

(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
28. Juni 2012 (28.06.2012)



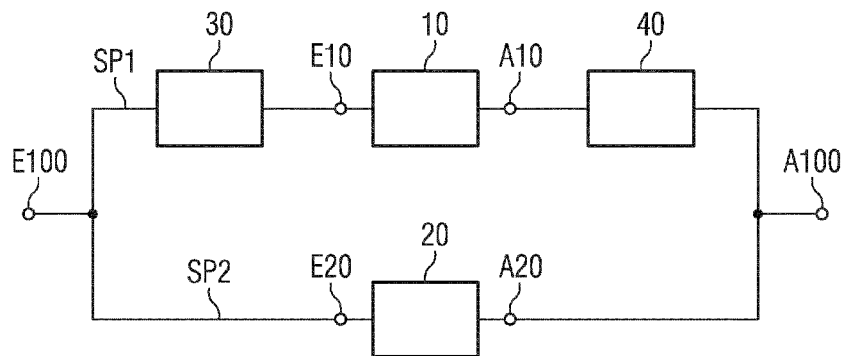
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/084461 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H03H 9/64 (2006.01) *H03H 7/46* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/071657
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. Dezember 2011 (02.12.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 055 648.3
22. Dezember 2010 (22.12.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DETLEFSEN, Andreas** [DE/DE]; Eichendorffstr. 16, 82223 Eichenau (DE). **KUBAT, Franz** [DE/DE]; Metzstr. 30, 81667 München (DE).
- (74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER**
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Ridlerstr. 55, 80339 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht: — mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: FILTER COMPONENT

(54) Bezeichnung : FILTERBAUELEMENT

FIG 4



(57) Abstract: A filter component (100) comprises a first filter (10) and a second filter (20), which are each connected between an input connection (E100) and an output connection (A100) of the filter component. The first and second filters (10, 20) are designed in such a way that the passband (D1) of the first filter (10) and the passband (D2) of the second filter (20) overlap one another at least regionally. A diplex network (30, 40) is connected in each case between the input side (E10) of the first filter and the input side (E20) of the second filter (20) and between the output side (A10) of the first filter and the output side (A20) of the second filter (20).

(57) Zusammenfassung: Ein Filterbauelement (100), umfasst ein erstes Filter (10) und ein zweites Filter (20), die jeweils zwischen einen Eingangsanschluss (E100) und einen Ausgangsanschluss (A100) des Filterbauelements geschaltet sind. Das erste und das zweite Filter (10, 20) sind derart ausgebildet, dass sich der Durchlassbereich (D1) des ersten Filters (10) und der Durchlassbereich (D2) des zweiten Filters (20) zumindest bereichsweise überlappen. Ein Diplexnetzwerk (30, 40) ist jeweils zwischen die Eingangsseite (E10) des ersten Filters und die Eingangsseite (E20) des zweiten Filters (20) und zwischen die Ausgangsseite (A10) des ersten Filters und die Ausgangsseite (A20) des zweiten Filters (20) geschaltet.

WO 2012/084461 A1

Beschreibung

FILTERBAUELEMENT

5 Die Erfindung betrifft ein (Ultra-)breitbandiges Filterbauelement, bei dem mehrere Frequenzfilter in einem Gehäuse des Filterbauelements miteinander verschaltet sind.

Filterbauelemente, bei denen die Filtereigenschaft durch Um-
10 wandlung eines elektrischen Signals in eine akustische Welle erfolgt, sind im Wesentlichen als Oberflächenwellen (SAW) - Filter oder Volumenwellen (BAW) -Filter ausgebildet. Bei einem Oberflächenwellenfilter ist auf einem Trägersubstrat eine metallische Struktur angeordnet, an die eine Spannung ange-
15 legt wird. Die metallische Struktur wirkt als Eingangswandler. Aufgrund der Kopplung zwischen dem Trägersubstrat und der metallischen Struktur des Eingangswandlers wird beim Anlegen einer Spannung an die metallische Struktur entlang der Oberfläche des Trägersubstrats eine akustische Welle erzeugt.
20 Die akustische Welle wird an einer weiteren metallischen Struktur, die auf der Oberfläche des Trägersubstrats angeordnet ist und als Ausgangswandler wirkt, wieder in ein elektrisches Signal umgewandelt.

25 Die maximale Bandbreite von mit akustischen Wellen arbeitenden Filtern wird im Wesentlichen über die Kopplungseigenschaft des Trägersubstrats bestimmt. Bei einem Trägersubstrat aus Lithiumtantalat, beispielsweise LiTaO_3 , ist die relative Bandbreite des Filters in Bezug auf die Mittenfrequenz des
30 Filters auf zirka 4 % begrenzt. Mit akustischen Filtern, die ein Substrat aus Lithiumniobat aufweisen, das einen größeren Kopplungsfaktor als Lithiumtantalat besitzt, lassen sich zwar

größere Bandbreiten realisieren, jedoch haben die Flanken derartiger Filter eine geringere Flankensteilheit.

Es ist wünschenswert, ein Filterbauelement anzugeben, das eine große Bandbreite und zusätzlich auch eine hohe Flankensteilheit aufweist.

Ein Filterbauelement umfasst gemäß einer Ausführungsform einen Eingangsanschluss zum Anlegen eines Signals, einen Ausgangsanschluss zum Ausgeben des Signals, ein erstes Filter mit einer Eingangsseite und mit einer Ausgangsseite und ein zweites Filter mit einer Eingangsseite und mit einer Ausgangsseite. Das erste und zweite Filter sind jeweils zwischen den Eingangsanschluss und den Ausgangsanschluss geschaltet. Das erste Filter in einem Frequenzspektrum einen ersten Durchlassbereich und das zweite Filter in dem Frequenzspektrum einen zweiten Durchlassbereich aufweist. Das erste und das zweite Filter sind derart ausgebildet, dass der erste Durchlassbereich und der zweite Durchlassbereich sich zumindest bereichsweise überlappen. Ein erstes Diplexnetzwerk ist zwischen die Eingangsseite des ersten Filters und die Eingangsseite des zweiten Filters geschaltet. Ein zweites Diplexnetzwerk ist zwischen die Ausgangsseite des ersten Filters und die Ausgangsseite des zweiten Filters geschaltet.

25

Das Filterbauelement weist eine deutlich größere Bandbreite als das jeweilige einzelne erste und zweite Filter auf. Entsprechend der bandgebenden Eigenschaften der Einzelfilter, insbesondere entsprechend der Bandbreite und der Flankensteilheit der Einzelfilter, wird durch die Verschaltung ein (Ultra-)breitbandiges und/oder ein besonders steilflankiges Filter mit niedriger Einfügedämpfung, beispielsweise einer Einfügedämpfung von höchstens 3dB, und mit einem kontinuier-

30

lichen Durchlassbereich definiert. Im Durchlassbereich weist das Filterbauelement beispielsweise Schwankungen (Ripples) von weniger als 2dB auf.

5 Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Figuren, die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zeigen, näher
10 erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Ausführungsform eines Filterbauelements mit zwei in ein Gehäuse des Filterbauelements integrierten Filtern,

15

Figur 2 eine Ausführungsform eines Filters des Filterbauelements,

20

Figur 3A Übertragungsfunktionen von Einzelfiltern des Filterbauelements,

Figur 3B eine resultierende Übertragungsfunktion des Filterbauelements,

25

Figur 4 eine Ausführungsform einer inneren Verschaltung von Einzelfiltern des Filterbauelements,

Figur 5 eine weitere Ausführungsform einer inneren Verschaltung von Einzelfiltern des Filterbauelements,

30

Figur 6A eine weitere Ausführungsform einer inneren Verschaltung von Einzelfiltern des Filterbauelements,

- Figur 6B eine weitere Ausführungsform einer inneren Ver-
schaltung von Einzelfiltern des Filterbauelements,
- Figur 7A eine weitere Ausführungsform einer inneren Ver-
5 schaltung von Einzelfiltern des Filterbauelements,
- Figur 7B eine weitere Ausführungsform einer inneren Ver-
schaltung von Einzelfiltern des Filterbauelements,
- 10 Figur 8A eine Ausführungsform eines Diplexnetzwerks des Fil-
terbauelements,
- Figur 8B eine weitere Ausführungsform eines Diplexnetzwerks
des Filterbauelements,
- 15 Figur 8C eine weitere Ausführungsform eines Diplexnetzwerks
des Filterbauelements,
- Figur 8D eine weitere Ausführungsform des Diplexnetzwerks
20 des Filterbauelements,
- Figur 8E eine weitere Ausführungsform des Diplexnetzwerks
des Filterbauelements,
- 25 Figur 9A eine Ausführungsform eines Diplexnetzwerks und ei-
nes Filters des Filterbauelements,
- Figur 9B eine weitere Ausführungsform des Diplexnetzwerks
und des Filters eines Filterbauelements,
- 30 Figur 10 eine weitere Ausführungsform eines Diplexnetzwerks
und eines Filters des Filterbauelements.

Figur 1 zeigt eine Ausführungsform eines Filterbauelements 100 mit einem Eingangsanschluss E100 zum Anlegen eines Signals und einem Ausgangsanschluss A100 zum Ausgeben des Signals. Das Filterbauelement weist ein Gehäuse 70 auf, in dem
5 zwei Einzelfilter 10 und 20 angeordnet sind. Die Einzelfilter sind jeweils derart ausgebildet, dass sie eine Filterfunktion als Übertragungsfunktion aufweisen. Die Filterfunktion kann beispielsweise einer Übertragungsfunktion eines Bandpassfilters mit einem Sperrbereich und einem Durchlassbereich entsprechen. Im Durchlassbereich hat das Filter im Vergleich zum
10 Sperrbereich eine deutlich niedrigere Einfügedämpfung. Im Übergangsbereich zwischen Durchlass- und Sperrbereich weist das Filter jeweils eine linke und rechte Flanke auf.

