



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 14 198 T2** 2004.11.18

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 090 456 B1**

(51) Int Cl.7: **H03D 7/18**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 14 198.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CA99/00556**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 957 123.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/66636**

(86) PCT-Anmeldetag: **11.06.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **23.12.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.04.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **14.01.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.11.2004**

(30) Unionspriorität:  
**97261 15.06.1998 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:  
**Beltronics USA Inc., West Chester, Ohio, US**

(72) Erfinder:  
**MARTINSON, D., Glen, Oakville, CA**

(74) Vertreter:  
**Vossius & Partner, 81675 München**

(54) Bezeichnung: **MISCHER MIT SPIEGELFREQUENZ-UNTERDRÜCKUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die Erfindung betrifft Mischer, insbesondere Hochfrequenzmischer, die in Radardetektoren, in der Telefonie u. ä. zum Einsatz kommen. Speziell betrifft die Erfindung Mischer, deren Zweck im Abwärtsumwandeln, d. h. Reduzieren, der Frequenz eines ankommenden erwünschten Signals in ein niederfrequenteres Zwischenfrequenzsignal besteht. Die Mischer der Erfindung funktionieren als Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer, durch die eine selektive Abwärtsumwandlung von Signalen mit Frequenzen, die sowohl über als auch unter einem Lokaloszillatorsignal liegen, mit Umwandlung des erwünschten Signals und Unterdrückung des unerwünschten Spiegelsignals erreicht werden kann. Die Erfindung stellt verschiedene Topologien für solche Mischer bereit.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Typische Anwendungen oder Einsatzgebiete für relativ hochfrequente Hochfrequenzmischer liegen in der Radar- und Telefontechnik; normalerweise bei Hochfrequenzen mit sehr kurzen Wellenlängen. Zu typischen Anlagen gehören die Eingangsstufenschaltungen für Hoch-/Funkfrequenzempfänger, z. B. schnurlose oder zellulare Telefone u. ä.; und weitere spezielle typische Schaltungseinsatzbereiche von Hochfrequenz-Abwärtsumwandlungsmischern liegen in mehreren Stufen von der Eingangsstufe zu Signalverarbeitungsschaltungen von Radardetektoren.

**[0003]** In jedem Fall kommen Mischer gewöhnlich zur Anwendung, um die Frequenz eines ankommenden Signals mit einer speziellen erwünschten Frequenz auf eine niedrigere Zwischenfrequenz abwärtsumzuwandeln oder zu reduzieren. Bekanntlich erreicht man dies durch Mischen des ankommenden Signals mit seiner Frequenz mit einem Lokaloszillatorsignal, das eine andere Frequenz hat. Danach enthält die Ausgabe des Mixers eine Frequenzkomponente mit einer Frequenz, die gleich der Größe der Differenz der Frequenz der ankommenden Signalfrequenz und der Frequenz des Lokaloszillatorsignals ist. Dieses Ausgangssignal mit dieser Frequenzkomponente nennt man Zwischenfrequenzsignal; und wie erwähnt, ist die Frequenz des Zwischenfrequenzsignals gleich der Differenz zwischen der Frequenz des ankommenden Signals und des Lokaloszillatorsignals. Aus der o. g. Beschreibung ist deutlich, daß die Frequenz des ankommenden erwünschten Signals über oder unter der Frequenz des Lokaloszillatorsignals um einen Betrag liegen kann, der gleich dem Zwischenfrequenzsignal ist, das vom Mischer abgeleitet wird. Anders gesagt kann eine Mischer-schaltung so aufgebaut sein, daß sie eine Zwischenfrequenz mit einer erwünschten Frequenz von einer

von zwei ankommenden Frequenzen mit speziellem Interesse ableitet, indem ein Lokaloszillatorsignal gebildet wird, das mit den ankommenden, Signalen gemischt wird, wobei die Frequenz des Lokaloszillatorsignals zwischen die beiden Frequenzen der ankommenden Signale fällt.

**[0004]** Die Anwendung eines Lokaloszillatorsignals auf ein Mischelement, normalerweise eine Diode oder ein antiparallel geschaltetes Diodenpaar, obwohl bekanntlich viele andere elektronische Komponenten als Mischelemente verwendet werden können, nennt man Lokaloszillatorsignaleinspeisung in den Mischer. Ist die Frequenz des Lokaloszillators höher als die Frequenz des ankommenden Signals, bezeichnet man die Lokaloszillatoreinspeisung als hochseitige Einspeisung. Ist desgleichen die Frequenz des Lokaloszillators kleiner als die Frequenz des ankommenden Signals, wird die Lokaloszillatoreinspeisung in den Mischer als niedrigseitige Einspeisung bezeichnet. Wie erwähnt, ist die Differenz zwischen der Lokaloszillatorfrequenz und der ankommenden Frequenz, egal welche höher oder welche niedriger ist, die Zwischenfrequenz.

**[0005]** Wird aber das Lokaloszillatorsignal hochseitig eingespeist, ist anders gesagt die Lokaloszillatorfrequenz größer als die Frequenz des ankommenden Signals um einen Betrag, der gleich der Zwischenfrequenz ist, existiert auch eine weitere Frequenz am Eingang des Mixers, die gleich der Lokaloszillatorfrequenz plus der Zwischenfrequenz ist. Dieses Signal nennt man Spiegelsignal, und es liegt über der Lokaloszillatorfrequenz um den gleichen Betrag, um den das ankommende Signal unter der Lokaloszillatorfrequenz liegt. Wird das Lokaloszillatorsignal niedrigseitig eingespeist, so existiert bei Vorhandensein eines erwünschten Signals, das über der Lokaloszillatorfrequenz um einen Betrag gleich der Zwischenfrequenz liegt, unter der Lokaloszillatorsignalfrequenz ebenso ein Spiegelsignal, das unter der Lokaloszillatorfrequenz um einen Betrag liegt, der gleich der Zwischenfrequenz ist.

**[0006]** Diese Diskussion führt zu folgendem: Werden Signale in einem Mischer mit ankommenden Signalfrequenzen empfangen, die sowohl über als auch unter der Frequenz des Lokaloszillators liegen, kommt es unter den Umständen, daß ein gültiges Signal auf einer Seite der Lokaloszillatorfrequenz, aber nicht der anderen vorhanden sein kann, dazu, daß Rauschen, das von der Seite abwärtsumgewandelt wird, die kein gültiges Signal hat, in der Tendenz das abwärtsumgewandelte Signal von der Seite der Lokaloszillatorfrequenz verzerrt, auf der ein gültiges Signal vorlag. Obwohl anders gesagt möglicherweise nur eine der beiden erwünschten Signalfrequenzen wirklich vorhanden ist und detektiert sowie abwärtsumgewandelt wird, wird aber Rauschen von der anderen Frequenz, bei der ein Signal vorgefunden

werden könnte, aber nicht existiert, selbst abwärts umgewandelt. Dadurch empfängt ein Mischer Signale mit Frequenzen, die sowohl über als auch unter dem Lokoszillatorsignal liegen, und hat dadurch das doppelte Grundrauschen eines Systems, das eine Abwärts umwandlung nur von einer Seite der Lokoszillatortfrequenz zuläßt.

**[0007]** Normalerweise und bisher betraf der Terminus "Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer" spezifisch Mischer, die ein ankommendes Signal abwärts umwandeln, das auf einer oder der anderen Seite der Lokoszillatortfrequenz liegt. Wie erwähnt, gibt es eine Abwärts umwandlung eines Signals von der anderen Seite des Lokoszillators, des Spiegelsignals, und dieses wird nie vollständig beseitigt. Allerdings kann ein guter Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach normaler herkömmlicher Gestaltung so angeordnet sein, daß er das Spiegelsignal um mindestens 15 dB dämpft. Tatsächlich hat ein Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer, der 15 dB Spiegelfrequenzunterdrückung hat, ein Grundrauschen, das nur 0,14 dB über dem eines idealen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischers liegt, der ein Spiegelsignal völlig unterdrückt.

**[0008]** Andererseits lehrt diese Anmeldung ganz überraschend einen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer und verschiedene Topologien dafür, wodurch eine selektive Abwärts umwandlung eines oder des anderen von ankommenden Signalen mit Frequenzen erreicht werden kann, die sowohl über als auch unter einem Lokoszillatorsignal liegen, um eine festgelegte Zwischenfrequenz zu erreichen, während gleichzeitig eine Spiegelfrequenzunterdrückung für die ausgewählte Abwärts umwandlung erreicht wird, wodurch ein Spiegelsignal mit der anderen der beiden ankommenden Signalfrequenzen, die nicht abwärts umgewandelt wird, unterdrückt wird.

**[0009]** Wie später näher diskutiert wird, weist die Erfindung spezifisch einen steuerbaren Schalter auf, durch den eines oder das andere der beiden ankommenden Signale, die über bzw. unter der Lokoszillatorsignalfrequenz positioniert sind, an einem Mischerelement angelegt werden können. Daher sorgt in gewissem Sinn der Einsatz eines Schalters erfindungsgemäß für eine Mischertopologie, durch die der Mischer so konfiguriert sein kann, daß er ein Abwärts umwandlungsmischer wird, der Signale von der hohen Seite der Lokoszillatortfrequenz abwärts umwandelt, oder der Signale von der niedrigen Seite der Lokoszillatortfrequenz abwärts umwandelt, während er das Spiegelsignal von der niedrigeren bzw. höheren Seite der Lokoszillatortfrequenz unterdrückt.

**[0010]** Wie später näher diskutiert wird, stellt die Erfindung weiterhin Topologien für Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer bereit, durch die zwei Signalwege, die unter Verwendung eines soeben erwähn-

ten steuerbaren Schalters umschaltbar sind, eine Signalbanddurchlaßcharakteristik bzw. -kennlinie oder eine Signalbandsperrkennlinie haben, die jeweils die gleiche Frequenz und jeweils eine oder die andere der erwünschten Signalfrequenzen haben, die über oder unter der Lokoszillatortfrequenz liegt.

#### BESCHREIBUNG DES STANDS DER TECHNIK

**[0011]** Von allgemeinem Interesse sind mehrere Patentschriften des Stands der Technik, soweit sie die Nutzung von Filtern, Unterdrückungsschaltungen usw. demonstrieren.

**[0012]** HONGU et al. lehren in der US-A-4132952, erteilt am 2. Januar 1979, einen Mehrbandtuner mit festen Breitbandeingangsfiltren. Ein Eingangssignal wird zu einem Abwärts umwandler über zwei Filter geführt, die in einer Parallelanordnung mit einem Schalter angeordnet sind, der so angeordnet ist, daß er wählt, welche Filterausgabe zum Mischer geführt wird. Die beiden Filter wählen das Band, in dem der Empfang eines von mehreren Kanälen in diesem Band erwünscht ist. Die Lokoszillatortfrequenz wird so abgestimmt, daß eine variable ZF gebildet wird, aber jederzeit ist die Lokoszillatortfrequenz so, daß die durch den Mischer erzeugte ZF keine problematischen Spiegelfrequenzen von anderen Kanälen in diesem jeweiligen Band aufweist.

**[0013]** HAM lehrt in der US-A-3942120, erteilt am 2. Mai 1976, die Verwendung von Filtern, um Spiegelfrequenzen aus einem ankommenden Signal zu entfernen. Hierbei weist ein FM-Tuner eine Antennensignal-Eingangsschaltung mit Breitbandverhalten in einem ausgewählten FM-Sendefrequenzband auf. Die Antenne ist über ein Filter, das ein variables Filter sein kann, mit einem Mischer verbunden. Das Filter bezweckt, eine Schmalbandvorauswahl über ein breites Sendeband zu erreichen.

**[0014]** DÜLLBERG et al. lehren in der US-A-5703545, erteilt am 30. Dezember 1997, eine Filterschaltung, deren Ansprüche spezifisch eine Schaltung betreffen, die aufweist: eine Verstärkerstufe, ein Bandpaßfilter, das nach dem Verstärker gekoppelt ist, und ein Filter, das vor dem Verstärker gekoppelt ist und das mindestens eine Falle hat, die eine auf eine Zwischenfrequenz abgestimmte Unterdrückungsschaltung zusammen mit einem auf eine Spiegelfrequenz abgestimmten Serienschwingkreis aufweist. Die Unterdrückungsschaltung und der Serienschwingkreis haben eine gemeinsame Induktivität. Bereitgestellt wird daher eine Schaltung, die ein erwünschtes Signal von einem benachbarten Interferenzsignal isoliert; die Nutzung der Schaltung kann in den Eingangstunern von Fernsehempfängern besonders nützlich sein.

