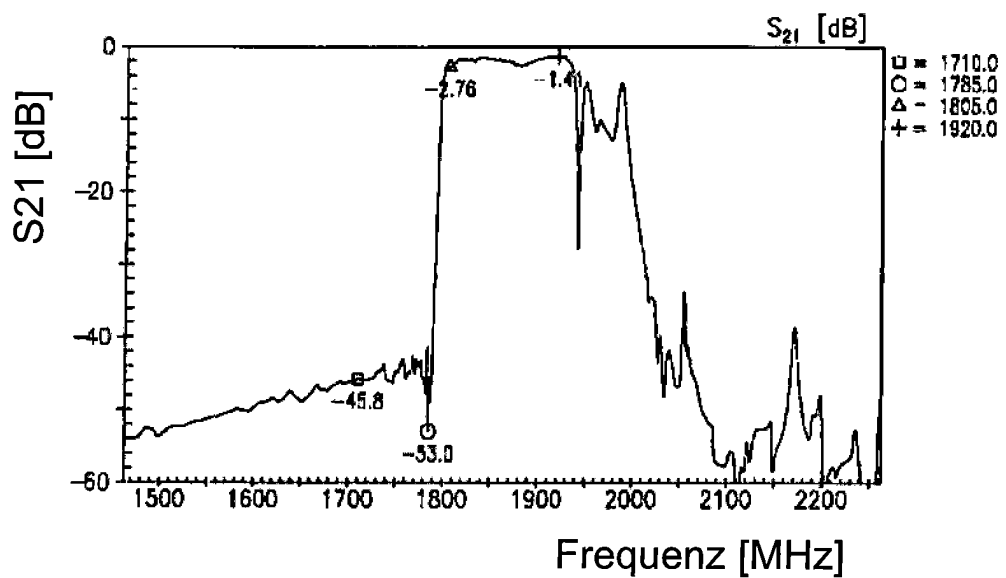


Fig 3

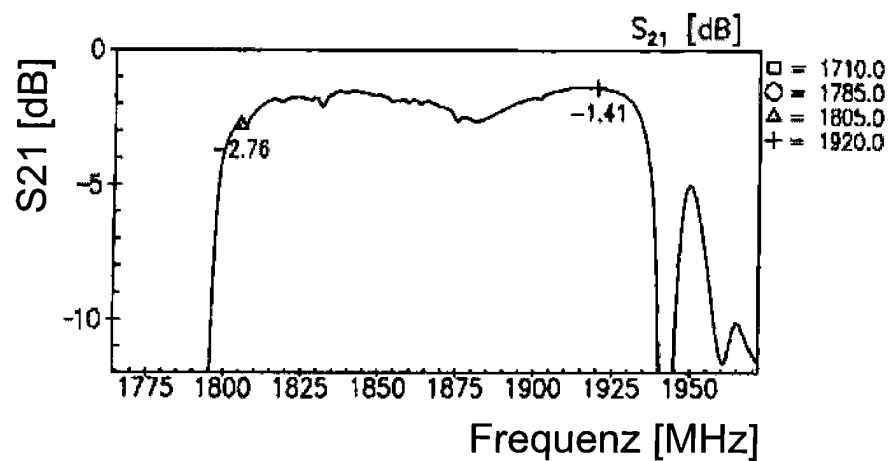


Fig 4