Figur 2 zeigt eine mögliche Ausführungsform für die Einzelfilter 10 und 20. Im Ausführungsbeispiel der Figur 2 kann das Filter beispielsweise als ein DMS (Dual-Mode-Surface Acoustic Wave)-Oberflächenwellenfilter ausgeführt sein. Bei dem Beispiel der in Figur 2 gezeigten Ausführungsform weist das Filter
20 10 einen Eingangsanschluss E10 zum Anlegen eines Signals auf. Die DMS-Spur weist Wandlerstrukturen 1, 2 und 3 auf. Der Eingangsanschluss E10 ist mit der Wandlerstruktur 1 und der Wandlerstruktur 3 verbunden. Die Wandler 1 und 3 sind als Eingangswandler der DMS-Spur ausgebildet sind des Weiteren an
25 einen Anschluss zum Anlegen eines Bezugspotentials M angeschlossen.

Ein Ausgangswandler 2 ist zwischen die beiden Eingangswandler 1 und 3 geschaltet. Der Ausgangswandler weist einen Ausgangs-
30 anschluss A10 zum Ausgeben eines Signals auf. Ein weiterer Anschluss des Ausgangswandlers ist mit einem Anschluss zum Anlegen eines Bezugspotentials verbunden. Das Bezugspotential kann beispielsweise ein Massepotential sein.

Die Wandlerstrukturen 1, 2 und 3 sind zwischen Reflektoren 4 und 5 angeordnet. Die Wandler können im Falle von Oberflächenwellenfiltern beispielsweise eine kammartige metallische Struktur aufweisen, die auf einem Trägersubstrat 6 angeordnet sind. Das Trägersubstrat kann beispielsweise ein Material aus Lithiumniobat, Lithiumtantalat oder Quarz enthalten.

Die in Figur 1 gezeigten Einzelfilter 10 und 20 können in einem einfachen Ausführungsbeispiel jeweils die in Figur 2 gezeigte Struktur aufweisen. Die Einzelfilter können auch deutlich komplexere Filterstrukturen enthalten. Die Einzelfilter 10 und 20 weisen jeweils eine charakteristische Filterübertragungsfunktion auf.

15

Figur 3A zeigt jeweilige Übertragungsfunktionen der Filter 10 und 20, wobei eine Einfügedämpfung IL über einer Frequenz F aufgetragen ist. Das Filter 10 weist beispielsweise eine Mittenfrequenz von zirka 1960 MHz auf. Das Filter 20 ist oberhalb des Filters 10 angeordnet und hat eine Mittenfrequenz von ungefähr 2040 MHz. Das Filter 10 kann beispielsweise die Eigenschaften eines Sendefilters mit steiler rechter Flanke und das Filter 20 kann beispielsweise die Eigenschaften eines Empfangsfilters mit steiler linker Flanke aufweisen.

25

Die Einzelfilter 10 und 20 des Filterbauelements 100 sind derart ausgebildet, dass sich der jeweilige Durchlassbereich der Filter überlappt. Bei der in Figur 3A gezeigten Ausführungsform überlappt sich die rechte Flanke des Filters 10 mit der linken Flanke des Filters 20. Die beiden Filterkurven sind derart zueinander verschoben, dass die rechte Flanke des Filters 10 die linke Flanke des Filters 20 überlappt, wenn die Einfügedämpfung des Filters 20 auf weniger als 10 dB ab-

30

gefallen ist. Umgekehrt überlappt die linke Flanke des Filters 20 das Filter 10 in einem Bereich, in dem die rechte Flanke des Filters 10 um weniger als 10 dB gegenüber dem Durchlassbereich des Filters 10, insbesondere gegenüber der minimalen Einfügedämpfung im Durchlassbereich des Filters 10, abgefallen ist. Vorzugsweise weist das Filter 10 eine linke Flanke auf, die steiler als die rechte Flanke des Filters ist. Das Filter 20 weist vorzugsweise eine rechte Flanke auf, die steiler als seine linke Flanke ist.

10

Figur 3B zeigt die resultierende Filterübertragungsfunktion des Filterbauelements 100 zwischen dem Eingangsanschluss E100 und dem Ausgangsanschluss A100. Dargestellt ist die Filterübertragungsfunktion in Form des Streuparameters S21, der zwischen dem Eingangsanschluss E100 und dem Ausgangsanschluss A100 beispielsweise mittels eines Netzwerkanalysators messbar ist. Die resultierende Filterübertragungsfunktion weist in Bezug auf die Mittenfrequenz von nunmehr zirka 2000 MHz eine relative Bandbreite von ungefähr 8 % auf. Das Filterbauelement lässt sich bezüglich der Impedanz am Ein- und Ausgang sowie bezüglich der Phasenlage beider Filter 10 und 20 an den Ein- und Ausgängen optimieren.

15

20

25

30

Am Beispiel der Figur 3B wird deutlich, dass im Vergleich zu einem Einzelfilter auf dem gleichen Trägersubstrat ein Filterbauelement durch Verschaltung zweier Einzelfilter mit einer wesentlich größeren Bandbreite, als die beiden Einzelfilter jeweils aufweisen, realisiert werden kann. Gleichzeitig bleiben wesentliche Filtereigenschaften wie Flankensteilheit und spezifisches Temperaturverhalten unverändert. Bei einem derartigen Filterdesign wird die größte Bandbreite erzielt, wenn die Filterstrukturen der Einzelfilter 10 und 20 auf ei-

nem Trägersubstrat mit hoher Kopplung, beispielsweise einem Trägersubstrat aus Lithiumniobat, aufgebracht sind.

Figur 4 zeigt eine Ausführungsform einer inneren Verschaltung des Filterbauelements. Das Filterbauelement weist ein Filter 10 und ein Filter 20 auf. Die Filter 10 und 20 sind derart ausgebildet, dass ihre Übertragungsfunktion jeweils den charakteristischen Verlauf eines Bandpassfilters zeigt. Die Übertragungsfunktion, insbesondere die Funktion des Streuparameters S_{21} , der Filter weist einen Durchlassbereich und einen Sperrbereich auf, wobei die Einfügedämpfung im Durchlassbereich niedriger als im Sperrbereich ist. Im Übergangsbereich zwischen dem Durchlassbereich und dem Sperrbereich weisen die beiden Filter jeweils Flanken auf. Die Übertragungsfunktion des Filters 10 und die Übertragungsfunktion des Filters 20 können beispielsweise den in Figur 3A gezeigten Filterübertragungsfunktionen entsprechen.

Das Filter 10 ist in einen Signalpfad SP1 zwischen den Eingangsanschluss E100 und den Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements geschaltet. Das Filter 20 ist in einen Signalpfad SP2 zwischen den Eingangsanschluss E100 und den Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements geschaltet. Die beiden Signalpfade SP1 und SP2 sind somit parallel zwischen den Eingangs- und Ausgangsanschluss des Filterbauelements geschaltet.

Das Filter 10 weist eine Eingangsseite E10 zum Anlegen eines Signals und eine Ausgangsseite A10 zum Ausgeben eines Signals auf. Ebenso weist das Filter 20 eine Eingangsseite E20 zum Anlegen eines Signals und eine Ausgangsseite A20 zum Ausgeben eines Signals auf. Die Eingangsseite E10 zum Anlegen eines Signals ist über eine Anpassschaltung 30 mit dem Eingangs-

schluss E100 des Filterbauelements verbunden. Die Ausgangs-
seite A10 zum Ausgeben eines Signals aus dem Filter 10 ist
über eine weitere Anpassschaltung 40 mit dem Ausgangs-
anschluss A100 des Filterbauelements verbunden. Die Eingangs-
5 seite E20 zum Anlegen eines Signals an das Filter 20 ist un-
mittelbar mit dem Eingangsanschluss E100 des Filterbauele-
ments verbunden. Die Ausgangsseite A20 des Filters 20 zum
Ausgeben eines Signals ist unmittelbar mit dem Ausgangs-
anschluss A100 des Filterbauelements verbunden.

10

Die Anpassschaltungen 30 und 40 können beispielsweise jeweils
als ein Diplexnetzwerk ausgebildet sein. Die Diplexnetzwerke
30 und 40 sind jeweils derart ausgebildet, dass das Filter 10
an einer Frequenz im Durchlassbereich des Filters 20, bei-
15 spielsweise in dem in Figur 3A gezeigten Durchlassbereich D2,
hochohmige Eigenschaften aufweist. Das Filter 10 kann bei-
spielsweise an einer Frequenz im Durchlassbereich D2 des Fil-
ters 20 hochohmiger als an einer Frequenz im Sperrbereich S2
des Filters 20 sein.

20

Des Weiteren können die Diplexnetzwerke 30 und 40 derart aus-
gebildet sein, dass das Filter 20 an einer Frequenz im Durch-
lassbereich D1 des Filters 10, beispielsweise in dem in Figur
3A gezeigten Durchlassbereich D1, hochohmige Eigenschaften
25 aufweist. Das Filter 20 kann beispielsweise für Frequenzen im
Durchlassbereich 1 des Filters 10 hochohmiger als für Fre-
quenzen im Sperrbereich S1 des Filters 10, beispielsweise in
dem in Figur 3A gezeigten Sperrbereich S1, ausgebildet sein.

30

Die Diplexnetzwerke 30 und 40 können dazu ausgebildet sein,
die Phase der Filter 10 und 20 derart einander anzupassen,
dass das Filter 10 im Frequenzbereich des Durchlassbereichs
des Filters 20 hochohmige Eigenschaften aufweist und das Fil-

ter 20 im Frequenzbereich des Durchlassbereichs des Filters 10 ebenfalls hochohmige Eigenschaften aufweist.

Das Diplexnetzwerk 30 ist bei der in Figur 4 gezeigten Ausführung 5 form dazu ausgebildet, eine Phasenänderung des Signals zwischen dem Eingangsanschluss E100 des Filterbauelements und der Eingangsseite E10 des Filters 10 zu bewirken. Das Diplexnetzwerk 40 ist dazu ausgebildet, eine Phasenänderung des Signals zwischen der Ausgangsseite A10 des Filters 10 und dem Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements zu 10 bewirken.

