



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.03.2016 Patentblatt 2016/09

(51) Int Cl.:
H01P 1/208 ^(2006.01) **H01P 5/04** ^(2006.01)
H01P 7/06 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15002377.8**

(22) Anmeldetag: **10.08.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(72) Erfinder:
• **Arnold, Christian**
71522 Backnang (DE)
• **Parlebas, Jean**
71576 Burgstetten (DE)

(74) Vertreter: **Binder, Karin Meta**
Airbus Defence and Space GmbH
Patentabteilung
81663 München (DE)

(30) Priorität: **27.08.2014 DE 102014012752**

(71) Anmelder: **Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG**
71522 Backnang (DE)

(54) **GENERISCHES KANALFILTER**

(57) Es ist ein Kanalfilter (10) für eine Kommunikationseinrichtung angegeben. Das Kanalfilter weist folgende Elemente auf: einen ersten Resonator (100), ein Kopplungselement (200) mit einem ersten Längsabschnitt (202) und einem zweiten Längsabschnitt (204) und ein erstes Abglichelement (400). Das Kopplungselement (200) ist ausgeführt, den ersten Resonator (100)

zumindest mittelbar mit einem Eingang (12) oder einem Ausgang (14) des Kanalfilters (10) zu koppeln. Der erste Längsabschnitt weist (202) eine größere Breite auf als der zweite Längsabschnitt (204). Das erste Abglichelement (400) ist zumindest abschnittsweise in dem ersten Längsabschnitt (202) und zumindest abschnittsweise in dem zweiten Längsabschnitt (204) angeordnet.

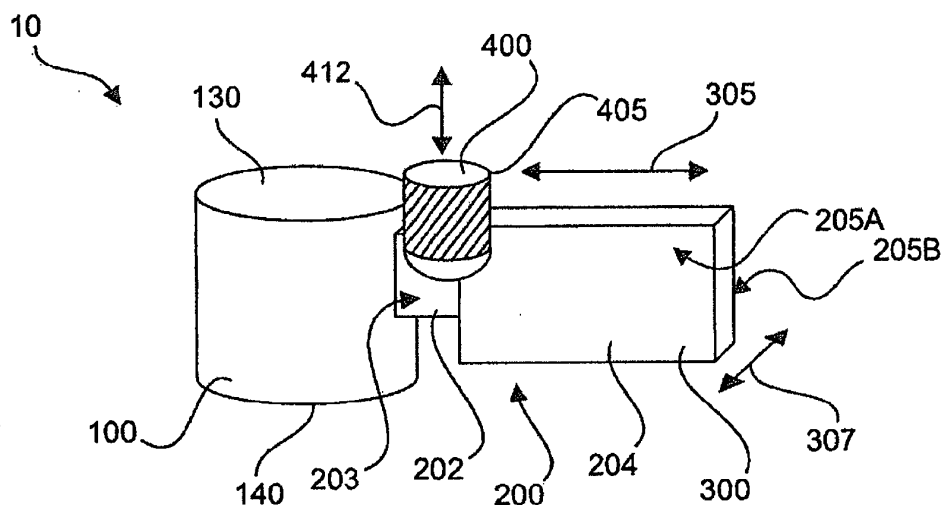


Fig. 1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kanalfilter für eine Kommunikationseinrichtung bzw. für eine Datenübertragungsstrecke, insbesondere für eine Satellitenübertragungsstrecke, insbesondere für einen Satellitenfunkübertragungsstrecke. Bei der Satellitenfunkübertragungsstrecke kann es sich beispielsweise um eine Ka-Band Übertragungsstrecke handeln in einem Frequenzbereich von 17,7 - 21,2 GHz für die Abwärtsstrecke (downlink) und 27,5 - 31 GHz für die Aufwärtsstrecke (uplink) oder um eine Ku- oder X-Band-Implementierung im Bereich um 11 bzw. 7 GHz.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Resonatoren können in Form eines passiven Bauelements als Kanalfilter in Funkübertragungsstrecken eingesetzt werden. In der Praxis eingesetzte Kanalfilter bestehen üblicherweise aus mehreren verkoppelten Resonatoren. Mit zunehmender Frequenz der Signalübertragung auf einer Funkstrecke ändern sich dabei die Anforderungen an die Filter, insbesondere was die baulichen und räumlichen Anforderungen einerseits wie auch die Anforderungen an die effektiv nutzbare Bandbreite eines Filters. Die effektiv nutzbare Bandbreite ist dabei diejenige Frequenzbandbreite, bei der ein Filterverhalten um eine Zentralfrequenz konstant oder nahezu konstant ist.

[0003] In Abhängigkeit der Resonanzfrequenz eines Filters ist es üblicherweise erforderlich, beispielsweise die geometrischen Abmessungen eines Filters anzupassen.

[0004] Kanalfilter können beispielsweise in sog. Ausgangsmultiplexern eingesetzt werden. Ein typischer Ausgangsmultiplexer besteht aus Kanalfiltern, die an einer Hohlleitersammelschiene angeschlossen sind. Eine Aufgabe des Ausgangsmultiplexers besteht darin, schmalbandige Hochleistungs-Kommunikationssignale auf einem gemeinsamen Hohlleiter (der sog. Sammelschiene) zu kombinieren. Die Kanalfilter und Sammelschiene werden in einem aufwändigen Entwicklungsprozess aufeinander abgestimmt. Üblicherweise erst nach Beendigung dieses Entwicklungsprozesses können die Einzelteile für die Kanalfilter, sowie die Sammelschiene und evtl. benötigte Zusatzteile bestellt und hergestellt werden.

[0005] Bei der derzeit häufig eingesetzten Invar-Rundhohlleiter-Technologie sowie bei allen anderen verfügbaren Technologien können verschiedene, komplexe Aufbau- und Entwicklungsprozesse einzuhalten sein, da diese Geräte aus vielen maßgeschneiderten Einzelteilen bestehen können. Die Einzelteile müssen üblicherweise für jedes Kanalfilter individuell gefertigt und beschafft werden. Mit Hilfe der bei dieser Technologie vorhandenen Abgleichschrauben kann ein Feinabgleich der Resonanzfrequenz im Bereich von wenigen Promille der Reso-

nanzfrequenz erfolgen. Die freie Einstellung der Filterfrequenz (Resonanzfrequenz) ist damit jedoch nicht möglich.