**[0015]** Eine weitere Patentschrift von einigem Inter-

esse ist die US-A-5517687, die für NIEHENKE et al. am 14. Mai 1996 erteilt wurde. Hier werden Signale im Millimeterwellenlängenbereich mit einer Lokaloszillatorfrequenz von einer externen Quelle über einen Phasenschieber zu einem zweiten subharmonischen Mischer gemischt. Die Anordnung ist so, daß der erste und zweite subharmonische Mischer die Lokaloszillatorfrequenz mit einem Eingangssignal mischen, das sowohl eine erwünschte Frequenz als auch eine Spiegelfrequenz aufweist, um eine Zwischenfrequenz zu erzeugen, die die erwünschte Komponente und eine Spiegelkomponente hat, welche eine ausgewählte Phase hat. Ein weiterer Phasenschieber trennt die Spiegelkomponente der Zwischenfrequenz und schließt sie ab. Der Eingangsanschluß, der das Eingangssignal zu jedem der subharmonischen Mischer führt, ist selbst so dimensioniert, daß er für einen virtuellen Spiegelkurzschlußabschluß oder einen Spiegelkurzschlußabschluß zu einem selbsterzeugten Spiegelsignal von jedem subharmonischen Mischer sorgt, was den Umwandlungsverlust des Frequenzmischers senkt.

**[0016]** Schließlich lehrt MILTON in der US-A-5640694, erteilt am 17. Juni 1997, ein integriertes Hochfrequenz-Avioniksystem mit einer gemeinsamen Zwischenfrequenzschnittstelle für solche diversen Funktionen wie Radar-, elektronische Wellenform-, Kommunikations-/Navigations-Kennungskanäle. Die Schnittstelle verwendet ein segmentiertes Band mit vielfältigen Zwischenfrequenzen, die in zwei oder mehr einzelne Bandsegmente unterteilt sind, die jeweils durch ein Schutzbandsegment getrennt sind. In diesem Fall weist das niederfrequenteren Frequenzbandsegment ein schmales Bandsegment auf, dem Radarfunktionen zugewiesen sind, während das andere oder obere Bandsegment ein breites Bandsegment aufweist, dem die anderen abzustimmenden und abwärtszumzuwandelnden Funktionen zugewiesen sind. Das Schutzband dient nicht zur Signalübertragung und bleibt ungenutzt, damit Bandpaßfilter Signale im benachbarten unerwünschten Segment unterdrücken können. Dies erreicht eine Frequenztrennung über das Zwischenfrequenzband, während immer noch eine gemeinsame Gerätetechnik verwendet werden kann. Der Bereich des Zwischenfrequenzbands ist so, daß die verschiedenen Radar- und anderen Signale mit praktischen Filtern voneinander getrennt werden können, während sie immer noch über ein gemeinsames Zwischenfrequenz-Schaltnetz geführt werden. Signale von den verschiedenen Arten von Antennen, die zum Empfang der umzuwandelnden variierenden Signale dienen, werden über ein Hochfrequenz-Schaltnetz zu einer Gruppe von Frequenzwandlern geführt, durch die sie in eine spezielle Zwischenfrequenz im festgelegten Zwischenfrequenzband umgewandelt werden.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0017]** Erfindungsgemäß wird in einem ersten Aspekt folgendes bereitgestellt: ein Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer zur Abwärtsumwandlung eines von zwei ankommenden Signalen mit einer Frequenz  $f_i$  bzw.  $f_h$  in ein niederfrequenteres Zwischenfrequenzsignal mit einer Frequenz  $f_{if}$ , die die Absolutdifferenz von Frequenzen zwischen dem ankommenden Signal und einem Lokaloszillatorsignal ist, mit: einem Lokaloszillator, um das Lokaloszillatorsignal zu erzeugen, einem Eingangsanschluß zum Empfangen eines oder beider ankommenden Signale, einer steuerbaren Schaltereinrichtung, einem Steuersignal-Eingangsanschluß für die steuerbare Schaltereinrichtung, einem Mischelement, einem Mischer-Lokaloszillator-Eingangsanschluß, der das Lokaloszillatorsignal empfängt, und einem Mischer-Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß; wobei die steuerbare Schaltereinrichtung zwei Schalterpositionen hat und eine der beiden Schalterpositionen unter der Steuerung von Steuersignalen einnimmt, die am Steuersignal-Eingangsanschluß angelegt werden, und so angeordnet ist, daß in einer ersten Schalterposition ein Signal mit einer Frequenz  $f_h$ , vom Mischereingangsanschluß zum Mischelement geführt wird, während ein Signal mit einer Frequenz  $f_i$  unterdrückt und vom Mischelement entkoppelt wird, und so, daß in einer zweiten Position ein Signal mit einer Frequenz  $f_i$  vom Mischereingangsanschluß zum Mischelement geführt wird, während ein Signal mit einer Frequenz  $f_h$  unterdrückt und vom Mischelement entkoppelt wird; dadurch gekennzeichnet, daß: der Lokaloszillator so angeordnet ist, daß er das Lokaloszillatorsignal mit einer gemeinsamen Frequenz  $f_o$  ungeachtet der Position der steuerbaren Schaltereinrichtung erzeugt, um das Zwischenfrequenzsignal mit der Zwischenfrequenz  $f_{if}$  für eines der beiden ankommenden Signale so zu bilden, daß

$$f_{if} = f_h - f_o \text{ und}$$

$$f_{if} = f_o - f_i,$$

wobei für Signale mit der Frequenz  $f_h$  ein Spiegelfrequenzsignal mit  $f_i$  als  $f_i = f_o - f_{if}$  existiert und wobei für Signale mit der Frequenz  $f_i$  ein Spiegelfrequenzsignal mit  $f_h$  als  $f_h = f_o + f_{if}$  existiert; wodurch das Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if}$  ein abwärtsumgewandeltes Signal als Darstellung eines der Eingangssignale mit der Frequenz  $f_h$  bzw.  $f_i$  zusammen mit etwaigem Rauschen aufweist, das mit einer dieser Eingangssignalfrequenzen auftreten kann; und das Zwischenfrequenzsignal im wesentlichen frei von einem abwärtsumgewandelten Signal als Darstellung des anderen der Eingangssignale mit den Frequenzen  $f_i$  bzw.  $f_h$  zusammen mit etwaigem Rauschen ist, das mit der gleichen Spiegelfrequenz auftreten kann.

**[0018]** Der Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer der Erfindung weist einen Eingangsanschluß auf, an dem eines oder beide der ankommenden Signale mit den Frequenzen  $f_h$  und  $f_l$  vorhanden sein können. Ferner verfügt der Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer über eine steuerbare Schaltereinrichtung, einen Steuersignal-Eingangsanschluß für die steuerbare Schaltereinrichtung, ein Mischelement, einen Mischer-Lokaloszillator-Eingangsanschluß, an dem das Lokaloszillatorsignal mit der Frequenz  $f_{lo}$  angelegt wird, und einen Mischer-Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß, von dem das Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if}$  abgenommen wird.

**[0019]** Die steuerbare Schaltereinrichtung hat zwei Schalterpositionen und nimmt eine der beiden Schalterpositionen unter der Steuerung von Steuersignalen ein, die am Steuersignal-Eingangsanschluß angelegt werden.

**[0020]** Im Betrieb werden Signale vom Mischer-Lokaloszillator-Eingangsanschluß am Mischelement angelegt; und Zwischenfrequenzsignale werden vom Mischelement abgeleitet und am Mischer-Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß zur weiteren Behandlung angelegt.

**[0021]** Allerdings geht dem Mischelement die steuerbare Schaltereinrichtung voraus, die zwei Positionen hat: In einer ersten Schalterposition wird ein Signal mit der Frequenz  $f_h$  vom Mischereingangsanschluß zum Mischelement geführt, und ein Spiegelsignal mit der Frequenz  $f_l$  wird unterdrückt und vom Mischelement entkoppelt. In der zweiten Schalterposition der steuerbaren Schaltereinrichtung wird ebenso ein Signal mit der Frequenz  $f_l$  vom Mischereingangsanschluß zum Mischelement geführt, und ein Spiegelsignal mit der Frequenz  $f_h$  wird unterdrückt und vom Mischelement entkoppelt.

**[0022]** Dadurch verfügt das Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if}$  über ein abwärtsumgewandeltes Signal, das eines der Eingangssignale mit der Frequenz  $f_h$  bzw.  $f_l$  darstellt, zusammen mit etwaigem Rauschen, das mit jeder dieser Eingangssignalfrequenzen auftreten kann; aber das Zwischenfrequenzsignal ist im wesentlichen frei von einem abwärtsumgewandelten Signal als Darstellung des anderen der Eingangssignale mit der Frequenz  $f_l$  bzw.  $f_h$  zusammen mit etwaigem Rauschen, das mit der gleichen Spiegelfrequenz auftreten kann.

**[0023]** Der steuerbare Schalter weist ein Paar steuerbare FETs auf, von denen jeder durch das Anlegen von Signalen am Steuersignal-Eingangsanschluß eingeschaltet werden kann, während der andere ausgeschaltet wird. Dadurch läßt sich bewirken, daß das Paar steuerbare FETs die erste bzw. zweite Schalterposition einnimmt. Alternativ können andere elektronische Schaltelemente genutzt werden, die als ein-

poliger Umschalter funktionieren können. In jedem Fall wird ein erster Signalweg zwischen dem Mischereingangsanschluß und dem Mischelement verbunden, wenn sich der steuerbare Schalter in seiner ersten Schalterposition befindet, und ein zweiter Signalweg wird zwischen dem Mischereingangsanschluß und dem Mischelement verbunden, wenn sich der steuerbare Schalter in seiner zweiten Schalterposition befindet.

**[0024]** Weiterhin und in jedem Fall hat der erste Signalweg eine Banddurchlaßkennlinie bei einer ausgewählten Frequenz, die eine der Eingangsfrequenzen  $f_h$  und  $f_l$  ist; und der zweite Signalweg hat eine Bandsperrkennlinie bei der gleichen ausgewählten Frequenz  $f_h$  oder  $f_l$ , die für die Banddurchlaßfrequenz des ersten Signalwegs ausgewählt war.

**[0025]** Dadurch sind der erste und zweite Signalweg durch Steuern der steuerbaren Schaltereinrichtung durch das Anlegen von Signalen am Steuersignal-Eingangsanschluß auswählbar, damit sie die erste bzw. zweite Schalterposition einnimmt und so den ersten Signalweg oder den zweiten Signalweg vom Mischereingangsanschluß zum Mischelement verbindet.

**[0026]** Wie später dargestellt wird, ist insbesondere die Topologie der Erfindung so, daß der erste auswählbare Signalweg allgemein eine Mikrostreifenleitungs-Banddurchlaßfilterstruktur aufweist und der zweite auswählbare Signalweg allgemein eine Mikrostreifenleitungs-Bandsperrfilterstruktur aufweist; wobei jede so ist, daß sie ihre Banddurchlaß- oder Bandsperrkennlinie bei der gleichen ausgewählten Frequenz haben. Zudem sind der erste und zweite auswählbare Signalweg bei der gleichen ausgewählten Frequenz miteinander gekoppelt, wie sie die Banddurchlaßkennlinie und Bandsperrkennlinie zeigen.

**[0027]** Die Erfindung erwägt mehrere spezielle Situationen, durch die der Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer der Erfindung eingesetzt werden kann, z. B. in der Eingangsstufe für einen Hoch-Funkfrequenzempfänger oder in einer Eingangsstufe für einen Breitband-/Mehrband-Radardetektor.

**[0028]** Bei Verwendung in einem Hoch-Funkfrequenzempfänger weist der Empfänger eine Empfangsantenne, einen ersten Lokaloszillator und einen ersten Mischer auf. Jedoch steht der erste Lokaloszillator unter der Steuerung einer Wobbel- bzw. Durchlaufsteuerung und eines Mikroprozessors, so daß das vom ersten Mischer abgeleitete erste Zwischenfrequenzsignal ein erste hohes Zwischenfrequenzsignal  $f_h$  bzw. ein zweites niedriges Zwischenfrequenzsignal  $f_l$  ist. Danach ist ein zweiter Mischer vorgesehen, der im wesentlichen der Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer der Erfindung ist, dessen Ein-

gangssignale das erste hohe Zwischenfrequenzsignal  $f_h$  oder das zweite niedrige Zwischenfrequenzsignal  $f_l$  sind, wobei ein zweiter Lokaloszillator-Eingangsanschluß eine zweite Lokaloszillatorfrequenz  $f_{lo2}$  bereitstellt, die so ausgewählt ist, daß ein Zwischenfrequenzsignal vom erfindungsgemäßen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer mit einer Frequenz  $f_{if2}$  für eines der beiden ankommenden Signale mit der jeweiligen Frequenz  $f_h$  und  $f_l$  abgeleitet wird.

