

Abstimmbares Helix-Bandfilter für den Hochfrequenzbereich

Die Erfindung betrifft ein abstimmbares Helix-Bandfilter für den Hochfrequenzbereich gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein solches Bandfilter gehört zum der Fachwelt allgemein bekannten Stand der Technik.

Bandfilter dieser Art, bestehen aus mehreren gekoppelten abstimmbaren Helix-Kreisen und werden unter anderem im Empfänger-HF-Teil für Handsprechfunkgeräte im 450-MHz- Bereich für Breitbandanwendungen, wie z. B. in Bündelnetzen, eingesetzt, die unter dem Namen "Teleport 9" von der Firma AEG Aktiengesellschaft, Berlin und Frankfurt, in Verkehr gebracht wurden.

Ein Helix-Kreis bekannter Konstruktion besteht gemäß Fig. 1 aus einem gewendelten Innenleiter 1 (Helixspule) und dem zwischen Spule und dem umgebenden Becher 3vorvorhandenen Kapazitätsbelag 2. Der Anschluß an eine Hochfrequenzspannung u_{HF} erfolgt an einem Punkt meist niedriger Impedanz, im allgemeinen an eine Spulenanzapfung 6 am masseseitigen Ende der Helixspule 1.

Zur frequenzmäßigen Abstimmung eines Helixkreises müssen, wie in Fig. 2 gezeigt, Abstimmelemente wie z. B. eine Kapazitätsvariationsdiode 41 und ein ohmscher Widerstand 42 hinzugefügt werden, die über eine zweite Spulenanzapfung 5 an die Helixspule 1 bzw. über eine Zuleitung 7 an eine Abstimmspannung u_S angeschlossen werden.

In einer konkreten konstruktiven Lösung ist die Positionierung der Abstimmelemente auf vielfältige Weise möglich. Geht man für die Realisierung eines Empfänger- Eingangsteils eines Handsprechfunkgerätes von den Prämissen geringstes Volumen, einfache Konstruktion für leichte Fertigbarkeit und Aufbau in einem metallischen Feingußgehäuse für höchste mechanische Präzision aus, kann man in wesentlichen auf drei unterschiedliche Anordnungsvorschläge zurückgreifen, die gemäß Fig. 4 alle von einer Helixspule 1 ausgehen, die in einem Feingußbecher 3 angebracht ist, der durch eine ein- bzw. zweiseitig metallisierte Leiter- bzw. Trägerplatte 9 verschlossen wird. Zur mechanischen Stabilisierung kann die Helixspule 1 dabei auf einem Spulenkörper 8 angebracht sein.

Fig. 3 zeigt eine für die hier diskutierte Anwendung vorteilhafte Ausführungsform eines Teils der Helixspule, bestehend aus einer helixförmig gewickelten Drahtspule 1 mit einem ersten Drahtende 10 zum Anschluß der Hochfrequenzspannung u_{HF} und zum Anschluß des masseseitig angeschlossenen Teils der Helixspule, einem zweiten Drahtende 11 und einer ersten Spulenanzapfung 5 zum Anschluß des Abstimm Schaltkreises. Die Spule ist auf einen mit einem Gewinde 81 versehenen Spulenkörper 8 aufgewickelt, der an seinem einen Ende einen Flansch 82 und an seinem anderem Ende Führungsstifte 83 für einen zweiten Flansch aufweist.

Der erste Anordnungsvorschlag gemäß Fig. 4 sieht vor, die Elemente des Abstimm Schaltkreises 4a auf der Außenseite 92 der Trägerplatte 9 anzubringen: In dieser Lage werden HF- führende Leitungen aus dem Helixkreis herausgeführt. Dies führt zu einer Abhängigkeit der Selektionseigenschaften des Kreises von seiner Position bzw. von seiner Umgebung.