Mit der in Figur 4 gezeigten inneren Verschaltung des Filterbauelements aus den Einzelfilterstrukturen 10 und 20 und den 15 Anpassschaltungen 30 und 40 lässt sich zwischen dem Eingangsanschluss E100 und dem Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements eine Filterübertragungsfunktion mit einer gegenüber den Filterübertragungsfunktionen der Einzelfilter 10 und 20 wesentlich größeren Bandbreite realisieren. Dabei bleiben wesentliche 20 Filtereigenschaften der Einzelfilterstrukturen 10 und 20, beispielsweise die Flankensteilheit und das spezifische Temperaturverhalten, unverändert. Wenn das Filter 10 einen Durchlassbereich aufweist, der an einer niedrigeren Frequenz als der Durchlassbereich des Filters 20 liegt, bleibt 25 die linke Flanke des Filters 10 und die rechte Flanke des Filters 20 bei der Zusammenschaltung der beiden Einzelfilter gemäß der in Figur 4 vorgesehenen Ausführungsform nahezu unverändert.

30 Die Figuren 5, 6A, 6B, 7A und 7B zeigen weitere Möglichkeiten der inneren Verschaltung der Filter 10 und 20 des Filterbauelements 100, mit denen sich eine gegenüber den Einzelfiltern deutlich erhöhte Bandbreite erzielen lässt, wobei weitere

charakteristische Filtereigenschaften, wie die Flankensteilheit und das spezifische Temperaturverhalten, der Einzelfilter 10 und 20 nahezu unverändert bleiben.

5 Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der inneren Verschaltung des Filterbauelements 100. Das Einzelfilter 10 ist in einem Signalpfad SP1 zwischen den Eingangsanschluss E100 und den Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements geschaltet. Das Filter 20 ist in den Signalpfad SP2 zwischen den
10 Eingangsanschluss E100 und den Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements geschaltet. Die beiden Einzelfilter 10 und 20 sind somit parallel zwischen den Eingangs- und Ausgangsanschluss des Filterbauelements geschaltet. Die Eingangsseite E10 des Filters 10 ist über die Anpassschaltung 30, beispielsweise ein Diplexnetzwerk, mit dem Eingangsanschluss
15 E100 des Filterbauelements verbunden. Die Ausgangsseite A10 des Filters 10 ist unmittelbar mit dem Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements verbunden. Die Eingangsseite E20 des Filters 20 ist unmittelbar mit dem Eingangsanschluss E100 des
20 Filterbauelements verbunden. Die Ausgangsseite A20 des Filters 20 ist über die Anpassschaltung 40, beispielsweise ein Diplexnetzwerk, mit dem Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements verbunden.

25 Das Diplexnetzwerk 30 ist dazu ausgebildet, dass die Impedanz im Pfad SP1 bei Frequenzen im Durchlassbereich des Filters 20 hochohmig ist. Beispielsweise kann die Impedanz des Signalpfades SP1 für Frequenzen im Durchlassbereich des Filters 20 hochohmiger als für Frequenzen im Sperrbereich des Filters
30 20 sein. Entsprechend ist das Diplexnetzwerk 40 dazu ausgebildet, dass die Impedanz im Signalpfad SP2 bei Signalfrequenzen im Durchlassbereich des Filters 10 hochohmig wird. Beispielsweise kann die Impedanz im Signalpfad SP2 für Sig-

nalfrequenzen im Durchlassbereich des Filters 10 hochohmiger als für Signalfrequenzen im Sperrbereich des Filters 10 sein.

Das Diplexnetzwerk 30 kann beispielsweise derart ausgebildet
5 sein, dass für Signale bei Frequenzen im Durchlassbereich des Filters 20 der Signalpfad SP1 beziehungsweise das Filter 10 als Leerlauf wirkt. Entsprechend kann das Diplexnetzwerk 40 dazu ausgebildet sein, dass für Signalfrequenzen im Durch-
lassbereich des Filters 10 der Signalpfad SP2 beziehungsweise
10 das Filter 20 als ein Leerlauf wirkt.

Im Ausführungsbeispiel der Figur 4 ist das Diplexnetzwerk 30 dazu ausgebildet, eine Phasenänderung des Signals zwischen dem Eingangsanschluss E100 des Filterbauelements und der Ein-
15 gangsseite E10 des Filters 10 zu bewirken. Das Diplexnetzwerk 40 ist dazu ausgebildet, eine Phasenänderung des Signals zwischen der Ausgangsseite A20 des Filters 20 und dem Ausgangs-
anschluss A100 des Filterbauelements zu bewirken.

20 Bei den in den Figuren 4 und 5 gezeigten Ausführungsformen des Filterbauelements weisen die einzelnen Filter 10 und 20 jeweils eine unsymmetrische Ein- und Ausgangsseite (unbalanced/unbalanced; single ended/single ended) auf. Bei der in
Figur 6A gezeigten Ausführungsform weist das Filter 10 eine
25 unsymmetrische Eingangsseite (unbalanced; single ended) und eine symmetrische Ausgangsseite (balanced) auf. Die einzelnen Filterstrukturen 10 und 20 sind in den Signalpfaden SP1 und SP2 parallel zwischen den Eingangsanschluss E100 und den Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements geschaltet.

30

Der Eingangsanschluss E10 des Filters 10 ist über die Anpassschaltung 30, beispielsweise ein Diplexnetzwerk, mit dem Eingangsanschluss E100 des Filterbauelements verbunden. Die Aus-

gangsseite A10 des Filters 10 ist über die Anpassschaltung 40, beispielsweise ein Diplexnetzwerk, mit dem Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements verbunden. Aufgrund der symmetrischen Ausgänge weist das Filter 10 eine weitere Ausgangsseite A10' auf, die über eine Anpassschaltung 50 mit dem Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements verbunden ist. Die Eingangsseite E20 des Filters 20 ist unmittelbar mit dem Eingangsanschluss E100 des Filterbauelements verbunden. Die Ausgangsseite A20 des Filters 20 ist ebenso unmittelbar mit dem Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements verbunden.

Figur 6B zeigt eine weitere Ausführungsform des Filterbauelements, bei der im Unterschied zu der in Figur 6A gezeigten Ausführungsform der Ausgangsport symmetrisch ausgebildet ist. Das Filterbauelement weist daher einen Ausgangsanschluss A100 und einen weiteren Ausgangsanschluss A100' auf. Das Filter 20 ist im Unterschied zu der in Figur 6A gezeigten Ausführungsform eingangsseitig unsymmetrisch und ausgangseitig symmetrisch ausgebildet. Das Filter 20 weist daher eine Ausgangsseite A20 und eine weitere Ausgangsseite A20' auf. Die Ausgangsseite A10 des Filters 10 und die Ausgangsseite A20 des Filters 20 sind mit dem Ausgangsanschluss A100 verbunden. Die weiteren Ausgangsseiten A10', A20' der Filter 10, 20 sind mit dem weiteren Ausgangsanschluss A100' verbunden. Das Diplexnetzwerk 40 ist zwischen die Ausgangsseite A10 des Filters 10 und die Ausgangsseite A20 des Filters 20 geschaltet. Das Diplexnetzwerk 50 ist zwischen die weitere Ausgangsseite A10' des Filters 10 und die weitere Ausgangsseite A20' des Filters 20 geschaltet.

30

Die Diplexnetzwerke 30, 40 und 50 sind ähnlich zu der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform dazu ausgebildet, die Phase der Einzelfilter 10 und 20 einander anzupassen, sodass das

Filter 20 im Frequenzbereich des Durchlassbereichs des Filters 10 hochohmige Eigenschaften aufweist. Des Weiteren sind die Diplexnetzwerke 30, 40 und 50 dazu ausgebildet, dass das Filter 10 bei Frequenzen im Durchlassbereich des Filters 20 hochohmige Eigenschaften hat. Insbesondere können die Anpassschaltungen 30, 40 und 50 derart ausgebildet sein, dass das Filter 20 für Frequenzen im Durchlassbereich des Filters 10 hochohmiger als für Frequenzen im Sperrbereich des Filters 10 wirkt und dass das Filter 10 für Frequenzen im Durchlassbereich des Filters 20 hochohmiger als für Frequenzen im Sperrbereich des Filters 20 ist.

Figur 7A zeigt eine weitere Ausführungsform für die innere Verschaltung der Filter 10 und 20 des Filterbauelements 100. Im Unterschied zu der in Figur 6A gezeigten Ausführungsform ist das Filter 10 als ein Einzelfilter mit einer symmetrischen Eingangsseite (balanced/balanced) und einer symmetrischen Ausgangsseite (balanced/balanced) ausgebildet. Im Unterschied zu Figur 6A weist das Filter 10 somit eine weitere Eingangsseite E10' auf, die über eine Anpassschaltung 60, beispielsweise ein Diplexnetzwerk, mit dem Eingangsanschluss E100 des Filterbauelements verbunden ist.

Figur 7B zeigt eine andere Ausführungsform des Filterbauelements, bei der im Unterschied zu der in Figur 7A gezeigten Ausführungsform das Filterbauelement eingangsseitig symmetrisch mit einem Eingangsanschluss E100 und einem weiteren Eingangsanschluss E100' als ausgangsseitig symmetrisch mit einem Ausgangsanschluss A100 und einem weiteren Ausgangsanschluss A100' ausgebildet ist. Das Filter 10 weist eine Eingangsseite E10 und eine weitere Eingangsseite E10' sowie eine Ausgangsseite A10 und eine weitere Ausgangsseite A10' auf. Ebenso weist das Filter 20 eine Eingangsseite E20 und eine

weitere Eingangsseite E20' sowie eine Ausgangsseite A20 und eine weitere Ausgangsseite A20' auf.