**[0029]** Ebenso kann bei Nutzung in der Eingangsstufe eines Breitband/Mehrband-Radardetektors ein dritter Mischer vorgesehen sein, der einen Signaleingangsanschluß hat, an dem das zweite Zwischensignal mit der Frequenz  $f_{if2}$  angelegt und von dem eine dritte Zwischenfrequenz zur weiteren Signalverarbeitung abgeleitet wird. Ansonsten und in jedem Fall weist der Radardetektor zusätzliche Signalbehandlungsschaltungen nach dem Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer auf.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0030]** Die neuen Merkmale, bei denen davon ausgegangen wird, daß sie für die Erfindung kennzeichnend sind, werden im Hinblick auf ihre Struktur, Organisation, Verwendung und ihr Betriebsverfahren zusammen mit weiteren Aufgaben und Vorteilen aus den folgenden Zeichnungen besser verständlich, in denen eine derzeit bevorzugte Ausführungsform der Erfindung nun exemplarisch veranschaulicht wird. Indes soll ausdrücklich klar sein, daß die Zeichnungen nur zur Veranschaulichung und Beschreibung dienen und nicht als Einschränkung der Erfindung dienen sollen. Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen exemplarisch beschrieben.

**[0031]** Fig. 1 ist eine allgemeine schematische Darstellung eines Mixers, der im Stand der Technik bekannt ist;

**[0032]** Fig. 2a und 2b zeigen ein Signal mit einer Signalfrequenz zusammen mit Breitspektrumrauschen sowie das abwärtsumgewandelte Signal zusammen mit dem Rauschen mit der ersten Signalfrequenz und dem Spiegelrauschen;

**[0033]** Fig. 3a und 3b ähneln Fig. 2a und 2b, wobei aber das angelegte Signal eine höhere Frequenz als die Lokaloszillatorfrequenz hat;

**[0034]** Fig. 4 ist eine allgemeine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

**[0035]** Fig. 5 ist eine Fig. 4 ähnelnde allgemeine schematische Darstellung, aber mit mehr spezifischer Topologie im Hinblick auf den steuerbaren Schalter und im Hinblick auf die Banddurchlaß- und

Bandsperrfilter, die genutzt werden;

**[0036]** Fig. 6 ist eine allgemeine schematische Darstellung der Verwendung eines erfindungsgemäßen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer in der Eingangsstufe eines Breitband/Mehrband-Radardetektors;

**[0037]** Fig. 7 ist eine Skizze der Auswirkung einer geringen Variation der Frequenz des Lokaloszillators des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer über einen relativ schmalen Bereich von Frequenzen;

**[0038]** Fig. 8 ist eine Tabelle der Auswirkung der Variation eines ersten Lokaloszillators, um eine Anzahl ankommender interessierender Frequenzen auswählen zu können und dennoch die Spiegelfrequenzunterdrückung beizubehalten;

**[0039]** Fig. 9 ist ein Frequenzdiagramm der Auswirkung der Wahl einer auswählbaren Eingangsfrequenz für einen erfindungsgemäßen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer;

**[0040]** Fig. 10 ist ein Fig. 9 ähnelndes Frequenzdiagramm der Auswirkung der Wahl der anderen, gepaarten Eingangsfrequenz in einen erfindungsgemäßen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer; und

**[0041]** Fig. 11 ist ein typisches schematisches Blockschaltbild einer nicht die Spiegelfrequenz unterdrückenden Mischerstruktur mit einem Mischelement, das ein wesentliches Element des erfindungsgemäßen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer ist.

#### NÄHERE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0042]** Anhand von Fig. 1 bis 3 folgt nunmehr eine Diskussion der Notwendigkeit einer Spiegelfrequenzunterdrückung.

**[0043]** Fig. 1 zeigt eine typische allgemeine schematische Darstellung eines Mixers, und zu beachten ist, daß dieser dem Stand der Technik entspricht. Normalerweise verfügt die Mischschaltung von Fig. 1 über einen Mischer **20**, der typisch eine Diode oder ein antiparallel geschaltetes Diodenpaar ist, aber jedes andere geeignete nichtlineare aktive elektronische Bauelement sein kann, z. B. ein Transistor usw. zusammen mit zugeordneten passiven Filterelementen bei Bedarf, und es gibt zwei Signale, die in den Mischer **20** eingegeben werden, sowie ein Signal, das vom Mischer **20** abgeleitet wird. Der Mischer **20** hat einen Eingangsanschluß für ankommende Signale bei **22** und einen Lokaloszillator-Eingangsanschluß bei **24**. Ein Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß liegt bei **26**.

**[0044]** Ein Eingangssignal ist von einer beliebigen Quelle abgeleitet; und in diesem Fall ist die Quelle des ankommenden Signals darstellungsgemäß ein Oszillator **28**, der eine Ausgangsfrequenz von 3 GHz oder 5 GHz haben kann. Für diese Diskussion sei festgelegt, daß die Eingangsfrequenz, egal ob sie 3 GHz, 5 GHz oder jede andere Frequenz ist, eine Frequenz  $S_{RF}$  hat. Normalerweise, aber nicht unbedingt, kann das Eingangssignal  $S_{RF}$  einen Breitbandverstärker **30** durchlaufen, bevor es am Mischer **20** am ankommenden Signalanschluß **22** angelegt wird.

**[0045]** Das Lokaloszillatorsignal ist von einem Lokaloszillator **32** abgeleitet und wird am Mischer-Lokaloszillator-Eingangsanschluß **24** angelegt. Der Diskussion halber ist angenommen, daß die Frequenz des Lokaloszillatorsignals  $F_{LO}$  4 GHz ist, aber die Frequenz jede andere erwünschte Frequenz sein könnte.

**[0046]** Deutlich ist, daß unabhängig davon, ob das ankommende Signal  $S_{RF}$  3 GHz oder 5 GHz hat, mit einer Einstellung der Frequenz  $F_{LO}$  des Lokaloszillators auf 4 GHz vom Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß **26** ein Zwischenfrequenzsignal  $S_{IF}$  abgeleitet wird, das eine Frequenz von 1 GHz hat. Somit hat das Zwischenfrequenzsignal  $S_{IF}$  eine Frequenz, die niedriger als jede der ankommenden Signalfrequenzen und die Absolutdifferenz der Frequenzen zwischen dem ankommenden Signal und dem Lokaloszillatorsignal unabhängig davon ist, ob die Frequenz  $F_{LO}$  des Lokaloszillatorsignals höher oder niedriger als die Frequenz des ankommenden Signals  $S_{RF}$  ist.

**[0047]** Natürlich wird angenommen, daß der Verstärker **30**, sofern er verwendet wird, ein relativ breitbandiger Verstärker ist; und daß in jedem Fall die Frequenzbehandlungskennlinien der Frequenzmischschaltung von **Fig. 1** so sind, daß sie bei den interessierenden Frequenzen im wesentlichen flach sind. Somit zeigt **Fig. 2a** ein normalerweise charakteristisches Signalspektrum der Eingangssignale  $S_{RF}$  und des Eingangssignalausgangs  $N_{RF}$ . Hier liegt ein spezifisches Signal vor, das in diesem Fall auf 3 GHz eingestellt ist, was bei **40** gezeigt ist. Vorhanden ist ein typisches Grundrauschen **42**, das relativ flach ist, wobei ein Abfall oberhalb jeder interessierenden Frequenz auftritt. Zu beachten ist, daß der Pegel des ankommenden Signals bei **40** höher als der Pegel des Grundrauschens bei **42** ist. Insbesondere ist auch zu beachten, daß das Grundrauschen **42** auch bei 5 GHz vorliegt.

**[0048]** Gemäß **Fig. 2b** hat das Zwischenfrequenzsignal  $S_{IF}$  darstellungsgemäß bei **44** den gleichen allgemeinen Pegel wie das ankommende Signal **40**. Gezeigt ist auch das abwärts umgewandelte Signalausgangsrauschen **46**, das die Rauschkomponente aus dem Rauschspektrum in Zentrierung auf das ankommende Signal **40** und das Folge der Abwärts umwandlung

von der Frequenz 3 GHz auf 1 GHz zeitgleich mit der Abwärts umwandlung des ankommenden Signals auf  $S_{IF}$  mit 1 GHz ist. Allerdings kommt es bei Fehlen eines solchen Schaltungsaufbaus, wie ihn die Erfindung bereitstellt, auch zu einem bei **48** gezeigten Spiegelrauschen. Grund dafür ist, daß ein Spiegelsignal auch bei der gleichen Absolutdifferenz von Frequenzen zwischen der Frequenz des ankommenden Signals und der Frequenz des Lokaloszillatorsignals auftritt, aber auf der anderen Seite der Lokaloszillatorsignalfrequenz als die des ankommenden Signals. Da das Rauschen im wesentlichen das gleiche mit in diesem Fall 5 GHz ist, wie es mit 3 GHz ist, addiert sich das Rauschen **48**, das um die Spiegelfrequenz vorliegt, zum Spiegelrauschen **46**, das um die Signalfrequenz vorhanden ist, was dazu führt, daß der Pegel des erwünschten Signals  $S_{IF}$  kleiner als das kombinierte Signalausgangsrauschen und Spiegelrauschen ist. Anders ausgedrückt wird das resultierende Zwischenfrequenzsignal unter solchen Umständen durch das Rauschen verzerrt bzw. verdeckt.

**[0049]** Die gleichen Bedingungen gelten für **Fig. 3a** und **3b** mit der Ausnahme, daß das Signal **50** auf 5 GHz über dem Signalgrundrauschen **52** eingestellt ist; und das bei **54** gezeigte abgeleitete Signal  $S_{IF}$  ist wiederum kleiner als das Rauschen infolge der additiven Natur des abwärts umgewandelten Rauschens **56** vom 5-GHz-Signal zusammen mit dem Spiegelrauschen **58**.

**[0050]** Erfindungsgemäß ist aber eine Topologie für einen Abwärts umwandlungsmischer vorgesehen, der Signale mit einer von zwei Frequenzen akzeptiert, während er ein Spiegelsignal mit der anderen der ankommenden Signalfrequenzen unterdrückt.

**[0051]** In **Fig. 4** ist eine Schaltung gezeigt, die einen erfindungsgemäßen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer **100** verwendet. Zu beachten ist, daß die gleiche Bezugszahl **100** im Laufe der gesamten nachfolgenden Diskussion zur Bezeichnung eines Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer verwendet wird, dessen spezifische Einzelheiten variieren können, aber dessen Funktionsweise in allen nachfolgend diskutierten Ausführungsformen genau gleich bleibt. Wie deutlich wird, ist tatsächlich die allgemeine Anwendung des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer gemäß der jeweiligen Darstellung von **Fig. 4** und **5** im wesentlichen identisch, wobei **Fig. 5** den Spiegelfrequenzunterdrückungsabschnitt der Topologie einer Schaltung des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer, z. B. der von **Fig. 4**, zeigt. Ebenso gelten die gleichen Bedingungen für die Breitband-/Mehrfrequenz-Detektoranwendung eines erfindungsgemäßen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer gemäß **Fig. 6**.

**[0052]** In **Fig. 4** ist ein spezifischer Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer **110** vorgesehen.

Wichtig ist aber zu beachten, daß für die anfängliche Diskussion des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischers das ankommende Signal so betrachtet wird, daß es eines von zwei Signalen mit zwei diskreten Frequenzen auf die gleiche Weise ist, wie das ankommende Signal zum Mischer von **Fig. 1** so betrachtet werden kann, daß es ein Signal mit einer und/oder der anderen von zwei unterschiedlichen Frequenzen ist.

**[0053]** Daher sei angenommen, daß ein ankommendes Signal am Mischereingangsanschluß **112** vorhanden ist, wobei die Frequenz des ankommenden Signals die Frequenz  $f_h$  und/oder  $f_l$  sein kann, eine hohe ankommende Signalfrequenz bzw. eine niedrige ankommende Signalfrequenz. Allerdings erfolgt durch den Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer die Abwärtsumwandlung einer oder der anderen der ankommenden Signalfrequenzen auf ein niedrigeres Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if}$ , das vom Mischer-Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß **114** abgeleitet wird. Somit stellt das Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if}$  dar, welches der ankommenden Signale mit den Frequenzen  $f_h$  oder  $f_l$  zu jedem Zeitpunkt von besonderem Interesse ist, während gewährleistet ist, daß eine Spiegelfrequenzunterdrückung jedes Signals oder Rauschens mit der anderen der beiden Frequenzen  $f_l$  oder  $f_h$  erfolgt, die zu diesem Zeitpunkt nicht von besonderem Interesse ist.

**[0054]** Der Mischer verfügt über einen Nicht-Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer **117**, der ein Mischelement **116** aufweist. Vorhanden ist ein Mischer-Lokaloszillator-Eingangsanschluß **118**, an dem ein Lokaloszillatorsignal angelegt ist. In diesem Fall stammt das Lokaloszillatorsignal von einem zweiten Lokaloszillator **120** (der ein zweiter Lokaloszillator im Zusammenhang der Gesamtschaltung von **Fig. 4, 5 und 6** ist), und das Signal vom Lokaloszillator **120** hat die Frequenz  $f_{lo}$ .

