



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 107 305.6**

(51) Int Cl.: **H04B 1/44 (2006.01)**

(22) Anmelddatag: **11.05.2015**

(43) Offenlegungstag: **17.11.2016**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **08.05.2025**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**SnapTrack, Inc., San Diego, CA, US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2003 / 0 125 001	A1
US	2005 / 0 146 398	A1
US	2005 / 0 206 478	A1
US	2007 / 0 173 210	A1
US	2014 / 0 328 220	A1

(74) Vertreter:

**BARDEHLE PAGENBERG Partnerschaft mbB**  
Patentanwälte, Rechtsanwälte, 81675 München,  
DE

(72) Erfinder:

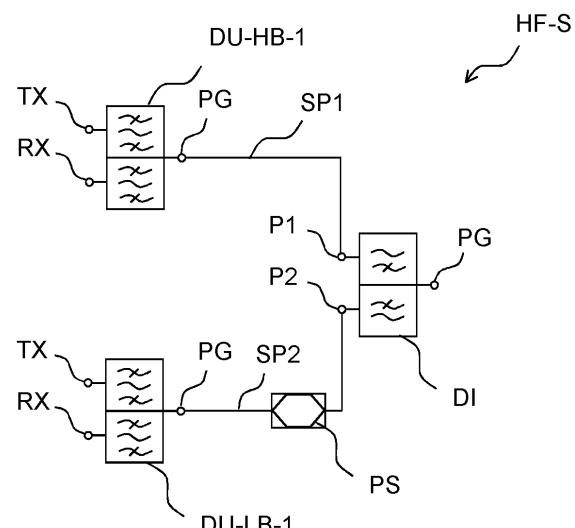
**Ellä, Juha, Halikko, FI; Schmidhammer, Edgar, Dr.,**  
83371 Stein a.d.Traun, DE; Kolb, Gabriele, 80637  
München, DE; Jovovic, Ratko, 81539 München, DE

(54) Bezeichnung: **HF-Schaltung und Frontend-Schaltung mit HF-Schaltung**

(57) Hauptanspruch: HF-Schaltung (HF-S) für Tx Carrier Aggregation, umfassend

Intermodulationsprodukt reduziert ist, wobei der Phasenschieber (PS) in seinem Phasenversatz abstimmbar ist.

- einen Diplexer (DI) mit einem ersten Port (P1), einem gemeinsamen Port (PG) und einem zweiten Port (P2),
- einen ersten Duplexer (DU-HB-1) für ein erstes Frequenzband mit einem Sendeport (TX), einem gemeinsamen Port (PG) und einem Empfangsport (RX),
- einen ersten Duplexer (DU-LB-1) für ein zweites Frequenzband mit einem Sendeport (TX), einem gemeinsamen Port (PG) und einem Empfangsport (RX), wobei das erste Frequenzband das 2 GHz-Band oder das 2.5 GHz-Band und das zweite Frequenzband das 1 GHz-Band ist,
- einen ersten Signalpfad (SP1) zwischen dem gemeinsamen Port (PG) des ersten Duplexers (DU-HB-1) des ersten Frequenzbands und dem ersten Port (P1) des Diplexers (DI), wobei der erste Signalpfad (SP1) den gemeinsamen Port (PG) des ersten Duplexers (DU-HB-1) des ersten Frequenzbands mit dem ersten Port (P1) des Diplexers (DI) verbindet,
- einen zweiten Signalpfad (SP2) zwischen dem gemeinsamen Port (PG) des ersten Duplexers (DU-LB-1) des zweiten Frequenzbands und dem zweiten Port (P2) des Diplexers (DI),
- im zweiten Signalpfad (SP2) einen Phasenschieber (PS), der dazu vorgesehen ist, die Impedanzen des ersten Duplexers (DU-LB-1) des zweiten Frequenzbands und des Diplexers (DI) für zumindest eine Harmonische eines der Frequenzbänder so anzupassen, dass zumindest ein



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft HF-Schaltungen, die z. B. in Frontend-Schaltungen von Mobilfunkgeräten Verwendung finden können.