[0006] Bei der häufig für die Temperaturkompensation von Aluminiumfiltern verwendeten TE₀₁ n-Mode ist es demgegenüber möglich eine komplette Endwand des Resonators zu verschieben, da diese Moden keine Wandströme von Seiten- zu Endwand benötigen. Dieser Aufbau wird üblicherweise zur Kompensation von Temperatureinflüssen eingesetzt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Es kann als Aufgabe der Erfindung betrachtet werden, ein Kanalfilter anzugeben, dessen Resonanzfrequenz in einem breiten Frequenzband einstellbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs. Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie aus der folgenden Beschreibung.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist ein Kanalfilter für eine Kommunikationseinrichtung angegeben. Das Kanalfilter weist einen ersten Resonator, ein Kopplungselement mit einem ersten Längsabschnitt und einem zweiten Längsabschnitt sowie ein erstes Abgleichelement auf. Das Kopplungselement ist ausgeführt, den ersten Resonator zumindest mittelbar mit einem Eingang oder einem Ausgang des Kanalfilters zu koppeln, wobei der erste Längsabschnitt eine größere Breite aufweist als der zweite Längsabschnitt und wobei das erste Abgleichelement zumindest abschnittsweise in dem ersten Längsabschnitt und zumindest abschnittsweise in dem zweiten Längsabschnitt angeordnet ist.

[0010] Die durch das Kopplungselement gekoppelte Menge von Energie ist insbesondere maßgeblich für Filtereigenschaften wie Bandbreite und Anpassung. Daher kann es vorteilhaft sein, wenn diese in einem möglichst weiten Frequenzbereich einstellbar ist.

[0011] Zum Abgleich des Kopplungselements kommt das erste Abgleichelement zum Einsatz. Dieses kann in einer Ausführungsform einen oberen Teil des Koppelements im Wesentlichen ersetzen und kann damit insbesondere ein variabel einstellbares Koppelement darstellen. Der obere Teil des Koppelements kann durch das Abgleichelement entweder vollständig ersetzt werden oder noch in reduzierter Form bzw. teilweise vorhanden sein. Das Abgleichelement kann in einer Ausführungsform als metallische oder dielektrische Schraube ausgeführt sein, wobei die metallische Schraube die Menge der koppelnden Energie reduziert und die dielektrische Schraube diese erhöht.

[0012] Das erste Abgleichelement erstreckt sich in einer Längsrichtung des Kopplungselementes zumindest abschnittsweise in den ersten Längsabschnitt und in den zweiten Längsabschnitt. In anderen Worten ist das erste Abgleichelement an dem Übergang zwischen dem ersten Längsabschnitt und dem zweiten Längsabschnitt angeordnet.

[0013] Das erste Abgleichelement ermöglicht eine Bewegung quer zur Längsrichtung des Kanalfilters, also auf den Mittelpunkt des Kopplungselementes hin und davon weg.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der erste Längsabschnitt eine Kopplungsblende.

[0015] Die Kopplungsblende ist ausgeführt, den ersten Resonator mit einem benachbarten bzw. unmittelbar benachbarten Resonator zu koppeln. Eine Abgleichbewegung des ersten Abgleichelements verläuft quer zu der Kopplungsrichtung der Kopplungsblende zwischen dem ersten Resonator und dem benachbarten Resonator, wobei die Kopplungsrichtung üblicherweise in Richtung der Längsrichtung des Kanalfilters verläuft.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der zweite Längsabschnitt ein Hohlleiter.

[0017] Der Querschnitt des Hohlleiters ist größer als der Querschnitt der Kopplungsblende. Als Maßstab kann auch der Umfang der Kopplungsblende sowie des Hohlleiters in einer Richtung orthogonal zur Längsrichtung des Kanalfilters herangezogen werden. Der Umfang des Hohlleiters ist größer als der Umfang der Kopplungsblende.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das erste Abgleichelement so ausgeführt und angeordnet, dass es in einer Richtung quer zu einer Längsrichtung des Kopplungselements über eine Seitenfläche des ersten Längsabschnitts hinausragt.

[0019] Dies kann bedeuten, dass die geometrischen Ausmaße wie z.B. der Durchmesser oder zumindest eine Kantenlänge des ersten Abgleichelements größer sind als die Breite des ersten Längsabschnitts. Das erste Abgleichelement kann so angeordnet sein, dass es über eine einzelne oder über zwei Seitenflächen, insbesondere über zwei gegenüberliegende Seitenflächen des ersten Längsabschnitts hinausragt.

[0020] Das erste Abgleichelement kann mittig oder außermittig (exzentrisch) mit Bezug zu dem ersten Längsabschnitt angeordnet sein. Ist das erste Abgleichelement exzentrisch angeordnet, kann es insbesondere lediglich über eine einzelne Seitenfläche des ersten Längsabschnitts hinausragen. Im Falle einer exzentrischen Anordnung des ersten Abgleichelements kann dies über eine Seitenfläche hinausragen, auch wenn sein Durchmesser oder seine Kantenlänge kleiner sind als die Breite des ersten Längsabschnitts.

[0021] Das erste Abgleichelement kann eine Abgleichschraube sein, welche im Wesentlichen zylindrisch ausgeführt ist. Im Fall der mittigen Anordnung der Abgleichschraube mit Bezug zu dem ersten Längsabschnitt ist der Durchmesser des Abgleichelements größer als die Breite des ersten Längsabschnitts.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das erste Abgleichelement in einem Längsabschnitt, den es sich in einer Längsrichtung in den zweiten Längsabschnitt hinein erstreckt, zwischen zwei gegenüberliegenden Seitenflächen des zweiten Längsabschnitts angeordnet.

[0023] In anderen Worten bedeutet dies, dass nicht das gesamte Abgleichelement zwischen zwei Seitenflächen des zweiten Längsabschnitts angeordnet ist, sondern nur derjenige Teil des Abgleichelements, welcher sich in Längsrichtung des Kopplungselements in dem zweiten Längsabschnitt befindet.

[0024] Im Falle dass das erste Abgleichelement eine Abgleichschraube ist, ist der Durchmesser kleiner als die Breite des zweiten Längsabschnitts und die Abgleichschraube ragt über keine Seitenfläche des zweiten Längsabschnitts hinaus.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist ein Kopplungswinkel des Kopplungselements mit dem ersten Resonator mit Bezug zu einer Längsrichtung des Kanalfilters von 0° ab.

[0026] Das Koppeln unter einem von 0° abweichenden Winkel kann ebenfalls dazu beitragen, dass ein gewünschter Koppelwert erreicht wird und kann somit zum Abgleich der Kopplungselements und der Anpassung der Arbeitsfrequenz des Kanalfilters beitragen.