**[0055]** Mit kurzem Bezug auf **Fig. 11** ist dort ein typisches schematisches Blockschaltbild eines Nicht-Spiegelfrequenzunterdrückungsmischers **117** gezeigt, der in der Erfindung eingesetzt ist. Die Hauptkomponente des Mischers **117** ist eigentlich das Mischelement **116**, bei dem es sich um das einzige aktive Element im Mischer **117** handelt und das wie zuvor erwähnt jede nichtlineare Komponente sein kann, z. B. eine Diode, ein antiparalleles Diodenpaar, ein Transistor usw. Die übrigen Elemente, die normalerweise zu einem solchen Mischer **117** gehören, verfügen über ein Hochfrequenz- (Funkfrequenz-) oder HF-Filter **119**, ein Zwischenfrequenz- oder ZF-Filter **121** und ein Lokaloszillator- oder LO-Filter **123**. Der Mischer-Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß **114** und der Mischer-Lokaloszillator-Eingangsanschluß **118** sind beide gezeigt. Von besonderer Bedeutung ist, daß der Mischer **117** ein

aktives Mischelement **116** aufweist, was soeben diskutiert wurde.

**[0056]** Das Vorhandensein von Signalen mit den Frequenzen  $f_h$  und/oder  $f_l$  am Mischereingangsanschluß **112**, mit der Frequenz  $f_{lo}$  am Mischer-Lokaloszillator-Eingangsanschluß **118** und mit der vom Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß **114** abgeleiteten Zwischenfrequenz  $f_{if}$  ist durch Kreise **122, 124** bzw. **126** gezeigt. Wie zuvor diskutiert wurde, ist die Beziehung zwischen diesen verschiedenen Signalen mit den angegebenen Frequenzen so, daß die Frequenz  $f_{lo}$  gewählt ist, um ein Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if}$  unter Verwendung der Absolutdifferenz von Frequenzen zwischen dem ankommenden Signal und dem Lokaloszillatorsignal zu bilden; und die Frequenz  $f_{lo}$  des Lokaloszillatorsignals ist so gewählt, daß sie das Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if}$  für eines der beiden ankommenden Signale mit der Frequenz  $f_h$  bzw.  $f_l$  bildet, wodurch  $f_{if} = f_h - f_{lo}$  und  $f_{if} = f_{lo} - f_l$  sind.

**[0057]** Wie zuvor diskutiert, existiert für Signale mit der Frequenz  $f_h$  ein Spiegelfrequenzsignal mit  $f_l$ , wobei  $f_l = f_{lo} - f_h$  ist. Ähnlich existiert für Signale mit den Frequenzen  $f_l$  ein Spiegelfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_h$  als  $f_h = f_{lo} + f_{if}$ .

**[0058]** Eine der Hauptkomponenten des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischers der Erfindung ist eine allgemein bei **130** gezeigte steuerbare Schaltereinrichtung. Die genaue Art der steuerbaren Schaltereinrichtung **130** liegt nicht im Schutzzumfang der Erfindung. Somit können sich die Einzelheiten der steuerbaren Schaltereinrichtung **130** von **Fig. 5** von der steuerbaren Schaltereinrichtung gemäß **Fig. 4** dadurch unterscheiden, daß die steuerbare Schaltereinrichtung von **Fig. 5** darstellungsgemäß ein Paar FETs aufweist, was später näher diskutiert wird. Wie aus der Konfiguration einer beliebigen Darstellung von **Fig. 4, 5 und 6** hervorgeht, funktioniert die steuerbare Schaltereinrichtung in jedem Fall als einpoliger Umschalter.

**[0059]** Die steuerbare Schaltereinrichtung wird durch ein Steuersignal gesteuert, das zum Mischer an einem Steuersignal-Eingangsanschluß **132** eingegeben wird; und der Zweck des Steuersignals, das am Steuersignal-Eingangsanschluß **132** eingegeben wird, besteht darin, den steuerbaren Schalter **130** zu veranlassen, eine seiner beiden Schalterpositionen als einpoliger Umschalter unter der Steuerung der Steuersignale einzunehmen. So bewirkt ein Steuersignal, das z. B. hochpeglig ist, daß die steuerbare Schaltereinrichtung ihre erste Schalterposition einnimmt; während ein Steuersignal, das z. B. tiefpeglig ist, die steuerbare Schaltereinrichtung veranlaßt, ihre zweite Schalterposition einzunehmen.

**[0060]** Mit speziellem Bezug auf **Fig. 4** ist nochmals

zu beachten, daß Signale mit der hohen Eingangsfrequenz  $f_h$  und/oder der niedrigen Eingangsfrequenz  $f_l$  am Mischereingangsanschluß **112** erscheinen. Von dort können sie normalerweise einen Verstärker **134** und ein Hochpaßfilter **136** durchlaufen, wobei aber keines dieser Elemente zum Betrieb der Erfindung beiträgt. Jedoch ist zu beachten, daß es in Verbindung mit der steuerbaren Schaltereinrichtung **130** zwei Signalwege gibt, die durch gestrichelte Pfeile  $S_1$  und  $S_2$  gezeigt sind. Deutlich ist, daß ein Signal vom Mischereingangsanschluß **112** zum Mischelement **116** im zuvor diskutierten Mischer **117** über die steuerbare Schaltereinrichtung **130** auf dem Weg  $S_1$  oder  $S_2$  je nach der Schalterposition fließt, die die steuerbare Schaltereinrichtung **130** unter der Steuerung von Steuersignalen eingenommen hat, die ihr am Steuersignal-Eingangsanschluß **132** zugeführt werden. Befindet sich die steuerbare Schaltereinrichtung **130** in ihrer ersten Position, wird ein Eingangssignal mit der Frequenz  $f_h$  vom Mischereingangsanschluß **112** zum Mischelement **116** geführt, und ein Spiegelsignal mit der Frequenz  $f_l$  wird unterdrückt und vom Mischelement **116** entkoppelt. Befindet sich ähnlich die steuerbare Schaltereinrichtung **130** in ihrer zweiten Schalterposition, wird ein Signal mit der Frequenz  $f_l$  vom Mischereingangsanschluß **112** zum Mischelement **116** geführt, und ein Spiegelsignal mit der Frequenz  $f_h$  wird unterdrückt und vom Mischelement **116** entkoppelt.

**[0061]** Somit verfügt das Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if}$  über ein abwärts umgewandeltes Signal als Darstellung eines der Eingangssignale mit der Frequenz  $f_h$  bzw.  $f_l$  zusammen mit etwaigem Rauschen, das mit einer dieser Eingangssignalfrequenzen auftreten kann. Außerdem ist das Zwischenfrequenzsignal im wesentlichen frei von einem abwärts umgewandelten Signal als Darstellung des anderen der Eingangssignale mit der Frequenz  $f_l$  bzw.  $f_h$  zusammen mit etwaigem Rauschen, das mit der gleichen Spiegelfrequenz auftreten kann.

**[0062]** Gemäß einem wichtigen Gesichtspunkt der Erfindung hat der erste Signalweg  $S_1$  eine Banddurchlaßkennlinie bei einer ausgewählten Frequenz, die eine der Eingangsfrequenzen  $f_h$  und  $f_l$  sein kann. Dargestellt ist dies durch ein Filter **138** mit einer Banddurchlaßkennlinie, für die eine Kennlinie in einem Kreis **140** gezeigt ist.

**[0063]** Der zweite Signalweg  $S_2$  hat ein Filterelement **142** mit einer Bandsperrkennlinie bei der gleichen Frequenz wie die Banddurchlaßfrequenz des Filterelements **138**. Eine typische Kennlinie des Bandsperrfilters ist in einem Kreis **144** gezeigt.

**[0064]** Wie erwähnt, sind die Banddurchlaßkennlinie im Signalweg  $S_1$  und die Bandsperrkennlinie im Signalweg  $S_2$  jeweils mit der gleichen Frequenz hergestellt, die eine Eingangsfrequenz  $f_h$  oder  $f_l$  sein

kann. Für die Diskussion sei angenommen, daß die Banddurchlaßkennlinie des Elements **138** und die Bandsperrkennlinie des Elements **142** jeweils auf die höhere der Eingangsfrequenzen  $f_h$  eingestellt sind. Natürlich ist diese Eingangsfrequenz  $f_h$  größer als die Lokaloszillatorfrequenz  $f_{lo}$ , und wie zuvor erwähnt, hat das Zwischenfrequenzsignal eine Frequenz  $f_{if} = f_h - f_{lo}$ . Somit wird das ankommende Signal  $f_h$  auf die Frequenz  $f_{if}$  abwärts umgewandelt. Zugleich wird die Spiegelfrequenz  $f_l$ , die sich als  $f_l = f_{lo} - f_{if}$  gemäß der vorstehenden Darstellung berechnet, durch das Banddurchlaßfilterelement **138** stark gedämpft. Ist also der Weg  $S_1$  durch Platzieren der steuerbaren Schaltereinrichtung **130** in ihrer ersten Schalterposition ausgewählt, so ist ein Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer gemäß herkömmlicher Technik realisiert, der eine Spiegelfrequenzunterdrückung bei der Frequenz  $f_l$  hat, während er Eingangssignale mit der Frequenz  $f_h$  zur weiteren Verarbeitung akzeptiert.

**[0065]** Ist ebenso der Signalweg  $S_2$  durch die geeignete Steuerung der steuerbaren Schaltereinrichtung **130** ausgewählt und hat er eine Bandsperrkennlinie bei der gleichen Frequenz wie die Banddurchlaßkennlinie des Filterelements **138**, so durchläuft ein mit der Frequenz  $f_h$  erscheinendes Signal nicht das Filterelement **142**. Jedoch durchläuft ein mit der Eingangsfrequenz  $f_l$  erscheinendes Signal das Filterelement **142**, da angenommen ist, daß die Bandsperrkennlinie des Bandsperrfilters ausreichend schmal ist, so daß ein Signal mit der Frequenz  $f_l$  relativ ungehindert durchläuft. Somit läuft dieses Signal mit der Eingangsfrequenz  $f_l$  über den Signalweg  $S_2$ , wenn die Bandsperrkennlinie auf die andere Eingangsfrequenz  $f_h$  eingestellt ist; und deutlich ist, daß gleichermaßen ein Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer konfiguriert ist, durch den ein ankommendes Signal mit der Frequenz  $f_l$  auf die Zwischenfrequenz  $f_{if}$  abwärts umgewandelt wird, aber die Spiegelfrequenz mit der Frequenz  $f_h$  unterdrückt wird, da sie nicht das Bandsperrfilterelement **142** durchläuft.

**[0066]** Sind also die Banddurchlaß- und Bandsperrfilterkennlinien der Filterelemente **138** und **142** beide so eingestellt, daß sie bei der höheren der ankommenden Signalfrequenzen  $f_h$  arbeiten, sorgt der Signalweg  $S_1$  für Spiegelfrequenzunterdrückung für ein Signal, das auf der hohen Seite der Lokaloszillatorfrequenz  $f_{lo}$  liegt; und der Signalweg  $S_2$  sorgt für Spiegelfrequenzunterdrückung für ein Signal, das auf der niedrigen Seite der Lokaloszillatorfrequenz  $f_{lo}$  liegt.

**[0067]** Der Rest der Schaltung gemäß **Fig. 4** und **5** weist eine Empfangsantenne **160**, die geeignet ist, Hoch-Funkfrequenzen zu empfangen, und ihren Eingangsanschluß **172** auf. Ein erster Mischer **162** ist vorgesehen und empfängt Signale von der Empfangsantenne **160** sowie Lokaloszillatorsignale von einem steuerbaren Lokaloszillator **164** an seinem Lokaloszillator-Eingangsanschluß **174**. Im Kontext der

Schaltbilder von **Fig. 5** und **6** steht der erste Lokaloszillator **164** unter der Steuerung einer Durchlaufsteuerung **166** und eines Mikroprozessors **168**. Die Anordnung ist so, daß das erste Zwischenfrequenzsignal, das vom Ausgangsanschluß **170** des Mixers **162** abgeleitet wird, von der Steuerung des Lokaloszillators **164** von der Durchlaufsteuerung **166** abhängt; und in Kenntnis der ankommenden Frequenzen, die die Empfangsantenne **160** empfängt und die von Interesse sind, kann die Frequenz des steuerbaren Lokaloszillators auf eine oder eine weitere Lokaloszillatorfrequenz eingestellt werden, wodurch das erste Zwischenfrequenzsignal vom Ausgangsanschluß **170** des ersten Mixers **162** zum Mischereingangsanschluß **162** des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischers **100** als erstes Zwischenfrequenzsignal  $f_h$  oder als zweites niedriges Zwischenfrequenzsignal  $f_i$  gemäß der vorstehenden Diskussion eingegeben werden kann.