**[0002]** Frontend-Schaltungen von Mobilfunkgeräten verbinden einen oder mehrere Empfangs- oder Senderverstärker mit einer oder mehreren Antennen. Diese Verbindung erfolgt über Signalpfade und HF-Filter, die so miteinander verschaltet sind, dass die Anforderungen an die Signalqualität der Mobilfunkgeräte erfüllt werden und gleichzeitig eine Vielzahl an Übertragungssystemen und Übertragungsfrequenzen genutzt werden können.

**[0003]** Aus der Patentschrift US 7,212,789 B2 sind HF-Schaltungen mit einem abstimmbaren Duplexer bekannt.

**[0004]** Aus der US 2003/0125001 sind Multiband-Empfangs-Schaltungen mit verringriger Störung im Empfangspfad durch Kopplung mit einem anderen Signalpfad bekannt.

**[0005]** Aus der US 2007/0173210 A1 sind Frontend-Schaltungen mit Phasenschiebern als Signalweiche bekannt.

**[0006]** Aus der US 2005/0146398 A1 sind Duplexer mit metallisierten Strukturen zwischen dielektrischen Lagen bekannt.

**[0007]** Aus der US 2014/0328220 A1 sind Multi-band-Multiantennen-Systeme bekannt.

**[0008]** Aus der US 2005/0206478 A1 ist ein verkleinerter und stromsparender Antennenduplexer bekannt.

**[0009]** Während bereits bei üblichen FSS Systemen (FDD = frequency division duplexing = Frequenzduplex) Sende- und Empfangsfrequenzen gleichzeitig benutzt werden, können zur Erhöhung der Datenübertragungsrate verschiedene Sendefrequenzen gleichzeitig oder verschiedene Empfangsfrequenzen gleichzeitig benutzt werden (Carrier Aggregation). In Interband Carrier Aggregation Systemen können zwei FDD Empfangsfrequenzen zusammen mit einer FDD Sendefrequenz gleichzeitig benutzt werden. Es ist auch möglich, dass zwei FDD Sendefrequenzen zusammen mit einer Empfangsfrequenz oder mehreren Empfangsfrequenzen gleichzeitig benutzt werden (Tx Carrier Aggregation).

**[0010]** Ein solches gemeinsames Benutzen verschiedener Frequenzbänder wird aber bei üblichen HF-Schaltungen Probleme bereiten, da diese insbesondere bezüglich der Trennung verschiedener Sig-

nalpfade nicht an die zusätzliche HF-Leistung angepasst sind.

**[0011]** Es ist deshalb eine Aufgabe, eine HF-Schaltung anzugeben, die eine gute Trennung zwischen verschiedenen Signalpfaden ermöglicht, auch wenn die Schaltung mit HF-Signalen verschiedener Frequenzbänder beaufschlagt wird. Insbesondere die Störung eines Signalpfads aufgrund von Intermodulationsprodukten soll verringert sein.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch die HF-Schaltung gemäß Anspruch 1 gelöst. Abhängige Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen an.

**[0013]** Eine HF-Schaltung umfasst dazu einen Diplexer, einen ersten Duplexer für ein erstes Frequenzband und einen ersten Duplexer für ein zweites Frequenzband. Der Diplexer hat einen ersten Port, einem gemeinsamen Port und einen zweiten Port. Der erste Duplexer für das erste Frequenzband hat einen Sendeport, einen gemeinsamen Port und einen Empfangsport. Der erste Duplexer für das zweite Frequenzband hat ebenfalls einen Sendeport, einen gemeinsamen Port und einen Empfangsport. Die Schaltung umfasst ferner einen ersten Signalpfad zwischen dem gemeinsamen Port des ersten Duplexers des ersten Frequenzbands und dem ersten Port des Diplexers. Ferner umfasst die HF-Schaltung einen zweiten Signalpfad zwischen dem gemeinsamen Port des ersten Duplexers, des zweiten Frequenzbands und dem zweiten Port des Diplexers. Weiterhin umfasst die Schaltung einen Phasenschieber, der im zweiten Signalpfad angeordnet ist. Der Phasenschieber ist dazu vorgesehen, die Impedanzen des ersten Duplexer des zweiten Frequenzbands und des Diplexers für zumindest eine Harmonische eines der Frequenzbänder so anzupassen, dass zumindest ein Intermodulationsprodukt reduziert ist.

**[0014]** Die Impedanzanpassung betrifft dabei insbesondere die Impedanz des gemeinsamen Ports des ersten Duplexers des zweiten Signalpfads und des zweiten Ports des Diplexers.