[0027] Insbesondere kann der Kopplungswinkel zwischen 1° und 90°, weiter insbesondere zwischen 1° und 45° (jeweils im geometrisch positiven oder negativen Sinn, bzw. gegen den Uhrzeigersinn oder im Uhrzeigersinn) zwischen der Längsrichtung des Kopplungselements und der Längsrichtung des Kanalfilters betragen.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Kanalfilter einen zweiten Resonator auf, welcher mit dem ersten Resonator über das Kopplungselement gekoppelt ist.

[0029] Das Kanalfilter kann eine Mehrzahl von Resonatoren aufweisen, welche miteinander jeweils über ein Kopplungselement gekoppelt sind.

[0030] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weicht ein Kopplungswinkel des Kopplungselements mit dem zweiten Resonator mit Bezug zu der Längsrichtung des Kanalfilters von dem Kopplungswinkel des Kopplungselements mit dem ersten Resonator mit Bezug zu der Längsrichtung des Kanalfilters ab.

[0031] In einer Ausführungsform unterscheiden sich die Kopplungswinkel eines Kopplungselements zwischen einem ersten Resonator und einem zweiten Resonator von den Kopplungswinkeln eines Kopplungselements zwischen dem zweiten Resonator und einem dritten Resonator.

[0032] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der erste Resonator ein zweites Abgleichelement auf, welches für eine Grobjustierung der Resonanzfrequenz des ersten Resonators ausgeführt ist.

[0033] Grobjustierung bedeutet dabei, dass die Arbeitsfrequenz in einem Frequenzbereich von bis zu +/- 40%, insbesondere +/- 10% bis 20% ihres aktuellen Wertes verändert werden kann.

[0034] Insbesondere durch das zweite Abgleichelement kann ermöglicht werden, dass ein Kanalfilter für verschiedene Arbeitsfrequenzen eingesetzt werden kann, ohne dass eine Neuentwicklung eines Kanalfilters nötig ist.

[0035] Das zweite Abgleichelement ist dabei angeordnet, dass es in einen Innenraum des Resonators hineinragt und in diesem Innenraum so bewegt werden kann, dass seine Anordnung im Innenraum verändern werden kann.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der erste Resonator ein drittes Abgleichelement auf, welches für eine Feinjustierung der Resonanzfrequenz des ersten Resonators ausgeführt ist.

[0037] Durch das Zusammenwirken des zweiten und dritten Abgleichelements können sowohl eine vollständige Veränderung der Arbeitsfrequenz (Grobjustierung) sowie eine Anpassung an beispielsweise Fertigungstoleranzen (Feinjustierung) erfolgen.

[0038] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das dritte Abgleichelement mechanisch mit dem zweiten Abgleichelement gekoppelt.

[0039] Wenn also das zweite Abgleichelement bewegt wird, wird das dritte Abgleichelement mitgeführt, so dass durch das dritte Abgleichelement ein Feinabgleich basierend auf dem durch das zweite Abgleichelement vorgegebenen Grobabgleich erfolgt.

[0040] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das dritte Abgleichelement mit Bezug zu dem zweiten Abgleichelement bewegbar.

[0041] In anderen Worten wird eine Abgleichbewegung des dritten Abgleichelements relativ zum zweiten Abgleichelement vorgenommen.

[0042] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Kanalfilter ein Kurzschlusselement auf, welches angeordnet ist, zumindest den zweiten Resonator zu überbrücken.

[0043] Das Kurzschlusselement kann auch als Brückenelement bezeichnet werden, welches einen oder mehrere benachbarte Resonatoren überbrückt.

[0044] Zusammenfassend kann das Kanalfilter gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wie folgt beschrieben werden.

[0045] Das Kanalfilter, beispielsweise eines Ausgangsmultiplexers, kann so gestaltet werden, dass die folgenden Punkte erfüllt sind: ein generisches Kanalfilter ist unabhängig vom projektbezogenen Entwicklungs- und Konstruktionsprozess; die wesentlichen Filterteile sind projektübergreifend identisch und können vorab beschafft und auf Lager gelegt werden; schneller Aufbau der Einzelteile möglich; ein unter Verwendung eines solchen generischen Kanalfilters zusammengestellter Ausgangsmultiplexer ist im gesamten Hohlleiterband durch Abgleich einstellbar.

[0046] Ein Aspekt des Kanalfilters ist es, mit Hilfe einer TE_{01n} Implementierung ein möglichst breit in Frequenz und Bandbreite einstellbares Kanalfilter für Ausgangsmultiplexer zu realisieren. Die Einstellbarkeit der Frequenz ist im Idealfall nur durch den störmodenfreien Bereich der Nutzmode begrenzt, der im Ka-Band ca. 1 GHz beträgt. Zur Abdeckung eines größeren Frequenzbereiches können jedoch leicht die geometrischen Abmessungen wie z.B. der Durchmesser der Resonatoren an-

gepasst werden. Die Implementierung ist unabhängig vom Frequenzband, eine Ka-Band Implementierung bei 20 GHz/30 GHz ist ebenso möglich wie eine Ku- oder X-Band-Implementierung im Bereich um 11, bzw. 7 GHz.

[0047] Die Eigenschaften der Resonanzmode werden genutzt, um mit Hilfe eines Grob-Abgleichtellers die Frequenz voreinzustellen. Mit Hilfe einer im Grob-Abgleichsteller integrierten Fein-Abgleichschraube kann dann der Feinabgleich erfolgen.

[0048] Der Abgleich der Kopplung kann beispielsweise mit Hilfe von Blendenabgleichschrauben erfolgen. Diese Schrauben können deutlich größer sein als die eigentliche Blende lang oder breit ist. Mit solchen Blendenabgleichschrauben kann effektiv der Querschnitt der Blende verkleinert werden. Der Überlappungsbereich mit dem Hohlleiter (also der Bereich, in dem die Schraube über die Blende hinausragt) kann so dimensioniert werden, dass er bei der Filterfrequenz oberhalb seiner sog. cut off Frequenz betrieben wird. Die cut off Frequenz ist diejenige Frequenz, oberhalb welcher eine elektromagnetische Well Energie transportiert und unterhalb welcher lediglich ein elektromagnetische Feld detektiert werden kann.

[0049] Die Resonatoren können insbesondere so angeordnet sein, dass der seitliche Abstand der Filter auf der Sammelschiene für verschiedene Arbeitsfrequenzen konstant gehalten werden kann und darüber hinaus die Gesamtlänge eine vorgegebene Länge nicht übersteigt. Dies ist zum Einen darin begründet, dass die maximale Gesamtlänge des Multiplexers in der Regel durch räumliche Vorgabe in der Verwendungsumgebung des Kanalfilters begrenzt ist. Ein erhöhter Abstand zwischen den Kanälen kann daher die mögliche Kanalzahl reduzieren. Zum Anderen kann sich mit zunehmendem Abstand der Kanäle auf der Sammelschiene die Degradation der Filterleistung erhöhen, insbesondere über der Temperatur.