**[0068]** Somit ist deutlich, daß die allgemeinen schematischen Schaltungen der jeweiligen **Fig. 4** und **5** einen zweiten Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer für einen Hoch-Funkfrequenzempfänger bilden.

**[0069]** Eine spezielle Form von Hoch-Funkfrequenzempfänger, in dem erfindungsgemäße Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer besonders gut genutzt werden können, sind Radardetektoren. Anhand von **Fig. 6** wird später eine typische Radardetektoranordnung näher diskutiert. Zwischenzeitlich wird nunmehr speziell auf **Fig. 5** Bezug genommen.

**[0070]** In der Schaltung von **Fig. 5** weist der allgemein bei **130** gezeigte steuerbare Schalter ein Paar FETs **180** und **182** auf. Wie zuvor werden Steuersignale zum steuerbaren Schalter **130** geführt, indem sie am Steuersignal-Eingangsanschluß **132** angelegt werden. Die Steuersignale bewirken das Einschalten eines der FETs durch das Anlegen einer geeigneten Vorspannung auf eine Weise, die außerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung liegt, und zudem das Ausschalten der Vorspannung für den anderen FET. Wird also der FET **180** unter der Steuerung von Steuersignalen eingeschaltet, die am Steuersignal-Eingangsanschluß **132** anliegen, und der FET **182** gleichzeitig ausgeschaltet, arbeitet der Signalweg  $S_1$ . Ist ebenso der FET **182** auf seinen Ein-Zustand gesteuert und der FET **180** auf seinen Aus-Zustand gesteuert, arbeitet der Signalweg  $S_2$ . Zwecks durchgängiger Beschreibung sei angenommen, daß der steuerbare Schalter **130** in seiner ersten Schalterposition ist, wenn der FET **180** leitet und der FET **182** nicht; und daß sich der steuerbare Schalter **130** in seiner zweiten Schalterposition befindet, wenn der FET **182** leitend und der FET **180** nichtleitend ist.

**[0071]** Gemäß **Fig. 5** weist der Weg  $S_1$  eine Mikrostreifenleitungs-Banddurchlaßfilterstruktur auf, die

über Elemente **184** und **186** verfügt. Auch der Signalweg  $S_2$  weist einen Mikrostreifenleitungs-Bandsperrfilterabschnitt **190** aus einem Mikrostreifenleitungselement **188** auf.

**[0072]** Der Betrieb der Topologie der Mikrostreifenleitungsfilter und des mit FETs arbeitenden steuerbaren Schalters von **Fig. 5** läuft wie folgt ab: Liegen die Steuersignale am steuerbaren Schalter **130** so an, daß der FET **180** ein- und der FET **182** ausgeschaltet wird, ist der Signalweg  $S_1$  gewählt. Wie zuvor zeigt der Signalweg  $S_1$  eine Banddurchlaßkennlinie bei der Eingangsfrequenz  $f_h$  oder  $f_i$ , und der Signalweg  $S_2$  zeigt eine Bandsperrkennlinie bei der gleichen ausgewählten Frequenz  $f_h$  oder  $f_i$ .

**[0073]** Deutlich ist, daß die Drains der FETs **180** und **182** miteinander verbunden sind, was eine Ausgabe vom steuerbaren Schalter **130** bildet. Deutlich ist ferner, daß unabhängig davon, welcher FET **180** oder **182** nichtleitend ist, sein Gate eine hohe Impedanz hat, die primär reaktiv ist; und in einer verteilten Struktur, z. B. die Mikrostreifenleitungselemente der Wege  $S_1$  und  $S_2$ , wird ein hochohmiger Abschluß zu einer niedrigen Impedanz eine Viertel Wellenlänge nach dem Abschluß. Sorgfältig ist darauf zu achten, daß die niedrige Impedanz nicht einen der gewünschten Übertragungswege  $S_1$  und  $S_2$  in Nebenschluß legt, um keine reduzierte Empfindlichkeit zu verursachen. Daher darf die Impedanz, die vom nicht ausgewählten Weg  $S_1$  oder  $S_2$  reflektiert wird, nicht die Signalübertragung im ausgewählten Weg  $S_1$  oder  $S_2$  mit der jeweils ausgewählten Eingangsfrequenz  $f_h$  oder  $f_i$  beeinträchtigen.

**[0074]** Ist in der Topologie von **Fig. 5** der Signalweg  $S_1$  ausgewählt, bildet der Abzweigleitungs-Filterabschnitt **190** des Mikrostreifenleitungselements **188** einen Kurzschluß an der Ebene  $P_1$  mit der Frequenz des Signals, das über den Signalweg  $S_1$  durchgelassen wird. Dadurch wird jede Impedanz, die vom Gate des FET **182** reflektiert wird, an der Ebene  $P_1$  auf null gezwungen. Außerdem reflektiert sich die Nullimpedanz an der Ebene  $P_1$  als offener Kreis an einer Ebene  $P_2$  mit der gleichen Frequenz; und die Impedanz an der Ebene  $P_2$  mit dieser Frequenz ist unabhängig von der Gateimpedanz des FET **182**. Der offene Kreis an der Ebene  $P_2$  erzeugt im Grunde eine geeignete Topologie für ein einzelnes Resonatorbanddurchlaßfilter bei der über den Signalweg  $S_1$  übertragenen Frequenz zwischen dem Eingang **112** und dem Gate des FET **180**. Dieses Filter unterdrückt die Spiegelfrequenz, die in diesem Fall im wesentlichen  $f_h - 2 \times f_i$  beträgt, und das Filter wird nicht durch die Gateimpedanz des FET **182** beeinträchtigt.

**[0075]** Ist der Signalweg  $S_2$  ausgewählt, so ist die abwärtsanzuwandelnde Frequenz gemäß der bisherigen Diskussion die Eingangsfrequenz  $f_i$ . In diesem Fall hat die Spiegelfrequenz die Frequenz  $f_h$ .

**[0076]** Der FET **182** wird ein- und der FET **180** ausgeschaltet. Nunmehr unterdrückt der Bandsperrabzweigeleitungs-Filterabschnitt **190** im Mikrostreifenleitungselement **188** die Spiegelfrequenz  $f_h$  und läßt die interessierende Frequenz, die Eingangsfrequenz  $f_i$ , durch.

**[0077]** Außerdem tritt eine Kopplung in den parallelen Anfangsabschnitten zwischen dem Mikrostreifenleitungselement **186** und dem Mikrostreifenleitungselement **188** mit der ausgewählten Banddurchlaß- und Bandsperrfrequenz auf, so daß bei der Frequenz  $f_h$  – der o. g. Durchgängigkeit der Diskussion halber – die gesamte in den Signalweg  $S_2$  eingespeiste Energie mit dem Signalweg  $S_1$  bei dieser Frequenz gekoppelt wird. Wie erwähnt, soll außerdem der Signalweg  $S_2$  Signale mit dieser Frequenz infolge seiner Bandsperrkennlinie bei der ausgewählten Frequenz unterdrücken.

**[0078]** Bei allen anderen Frequenzen mit Ausnahme derer, die der ausgewählten Eingangssignalfrequenz recht nahe sind, kommt es ferner zu keiner gegenseitigen Kopplung der Signalwege  $S_1$  und  $S_2$ , da diese Frequenzen nicht in die abgestimmte Frequenz des Resonators fallen, der durch das Element **186** im Signalweg  $S_1$  gebildet ist.

**[0079]** In **Fig. 6** ist eine allgemeine schematische Darstellung für die Eingangsstufe eines Breitband-/Mehrband-Radardetektors allgemein bei **200** gezeigt. Wiederum werden gleiche Bezugszahlen für Schaltungselemente und -komponenten verwendet, die mit den zuvor diskutierten identisch sind oder den gleichen Zweck erfüllen oder die mit ihnen funktionell identisch arbeiten.

**[0080]** Somit weist der Breitband-/Mehrband-Radardetektor eine Mikroprozessorsteuerung **168**, einen ersten Lokaloszillator **164**, einen zweiten Lokaloszillator **120** und einen dritten Lokaloszillator **202** auf. Vorhanden sind drei Mischer, d. h. ein erster Mischer **162**, ein zweiter Mischer, der ein erfindungsgemäßer Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer **100** ist, und ein dritter Mischer **204**. Zusätzlich sind eine Empfangsantenne **160** und eine Benutzereingabeeinrichtung **206** vorhanden, z. B. eine Schalttafel, die zum Eingeben von Steuerkriterien in die Mikroprozessorsteuerung **168** verwendet wird. Erwartungsgemäß verfügt wie in jedem Radardetektor der Radardetektor-Schaltungsaufbau **200** über eine Signalverarbeitungseinrichtung, z. B. einen FM-Demodulator **206**, einen Radarsignal-Verarbeitungsschaltungsaufbau **208** und einen Audioverarbeitungs-Schaltungsaufbau **210**. Zu den Funktionen und Zwecken der Verarbeitungsschaltungen **208** und **210** gehören das Anzeigen, welches von mehreren detektierten Radarbändern detektiert wurde, Erzeugen einer Anzeige für die Signalstärke des detektierten Radarbands, Erzeugen akustischer Warnungen usw. Eigentlich

könnte der dritte Mischer **204** je nach anderen Parametern der Radardetektorgestaltung entfallen; aber in jedem Fall finden sich wie erwähnt geeignete Signalverarbeitungsschaltungen und andere Ausgangsschaltungen.

**[0081]** Im Hinblick auf den Betrieb der Schaltungen von **Fig. 4, 5** und **6** ist es in gewisser Hinsicht zweckmäßig, davon auszugehen, daß die Frequenz des zweiten Lokaloszillators **120** eine Ausgangsfrequenz  $f_{lo2}$  hat; und daß die Frequenz  $f_{lo2}$  so gewählt ist, daß sie für ein Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if2}$  für eines der beiden ankommenden Signale mit der Frequenz  $f_h$  bzw.  $f_i$  sorgt. So gilt  $f_{if2} = f_h - f_{lo2}$  und  $f_{if2} = f_{lo2} - f_i$ .

**[0082]** Außerdem gibt es für Signale mit der Frequenz  $f_h$  ein Spiegelfrequenzsignal, das mit  $f_i$  als  $f_i = f_{lo2} - f_{if2}$  vorliegt.

**[0083]** Gleichermaßen gibt es für Signale mit der Frequenz  $f_i$  ein Spiegelfrequenzsignal, das mit  $f_h$  als  $f_h = f_{lo2} + f_{if2}$  existiert.

**[0084]** Sind also eines oder beide von ankommenden Signalen mit den Frequenzen  $f_h$  und  $f_i$  am Mischereingangsanschluß **112** des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer **100** vorhanden und ist das Lokaloszillatorsignal mit der Frequenz  $F_{lo2}$  am Mischer-Lokaloszillator-Eingangsanschluß **132** angelegt, wird ein Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if2}$  vom Mischer-Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß **114** abgenommen.

**[0085]** Daher weist erfindungsgemäß das Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if2}$  ein abwärtsumgewandeltes Signal auf, das eines der Eingangssignale mit der Frequenz  $f_h$  oder  $f_i$  darstellt; und im Fall einer der Schaltungen in **Fig. 4, 5** und **6** sind Eingangssignale zum Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer **100** effektiv Zwischenfrequenzsignale, die vom ersten Mischer **162** ausgegeben werden. In jedem Fall verfügt ein Zwischenfrequenzsignal mit der Frequenz  $f_{if2}$  über ein abwärtsumgewandeltes Signal als Darstellung der Frequenz  $f_h$  oder  $f_i$  zusammen mit etwaigem Rauschen, das mit der gleichen ankommenden Signalfrequenz auftreten kann; und dieses Zwischenfrequenzsignal ist im wesentlichen frei von einem abwärtsumgewandelten Signal als Darstellung des anderen der Eingangssignale mit der Frequenz  $f_i$  bzw.  $f_h$  zusammen mit etwaigem Rauschen, das mit der gleichen Spiegelfrequenz auftreten kann.

**[0086]** Anhand von **Fig. 7** folgt nunmehr eine Diskussion, die nachweist, daß die Lokaloszillatorfrequenz, die in den Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer der Erfindung eingegeben wird, über einen Bereich variiert werden kann, der normalerweise plus oder minus 5% der anfänglichen ausgewählten Loka-

oszillatorfrequenz betragen kann.

[0087] In Fig. 7 sind zwei Kurven 302 und 304 gezeigt, die im wesentlichen die Banddurchlaß- und Bandsperrkennlinie der Elemente 138 und 142 oder der Struktur mit den Elementen 184, 186 zusammen mit dem Element 188 demonstrieren, die man in den Signalwegen  $S_1$  und  $S_2$  von Fig. 4 und 5 vorfindet. Wie zuvor erwähnt, sind diese Kennlinien auch in den Kreisen 140 und 144 in Fig. 4 gezeigt.