**[0015]** Die Harmonische kann dabei insbesondere die zweite oder dritte Harmonische von Sendefrequenzen, z. B. des ersten Frequenzbands sein.

**[0016]** Die verbesserte Signaltrennung einer solchen HF-Schaltung ist damit auf die Verringerung der Intermodulationsprodukte zurückzuführen. Es wurde erkannt, dass in üblichen HF-Schaltungen von Frontend-Schaltungen die Isolation eines verwendeten Duplexers so schlecht sein kann, dass unerwünscht in einem Signalpfad eintretende HF-Signale aufgrund von nicht linearen Effekten in einem dem Diplexer nachgeschalteten Duplexer Intermodulationsprodukte bewirken können. Deren

Frequenzen liegen im Durchlassbereich des Duplexers. Solche unerwünschten HF-Signale können dann durch übliche HF-Filter nicht weiter eliminiert werden, da ihre Frequenzen den Frequenzen gewünschter Signale gleichen.

**[0017]** Durch den Phasenschieber wird die Entstehung dieser Intermodulationsprodukte effizient verhindert oder zumindest so stark abgeschwächt, dass die unerwünschten aber deutlich schwächeren Intermodulationsprodukte nicht weiter stören.

**[0018]** Diese HF-Schaltung ist dabei kompatibel mit üblichen Schaltungstopologien von Frontend-Schaltungen, wobei dem vergleichsweise großen Zugewinn an Signalqualität ein vergleichsweise geringer zusätzlicher Schaltungsaufwand entgegensteht.

**[0019]** Es ist möglich, dass der Diplexer ein Keramik-Diplexer ist.

**[0020]** Ein solcher Keramik-Diplexer kann dabei einen Grundkörper aus einem isolierenden Material, z. B. Keramik, umfassen. In dem Grundkörper können Ausnehmungen, deren innere Oberflächen von einer Metallisierung bedeckt sind, vorgesehen sein. Ein solcher Diplexer weist typischerweise schon eine sehr hohe Linearität auf.

**[0021]** Es ist möglich, dass das erste Frequenzband, das 2-Gigahertz-Band und das zweite Frequenzband das 1-Gigahertz-Band ist. Das erste Frequenzband umfasst dann im Wesentlichen die Frequenzen zwischen 1 GHz und 2 GHz, insbesondere zwischen 1,4 und 2,2 GHz. Das zweite Frequenzband umfasst dann im Wesentlichen Frequenzen  $\leq 1$  GHz.

**[0022]** Es ist auch möglich, dass das erste Frequenzband und das zweite Frequenzband aus den drei Frequenzbereichen: Tiefes Band (Low Band, LB, ca. 650 bis 1000 MHz), mittleres Band (Mid Band, MB, 1700 - 2200 MHz) und Hochband (High Band, HB, Frequenzen  $f$  im Wesentlichen  $> 2500$  MHz) ausgewählt sind.

**[0023]** Insbesondere die Mobilfunkfrequenzbänder 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 17, 19, 20, 21, 26 oder 28 können - z. B. für Carrier Aggregation bei Sendefrequenzen - als erstes Frequenzband oder als zweites Frequenzband in Frage kommen. Dabei sind die Mobilfunkbänder 5, 8, 12, 17, 19, 20, 26 und 28 dem LB zugeordnet. Die Mobilfunkbänder 1, 2, 3, 4, 21 sind dem MB zugeordnet und das Frequenzband 7 ist dem HB zugeordnet.

**[0024]** So können z. B. die folgenden Frequenzband-Paare zusammen verwendet werden:

LB und LB: 5 und 12, 5 und 17;

LB und MB: 3 und 5, 1 und 5, 3 und 20, 1 und 19, 3 und 8, 4 und 12, 4 und 17, 3 und 26, 3 und 19, 19 und 21;

MB und MB: 1 und 21, 2 und 4;

MB und HB: 1 und 7, 3 und 7, 4 und 7;

LB und HB: 7 und 20, 7 und 28, 5 und 7.