Der zweite Anordnungsvorschlag gemäß Fig. 4 sieht vor, die Elemente des Abstimm Schaltkreises 4b auf der Innenseite 91 der Trägerplatte 9 anzubringen: In dieser Lage wird die auf der Becherseite liegende Metallisierung der Trägerplatte 9 unterbrochen. Der Helix-Kreis ist zur Trägerplatte 9 "offen" und deren Material und fertigungstechnische Position gehen in die Selektionseigenschaften des Kreises ein.

Der dritte Anordnungsvorschlag in Fig. 4 geht auf die gleichzeitig angemeldete

Patentanmeldung P 37 30 303.1-35 der Anmelderin zurück und sieht vor, den zweiten Flansch 84 des Spulenkörpers 8 als Leiterplatte auszuführen, auf der die Elemente des Abstimm Schaltkreises 4c angebracht werden. Das erste Drahtende 10 der Drahtspule 1 wird in diesem Ausführungsbeispiel durch eine geätzte Leitung auf der Leiterplatte bis zum Masseanschluß verlängert. Das spulenabgewandte Ende der geätzten Leitung wird mit Hilfe eines Verbindungsstiftes 13 an Masse, d. h. an die Metallisierung 91, 92, der Trägerplatte 9, angeschlossen. Diese Aufbauweise ergibt eine für HF völlig geschlossene Konstruktion. Die Selektionseigenschaften des Kreises werden hierbei nur noch geringfügig von Fertigungstoleranzen beeinflusst. Insbesondere die Kopplung zweier oder mehrerer Helix-Kreise z. B. zu Helix-Bandfiltern wird durch diese Konstruktion elektrisch definiert ausführbar.

Es wurde bereits ein Helix-Bandfilter vorgeschlagen, bei dem die zu koppelnden Helix-Kreise in separaten Kammern eines Feingußgehäuses untergebracht sind und bei dem die Kopplung der Helix-Kreise auf einfache Weise durch Aussparung eines Koppelfensters in der Zwischenwand zwischen jeweils zwei benachbarten Helix-Kreisen realisiert ist. Je nach Lage des Fensters in der Zwischenwand ist die Kopplung überwiegend kapazitiv, induktiv oder gemischt.

Bei Unterlagerung ($f_{\text{Überlagerer}} < f_{\text{Empfang}}$) ist für eine gute Spiegelselektion des Empfängers eine steile untere Bandfilterflanke erwünscht und deshalb kapazitive Kopplung anzustreben. Für ausgeprägte kapazitive Kopplung sollte ein Koppelfenster jedoch geometrisch in einem Bereich liegen, der in Fig. 5 mit A bezeichnet ist. Dieses ist mechanisch bei Einsatz eines Feingußgehäuses jedoch nur schwierig möglich, weil das Feingußgehäuse sonst hinterschnitten spanabhebend bearbeitet werden müßte. Bei einfacher Werkzeugausführung ist in einem Feingußgehäuse ein Koppelschlitz (Bereich A und B in Fig. 5) nur mit gemischtkapazitiv-induktiver Kopplung fertigbar.

Aus dem JP-Abstract 58-24 201 ist ein Helix-Bandfilter mit zwei abstimmbaren Spulen, gedruckten Schaltungen und Kondensatoren bekannt, bei dem das zugehörige Gehäuse eine Trennwand aufweist, in der ein Koppelfenster ausgebildet ist. Das Gehäuse ist mit einer doppelseitig kaschierten Leiterplatte abschließbar, auf der weitere Spulen als Leiterbahnen ausgebildet sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Helix-Bandfilter der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem der induktive Charakter bei der Kopplung der einzelnen Helix-Kreise möglichst gering ausgebildet ist.

Die Lösung der Aufgabe ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sowie eine bevorzugte Anwendung der Erfindung.

Erfindungsgemäß wird der induktive Charakter der Kopplung stark abgeschwächt, indem der Koppelschlitz elektrisch und mechanisch am Fußende geschlossen und damit zum "Fenster" ausgebildet wird. Das wiederum geschieht definiert durch Ausprägen von mindestens zwei Massebolzen zu beiden Seiten des Koppelschlitzes und deren Verlöten mit einer Trägerplatte, die wenigstens auf der dem Kammerinneren zugewandten Seite Innenseite metallisiert ist und die Kammer vollständig verschließt. Diese Metallisierung ist an Masse angeschlossen und verhindert unkontrollierte Kopplung durch das Trägerplatten-Basismaterial.