Ein Diplexnetzwerk 30 ist zwischen die Eingangsseite E10 des
5 Filters 10 und die Eingangsseite E20 des Filters 20 beziehungsweise den Eingangsanschluss E100 des Filterbauelements geschaltet. Ein Diplexnetzwerk 40 ist zwischen die Ausgangsseite A10 des Filters 10 und die Ausgangsseite A20 des Filters 20 beziehungsweise den Ausgangsanschluss A100 des Filterbauelements geschaltet. Ein Diplexnetzwerk 50 ist zwischen
10 die weitere Ausgangsseite A10' des Filters 10 und die weitere Ausgangsseite A20' des Filters 20 beziehungsweise den weiteren Ausgangsanschluss A100' des Filterbauelements geschaltet. Ein Diplexnetzwerk 60 ist zwischen die weitere Eingangsseite
15 E10' des Filters 10 und die weitere Eingangsseite E20' des Filters 20 beziehungsweise den weiteren Eingangsanschluss E100' des Filterbauelements geschaltet.

Auch bei der in den Figuren 7A, 7B gezeigten Ausführungsform
20 sind die Diplexnetzwerke 30, 40, 50 und 60 dazu ausgebildet, die Phase der Filter derart zueinander anzupassen, dass das Filter 20 bei Signalfrequenzen im Durchlassbereich des Filters 10 hochohmige Eigenschaften aufweist und umgekehrt das Filter 10 bei Signalfrequenzen im Durchlassbereich des Filters 20 seinerseits hochohmig ist. Beispielsweise kann das
25 Filter 10 für Signale mit Frequenzen im Durchlassbereich des Filters 20 hochohmiger als für Signale im Sperrbereich des Filters 20 sein. Das Filter 20 kann für Signale mit Frequenzen im Durchlassbereich des Filters 10 hochohmigere Eigenschaften als für Signale im Sperrbereich des Filters 10 aufweisen. Die Diplexnetzwerke können beispielsweise auch hier
30 derart ausgebildet sein, dass der Signalpfad SP1 für Signale im Durchlassbereich des Filters 20 nahezu einen Leerlauf dar-

stellt und der Signalpfad SP2 für Signalfrequenzen im Durchlassbereich des Filters 10 nahezu als Leerlauf wirkt.

Bei den in den Figuren 4, 5, 6A, 6B, 7A und 7B gezeigten Ausführungsformen ist jeweils mindestens ein Anpassnetzwerk beziehungsweise Diplexnetzwerk zwischen die Eingangsseite E10, E10' des Filters 10 und die Eingangsseite E20 des Filters 20 geschaltet. Mindestens eine weitere Anpassschaltung beziehungsweise ein weiteres Diplexnetzwerk ist zwischen die Ausgangsseite A10, A10' und die Ausgangsseite A20 des Filters 20 geschaltet.

In den Ausführungsbeispielen der Figuren 6A und 7A ist lediglich das Filter 10 als ein Filter mit unsymmetrischen/ symmetrischen Seiten (unbalanced/balanced) beziehungsweise im eingangsseitig und ausgangsseitig symmetrisch Zustand (balanced/balanced) ausgebildet. Ebenso kann auch das Filter 20 an einer Seite unsymmetrisch und an der anderen Seite symmetrisch (unbalanced/balanced) beziehungsweise eingangsseitig symmetrisch und ausgangsseitig symmetrisch (balanced/ balanced) ausgeführt sein. Bei dieser Art der Ausführungsform können die in den Figuren 6A und 7A vor und hinter das Filter 10 geschalteten Diplexnetzwerke auch entsprechend vor und hinter das Filter 20 geschaltet sein.

25

Die Figuren 8A, 8B, 8C, 8D und 8E zeigen mögliche Ausführungsformen der Diplexnetzwerke 30, 40, 50 und 60. Die Diplexnetzwerke sind im Wesentlichen dazu ausgebildet, zwischen ihrem Eingang und ihrem Ausgang eine Phasendrehung eines Signals zu bewirken. Bei der in Figur 8A dargestellten Ausführungsform ist das Diplexnetzwerk durch eine Leiterbahn P realisiert. Die Figuren 8B und 8C zeigen jeweils T-Verschaltungen von Spulen L und Kondensatoren C. Bei der in

30

Figur 8B dargestellten Ausführungsform sind zwei Kondensatoren C in Serie zwischen einem Ein- und Ausgang des Diplexnetzwerks geschaltet und eine Spule L ist an einen Bezugsspannungsanschluss geschaltet. Bei der in Figur 8C dargestellten Ausführungsform sind zwei Spulen L in Serie zwischen den Ein- und Ausgang des Diplexnetzwerks geschaltet, wobei zwischen den Spulen ein Kondensator C mit einem Bezugsspannungsanschluss verbunden ist. Die Figuren 8D und 8E zeigen π -Verschaltungen von Spulen L und Kondensatoren C. Bei der in Figur 8D dargestellten Ausführungsform ist ein Kondensator C zwischen einem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss des Diplexnetzwerks geschaltet. Spulen L sind jeweils zwischen dem Eingangsanschluss und einem Bezugsspannungsanschluss beziehungsweise zwischen dem Ausgangsanschluss und einem Bezugsspannungsanschluss geschaltet. Bei der in Figur 8E gezeigten Ausführungsform ist eine Spule L zwischen dem Eingangs- und Ausgangsanschluss des Diplexnetzwerks geschaltet. Ein Kondensator C ist zwischen dem Eingangsanschluss und einem Bezugsspannungsanschluss und ein weiterer Kondensator C ist zwischen dem Ausgangsanschluss und einem Bezugsspannungsanschluss geschaltet. Die Bezugsspannung kann beispielsweise ein Massepotential sein.

Die Figur 9A zeigt eine Ausführungsform, bei der die als Diplexnetzwerk ausgebildete Anpassschaltung als eine T-Verschaltung von Kondensatoren C und einer Spule L ausgebildet ist. Das Diplexnetzwerk kann beispielsweise an den Eingangsanschluss E10 des Filters 10 geschaltet sein. Das Anpassnetzwerk kann vereinfacht werden, indem weniger als die in Figur 9A gezeigten drei diskreten Elemente vorgesehen werden. Bei der in Figur 9B gezeigten Ausführungsform weist das Anpassnetzwerk 30 beispielsweise lediglich einen Kondensator C und eine Spule L auf. Bei einer weiteren Ausführungsform

können die diskreten Elemente teilweise in den Chip des nachgeschalteten Filters integriert werden. Die passiven Einzel-
elemente können auch in ein Gehäuse des Filterbauelements,
beispielsweise in ein Nieder-Temperatur-Einbrandgehäuse
5 (LTCC-Gehäuse) integriert sein.

Figur 10 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der das Anpassnetzwerk ein diskretes Element, beispielsweise eine Spule
L, aufweist, die jeweils vor und hinter das Filterbauelement
10 geschaltet ist. Das Anpassnetzwerk kann darüber hinaus
auch Kondensatoren aufweisen, die beispielsweise auf dem akustischen Chip des Filterbauelements integriert sein können.

Durch die Ausbildung der beiden Einzelfilter derart, dass
15 sich die Filterübertragungsfunktionen im Durchlassbereich überlappen und zwischen die beiden Filter eingangsseitig beziehungsweise ausgangsseitig ein Anpassnetzwerk, insbesondere ein Diplexnetzwerk, geschaltet ist, lässt sich ein
Filterbauelement mit einer Gesamtübertragungsfunktion realisieren,
20 die eine deutlich größere Bandbreite als die Bandbreite der jeweiligen Einzelfilter aufweist. Auf einem Trägersubstrat aus Lithiumtantalat lässt sich beispielsweise eine relative Bandbreite erzielen, die deutlich größer als 4 % ist. Das Filterbauelement kann derart ausgebildet sein, dass
25 die Gesamtübertragungsfunktion eine besonders steile linke oder eine besonders steile rechte Flanke aufweist. Es lassen sich auch Übertragungsfunktionen mit zwei besonders steilen Flanken realisieren.

Bezugszeichenliste

	10	Filter
	20	Filter
5	30	Anpassschaltung (Diplexnetzwerk)
	40	Anpassschaltung (Diplexnetzwerk)
	50	Anpassschaltung (Diplexnetzwerk)
	60	Anpassschaltung (Diplexnetzwerk)
	70	Gehäuse
10	100	Filterbauelement
	E	Eingangsanschluss
	A	Ausgangsanschluss
	L	Spule
	C	Kondensator

Patentansprüche

1. Filterbauelement, umfassend:

- einen Eingangsanschluss (E100) zum Anlegen eines Signals,
- 5 - einen Ausgangsanschluss (A100) zum Ausgeben des Signals,
- ein erstes Filter (10) mit einer Eingangsseite (E10) und einer Ausgangsseite (A10),
- ein zweites Filter (20) mit einer Eingangsseite (E20) und mit einer Ausgangsseite (A20),
- 10 - wobei das erste und zweite Filter (10, 20) zwischen den Eingangsanschluss (E100) und den Ausgangsanschluss (A100) geschaltet sind,
- wobei das erste Filter (10) im Frequenzspektrum einen ersten Durchlassbereich (D1) und das zweite Filter (20) im
- 15 Frequenzspektrum einen zweiten Durchlassbereich (D2) aufweisen,
- wobei das erste und das zweite Filter (10, 20) derart ausgebildet sind, dass der erste Durchlassbereich (D1) und der zweite Durchlassbereich (D2) sich zumindest bereichsweise
- 20 überlappen,
- wobei ein erstes Diplexnetzwerk (30) zwischen die Eingangsseite (E10) des ersten Filters und die Eingangsseite (E20) des zweiten Filters (20) geschaltet ist,
- wobei ein zweites Diplexnetzwerk (40) zwischen die
- 25 Ausgangsseite (A10) des ersten Filters und die Ausgangsseite (A20) des zweiten Filters (20) geschaltet sind.