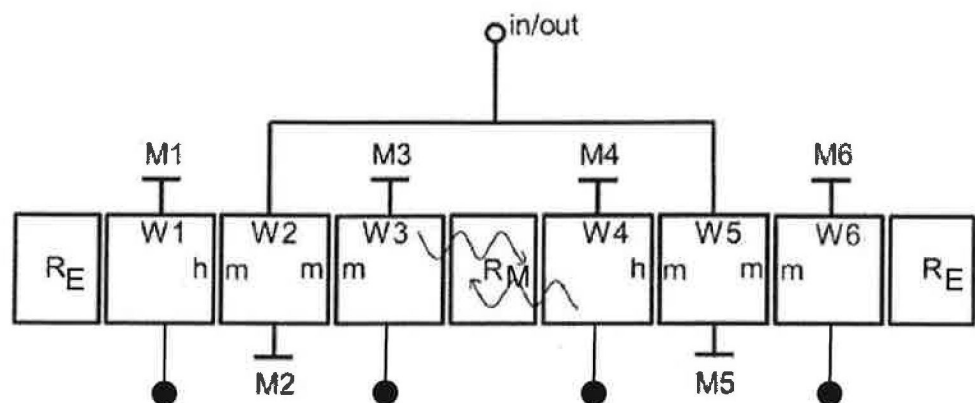


Fig 5

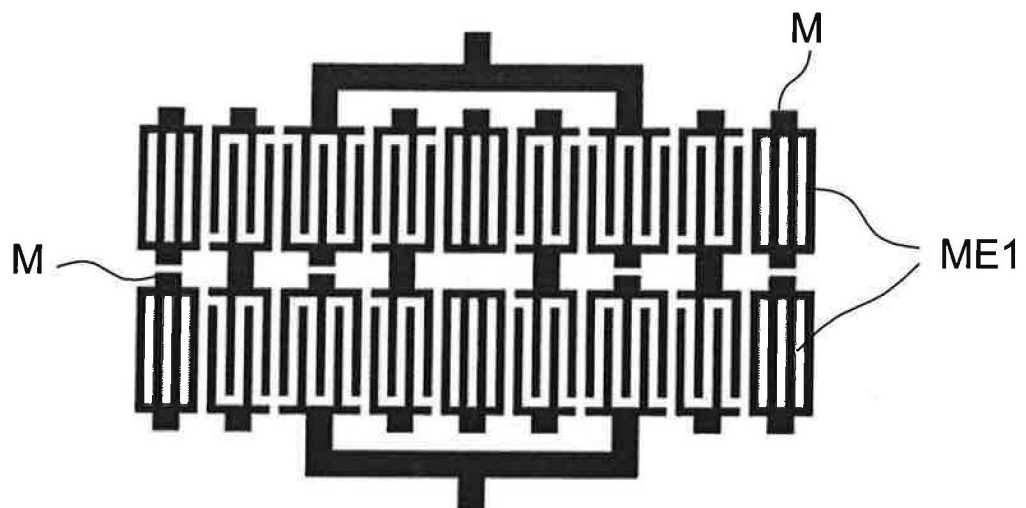


Fig 6

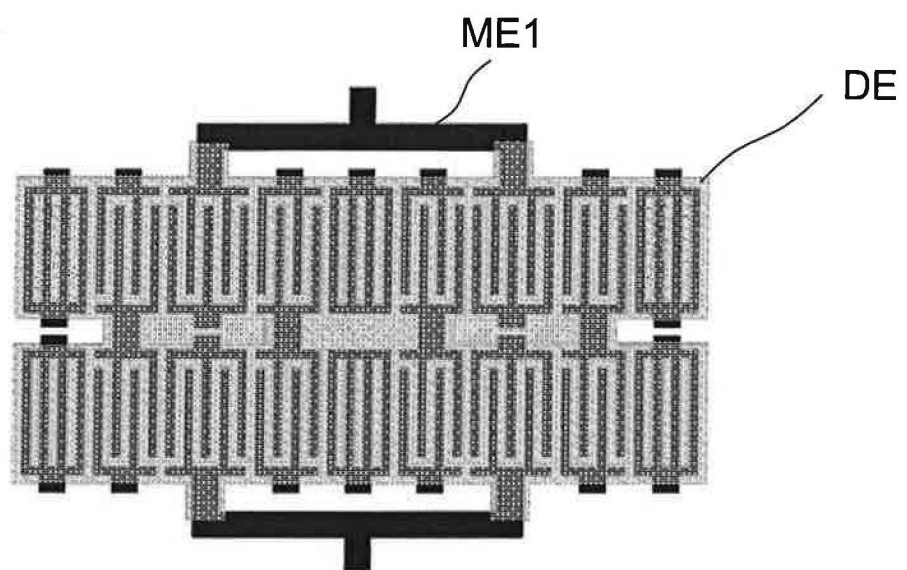