[0088] In jedem Fall zeigt Fig. 7 auch drei Frequenzen  $f_h$ ,  $f_i$  und  $f_{io}$ . Die Frequenz  $f_{io}$  ist zwischen den Frequenzen  $f_h$  und  $f_i$  zentriert und von ihnen um einen Betrag getrennt, der gleich der Zwischenfrequenz  $f_{if}$  ist. Der Diskussion halber kann  $f_{io}$  so betrachtet werden, daß sie eine anfängliche ausgewählte Frequenz von 4 GHz ist; die Frequenz  $f_h$  beträgt 5 GHz, die Frequenz  $f_i$  3 GHz und die Zwischenfrequenz  $f_{if}$  1 GHz.

[0089] Jede der Banddurchlaßkennlinie 302 und der Bandsperrkennlinie 304 sind um  $f_h$  zentriert. Das heißt, ihre höchste Banddurchlaßsignalstärke oder Bandsperrsignalunterdrückung tritt bei der Frequenz  $f_h$  auf.

[0090] Die Lokaloszillatorfrequenz  $f_{lo}$  kann um einen kleinen Betrag variiert werden, was bei 310 gezeigt ist. Beträgt z. B. die Lokaloszillatorfrequenz  $f_{lo}$  4 GHz und die Variation plus oder minus 5% dieser Anfangsfrequenz, so beträgt die Breite des Bereichs von Frequenzen gemäß der Darstellung bei 310 400 MHz ( $\pm 200$  MHz zentriert auf 4 GHz).

[0091] Infolge der Art des Mischers ist bekannt, daß bei Verschiebung der Lokaloszillatorfrequenz um ein gewisses Maß der Mischer fähig sein kann, ein ankommendes Signal mit einer Frequenz auszuwählen, die ebenfalls um den gleichen Betrag verschoben ist. Bei 312 ist eine Verschiebung von Signalen mit der Frequenz  $f_h$  gezeigt und bei 314 eine Verschiebung von Signalen mit der Frequenz  $f_i$ .

[0092] Deutlich ist, daß für die Banddurchlaßkennlinie 302 keine signifikante Abnahme des Signalpegels über den relativ schmalen, mit 312 bezeichneten Bereich vorliegt; und daß ebenso für die Bandsperrkennlinie 304 keine erhebliche, bei 314 gezeigte Veränderung der Fähigkeit des Elements 142 vorliegt, ein Signal zu akzeptieren und durchzulassen, das etwas über oder etwas unter der Frequenz  $f_i$  liegt.

[0093] Für die Spiegelfrequenzen, die auftreten können, geht aus Fig. 7 hervor, daß die gleichen allgemeinen Bedingungen gelten und daß bei Verschiebung der Frequenz des Lokaloszillators um einen Bereich bis etwa plus oder minus 5% seiner ausgewählten Anfangsfrequenz die Spiegelfrequenz immer noch erheblich gedämpft wird und der Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer wie oben beschrieben

funktioniert. Somit liegt für einen Bereich von Signalen in Zentrierung auf die Frequenz  $f_h$  gemäß 312 immer noch eine erhebliche Unterdrückung des Spiegelsignals vor, das gemäß 316 auf 3 GHz zentriert ist. Gleichermaßen liegt für einen Bereich von Frequenzen in Zentrierung auf die Frequenz  $f_i$  gemäß 314 immer noch eine signifikante Spiegelfrequenzunterdrückung des Spiegelsignals in Zentrierung auf 5 GHz gemäß 318 vor.

[0094] Abschließend folgt anhand von Fig. 8, 9 und 10 eine Diskussion zum breiten Bereich von Frequenzen, die in einem solchen Radardetektor gemäß 200 in Fig. 6 als interessierend ausgewählt sein können. Im wesentlichen demonstrieren Fig. 8, 9 und 10 die Auswirkung einer niedrigseitigen oder hochseitigen Oszillatoreinspeisung, wobei die ankommenden Signale zum Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer eine der Frequenzen  $f_h$  und  $f_i$  gemäß der vorstehenden Diskussion haben können.

[0095] Erneut sei der vereinfachten Diskussion halber angenommen, daß Frequenzen  $f_h$  und  $f_i$  gemäß der Tabelle in Fig. 8 als  $f_{112}$  – die Frequenz, die am Eingangsanschluß 112 des Unterdrückungsmischer 100 auftritt – 5 GHz oder 3 GHz betragen können.

[0096] Festgestellt wurde, daß die Frequenz des ersten Lokaloszillators 164 unter der Steuerung der Durchlaufsteuerung 166 und des Mikroprozessors 168 geändert werden kann; und für diese Diskussion sei angenommen, daß die Ausgangsfrequenz des ersten Lokaloszillators 164 minimal 15 GHz betragen kann, in Fig. 8 als  $f_{164MIN}$  gezeigt, und daß die maximale Ausgangsfrequenz vom ersten Lokaloszillator 164 16 GHz beträgt, in Fig. 8 als  $f_{164MAX}$  gezeigt.

[0097] Klar sollte auch sein, daß der erste Lokaloszillator 164, wengleich unter der Steuerung der Durchlaufsteuerung 166 und des Mikroprozessors 168 stehend beschrieben, auch allgemeiner als Kipp- bzw. Frequenzdurchlauf-Lokaloszillator betrachtet werden kann. Anders gesagt kann die Frequenz des Lokaloszillators jede Frequenz im diskutierten Bereich im Hinblick auf seinen Durchlaufbereich annehmen; und in jedem Fall liegt die Steuerung der Oszillatordurchlauf-Steuersignale letztendlich bei einer Mikroprozessorsteuerung. Zudem kann gemäß der vorstehenden Diskussion im Hinblick auf die Änderung der Frequenz des Lokaloszillators ein Frequenzdurchlauf-Lokaloszillator auch einer sein, dessen Frequenz sich über einen Bereich ändert, z. B. plus oder minus 5% der Mittenfrequenz.

[0098] Liegt die Oszillatoreinspeisung im Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer 100, d. h. die Frequenz des Lokaloszillators 120, unter der Eingangsfrequenz am Eingangsanschluß 112, so läßt sich erkennen, daß für eine Frequenz  $f_{112}$  von 5 GHz, wenn die Frequenz  $f_{164MAX}$  16 GHz beträgt, die interessie-

rende Frequenz, die an der Empfangsantenne **160** detektiert wird, in **Fig. 8** als Frequenz  $f_{160\text{MAX}}$  bezeichnet, 21 GHz beträgt. Deutlich wird dies aus den mathematischen Beziehungen, daß  $f_{164\text{MAX}}$  mit 16 GHz plus  $f_{112}$  mit 5 GHz dafür sorgt, daß  $f_{160\text{MAX}}$  mit 21 GHz detektiert wird.

**[0099]** Für die niedrigseitige Einspeisung, bei der die Frequenz des Lokaloszillators  $f_{164\text{MIN}}$  15 GHz beträgt, detektiert die Schaltung von **Fig. 6** ebenso ankommende Signale an der Empfangsantenne **160** mit einer Frequenz von  $f_{160\text{MIN}}$ , die 20 GHz beträgt.

**[0100]** Die gleichen Bedingungen gelten für die hochseitige Oszillatoreinspeisung, wobei  $f_{160\text{MAX}}$  11 GHz betragen kann (bestimmt durch die Differenz zwischen  $f_{164\text{MAX}}$  mit 16 GHz und  $f_{112}$  mit 5 GHz) und  $f_{160\text{MIN}}$  10 GHz sein kann.

**[0101]** Die zweite Zeile der Tabelle von **Fig. 8** demonstriert die gleichen Bedingungen mit der Ausnahme, daß die Eingangsfrequenz am Eingangsanschluß **112** in **Fig. 6** die Frequenz  $f_i$  ist, die für die Diskussion mit 3 GHz angenommen ist.

**[0102]** Die Tabelle von **Fig. 8** ist in **Fig. 9** und **10** grafisch dargestellt. Aus diesen Darstellungen wird deutlich, daß es durch Abstimmen eines ersten Lokaloszillators über eine 1-GHz-Bandbreite (15 GHz bis 16 GHz) möglich ist, ankommende Signale zu empfangen, die 4 GHz Bandbreite abdecken (10 GHz bis 11 GHz, 12 GHz bis 13 GHz, 18 GHz bis 19 GHz und 20 GHz bis 21 GHz).

**[0103]** Aus dieser Diskussion folgt, daß durch einfaches Ändern der Frequenz des ersten Oszillators von 15 GHz auf 16 GHz, um das diskutierte Beispiel zu verwenden, wobei die Eingangsfrequenz zum Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer **100** am Eingangsanschluß **112** entweder 5 GHz oder 3 GHz betragen kann, eine Radardetektor-Eingangsstufe so entwickelt werden kann, daß sie ankommende Radarfrequenzsignale über einen breiten Bereich von Frequenzen akzeptiert und abwärts umwandelt, ohne Spiegelfrequenzrauschen am zweiten Mischer zuzufügen. All dies wird aber durch Verwendung des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischers der Erfindung möglich, durch den ein Spiegelfrequenzsignal und etwaiges Rauschen, das ansonsten mit der gleichen Frequenz wie das Spiegelfrequenzsignal auftreten würde, unterdrückt und nur das interessierende Signal über den Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer zur weiteren Signalhandhabung abwärts umgewandelt wird.

**[0104]** Beschrieben wurde ein Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer zur Abwärts umwandlung eines ankommenden Signals, in dem eines oder das andere der beiden ankommenden Signale diskriminiert werden kann, während das andere der ankommenden

den Signale unterdrückt wird. Insbesondere wird das Rauschen, das auch mit der Spiegelfrequenz vorhanden ist, ebenfalls unterdrückt. Daher ist die Empfindlichkeit von Schaltungen, die einen erfindungsgemäßen Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer zur Abwärts umwandlung einsetzen, stark erhöht.

## Patentansprüche

1. Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer (**100**) zur Abwärts umwandlung eines von zwei ankommenden Signalen (**40, 50**) mit einer Frequenz  $F_i$  bzw.  $F_h$  in ein niederfrequenteres Zwischenfrequenzsignal (**126**) mit einer Frequenz  $F_{if}$ , die die Absolutdifferenz von Frequenzen zwischen dem ankommenden Signal (**40, 50**) und einem Lokaloszillatorsignal (**124**) ist, mit:

einem Lokaloszillator (**120**), um das Lokaloszillatorsignal zu erzeugen, einem Eingangsanschluß (**112**) zum Empfangen eines oder beider der ankommenden Signale (**40, 50**), einer steuerbaren Schaltereinrichtung (**130**), einem Steuersignal-Eingangsanschluß (**132**) für die steuerbare Schaltereinrichtung, einem Mischelement (**116**), einem Mischer-Lokaloszillator-Eingangsanschluß (**118**), der das Lokaloszillatorsignal (**124**) empfängt, und einem Mischer-Zwischenfrequenz-Ausgangsanschluß (**114**); wobei die steuerbare Schaltereinrichtung (**130**) zwei Schalterpositionen hat und eine der beiden Schalterpositionen unter der Steuerung von Steuersignalen einnimmt, die am Steuersignal-Eingangsanschluß (**132**) angelegt werden, und so angeordnet ist, daß in einer ersten Schalterposition ein Signal mit einer Frequenz  $F_h$  vom Mischereingangsanschluß (**112**) zum Mischelement (**116**) geführt wird, während ein Signal mit einer Frequenz  $F_i$  unterdrückt und vom Mischelement (**116**) entkoppelt wird, und so, daß in einer zweiten Position ein Signal mit einer Frequenz  $F_i$  vom Mischereingangsanschluß (**112**) zum Mischelement (**116**) geführt wird, während ein Signal mit einer Frequenz  $F_h$  unterdrückt und vom Mischelement entkoppelt wird;

**dadurch gekennzeichnet**, daß:

der Lokaloszillator (**120**) so angeordnet ist, daß er das Lokaloszillatorsignal (**124**) mit einer gemeinsamen Frequenz  $F_{io}$  ungeachtet der Position der steuerbaren Schaltereinrichtung (**130**) erzeugt, um das Zwischenfrequenzsignal (**126**) mit der Zwischenfrequenz  $F_{if}$  für eines der beiden ankommenden Signale (**40, 50**) so zu bilden, daß

$$F_{if} = F_h - F_{io} \text{ und}$$

$$F_{if} = F_{io} - F_i$$

wobei für Signale mit der Frequenz  $F_h$  ein Spiegelfrequenzsignal mit  $F_i$  als  $F_i = F_{io} - F_{if}$  existiert und wobei für Signale mit der Frequenz  $F_i$  ein Spiegelfrequenzsignal mit  $F_h$  als  $F_h = F_{io} + f_{if}$  existiert; wodurch das Zwischenfrequenzsignal mit der Fre-

quenz  $F_{if}$  ein abwärtsumgewandeltes Signal als Darstellung eines der Eingangssignale mit der Frequenz  $F_h$  bzw.  $F_l$  zusammen mit etwaigem Rauschen aufweist, das mit einer dieser Eingangssignalfrequenzen auftreten kann; und das Zwischenfrequenzsignal im wesentlichen frei von einem abwärtsumgewandelten Signal als Darstellung des anderen der Eingangssignale mit der Frequenz  $F_l$  bzw.  $F_h$  zusammen mit etwaigem Rauschen ist, das mit der gleichen Spiegel­frequenz auftreten kann.

2. Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach Anspruch 1, ferner mit einem ersten Signalweg (S1) mit einer Banddurchlaßkennlinie bei der ausgewählten der Frequenzen  $F_l$  oder  $F_h$  und einem zweiten Signalweg (S2) mit einer Bandsperrkennlinie bei der gleichen ausgewählten Frequenz wie die Banddurchlaßfrequenz des ersten Signalwegs, wobei die steuerbare Schaltereinrichtung (130) Signale mit dem Mischelement (116) nur auf dem ersten Signalweg (S1) in der ersten Schalterposition und nur auf dem zweiten Signalweg (S2) in der zweiten Schalterposition koppelt.

3. Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei der erste Signalweg eine Mikrostreifenleitungs-Banddurchlaßfilterstruktur (184, 186) aufweist und der zweite auswählbare Signalweg eine Mikrostreifenleitungs-Bandsperrfilterstruktur (188, 190) aufweist.

4. Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach Anspruch 3, wobei der erste und zweite Signalweg (S1, S2) bei der ausgewählten Frequenz ( $F_h$  oder  $F_l$ ) miteinander gekoppelt sind.

5. Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die steuerbare Schaltereinrichtung (130) ein Paar steuerbare FETs (180, 182) aufweist, von denen einer durch das Anlegen von Signalen am Steuersignal-Eingangsanschluß (132) eingeschaltet werden kann, während der andere ausgeschaltet wird, um die erste bzw. zweite Schalterposition einzunehmen.

6. Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach Anspruch 5 in Abhängigkeit von einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei ein erster des Paares steuerbarer FETs (180, 182) im ersten Signalweg (S1) zwischen dem Mischereingangsanschluß (112) und dem Mischelement (116) verbunden ist und ein zweiter des Paares steuerbarer FETs (180, 182) im zweiten Signalweg (S2) zwischen dem Mischereingangsanschluß (112) und dem Mischelement (116) verbunden ist, so daß der erste und zweite Signalweg durch Steuerung des EIN- und AUS-Zustands des Paares FETs in die erste Schalterposition bzw. die zweite Schalterposition auswählbar sind.

7. Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach

einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei die steuerbare Schaltereinrichtung (130) als einpoliger Umschalter funktioniert, der den ersten Signalweg (S1) zwischen dem Mischereingangsanschluß (112) und dem Mischelement (116) in der ersten Schalterposition selektiv koppelt und den zweiten Signalweg (S2) zwischen dem Mischereingangsanschluß (112) und dem Mischelement (116) in der zweiten Schalterposition selektiv koppelt.

8. Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Frequenz des Lokaloszillators (120) über einen Bereich von  $\pm 5\%$  seiner gewählten Frequenz  $F_{lo}$  variiert werden kann.

9. Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Frequenzen der Signale mit den Frequenzen  $F_h$  und  $F_l$  5 GHz bzw. 3 GHz betragen und wobei die Lokaloszillatorfrequenz  $F_{lo}$  4 GHz beträgt.

10. Spiegelfrequenzunterdrückungs-Eingangsstufe für einen Hoch-Funkfrequenzempfänger mit dem Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Spiegelfrequenzunterdrückungs-Eingangsstufe ferner aufweist: eine Empfangsantenne (160) für Hoch-Funkfrequenzen; einen zweiten Lokaloszillator (164); einen zweiten Mischer (162) mit einem Eingangssignalanschluß (172), an dem Signale von der Empfangsantenne angelegt werden, einen zweiten Lokaloszillator-Eingangsanschluß (174), an dem Signale vom zweiten Lokaloszillator angelegt werden, und einen Ausgangsanschluß (170), der mit dem Eingangsanschluß (112) des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer (100) gekoppelt ist und von dem ein von zwei zweiten Zwischenfrequenzsignalen mit den ankommenden Signalfrequenzen  $F_h$  bzw.  $F_l$  für den Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer abgeleitet wird; wobei der zweite Lokaloszillator unter der Steuerung einer Durchlaufsteuerung (166) und eines Mikroprozessors (168) steht, wodurch das zweite Zwischenfrequenzsignal mit einer der zweiten Zwischenfrequenzen  $F_h$  oder  $F_l$  abgeleitet wird.

11. Eingangsstufe für einen Breitband/Mehrband-Radardetektor; wobei der Radardetektor aufweist: einen zweiten Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, eine Mikroprozessorsteuerung (168), einen zweiten Lokaloszillator (164), einen zweiten Mischer (162), eine Empfangsantenne (160), eine Benutzereingabe­einrichtung (206) zum Eingeben von Steuerkriterien in die Mikroprozessorsteuerung, eine Signalverarbeitungseinrichtung (206) zum Verarbeiten eingegebener Signale und eine Ausgabeeinrichtung (208, 210) zum Ausgeben visueller und/oder akusti-

scher Ausgangssignale als Reaktion auf Ausgangssignale von der Signalverarbeitungseinrichtung, die den Empfang interessierender Radarsignale durch die Empfangsantenne anzeigt; wobei der zweite Mischer (**162**) folgendes hat: einen Eingangssignalsanschluß (**172**), an dem Signale von der Empfangsantenne angelegt werden, einen zweiten Lokaloszillator-Eingangsanschluß (**174**), an dem Signale vom zweiten Lokaloszillator angelegt werden, und einen Ausgangsanschluß (**170**), der mit dem Eingangsanschluß (**112**) des Spiegelfrequenzunterdrückungsmischers (**100**) gekoppelt ist und von dem ein von zwei zweiten Zwischenfrequenzsignalen mit den ankommenden Signalfrequenzen  $F_h$  bzw.  $F_l$  für den Spiegelfrequenzunterdrückungsmischer abgeleitet wird; wobei der zweite Lokaloszillator unter der Steuerung einer Durchlaufsteuerung (**166**) und eines Mikroprozessors (**168**) steht, wodurch das zweite Zwischenfrequenzsignal mit einer der zweiten Zwischenfrequenzen  $F_h$  oder  $F_l$  abgeleitet wird.