[0050] Die Resonatoren werden insbesondere in einer Reihe angeordnet. Hierdurch kann ein gewünschter Kanalabstand auf der Sammelschiene realisiert werden. Elektrisch entspricht diese Struktur des Kanalfilters einer sog. Extracted Pole Struktur, das heißt, es können Filter mit Transmissionsnullstellen realisiert werden. Ein Verbindungshohlleiter zwischen den Polen kann über bzw. unter den beiden Polresonatoren geführt. Er kann entweder mittig geführt werden oder geringfügig seitlich versetzt mit Bezug zu einer Längsachse bzw. Mittelachse des Kanalfilters, um die Zugänglichkeit der Abgleichschrauben- und Teller zu erleichtern.

[0051] Die Koppelblenden können entweder in direkter Linie angeordnet sein oder in beliebigen Winkeln aus dem Resonator geführt sein, beispielsweise zur gezielten Unterdrückung von Störmoden. Insbesondere die Koppelblende zwischen dem ersten und zweiten Resonator von der Sammelschiene kann in einer Ausführungsform länger sein als die übrigen Koppelblenden, um die Kopplung in einem Bogen realisieren zu können. Dies kann dazu führen, dass der elektrisch nötige Koppelwert nicht mehr erreicht wird. Um dieses Problem zu

lösen, kann zwischen den kurzen Ein- und Auskoppelblenden ein Stück Hohlleiter mit ausgeweitetem Querschnitt eingebracht werden. Der Hohlleiter entspricht dabei dem zweiten Längsabschnitt des Kopplungselements. Insbesondere die Tiefe der Blende kann von Bedeutung sein, da es von der Tiefe der Blende abhängen kann, ob die Blende evaneszent (dämpfend) wirkt, oder die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle erlaubt.

[0052] Am Verbindungshohlleiter zwischen den extraced poles können optional variable Kurzschlüsse, die mit Hilfe von Kurzschlussplatten realisiert werden können, angebracht werden. Der Verbindungshohlleiter kann beispielsweise aus verschraubten Halbschalen oder aus Aluminiumprofil gefertigt werden. Optional kann der Hohlleiter beidseitig oder einseitig mit einer auswechselbaren Kurzschlussplatte ausgestattet werden, um den Abgleichbereich zu erhöhen. Im Verbindungshohlleiter können außerdem weitere Abglichelemente in Form von Abgleichschrauben platziert werden.

[0053] Die Polresonatoren können entweder am Filtereingang oder an einer beliebigen Stelle im Filter angeordnet sein. Die Filterordnung ist einfach erweiterbar, indem am Eingang oder am Ausgang weitere Resonatoren hinzugefügt werden. Das Hinzufügen weiterer Polresonatoren ist ebenso möglich.

[0054] Das Filter kann zur Reduktion der Temperaturabhängigkeit entweder aus temperaturstabilen Materialien, wie z.B. Invar, gefertigt werden oder aus nicht temperaturstabilen Materialien, wie z.B. Aluminium, wobei es mit einer Temperaturkompensationseinheit ausgestattet wird.

[0055] Eigenschaften des Kanalfilters können wie folgt beschrieben werden.

[0056] Das Kanalfilter ermöglicht bei gleichbleibenden mechanischen Abmessungen wie z.B. Länge und Breite die Verwendung für verschiedene Arbeitsfrequenzen, welche stark voneinander abweichen können. Es handelt sich um ein generisches Kanalfilter, so dass eine Neuentwicklung für verschiedene Arbeitsfrequenzen und Einsatzgebiete vermieden werden kann. Während der Entwicklung kann lediglich das Liefern von Abgleichdaten erforderlich sein. Identische Teilesätze für das generische Kanalfilter können in großen Mengen beschafft werden, da eine individuelle Gestaltung der Bauteile in Abhängigkeit der Arbeitsfrequenz nicht erforderlich ist. Es kann eine deutliche Beschleunigung der Entwicklungszeit erfolgen durch Reduktion von Entwicklungsaufwand und Wegfall von projektabhängiger Konstruktions- und Fertigungszeit. Durch Massenfertigung, Wegfall von Konstruktions- und teilweise Entwicklungskosten kann eine Einsparung von Kosten ermöglicht werden. Das Kanalfilter ermöglicht einen individuellen Abgleich mit einem großen Abgleichbereich, so dass eine erreichbare Fertigungsgenauigkeit generischer Teile ausreichend ist und die Einzelteile nicht in Anbetracht der zukünftigen Arbeitsfrequenz gefertigt werden müssen. Durch die Fertigung hoher Stückzahlen gleicher Teile ergibt sich die

Möglichkeit zur Automatisierung des Abgleichs. Durch Standardprozesse und -teile kann sich eine hohe Planungssicherheit ergeben. Bezüglich der Betrachtung thermischer und mechanischer Parameter während der Entwicklung eines Kanalfilters sind generische Analysen mit worst-case Werten möglich. Unabhängig von der Sollfrequenz und der Bandbreite eines Kanalfilters können auf Grund der verschiedenen Abgleichmöglichkeiten gleiche Bauteile verwendet werden.

[0057] Die Mittenfrequenz des Filters wird im Wesentlichen durch die Resonanzfrequenz der Filterresonatoren bestimmt. Zur Grobeinstellung der Resonanzfrequenz kann wie oben beschrieben ein zweites Abglichelement in Form eines Abgleichtellers zum Einsatz kommen. Ein solcher Abgleichteller erlaubt die Frequenzeinstellung in sehr weiten Bereichen. Ein drittes Abglichelement in Form einer Schraube, welche einen geringeren Querschnitt oder Durchmesser hat als der Abgleichteller und in der Achse des Tellers angeordnet sein kann, erlaubt weiterhin den Feinabgleich des Filters. Das dritte Abglichelement kann metallisches oder dielektrisches Material aufweisen.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0058] Nachfolgend wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher auf Ausführungsbeispiele der Erfindung eingegangen. Die Darstellungen sind schematisch und nicht maßstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen beziehen sich auf gleiche oder ähnliche Elemente. Es zeigen:

- Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Kanalfilters gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 2** eine schematische Darstellung eines Resonators eines Kanalfilters gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 3** eine schematische Darstellung eines Kanalfilters gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 4** eine schematische Darstellung eines Kanalfilters gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 5** eine schematische Darstellung eines Kanalfilters gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 6** eine schematische Darstellung eines Kanalfilters gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- Fig. 7** eine schematische Darstellung eines Kanalfilters gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

spiel der Erfindung.