**[0025]** Es ist auch möglich, dass die HF-Schaltung ferner einen zweiten oder mehrere weitere Duplexer des ersten Frequenzbands umfasst. Der zweite Diplexer oder die mehreren weiteren Duplexer des ersten Frequenzbands sind dabei parallel zum ersten Diplexer des ersten Frequenzbands einerseits und mit dem ersten Signalpfad andererseits verschaltbar. Dann ist ein Übertragungsbetrieb - ob gleichzeitig oder hintereinander - über verschiedene Duplexer des ersten Frequenzbands möglich.

**[0026]** Es ist auch möglich, dass die HF-Schaltung noch eine Schalteranordnung umfasst, über die der erste Port des Dplexers mit dem zweiten oder mehreren weiteren der Duplexer des ersten Frequenzbands verschaltbar ist. Über die Schalteranordnung kann dabei individuell eingestellt werden, welcher der Duplexer mit dem Diplexer verschaltet sein soll. Es ist möglich, dass zu jeder Zeit stets genau ein Diplexer mit dem Diplexer verschaltet ist. Es ist aber auch möglich, dass zu einem Zeitpunkt auch gar kein Diplexer oder gleichzeitig mehrere Duplexer mit dem Diplexer verschaltet sind.

**[0027]** Ferner ist es möglich, dass die HF-Schaltung einen zweiten oder mehrere weitere Duplexer des zweiten Frequenzbands umfasst. Der zweite oder weitere Duplexer des zweiten Frequenzbands sind parallel zum ersten Diplexer des zweiten Frequenzbands einerseits und mit dem zweiten Signalpfad andererseits verschaltbar.

**[0028]** Auch dabei ist es möglich, dass die HF-Schaltung ferner eine weitere Schalteranordnung umfasst, über die der zweite Port des Dplexers mit einem oder mehreren der Duplexer des zweiten Frequenzbands verschaltbar ist.

**[0029]** Analog zur oben genannten Situation des ersten Frequenzbands kann somit auch die Zahl der Duplexer des zweiten Frequenzbands, die mit dem Diplexer verschaltet sind, individuell eingestellt sein.

**[0030]** Es ist möglich, dass der Phasenschieber abstimmbar ist. Unter einem abstimmbaren Phasenschieber kann insbesondere ein Phasenschieber verstanden werden, dessen charakteristische Frequenzen und/oder der Phasenversatz für relevante Frequenzen einstellbar sein.

**[0031]** Es ist möglich, dass pro Duplexer des zweiten Frequenzbands ein Phasenschieber im zweiten Signalpfad vorgesehen ist.

**[0032]** Umfasst die HF-Schaltung mehrere Phasenschieber, so können diese beliebig aus den oben genannten Alternativen ausgewählt sein. Es ist allerdings auch möglich, dass mehrere oder alle Phasenschieber vom gleichen Typ sind.

**[0033]** Der Phasenschieber kann ein vom Duplexer kommendes unerwünschtes Signal zum Duplexer reflektieren. Erwünschte Signale im entsprechenden Frequenzbereich können den Duplexer ohne wesentlichen Leistungsverlust passieren. Der Phasenschieber kann insbesondere ein abstimmbarer Phasenschieber sein, bei dem der Grad der Verschiebung der Phase eines Signals mit einer bestimmten Frequenz einstellbar ist. Z. B. variiert der durch den Phasenschieber verursachte Phasenversatz vorzugsweise linear der Frequenz des anliegenden Signals.

**[0034]** Ein als Phasenschieber ausgestalteter Phasenschieber kann insbesondere ein Allpass-Filter aus Induktivitäten und Kapazitäten sein.

**[0035]** Auch die Verwendung einer Streifenleitung als Phasenschieber ist möglich.

**[0036]** Es ist insbesondere möglich, dass die HF-Schaltung in einem Mobilfunkgerät, z. B. in einer Frontend-Schaltung des Mobilfunkgeräts, verschaltet ist. Ein Mobilfunkgerät, dessen Frontend-Schaltung eine solche HF-Schaltung umfasst, stellt dem Benutzer eine erhöhte Datenrate bei gleichzeitig nicht verschlechterter Signalqualität zur Verfügung.

**[0037]** Die Zahl der Duplexer pro erstem oder zweitem Frequenzband ist dabei nicht beschränkt. Sowohl das erste als auch das zweite Frequenzband können unabhängig voneinander über 1, 2, 3, 4 oder mehr Duplexer verfügen.