Fig 7

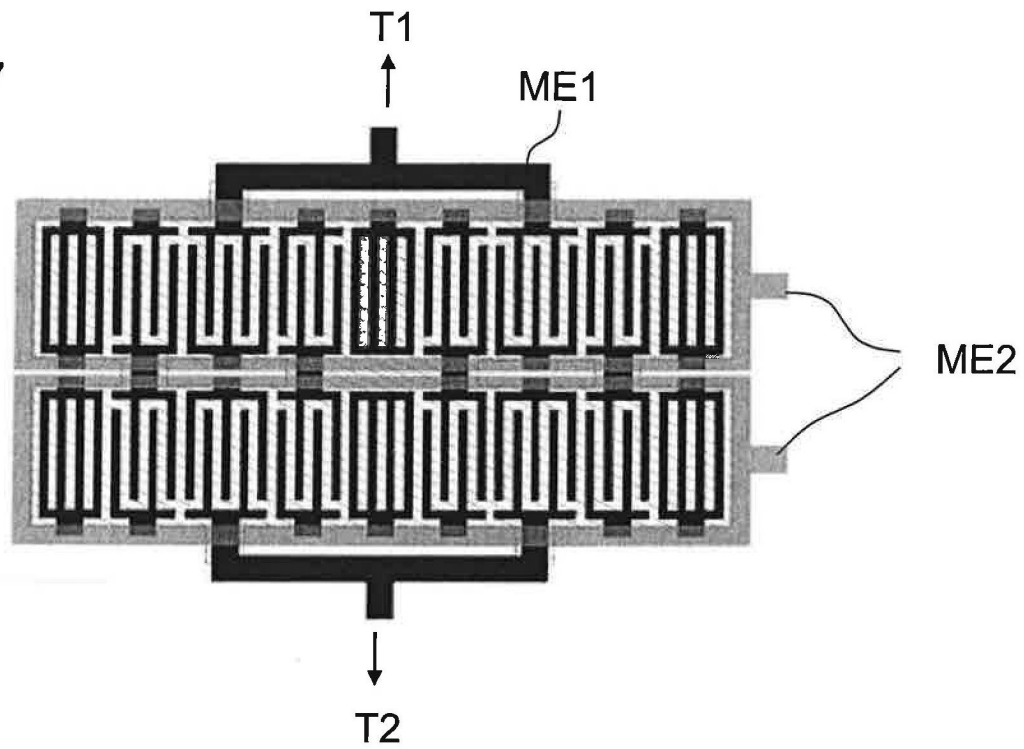


Fig 8

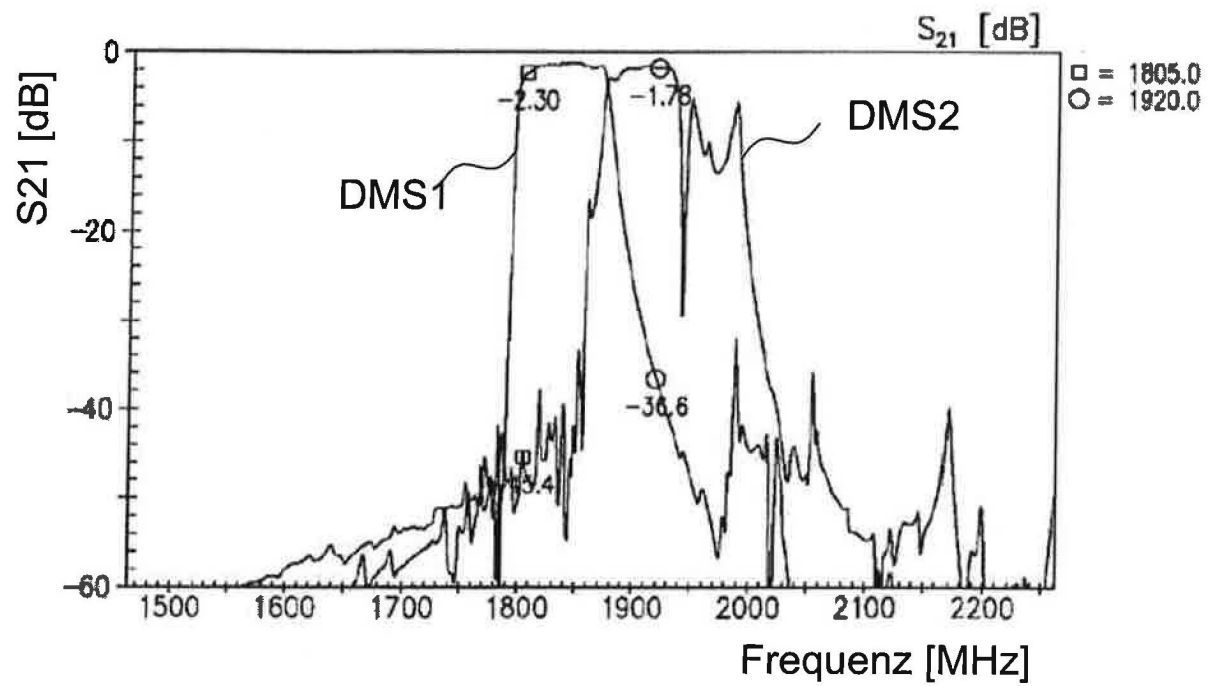


Fig 9