In einer vorteilhaften Ausführungsform sind dabei die Abstimm Schaltkreise gemäß der weiter oben angeführten Patentanmeldung P37 30 303.1-35 der Anmelderin jeweils auf einer separaten Leiterplatte angebracht, die sich im Kammerinneren aus isolierendem Material (vorzugsweise als Spritzgußteil aus Kunststoff) befestigt, auf dem die Helixspule aufgewickelt ist.

Kann auf Grund der Positionierung von zusätzlichen nicht frequenzbestimmenden Bauelementen auf der Innenseite der Trägerplatte deren "innere" Metallisierung nicht vollflächig die zugehörige Kammer verschließen, so kann eine "äußere" an Masse angeschlossene Metallisierung auf der Außenseite der Trägerplatte die vollständige Schirmung der Helixkreise übernehmen, die Masse-Kurzschlußbrücke am Fußpunkt des Koppelschlitzes

sollte jedoch möglichst großflächig erhalten bleiben.

Um die Möglichkeit der Nachbearbeitung des Gußgehäuses offen zu lassen, dürfen die Massebolzen am Koppelschlitz-Fußpunkt um bis zu 50% der Koppelschlitzbreite vom Rand des Schlitzes entfernt sein.

Weiterhin kann die Trägerplatte zusätzlich mit dem Gehäuserand verlötet werden. Vorzugsweise wird hierzu auf der Innenseite des Gehäuserandes eine umlaufende Stufe ausgebildet deren Tiefe etwas größer ist als die Dicke der Trägerplatte, und die Zwischenwände werden um ein der Tiefe Stufe entsprechendes Stück verkürzt, so daß auf diese Art und Weise die Trägerplatte bequem in der Nut mit dem Gehäuserand verlötet werden kann. Zweckmäßigerweise sind auch die Seitenflächen der Trägerplatte, wie die Lötäugen zur Aufnahme der Massebolzen, durchmetallisiert.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen im einzelnen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild eines an sich bekannten Helix-Kreises,

Fig. 2 ein Prinzipschaltbild eines an sich bekannten abstimmbaren Helix-Kreises,

Fig. 3 eine vorteilhafte Ausführungsform einer an sich bekannten Helixspule in der Seitenansicht für den Einsatz in dem erfindungsgemäßen Helix-Bandfilter,

Fig. 4 eine vorteilhafte Ausführungsform eines Helix-Kreises im Querschnitt gemäß der bereits erwähnten, weiteren Anmeldung der Anmelderin für den Einsatz in dem erfindungsgemäßen Helix-Bandfilter,

Fig. 5 eine vorteilhafte Ausführungsform des Helix-Bandfilters im Querschnitt mit aufrechtstehenden Helixspulen,

Fig. 6 eine andere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Helix-Bandfilters im Querschnitt mit aufrechtstehenden Helixspulen, den Massebolzen und einer umlaufenden Stufe im Gehäuserand,

Fig. 7 eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Helix-Bandfilters im Querschnitt mit liegenden Helixspulen und einer umlaufenden Stufe im Gehäuserand,

Fig. 8 eine weitere vorteilhafte Anordnung der Massebolzen an einer Zwischenwand des Gehäuses für den erfindungsgemäßen Helix-Bandfilter, und

Fig. 9 ein Ausführungsbeispiel des Helix-Bandfilters in der Aufsicht ohne Trägerplatte mit vier miteinander gekoppelten, liegenden Helixspulen.

Der an sich bekannte Helix-Kreis in Fig. 1 besteht aus einem gewendelten Innenleiter 1 (der Helixspule) und einem zwischen der Spule 1 und einem die Spule 1 umgebenden metallischen Becher 3 vorhandenen Kapazitätsbelag 2. Mit 6 ist die Spulenzapfung zum Anschluß einer Hochfrequenzspannung UHF bezeichnet.