**[0038]** Das erste Frequenzband kann über 1, 2, 3, 4, 5 oder mehr Duplexer verfügen. Auch das zweite Frequenzband kann über 1, 2, 3, 4, 5 oder mehr Duplexer verfügen.

**[0039]** Im Folgenden werden zentrale Prinzipien der HF-Schaltung und einige nicht abschließende Ausführungsbeispiele anhand schematischer Figuren näher erläutert.

**[0040]** Es zeigen:

**Fig. 1** den prinzipiellen Aufbau einer HF-Schaltung,

**Fig. 2** eine Ausgestaltung mit mehreren Duplexern des ersten Frequenzbands,

**Fig. 3** eine Ausgestaltung mit mehreren Duplexern des zweiten Frequenzbands,

**Fig. 4** eine Ausgestaltung mit einem abstimmbaren Phasenschieber,

**Fig. 5** eine Ausgestaltung mit mehreren Duplexern des ersten Frequenzbands und mehreren Duplexern des zweiten Frequenzbands,

**Fig. 6** charakteristische Übertragungskurven eines typischen Diplexers,

**Fig. 7** charakteristische Übertragungskurven eines typischen Diplexers mit etwas besserer Isolation,

**Fig. 8** die Wirkung eines Phasenschiebers innerhalb einer HF-Schaltung anhand verschiedener Kurven, die jeweils ein Maß eines Intermodulationsproduktes darstellen, bei verschiedenen Werten des Phasenversatzes,

**Fig. 9** die Wirkung eines Phasenschiebers innerhalb einer HF-Schaltung mit verbessertem Duplexer anhand verschiedener Kurven, die jeweils ein Maß eines Intermodulationsproduktes darstellen, bei verschiedenen Werten des Phasenversatzes,

**Fig. 10** die Abhängigkeit der Stärke von Intermodulationsprodukten von einer Phasendrehung durch den Phasenschieber bei der Mittelfrequenz.

**[0041]** **Fig. 1** zeigt eine einfache Ausführungsform einer HF-Schaltung HF-S mit einem ersten Duplexer eines ersten Frequenzbands DU-HB-1, einem ersten Duplexer eines zweiten Frequenzbands DU-LB-1 und einem Duplexer DI. Den ersten Duplexer des zweiten Frequenzbandes DU-LB-1 verbindet ein zweiter Signalpfad SP2 mit dem zweiten Port P2 des Diplexers DI. Im zweiten Signalpfad SP2 ist ein Phasenschieber PS verschaltet. Den gemeinsamen Port PG des ersten Duplexers des ersten Frequenzbands DU-HB-1 verbindet ein erster Signalpfad SP1 mit dem ersten Port P1 des Diplexers DI. Der gemeinsame Port PG des Diplexers DI kann mit einer Antenne eines Kommunikationsgeräts verschaltet sein. Jeder der beiden Duplexer hat einen Sendeport TX und einen Empfangsport RX. Über die Sende- und Empfangsports können die beiden Duplexer mit einer oder mehreren Transceiverschaltungen eines Mobilfunkgeräts verschaltet sein.

**[0042]** Kritisch beim Betrieb einer konventionellen HF-Schaltung ist folgende Situation: Über beide Sendeports TX beider Duplexer wird ein Sendesignal eingekoppelt, welches über die Signalpfade SP1 und SP2 zum Diplexer DI gelangt. Aufgrund der endlichen Isolation des Diplexers DI wird ein Teil des Sendesignals aus dem ersten Frequenzband in den zweiten Signalpfad SP2 in Richtung des Diplexers des zweiten Frequenzbands eingekoppelt. Typi-

scherweise sind die Duplexer selbst Schaltungen mit nicht ausschließlich linearem Verhalten, wobei in diesem Fall verschiedene TX-Signale am TX-Filter des Duplexer des zweiten Frequenzbands DU-LB-1 zusammen treffen. Aufgrund von nichtlinearen Effekten des Duplexers des zweiten Frequenzbands entsteht ein Intermodulationsprodukt, welches gegebenenfalls das Empfangsfilter RX passieren kann und den gleichzeitigen Empfang des Kommunikationsgeräts stört oder gar verhindert. Soll das Kommunikationsgerät beispielsweise gleichzeitig in den Bändern 3 und 5 senden, so kann ein Intermodulationsprodukt bei  $1710 \text{ MHz} - 824 \text{ MHz} = 886 \text{ MHz}$  entstehen. Dieses liegt innerhalb des Band 5-Empfangsfrequenzbandes (RX) und kann deshalb das Empfangsfilter quasi ungedämpft passieren.