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Kanalfilters gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Kanalfilters gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0059] Fig. 1 zeigt einen Teil eines Kanalfilters 10 mit einem Resonator 100 sowie einem hieran gekoppelten Kopplungselement 200.

[0060] Der Resonator ist als zylindrischer Hohlraum mit zwei gegenüberliegenden Grund- bzw. Stirnflächen 130, 140 ausgeführt. Das Kopplungselement 200 ist mit einer Mantelfläche des zylindrischen Hohlraums gekoppelt.

[0061] Das Kopplungselement 200 weist einen ersten Längsabschnitt 202 und einen zweiten Längsabschnitt 204 auf. Ein erstes Abgleichelement 400 ist so angeordnet, dass es sich in einer Richtung quer zur Längsrichtung 305 des Kopplungselements 200 sowohl in den ersten Längsabschnitt 202 als auch in den zweiten Längsabschnitt 204 erstreckt und eine Abgleichbewegung in Richtung des Pfeils 412 ermöglicht.

[0062] Der erste Längsabschnitt weist eine Seitenfläche 203 auf. Der Querschnitt bzw. die Grundfläche 405 der Abgleichschraube 400 ist so ausgeführt oder die Abgleichschraube 400 so angeordnet, dass die Abgleichschraube über die Seitenfläche 203 hinausragt (aus der Zeichenebene heraus in Richtung des Betrachters, in Richtung des Pfeils 307, welcher die Breite des ersten Kopplungselements anzeigt). In einer Ausführungsform kann die Abgleichschraube auch über die in der Fig. 1 hintere Seitenfläche des ersten Längsabschnittes 202 hinausragen.

[0063] Der zweite Längsabschnitt 204 ist in Richtung 307 breiter als der erste Längsabschnitt 202. Die Abgleichschraube 400 ist so ausgeführt und angeordnet, dass sie sich im Bereich des zweiten Längsabschnitts 204 zwischen den Seitenflächen 205A, 205B befindet.

[0064] Die Ausmaße des Kanalfilters sind frequenzabhängig. Für ein Kanalfilter im Ku-Band kann der erste Längsabschnitt 202 eine Breite von wenigen cm haben, beispielsweise zwischen 3 und 5 cm, und der zweite Längsabschnitt 204 kann eine Breite von über 5 cm haben, beispielsweise zwischen 5 und 12 cm, insbesondere ca. 9,5 cm. Der Durchmesser der Abgleichschraube 400 kann in einem Ausführungsbeispiel größer sein als die Breite des ersten Längsabschnitts 202 und kleiner als die Breite des zweiten Längsabschnitts 204.

[0065] Fig. 2 zeigt einen Resonator 100 mit einem zweiten Abgleichelement 110 aufweisend einen Abgleichsteller 114 und einen Schaft 116 sowie mit einem dritten Abgleichelement 120 ausgeführt als Abgleich-

schraube, welche in dem Schaft 116 angeordnet ist und relativ zu dem zweiten Abgleichelement 110 durch eine Drehbewegung der Abgleichschraube 120 bewegt werden kann. Das zweite Abgleichelement 110 kann ebenfalls durch eine Drehbewegung des Schafts 116 mit Bezug zu der Grundfläche 130 des Resonators die Abgleichbewegung ausführen.

[0066] Sowohl das zweite Abgleichelement als auch das dritte Abgleichelement ermöglichen eine Abgleichbewegung in einer Richtung entlang des Pfeils 112, 122.

[0067] Der Abgleichsteller 114 kann ausgeführt sein, eine Abgleichbewegung von mehreren cm, z.B. zwischen 1 cm und 4 cm, auszuführen. Die Abgleichschraube 120 kann ausgeführt sein, eine Abgleichbewegung von wenigen Zehntel mm bis hin zu einigen mm auszuführen, z.B. zwischen 0,1 mm bis zu 2 mm. Die Abgleichschraube 120 weist einen geringeren Querschnitt auf als der Abgleichsteller 114 und der Schaft 116.

[0068] Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht (oben) und eine Draufsicht (unten) auf ein Kanalfilter 10 mit vier Resonatoren 100, wobei jeweils unmittelbar benachbarte Resonatoren über ein Kopplungselement miteinander gekoppelt sind. Das Kanalfilter 10 weist weiterhin ein Verbindungselement 500 auf.

[0069] Die Breite 16 und die Länge 18 des Kanalfilters können unabhängig von der Arbeitsfrequenz konstant oder im Wesentlichen konstant gehalten werden, d.h. es sind keine Anpassungen der geometrischen Ausmaße des Kanalfilters in Abhängigkeit einer gewünschten Arbeitsfrequenz erforderlich.

[0070] Fig. 4 zeigt ein Kanalfilter 10 mit einem Filtereingang 12 und einem Filterausgang 14. Die Längsrichtung des Kanalfilters ist mit einer gestrichelten Linie angedeutet. Ein Verbindungselement 500 verbindet zwei Resonatoren.

[0071] Fig. 5 zeigt ein Kanalfilter 10 in einer Ansicht der Resonatoranordnung von oben. Ein Hohlleiter 600 ist zwischen den Polen angeordnet und kann zur besseren Zugänglichkeit der Abgleichelemente 110, 120 mit Bezug zu einer Längsachse des Kanalfilters 10 seitlich versetzt angeordnet sein. Alternativ kann der Hohlleiter 600 mittig angeordnet sein.

[0072] Fig. 6 zeigt ein Kanalfilter 10 mit Kopplungselementen 200, welche mit den Resonatoren 100 unter verschiedenen Winkeln 210 mit Bezug zu der Längsrichtung des Kanalfilters gekoppelt sind. Der Verbindungshohlleiter 600 ist mittig angeordnet, kann zur besseren Zugänglichkeit der Abgleichelemente auch seitlich versetzt sein, wie schon in Fig. 5 gezeigt.

[0073] Fig. 7 zeigt ein Kanalfilter 10 mit Kopplungselementen 200, welche mit den Resonatoren 100 unter verschiedenen Winkeln 210 mit Bezug zu der Längsrichtung des Kanalfilters gekoppelt sind und einem seitlich versetzten Verbindungshohlleiter 600. Die Kopplung unter verschiedenen Winkeln ist als Hohlleiterstruktur ausgeführt mit vergrößertem Querschnitt 300 im mittleren Bereich, um einen gewünschten Koppelwert zu erreichen. Die Abschnitte 200 und 300 stellen den ersten

Längsabschnitt und den zweiten Längsabschnitt des Kopplungselements zwischen zwei Resonatoren dar.