12. Eingangsstufe nach Anspruch 11, ferner mit einem dritten Lokaloszillator (**202**).

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

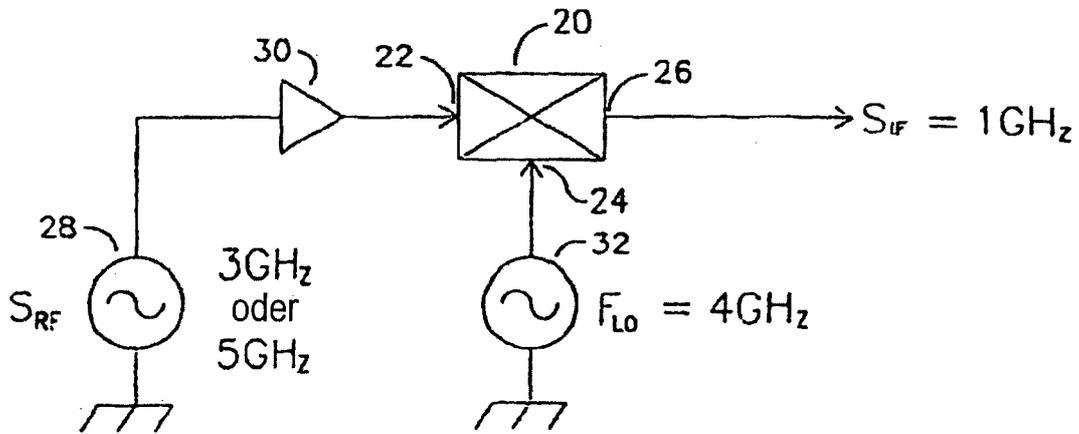


FIG. 1

Stand der Technik

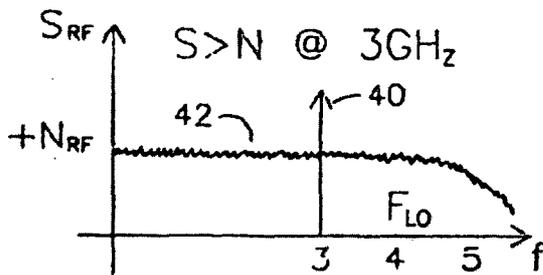


FIG. 2a

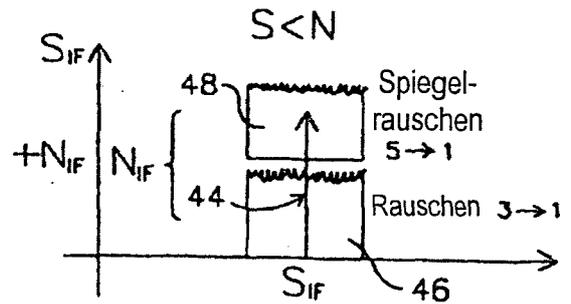


FIG. 2B

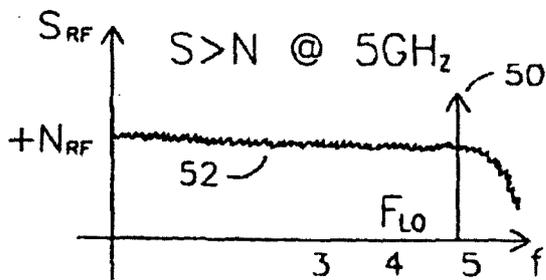


FIG. 3a

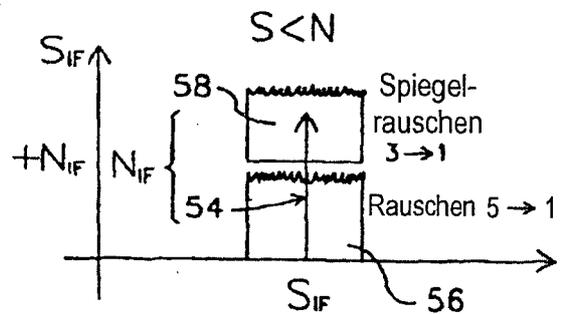


FIG. 3B

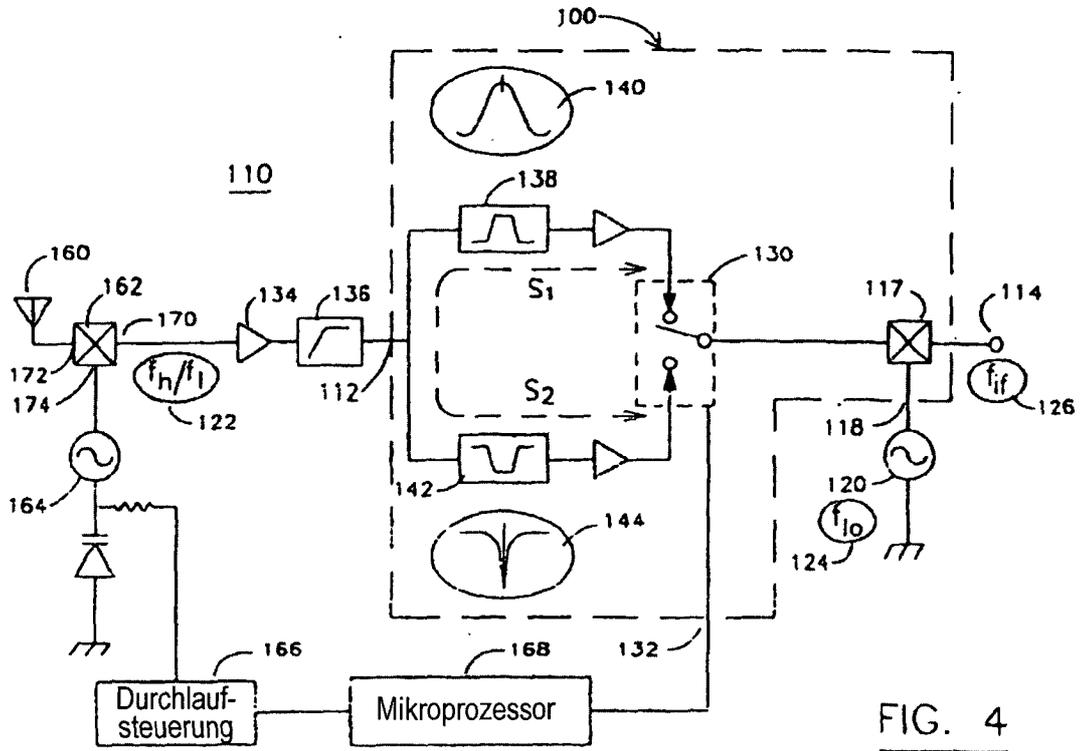


FIG. 4

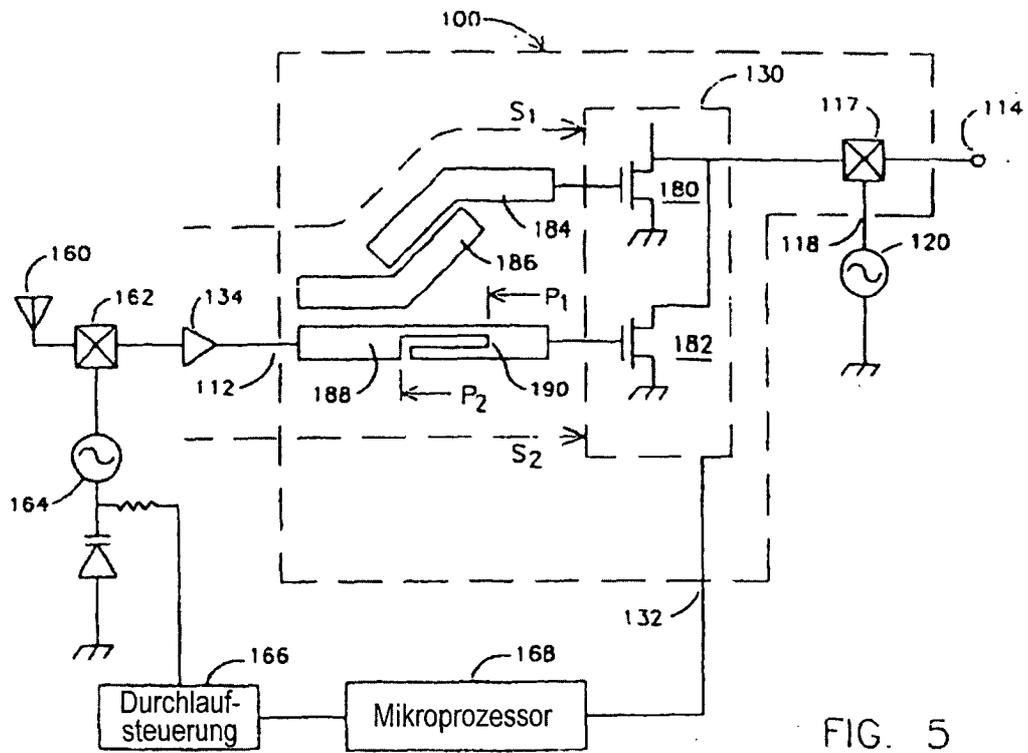


FIG. 5

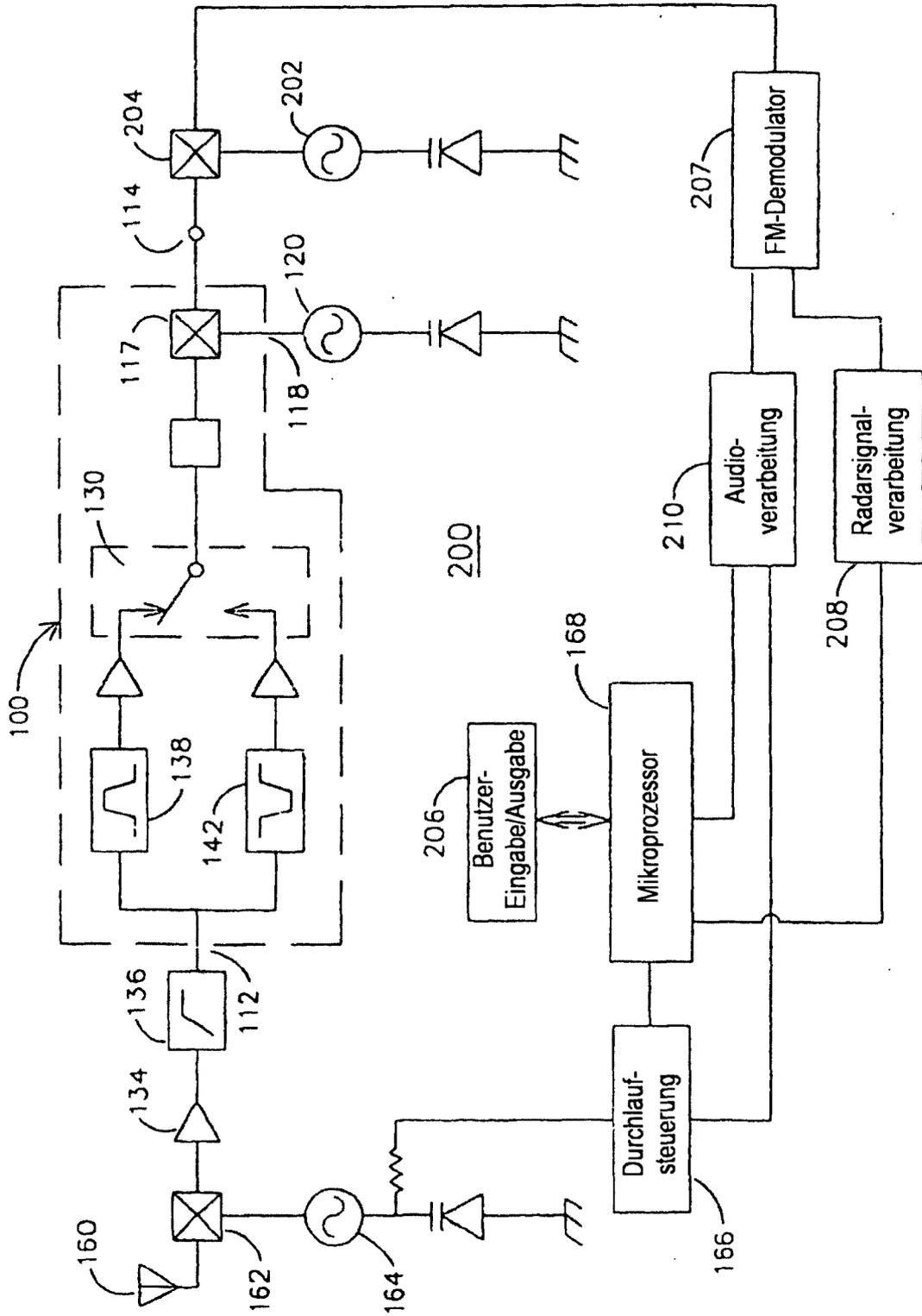


FIG. 6

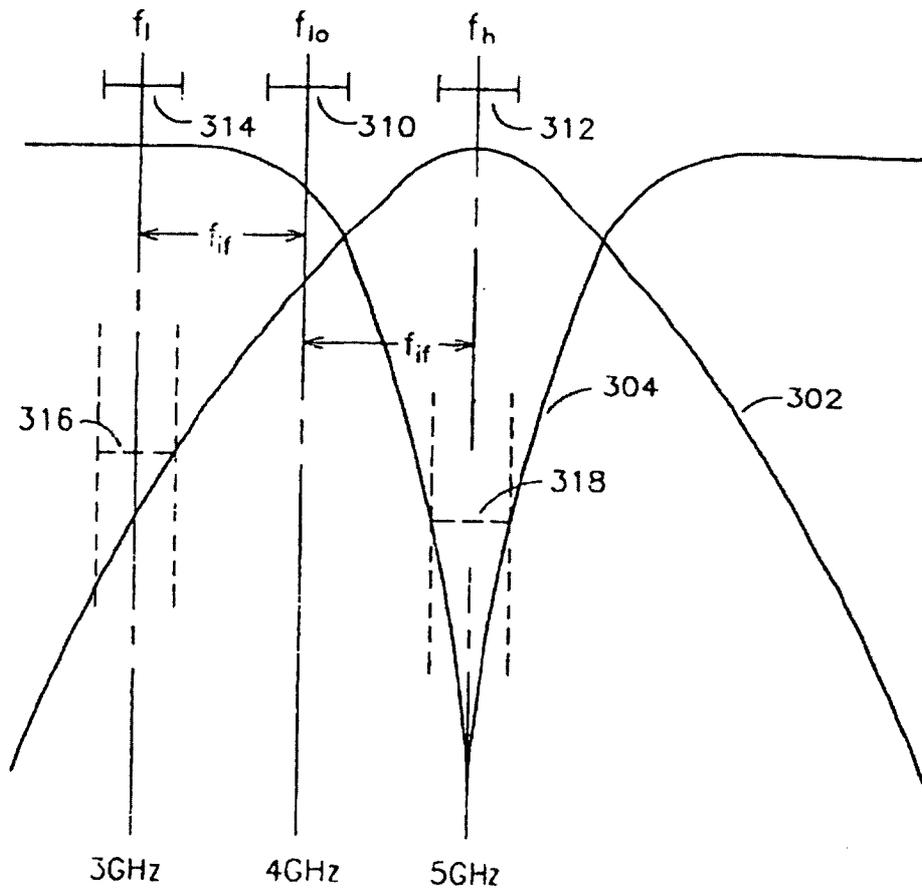


FIG. 7

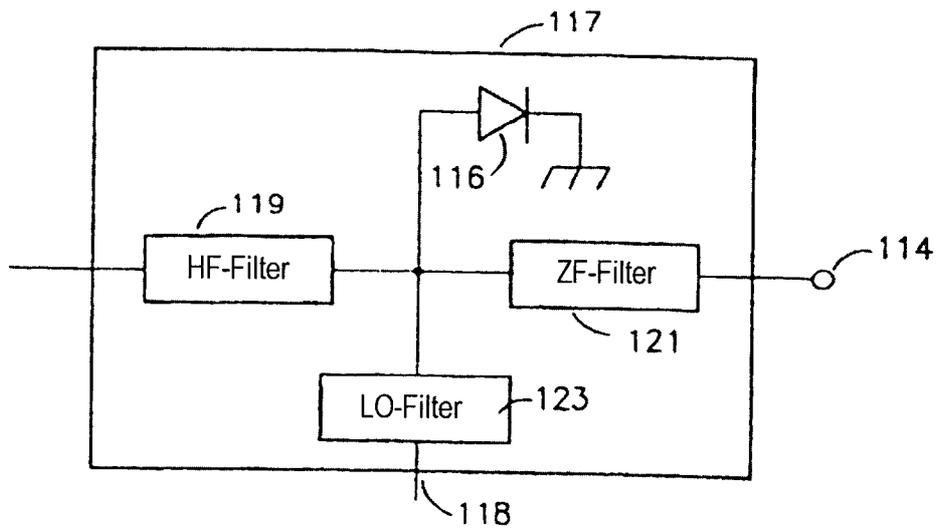


FIG. 11

Oszillatoreinspeisung

Niedrigseitig

Hochseitig

$f_{164MAX}$	$f_{164MIN}$	$f_{112}$	$f_{160MAX}$	$f_{160MIN}$	$f_{160MAX}$	$f_{160MIN}$
16	15	5	21	20	11	10
16	15	3	19	18	13	12

FIG. 8

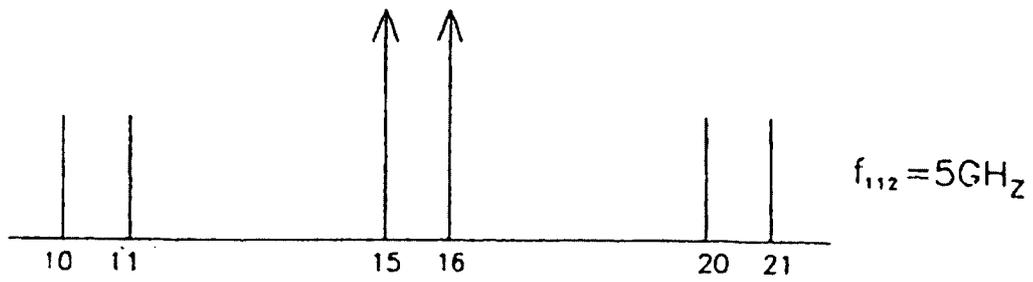


FIG. 9

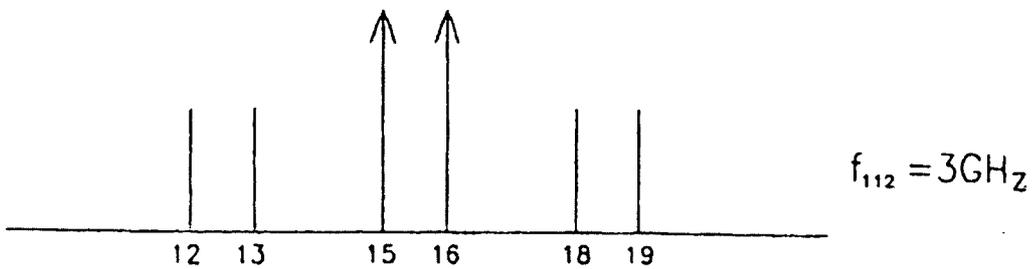


FIG. 10