**[0043]** In der vorliegenden HF-Schaltung HF-S wird ein vom Diplexer DI in den zweiten Signalpfad 2 leckendes Signal so vom Phasenschieber in seiner Phasenlage verschoben, dass ein Mischen mit dem Sendesignal für den zweiten Signalpfad SP2 am Duplexer nicht erfolgen kann. So wird schon das Entstehen des Intermodulationsprodukts bei 886 MHz so verhindert oder seine Intensität abgeschwächt, dass ein Empfangsbetrieb problemlos möglich ist.

**[0044]** Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform, bei der drei Duplexer DU-HB-1, DU-HB-2, DU-HB-3 für das erste Frequenzband vorgesehen sind. Mittels eines individuellen Schalters SW kann jeder der Duplexer zum ersten Signalpfad SP1 hinzugekoppelt werden.

**[0045]** Im Wesentlichen analog dazu zeigt Fig. 3 eine Ausführungsform einer HF-Schaltung HF-S, bei der drei Duplexer DU-LB-1, DU-LB-2, DU-LB-3 des zweiten Frequenzbands vorgesehen sind. Mittels Schalter kann jeder der drei Duplexer individuell zum zweiten Signalpfad SP2 hinzugekoppelt werden. Dabei kann jeder der drei Duplexer über einen speziell ihm zugeordneten Phasenschieber PS verfügen. Die Schalter sind vorzugsweise zwischen den Phasenschiebern und dem Diplexer verschaltet.

**[0046]** Fig. 4 zeigt, wie anstelle der drei verschiedenen Phasenschieber ein einziger Phasenschieber im zweiten Signalpfad SP2 verschaltet sein kann. Dieser Phasenschieber PS ist dafür vorgesehen und geeignet, Intermodulationsprodukte für alle drei Duplexer des zweiten Frequenzbands zu verhindern oder abzuschwächen.

**[0047]** Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform, bei der sowohl im ersten Frequenzband als auch im zweiten Frequenzband jeweils drei Duplexer vorgesehen sind.

**[0048]** Fig. 6 zeigt charakteristische Kurven eines typischen Duplexers mit relativ geringer Isolation.

**[0049]** Fig. 7 zeigt charakteristische Kurven eines typischen Duplexers mit höherer Isolation.

**[0050]** Fig. 8 zeigt die Stärke der Intermodulationsstörung bei einer Carrier Aggregation der beiden Tx Bänder B5 und B7, wenn der Diplexer der Fig. 6 verwendet wird. Die verschiedenen Kurven repräsentieren dabei jeweils einen anderen Phasenversatz durch den Phasenschieber. Das Intermodulationsprodukt hat Frequenzkomponenten um 880 MHz: B7-Tx (2540 MHz) - 2 x B5-Tx (2 x 830 MHz) = B5-Rx (880 MHz). Die HF-Schaltung umfasst als Phasenschieber einen abstimmbaren Phasenschieber, dessen Phasenversatz einstellbar ist. Je nach gewähltem Phasenversatz kann eine um bis zu etwa 30 dB verringerte Intermodulations-Störung erhalten werden.

**[0051]** Entsprechend zeigt Fig. 9 verschiedene Isolationswerte einer HF-Schaltung, die den „besseren“ Diplexer der Fig. 7 mit erhöhter Isolation - neben einem abstimmbaren Phasenschieber als Phasenschieber - enthält. Die unterschiedlichen in Fig. 8 gezeigten Kurven stellen dabei die Isolationswerte bei variiertem Phasenversatz durch den Phasenschieber dar. Analog zur Fig. 7 kann die Verringerung von Intermodulations-Störungen durch Wählen eines geeigneten Phasenversatzes um bis zu 30 dB verbessert werden.

**[0052]** Insgesamt zeigen die Fig. 6 bis 9, dass HF-Schaltungen sowohl mit schlechteren als auch mit besseren Duplexern deutlich von der neuen Schaltungstopologie profitieren.