[0074] Fig. 8 zeigt ein Kanalfilter 10, wobei der Verbindungshohlleiter 600 mit Bezug zu dem Ausführungsbeispiel in Fig. 7 in Längsrichtung verschoben ist, also andere Resonatoren überbrückt.

[0075] Fig. 9 zeigt ein Kanalfilter 10 und deutet Erweiterungsmöglichkeiten für höherkreisige Filter (beliebige Anzahl von Resonatoren kann hinzugefügt werden, diese sind gestrichelt dargestellt).

Bezugszeichenliste

[0076]

10	Kanalfilter
12	Eingang
14	Ausgang
16	Breite
18	Länge
100	Resonator
110	zweites Abgleichelement
112	Abgleichbewegung
114	Teller
116	Schaft
120	drittes Abgleichelement
122	Abgleichbewegung
130	erste Fläche
140	zweite Fläche
200	Kopplungsblende
202	erster Längsabschnitt
203, 205	Seitenfläche
204	zweiter Längsabschnitt
210	Kopplungswinkel
300	Hohlleiter
305	Längsrichtung
307	Breite
400	erstes Abgleichelement
405	Grundfläche
412	Abgleichbewegung
500	Verbindungselement
600	Kurzschlusselement

Patentansprüche

1. Kanalfilter (10) für eine Kommunikationseinrichtung, aufweisend:

einen ersten Resonator (100);
ein Kopplungselement (200) mit einem ersten Längsabschnitt (202) und einem zweiten Längsabschnitt (204); und
ein erstes Abgleichelement (400);
wobei das Kopplungselement (200) ausgeführt ist, den ersten Resonator (100) zumindest mittelbar mit einem Eingang (12) oder einem Ausgang (14) des Kanalfilters (10) zu koppeln;

wobei der erste Längsabschnitt (202) eine größere Breite aufweist als der zweite Längsabschnitt (204);

wobei das erste Abgleichelement (400) zumindest abschnittsweise in dem ersten Längsabschnitt (202) und zumindest abschnittsweise in dem zweiten Längsabschnitt (204) angeordnet ist.

2. Kanalfilter (10) nach Anspruch 1, wobei der erste Längsabschnitt (202) eine Kopplungsblende ist.

3. Kanalfilter (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der zweite Längsabschnitt (204) ein Hohlleiter (300) ist.

4. Kanalfilter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Abgleichelement (400) in einer Richtung (307) quer zu einer Längsrichtung (305) des Kopplungselements (200) über eine Seitenfläche (203) des ersten Längsabschnitts hinausragt.

5. Kanalfilter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Abgleichelement (400) in einem Längsabschnitt, den es sich in einer Längsrichtung (305) in den zweiten Längsabschnitt (204) hinein erstreckt, zwischen zwei gegenüberliegenden Seitenflächen (205A, 205B) des zweiten Längsabschnitts (204) angeordnet ist.

6. Kanalfilter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Kopplungswinkel (210) des Kopplungselements mit dem ersten Resonator mit Bezug zu einer Längsrichtung (305) des Kanalfilters (10) von 0° abweicht.

7. Kanalfilter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend einen zweiten Resonator, welcher mit dem ersten Resonator über das Kopplungselement gekoppelt ist.

8. Kanalfilter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Resonator (100) ein zweites Abgleichelement (110) aufweist, welches für eine Grobjustierung der Resonanzfrequenz des ersten Resonators ausgeführt ist.

9. Kanalfilter (10) nach Anspruch 8, wobei der erste Resonator (100) ein drittes Abgleichelement (120) aufweist, welches für eine Feinjustierung der Resonanzfrequenz des ersten Resonators ausgeführt ist.

10. Kanalfilter (10) nach Anspruch 9, wobei das dritte Abgleichelement (120) mechanisch mit dem zweiten Abgleichelement (110) gekoppelt ist.

5

11. Kanalfilter (10) nach Anspruch 9 oder 10, wobei das dritte Abgleichelement (120) mit Bezug zu dem zweiten Abgleichelement (110) bewegbar ist.

10

12. Kanalfilter (10) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, weiterhin aufweisend ein Kurzschlusselement (600), welches angeordnet ist, zumindest den zweiten Resonator zu überbrücken.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