2. Filterbauelement nach Anspruch 1,

- wobei mindestens eines des ersten und zweiten Filters (10)
- 30 mindestens eine weitere Ausgangsseite (A10') aufweist,
- wobei ein drittes Diplexnetzwerk (50) zwischen die weitere Ausgangsseite (A10') des einen der Filter und die

Ausgangsseite (A20) des anderen der Filter (20) geschaltet ist.

3. Filterbauelement nach Anspruch 2,

- 5 - wobei mindestens eines des ersten und zweiten Filters (10) mindestens eine weitere Eingangsseite (E10') aufweist,
- wobei ein viertes Diplexnetzwerk (60) zwischen die weitere Eingangsseite (E10') des einen der Filter und die Eingangsseite (E20) des anderen der Filter (20) geschaltet
10 ist.

4. Filterbauelement nach Anspruch 1,

- wobei das erste und zweite Filter (10, 20) ausgangsseitig symmetrisch ausgebildet sind und jeweils eine weitere
15 Ausgangsseite (A10', A20') aufweisen,
- wobei ein drittes Diplexnetzwerk (50) zwischen die weitere Ausgangsseite (A10') des ersten Filters (10) und die weitere Ausgangsseite (A20') des zweiten Filters (20) geschaltet ist.

20 5. Filterbauelement nach Anspruch 4,

- wobei das erste und zweite Filter (10, 20) eingangsseitig symmetrisch ausgebildet sind und jeweils eine weitere Eingangsseite (E10, E10') aufweisen,
- wobei ein viertes Diplexnetzwerk (60) zwischen die weitere
25 Eingangsseite (A10') des ersten Filters (10) und die weitere Eingangsseite (A20') des zweiten Filters (20) geschaltet ist.

6. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

- wobei die Diplexnetzwerke (30, 40, 50, 60) derart ausgebildet
30 sind, dass das erste Filter (10) an einer Frequenz im zweiten Durchlassbereich (D2) hochohmiger als an einer Frequenz im Sperrbereich des zweiten Filters ausgebildet ist und das zweite Filter (20) an einer Frequenz im ersten Durchlass-

bereich (D1) hochohmiger als an einer Frequenz im Sperrbereich des zweiten Filters ausgebildet ist.

7. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
5 wobei die Diplexnetzwerke (30, 40, 50, 60) derart ausgebildet sind, dass an einer Frequenz im ersten Durchlassbereich (D1) ein Signalpfad, der das zweite Filter (20) mit dem jeweiligen Diplexnetzwerk an der Ein- und Ausgangsseite des zweiten
10 Filters aufweist, eine hochohmige Impedanz besitzt und an einer Frequenz im zweiten Durchlassbereich (D2) ein weitere Signalpfad, der das erste Filter (10) mit dem jeweiligen Diplexnetzwerk an der Ein- und Ausgangsseite des ersten Filters aufweist, eine hochohmige Impedanz besitzt.

15 8. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei zumindest eines der Diplexnetzwerke (30) dazu ausgebildet ist, eine Phasenänderung des Signals zwischen dem Eingangsanschluss (E100) des Filterbauelements und der
Eingangsseite (E10) des ersten Filters (10) zu bewirken.

20

9. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zumindest eines der Diplexnetzwerke (40) dazu ausgebildet ist, eine Phasenänderung des Signals zwischen dem
Ausgangsanschluss (A100) des Filterbauelements und der
25 Ausgangsseite (A20) des zweiten Filters (20) zu bewirken.

10. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Diplexnetzwerke (30, 40, 50, 60) jeweils passive
Elemente (P, L, C), insbesondere π -Verschaltungen oder T-
30 Verschaltungen von Spulen (L), Kondensatoren (C) und/oder Leitungen (P), umfassen.

11. Filterbauelement nach Anspruch 10,

wobei die Elemente (P, L, C) der Diplexnetzwerke (30, 40, 50, 60) zumindest teilweise in dem ersten Filter (10) und/oder dem zweiten Filter (20) integriert sind.

5 12. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
- wobei das erste und zweite Filter (10, 20) jeweils metal-
lische Strukturen (1, 2, 3, 4, 5) aufweist, die auf einem
Substrat (6) angeordnet sind,
- wobei die Elemente (P, L, C) der Diplexnetzwerke (30, 40,
10 50, 60) zumindest teilweise in dem Substrat integriert sind.

13. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
wobei die Elemente (P, L, C) der Diplexnetzwerke (30, 40, 50,
60) zumindest teilweise in ein Gehäuse (70), insbesondere in
15 ein Nieder-Temperatur-Einbrandgehäuse, des Filterbauelements
integriert sind.

14. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
wobei das erste und zweite Filter (10, 20) derart ausgebildet
20 sind, dass der erste Durchlassbereich (D1) in einem niedri-
geren Frequenzbereich als der zweite Durchlassbereich (D2)
liegt.

15. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
25 - wobei das erste Filter (10) derart ausgebildet ist, dass
der erste Durchlassbereich (D1) eine linke Flanke aufweist,
die steiler als die rechte Flanke des ersten Durchlass-
bereichs ist,
- wobei das zweite Filter (20) derart ausgebildet ist, dass
30 der zweite Durchlassbereich (D2) eine rechte Flanke aufweist,
die steiler als die linke Flanke des zweiten Durchlass-
bereichs ist.

16. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
wobei das erste Filter (10) und das zweite Filter (20)
jeweils als ein akustisches Filter, insbesondere als ein
Oberflächenwellen-Filter, ein Grenzwellenfilter oder ein
5 Volumenwellenfilter, ausgebildet sind.

17. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
das einen dritten Durchlassbereich (D3) aufweist, der sich
über den ersten Durchlassbereich (D1) und den zweiten Durch-
10 lassbereich (D2) erstreckt, wobei die Einfügedämpfung des
Filterbauelements im dritten Durchlassbereich um weniger als
5 dB schwankt.

18. Filterbauelement nach Anspruch 17,
15 wobei der dritte Durchlassbereich (D3) eine relative Band-
breite von mehr als 4 % aufweist.

19. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 17 oder 18,
wobei das Filterbauelement im dritten Durchlassbereich (D3)
20 an dem Ein- oder Ausgangsanschluss (E100, A100) eine geringe
Variation im Betrag der nominalen Impedanz aufweist.

20. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
wobei das erste und zweite Filter (10, 20) jeweils die
25 Frequenzcharakteristik einer Bandsperre aufweisen.

21. Filterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 20,
wobei das erste Filter (10) ein abstimmbares Filter ist.