Der in Fig. 2 gezeigte abstimmbare Helix-Kreis enthält eine zusätzliche Abstimmerschaltung mit z. B. einer Kapazitätsvariationsdiode 41 und einem ohmschen Widerstand 42. Die Abstimmerschaltung ist über eine Anschlußklemme 7 an eine Abstimmspannung U_S und über eine weitere Spulenzapfung 5 an die Helixspule 1 angeschlossen.

Die in Fig. 3 gezeigte Ausführungsform eines Teils einer Helixspule eignet sich besonders zum Einsatz in dem erfindungsgemäßen Helix-Bandfilter. Bei dieser Ausführungsform ist eine Drahtspule 1 auf einen mit einem entsprechenden Gewinde 8 versehenen und vorzugsweise aus Kunststoff in Spritzgußtechnik gefertigten Spulenkörper 8 gewickelt und besitzt eine vorzugsweise angeschweißte oder angelötete erste Spulenzapfung 5 zum Anschluß der Abstimmerschaltung. Mit 10 ist das erste Ende der Spule 1 bezeichnet mit 11 das zweite,

hochliegende Ende. Das erste Spulenende 10 ist als zweite Anzapfung 6 zum Anschluß der Hochfrequenzspannung U_{HF} vorgesehen. Es ist außerdem mit dem masseseitigen Teil der Helixspule verbunden, der vorzugsweise als geätzte Leitung wohldefinierter Geometrie auf einer Leiterplatte angebracht ist, wobei das spulenabgewandte Ende der geätzten Leitung an Masse angeschlossen ist. Der Spulenkörper 8 weist auf der dem ersten Spulenende 10 zugewandten Seite Zapfen 83 zum Anschluß eines Flansches auf und ist auf der anderen Seite bereits durch einen Flansch 82 abgeschlossen.

Die in Fig. 4 gezeigte Ausführungsform eines Helix-Kreises gemäß der Anmeldung P37 30 303.1-35 der Anmelderin eignet sich besonders zum Einsatz in dem erfindungsgemäßen Bandfilter. Eine Helixspulenordnung 1, 8 gemäß Fig. 3 befindet sich in aufrechter Position in einem metallischen Becher 3 vorzugsweise aus Feinguß. Am ersten Ende 10 der Drahtspule 1 ist der Spulenkörper 8 mit einer Leiterplatte 84 abgeschlossen, auf der der Abstimmkreis 4 und der als abgeätzte Leitung ausgebildete, masseseitig angeschlossene Teil der Helixspule angebracht sind. Der Becher ist mit einer Trägerplatte 9 verschlossen, die eine durchgehend metallisierte Außenseite 92 und eine durchgehend metallisierte Innenseite 91 aufweist.

Das masseseitige Ende der geätzten Leitung auf der Leiterplatte 84 ist über einen Verbindungsstift 13 mit der an Masse angeschlossenen Metallisierung 91, 92 der Trägerplatte 9 angeschlossen. Ebenso ist der Becherrand an diese Metallisierung angeschlossen. Die in Fig. 5 gezeigte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Helix-Bandfilters besteht aus zwei gekoppelten Helix-Kreisen gemäß Fig. 4. Die beiden Helixspulenordnungen 1, 8 sind in separaten Kammern in einem gemeinsamen metallischen Feingußgehäuse 3 angeordnet. Die Kopplung erfolgt durch einen fast bis zum Gehäuseboden 32 reichenden Schlitz 30 in der Zwischenwand 31 des Gehäuses 3. Die Kopplung ist an sich gemischt-kapazitiv-induktiv (Bereich A + B), während ein nur auf den Bereich A beschränktes Kopplungsfenster die an sich gewünschte kapazitive Kopplung hätte. Erfindungsgemäß wird die induktive Komponente der Kopplung stark abgeschwächt, indem, wie in Fig. 6 gezeigt, der Koppelschlitz 30 elektrisch und mechanisch an dem dem Gehäuseboden 32 gegenüberliegenden Fußende geschlossen und damit zum Fenster ausgebildet wird. Dies geschieht durch Ausprägen von mindestens zwei Massebolzen 35 zu beiden Seiten des Koppelschlitzes 30 in der Zwischenwand 31 des Gehäuses 3 und deren Verlöten mit der Trägerplatte 9.