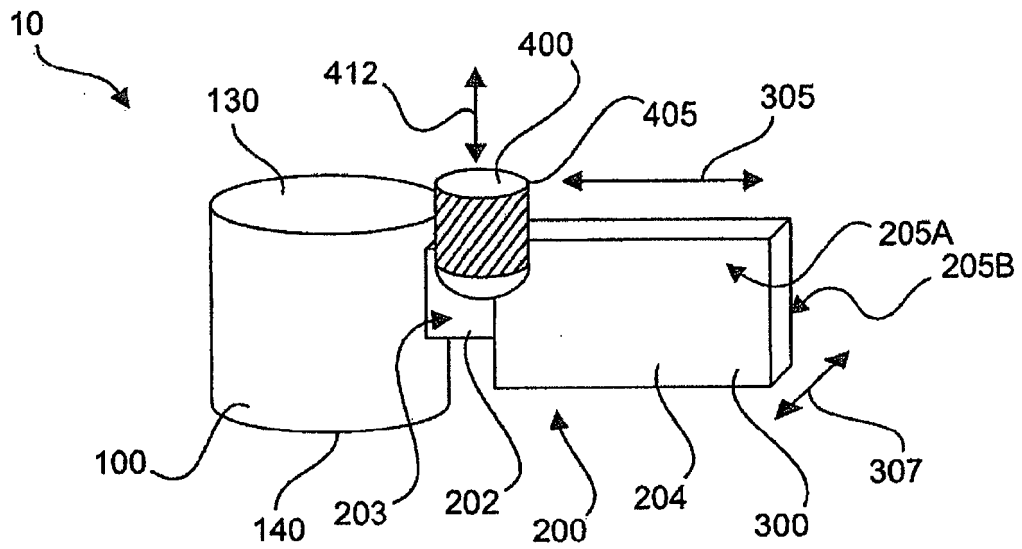


Fig. 1

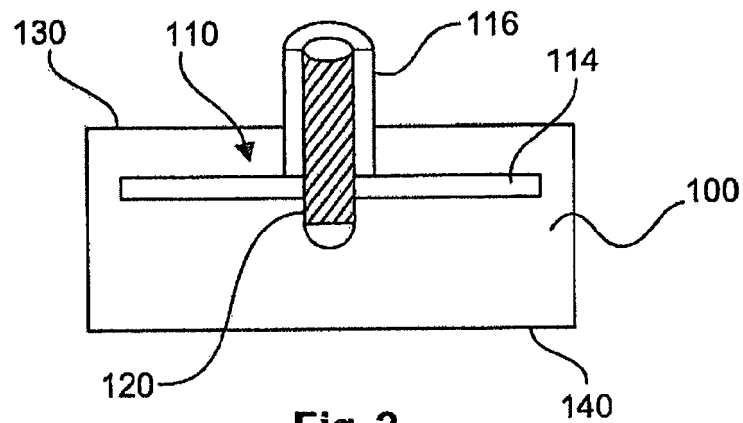
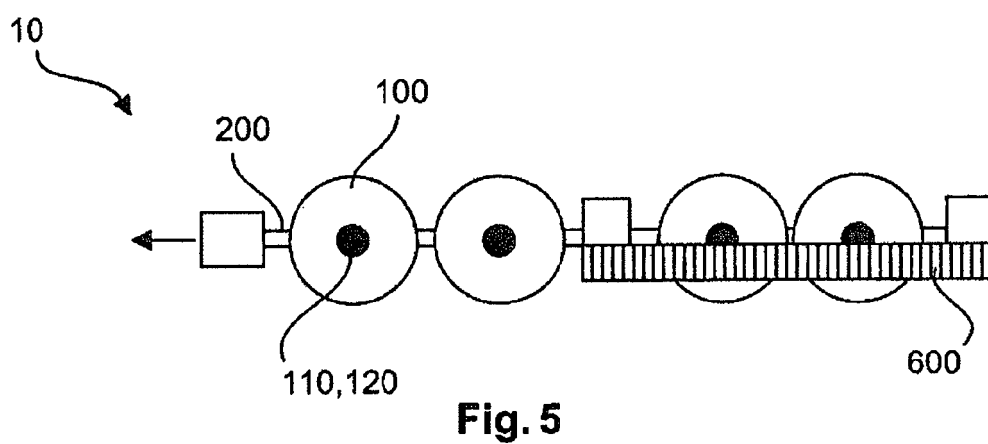
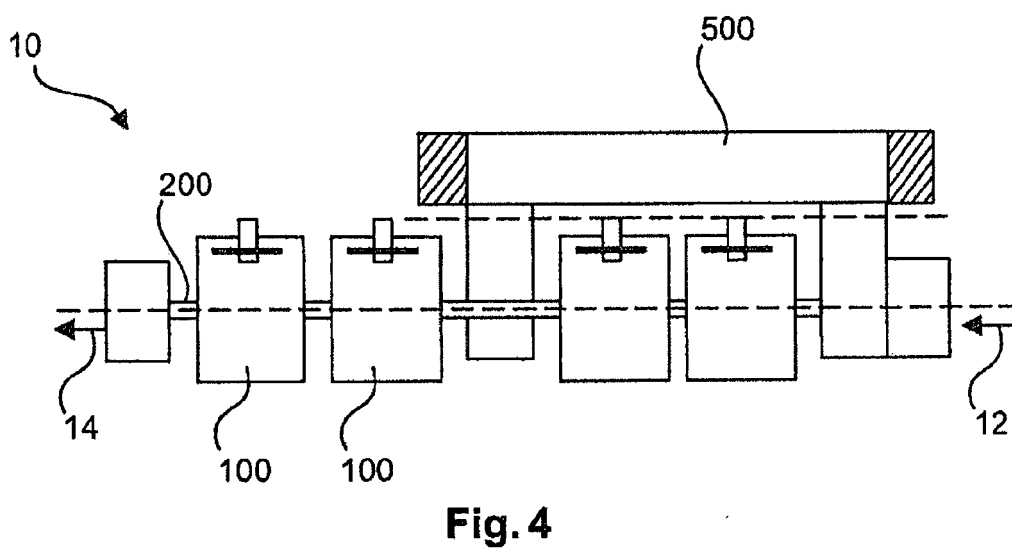
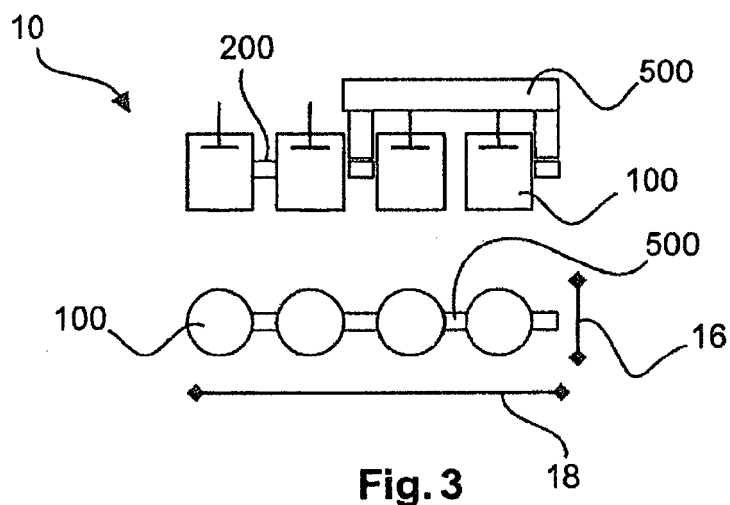