FIG 1

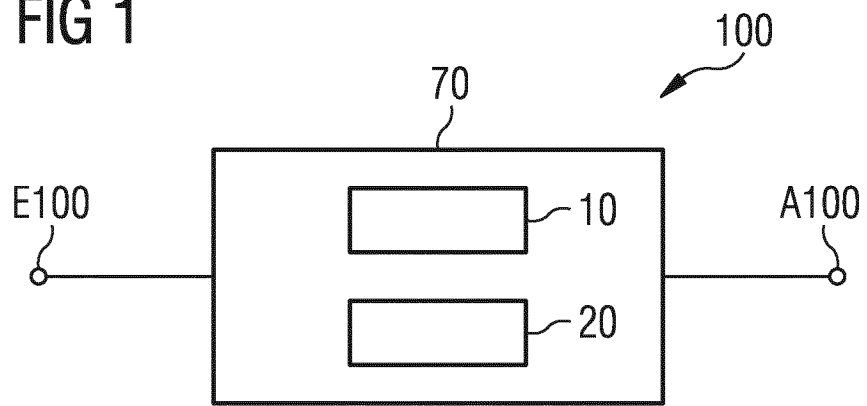


FIG 2

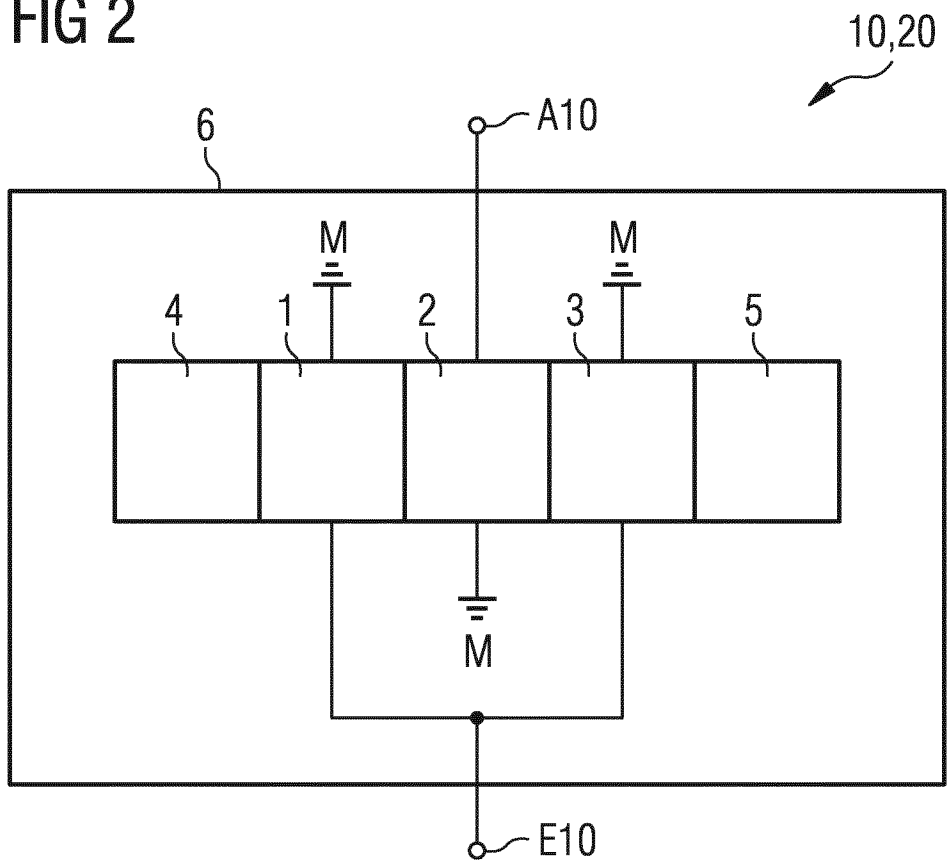


FIG 3A

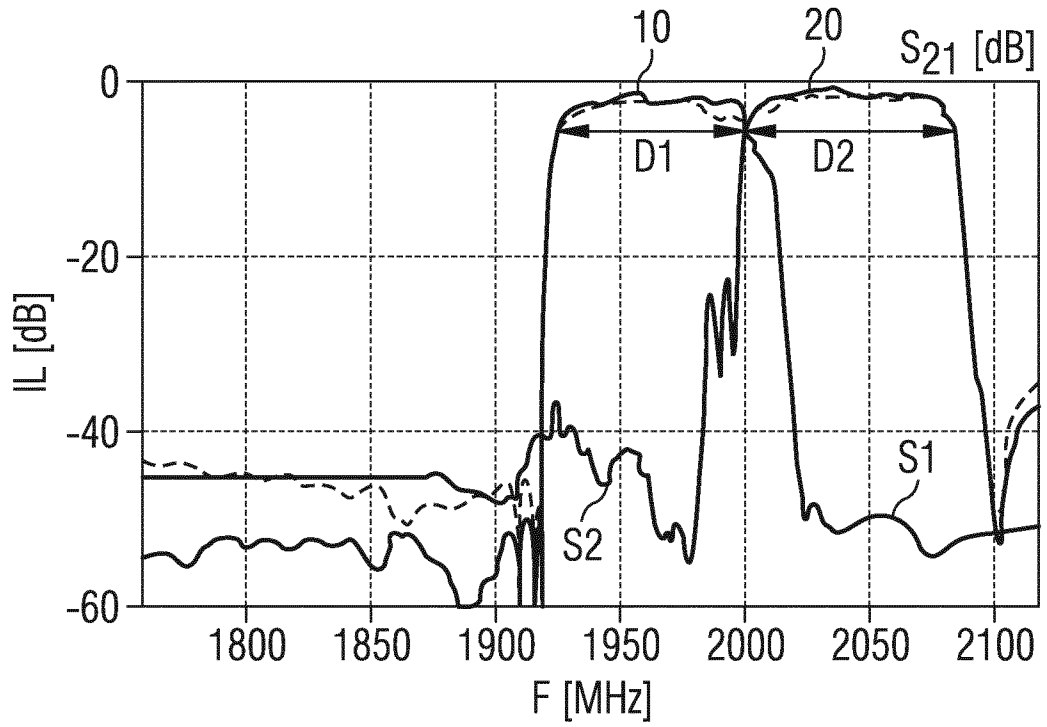


FIG 3B

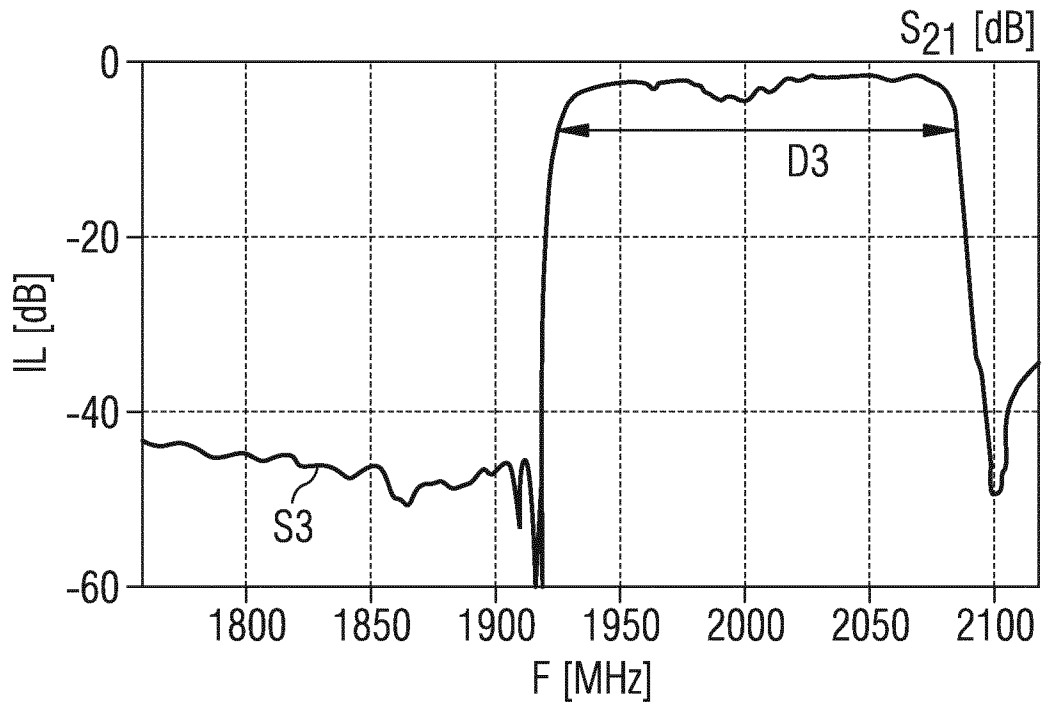


FIG 4

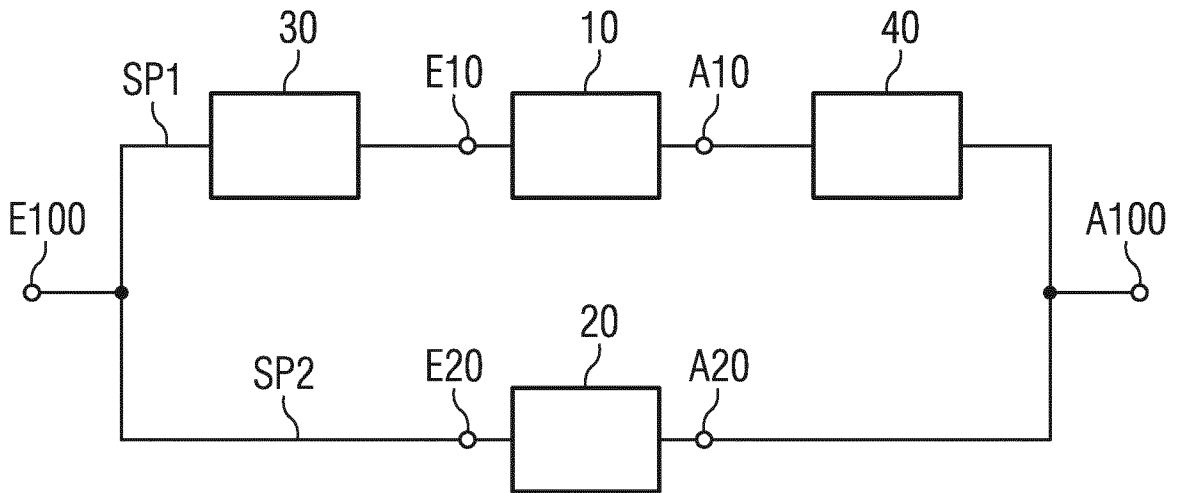


FIG 5

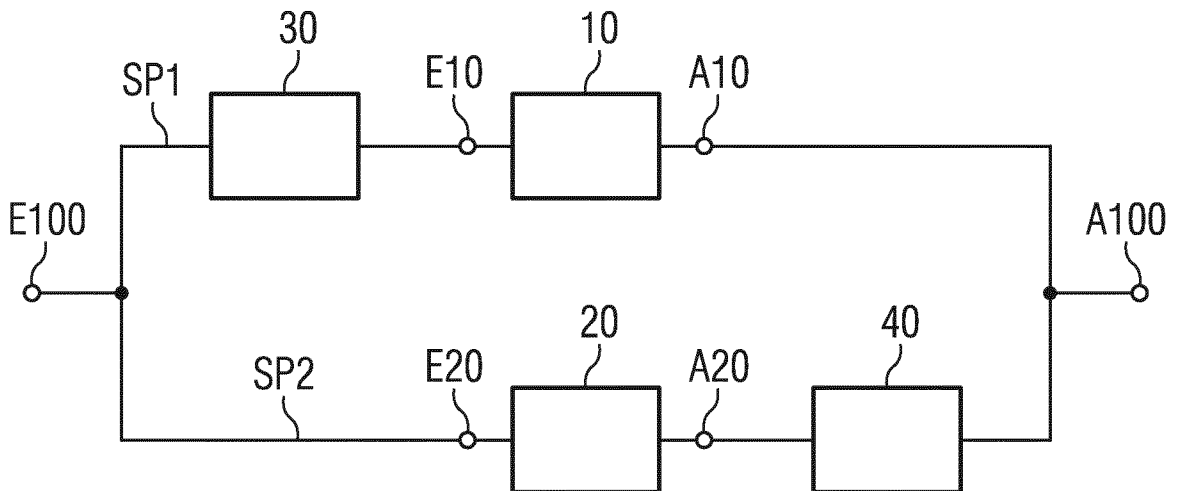


FIG 6A

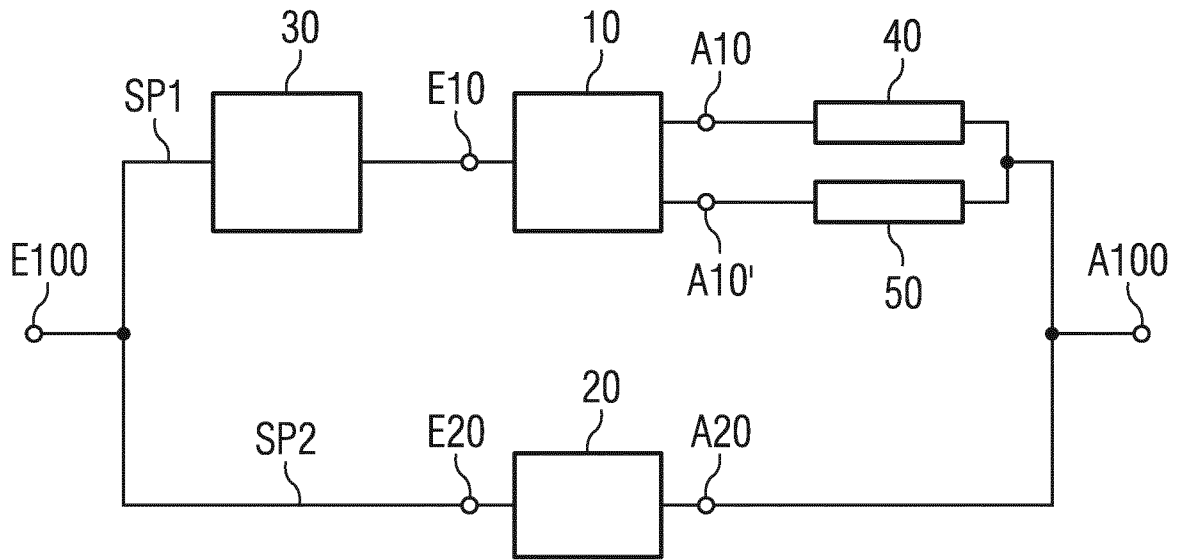


FIG 6B

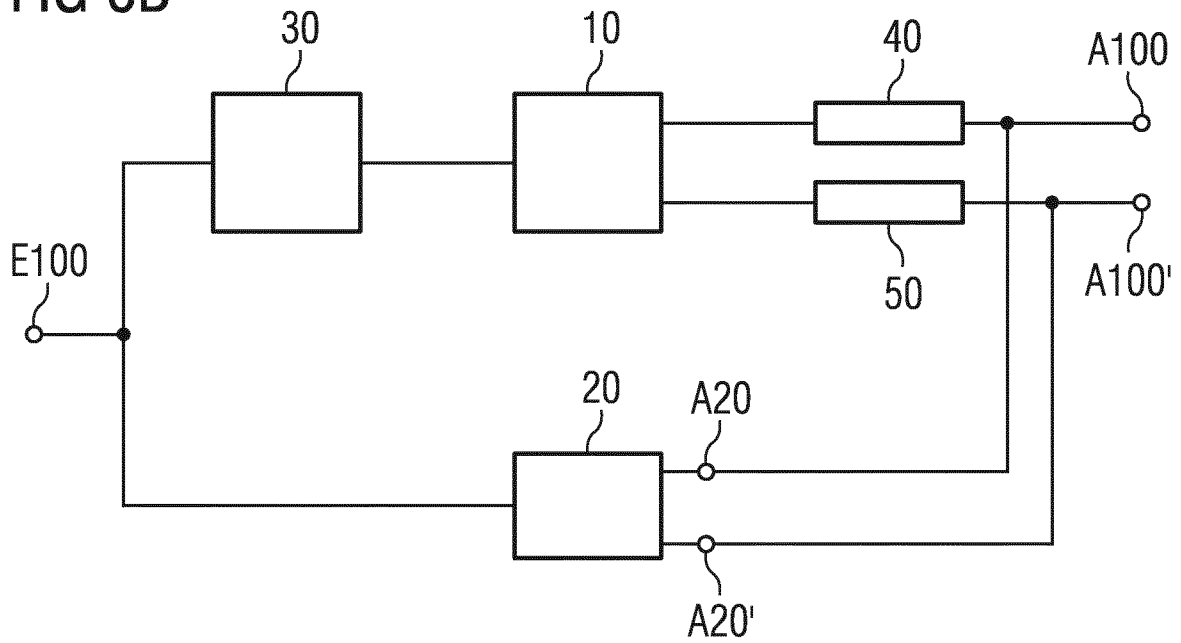


FIG 7A

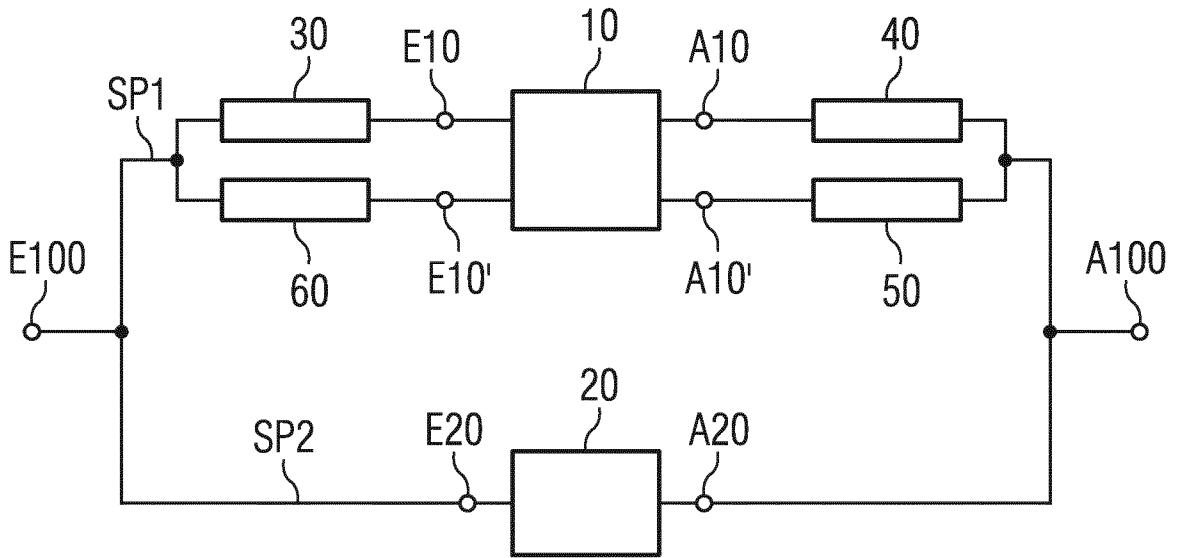


FIG 7B

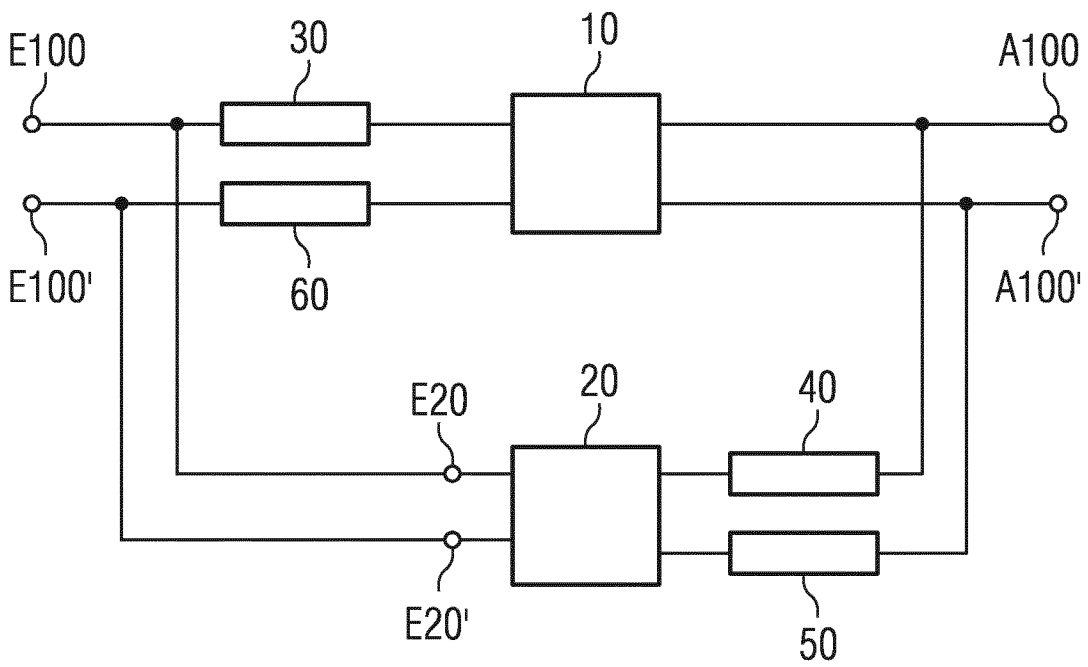


FIG 8A

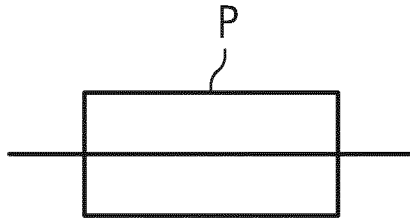


FIG 8B

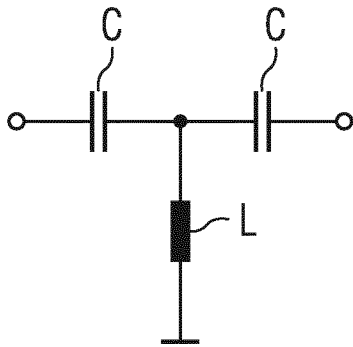


FIG 8C

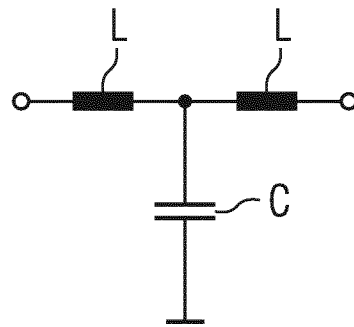


FIG 8D

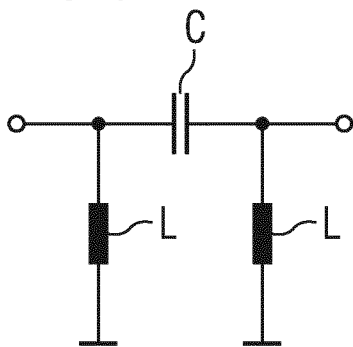


FIG 8E

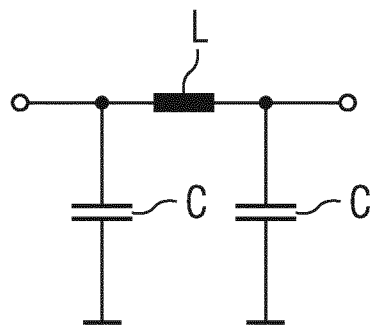


FIG 9A

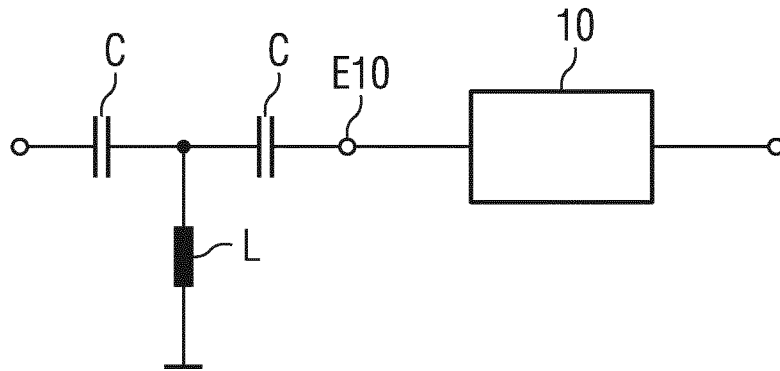


FIG 9B

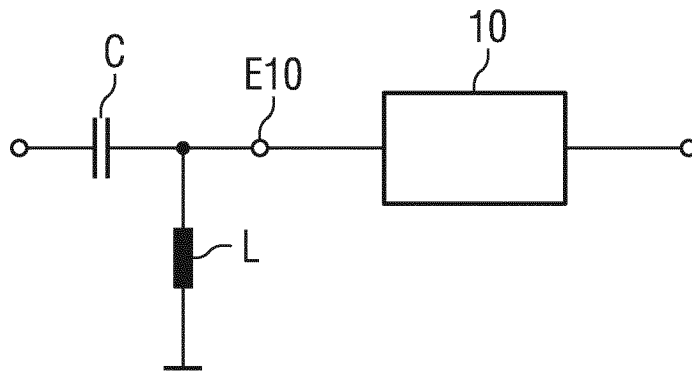
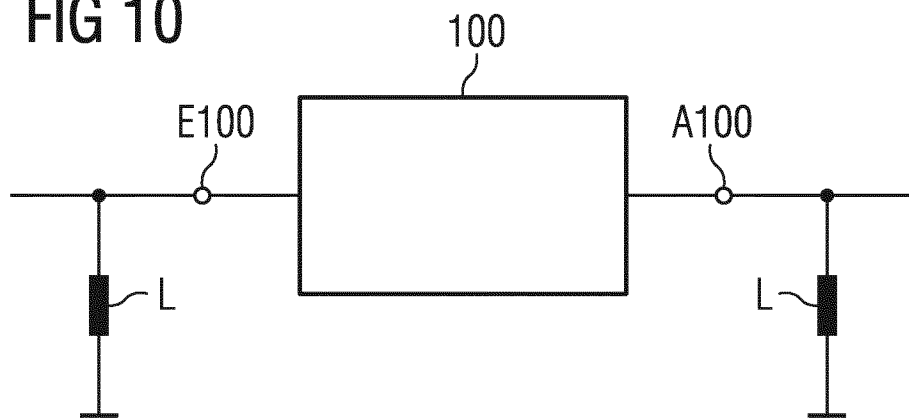


FIG 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/071657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H03H9/64 H03H7/46
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 practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 557 944 A1 (HITACHI METALS LTD [JP]) 27 July 2005 (2005-07-27) paragraph [0004]; figure 20 paragraph [0044] - paragraph [0051]; figure 3 paragraph [0070]	1-21
X A	EP 0 744 831 A2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 27 November 1996 (1996-11-27) page 13, line 33 - page 15, line 10; figures 10-21 ----- -/--	1,6-15, 17-21 2-5,16

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 23 March 2012	Date of mailing of the international search report 02/04/2012
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/EP2011/071657

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 175 567 A1 (SHARP KK [JP]) 14 April 2010 (2010-04-14)	1
A	abstract paragraph [0036] - paragraph [0040]; figures 4,5 paragraph [0044] - paragraph [0046]; figures 9-11 -----	2-21
A	EP 1 150 425 A1 (TOSHIBA KK [JP]) 31 October 2001 (2001-10-31) paragraph [0023] - paragraph [0025]; figure 1 paragraph [0034] - paragraph [0037]; figure 5 paragraph [0050] - paragraph [0055]; figures 9-15 -----	1-21