In der vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Helix-Bandfilters in Fig. 6 ist die Trägerplatte 9 wie in Fig. 5 an ihrer Außenseite und an ihrer Innenseite durchgehend metallisiert, wie mit 91 und 92 gezeigt ist. Die auf der Trägerplatte 9 befindlichen Lötungen 93 zur Aufnahme der Massebolzen 35 sind durchmetallisiert. Zusätzlich weist die Außenwand 33 des Gehäuses 3 auf der Innenseite eine umlaufende, im Querschnitt rechteckförmige Stufe 34 auf, deren Tiefe etwas größer ist als die Dicke der Trägerplatte 9. Entsprechend sind auch die Zwischenwände 31 um den gleichen Betrag verkürzt, so daß die Trägerplatte auf die Stufe 34 gelegt und mit dieser umlaufend verlötet werden kann. Mit 100 sind die entsprechenden Lötungen bezeichnet.

Die Ausführungsform des erfindungsgemäßen Helix-Bandfilters in Fig. 7 unterscheidet sich von der Ausführungsform der Fig. 5 und 6 im wesentlichen dadurch, daß die Spulenordnungen 1, 8 mit ihren Leiterplatten 84 und ihren Abstimmhaltungen 4, nicht in aufrechter Position, sondern um 90° gedreht in "liegender" Position in den Kammern des Gehäuses 3 angebracht sind.

Im Unterschied zur Lösung gemäß den Fig. 5 und 6 ist bei dieser Variante auf einfache Weise durch die Lage des Koppelschlitzes 30 kapazitive oder auch induktive bzw. gemischte Kopplung zu erzielen. Vorbedingung für die kontrollierte Ausprägung der gewünschten Kopplung ist jedoch das elektrische "Schließen" des Gußgehäuses 3 vorzugsweise durch die der Kammerinnenseite zugewandte Metallisierung 91 der Trägerplatte 9.

Um die Möglichkeit der Nachbearbeitung des Gußgehäuses 3 offen zu lassen, dürfen wie in Fig. 8 gezeigt die Massezapfen 35 am Fußpunkt des Koppelschlitzes 30 um bis zu 50% der Koppelschlitzbreite D vom Rand des Schlitzes 30 entfernt sein.

Im Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Helix-Bandfilters in der Fig. 9 sind beispielhaft vier Helix-Kreise miteinander verkoppelt, bei denen die Helix-Spulenordnung 1, 8 gemäß Fig. 7 "liegend" in den einzelnen Kammern des Gehäuses 3 angebracht sind. Wie auch in den anderen Figuren sind in dieser Figur mit 31 die Zwischenwände, mit 32 der Boden und mit 33 die Außenwand des Gehäuses 3 bezeichnet.

Es ist möglich, die Massebolzen auf den Zwischenwänden als Grate auszubilden, die Trägerplatte an den entsprechenden Stellen zu schlitzen, wobei die Schlitze ebenfalls durchmetallisiert sein sollten, um das fertig montierte Helix-Bandfilter entlang dieser Schlitze und entlang des Außenrands sorgfältig zu verlöten. Weiterhin ist auch ein Gehäuse mit zylinderförmigen Kammern mit rundem Querschnitt denkbar, wobei in diesem Fall das Gehäuse aus einem Metallklotz hergestellt werden könnte, in dem die Kammern auf einfache Weise als Bohrungen eingebracht werden könnten. In diesem Fall ist es von Vorteil, die Helixspulen in aufrechter Position gemäß den Fig. 5 und 6 in die Kammern einzubringen.

Die Erfindung eignet sich insbesondere für den Einsatz in Funkgeräten mit abstimmbaren Helix-Kreisen für den Frequenzbereich von 400 MHz bis etwa 1 GHz.