Fig. 2



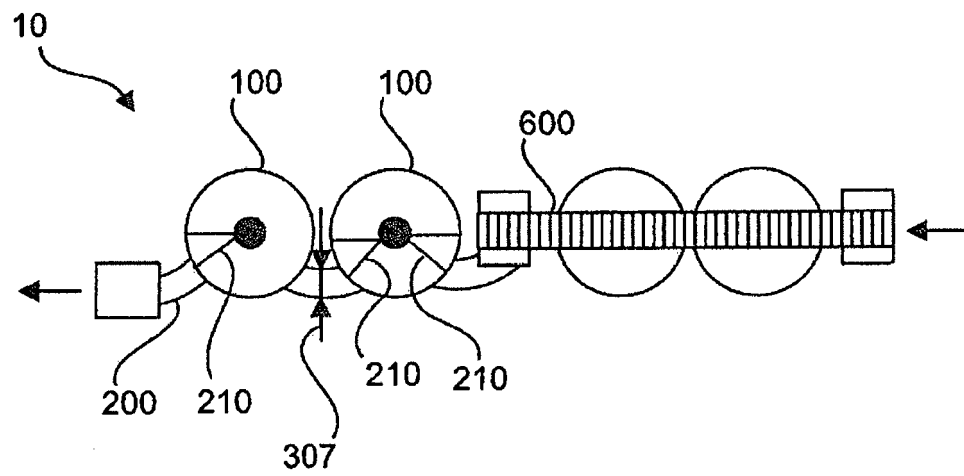


Fig. 6

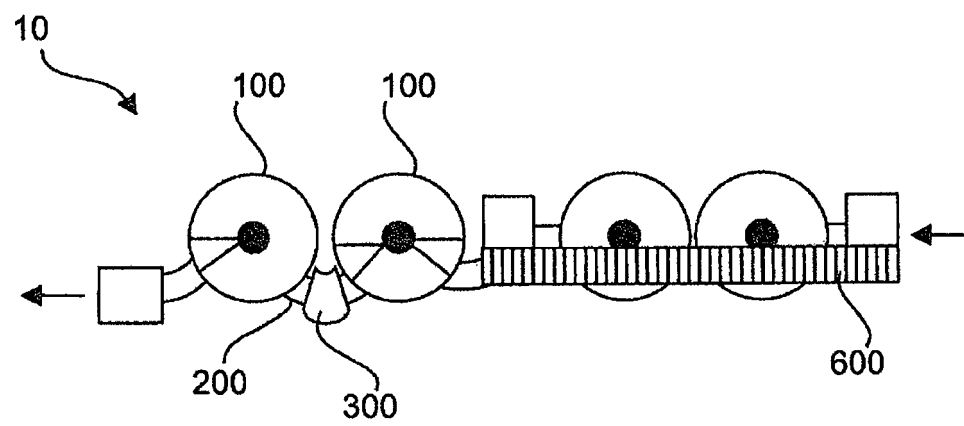
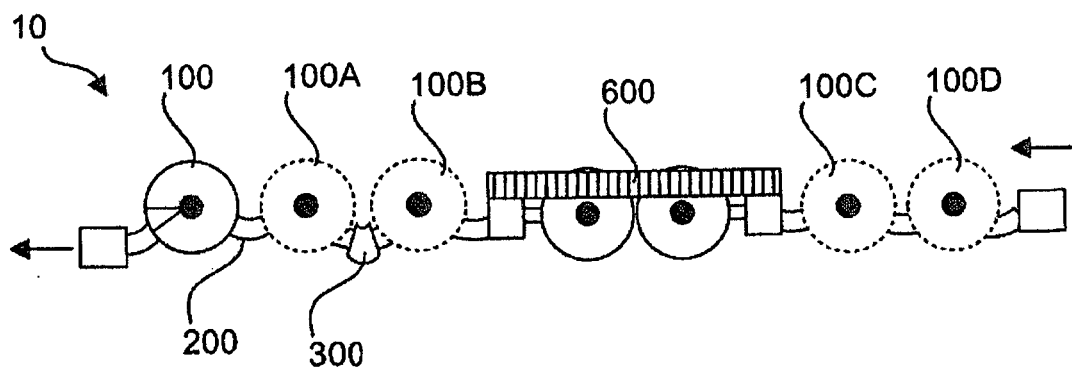
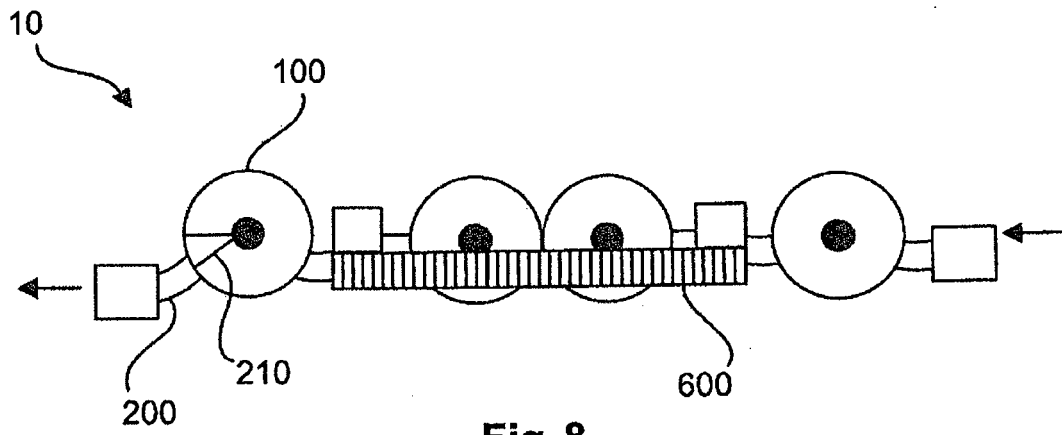


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 00 2377

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/051603 A1 (PANCE KRISTI DHIMITER [US] ET AL) 18. März 2004 (2004-03-18) * Absatz [0046] - Absatz [0065]; Abbildungen 5A-7A *	1-11	INV. H01P1/208 H01P5/04
X	US 2013/009728 A1 (PUOSKARI JUKKA [FI] ET AL) 10. Januar 2013 (2013-01-10) * Absätze [0012], [0036] - Absatz [0044]; Abbildungen 1-4 *	1-7	ADD. H01P7/06
Y	US 2013/093539 A1 (HEDEMAKI MIKA [US] ET AL) 18. April 2013 (2013-04-18) * Absatz [0043]; Abbildungen 3, 5 *	12	
A	US 7 956 706 B2 (BLAIR CHRISTINE [US] ET AL) 7. Juni 2011 (2011-06-07) * Spalte 6, Zeile 49 - Zeile 58; Abbildungen 5-6B *	6	
A	DE 21 08 675 A1 (THOMSON CSF) 9. September 1971 (1971-09-09) * Seiten 2, 3; Abbildungen 1, 2 *	8-11	
A		1,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Januar 2016	Prüfer Hueso González, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 00 2377

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-01-2016

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004051603 A1	18-03-2004	AU 2003284015 A1 US 2004051603 A1 US 2005200435 A1 WO 2004034503 A2	04-05-2004 18-03-2004 15-09-2005 22-04-2004
US 2013009728 A1	10-01-2013	EP 2544297 A1 FI 20115721 A US 2013009728 A1	09-01-2013 07-01-2013 10-01-2013
US 2013093539 A1	18-04-2013	EP 2789049 A1 FI 20116030 A US 2013093539 A1 WO 2013058779 A1	15-10-2014 19-04-2013 18-04-2013 25-04-2013
US 7956706 B2	07-06-2011	CN 101040403 A GB 2432727 A US 2008246561 A1 WO 2006026826 A1	19-09-2007 30-05-2007 09-10-2008 16-03-2006
DE 2108675 A1	09-09-1971	BE 762578 A1 CH 518630 A DE 2108675 A1 FR 2080126 A5 GB 1297224 A NL 7102090 A	16-07-1971 31-01-1972 09-09-1971 12-11-1971 22-11-1972 26-08-1971

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82