A	US 2002/135267 A1 (TAKAMINE YUICHI [JP]) 26 September 2002 (2002-09-26) abstract paragraph [0046]; figure 1 paragraph [0051] - paragraph [0084]; figures 3-5,7 paragraph [0100] - paragraph [0106]; figures 15,16 -----	1-21
A	US 2009/153269 A1 (ONO SATORU [JP] ET AL) 18 June 2009 (2009-06-18) abstract paragraph [0030] - paragraph [0040]; figures 1,2 paragraph [0055] - paragraph [0056]; figures 5,6 paragraph [0080] - paragraph [0081]; figures 13,14 -----	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/071657

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1557944	A1	27-07-2005	CN 1708899 A	14-12-2005
			EP 1557944 A1	27-07-2005
			US 2006044080 A1	02-03-2006
			WO 2004038913 A1	06-05-2004
EP 0744831	A2	27-11-1996	DE 69615914 D1	22-11-2001
			DE 69615914 T2	04-04-2002
			DE 69630546 D1	04-12-2003
			DE 69630546 T2	05-08-2004
			EP 0744831 A2	27-11-1996
			US 5926466 A	20-07-1999
EP 2175567	A1	14-04-2010	CN 101953081 A	19-01-2011
			EP 2175567 A1	14-04-2010
			JP 4514831 B2	28-07-2010
			US 2010233972 A1	16-09-2010
			WO 2009020018 A1	12-02-2009
EP 1150425	A1	31-10-2001	CN 1327632 A	19-12-2001
			DE 60038096 T2	05-03-2009
			EP 1150425 A1	31-10-2001
			US 2001052737 A1	20-12-2001
			WO 0126223 A1	12-04-2001
US 2002135267	A1	26-09-2002	JP 3480445 B2	22-12-2003
			JP 2002208832 A	26-07-2002
			US 2002135267 A1	26-09-2002
US 2009153269	A1	18-06-2009	CN 101459417 A	17-06-2009
			JP 2009147740 A	02-07-2009
			KR 20090064304 A	18-06-2009
			US 2009153269 A1	18-06-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H03H9/64 H03H7/46 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	EP 1 557 944 A1 (HITACHI METALS LTD [JP]) 27. Juli 2005 (2005-07-27) Absatz [0004]; Abbildung 20 Absatz [0044] - Absatz [0051]; Abbildung 3 Absatz [0070]	1-21
X	----- EP 0 744 831 A2 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]) 27. November 1996 (1996-11-27)	1,6-15, 17-21
A	Seite 13, Zeile 33 - Seite 15, Zeile 10; Abbildungen 10-21 ----- -/--	2-5,16
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
23. März 2012		02/04/2012
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.
X	EP 2 175 567 A1 (SHARP KK [JP]) 14. April 2010 (2010-04-14)	1
A	Zusammenfassung Absatz [0036] - Absatz [0040]; Abbildungen 4,5 Absatz [0044] - Absatz [0046]; Abbildungen 9-11	2-21
A	----- EP 1 150 425 A1 (TOSHIBA KK [JP]) 31. Oktober 2001 (2001-10-31) Absatz [0023] - Absatz [0025]; Abbildung 1 Absatz [0034] - Absatz [0037]; Abbildung 5 Absatz [0050] - Absatz [0055]; Abbildungen 9-15	1-21
A	----- US 2002/135267 A1 (TAKAMINE YUICHI [JP]) 26. September 2002 (2002-09-26) Zusammenfassung Absatz [0046]; Abbildung 1 Absatz [0051] - Absatz [0084]; Abbildungen 3-5,7 Absatz [0100] - Absatz [0106]; Abbildungen 15,16	1-21
A	----- US 2009/153269 A1 (ONO SATORU [JP] ET AL) 18. Juni 2009 (2009-06-18) Zusammenfassung Absatz [0030] - Absatz [0040]; Abbildungen 1,2 Absatz [0055] - Absatz [0056]; Abbildungen 5,6 Absatz [0080] - Absatz [0081]; Abbildungen 13,14 -----	1-21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/071657

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1557944	A1	27-07-2005	CN 1708899 A 14-12-2005
			EP 1557944 A1 27-07-2005
			US 2006044080 A1 02-03-2006
			WO 2004038913 A1 06-05-2004

EP 0744831	A2	27-11-1996	DE 69615914 D1 22-11-2001
			DE 69615914 T2 04-04-2002
			DE 69630546 D1 04-12-2003
			DE 69630546 T2 05-08-2004
			EP 0744831 A2 27-11-1996
			US 5926466 A 20-07-1999

EP 2175567	A1	14-04-2010	CN 101953081 A 19-01-2011
			EP 2175567 A1 14-04-2010
			JP 4514831 B2 28-07-2010
			US 2010233972 A1 16-09-2010
			WO 2009020018 A1 12-02-2009

EP 1150425	A1	31-10-2001	CN 1327632 A 19-12-2001
			DE 60038096 T2 05-03-2009
			EP 1150425 A1 31-10-2001
			US 2001052737 A1 20-12-2001
			WO 0126223 A1 12-04-2001

US 2002135267	A1	26-09-2002	JP 3480445 B2 22-12-2003
			JP 2002208832 A 26-07-2002
			US 2002135267 A1 26-09-2002

US 2009153269	A1	18-06-2009	CN 101459417 A 17-06-2009
			JP 2009147740 A 02-07-2009
			KR 20090064304 A 18-06-2009
			US 2009153269 A1 18-06-2009