**[0053]** Fig. 10 zeigt die Intensität von Intermodulationsprodukten für HF-Schaltungen, jeweils mit einem der beiden aus Fig. 6 gezeigten Duplexern und einem als Phasenschieber ausgestalteten Phasenschieber. Es zeigt sich, dass die verbesserte Isolation tatsächlich zu einer Verringerung der Intermodulationsprodukte führt - allerdings nur, wenn der Phasenschieber entsprechend optimal dimensioniert beziehungsweise eingestellt ist.

**[0054]** Die HF-Schaltung ist dabei nicht auf die beschriebenen oder gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt. Eine HF-Schaltung kann insbesondere weitere Schaltungskomponenten, Signalpfade, Filter, Schalter enthalten.

#### Bezugszeichenliste

DB-HP	Durchlassbereich des Hochpasses des Duplexers
DB-LP	Durchlassbereich des Tiefenpasses des Duplexers
DI	Diplexer
DU	Duplexer

DU-HB-1	erster Duplexer des ersten Frequenzbands
DU-HB-2	zweiter Duplexer des ersten Frequenzbands
DU-HB-3	dritter Duplexer des ersten Frequenzbands
DU-LB-1	erster Duplexer des zweiten Frequenzbands
DU-LB-2	zweiter Duplexer des zweiten Frequenzbands
DU-LB-3	dritter Duplexer des zweiten Frequenzbands
HF-S	HF-Schaltung
IS	Isolation des Diplexers
PG	Gemeinsamer Port
RX	Empfangsport
PS	Phasenschieber
SD	Schalter
SP1	erster Signalpfad
SP2	zweiter Signalpfad
TX	Sendeport

### Patentansprüche

#### 1. HF-Schaltung (HF-S) für Tx Carrier Aggregation, umfassend

- einen Diplexer (DI) mit einem ersten Port (P1), einem gemeinsamen Port (PG) und einem zweiten Port (P2),
- einen ersten Duplexer (DU-HB-1) für ein erstes Frequenzband mit einem Sendeport (TX), einem gemeinsamen Port (PG) und einem Empfangsport (RX),
- einen ersten Duplexer (DU-LB-1) für ein zweites Frequenzband mit einem Sendeport (TX), einem gemeinsamen Port (PG) und einem Empfangsport (RX), wobei das erste Frequenzband das 2 GHz-Band oder das 2.5 GHz-Band und das zweite Frequenzband das 1 GHz-Band ist,
- einen ersten Signalpfad (SP1) zwischen dem gemeinsamen Port (PG) des ersten Duplexers (DU-HB-1) des ersten Frequenzbands und dem ersten Port (P1) des Diplexers (DI), wobei der erste Signalpfad (SP1) den gemeinsamen Port (PG) des ersten Duplexers (DU-HB-1) des ersten Frequenzbands mit dem ersten Port (P1) des Diplexers (DI) verbindet,
- einen zweiten Signalpfad (SP2) zwischen dem gemeinsamen Port (PG) des ersten Duplexers (DU-LB-1) des zweiten Frequenzbands und dem zweiten Port (P2) des Diplexers (DI),
- im zweiten Signalpfad (SP2) einen Phasenschieber (PS), der dazu vorgesehen ist, die Impedanzen

des ersten Duplexer (DU-LB-1) des zweiten Frequenzbands und des Diplexers (DI) für zumindest eine Harmonische eines der Frequenzbänder so anzupassen, dass zumindest ein Intermodulationsprodukt reduziert ist, wobei der Phasenschieber (PS) in seinem Phasenversatz abstimmbar ist.

2. HF-Schaltung nach dem vorherigen Anspruch, wobei der Diplexer (DI) ein Keramik-Diplexer ist.

3. HF-Schaltung nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend einen zweiten oder mehrere weitere Duplexer (DU-HB-2, DU-HB-3) des ersten Frequenzbands, die parallel zum ersten Duplexer (DU-HB-1) des ersten Frequenzbands und mit dem ersten Signalpfad (SP1) verschaltbar sind.

4. HF-Schaltung nach dem vorherigen Anspruch, ferner umfassend eine Schalteranordnung (SW), über die der erste Port (P1) des Diplexers (DI) mit einem oder mehreren der Duplexer (DU-HB-1, DU-HB-2, DU-HB-3) des ersten Frequenzbands verschaltbar ist.

5. HF-Schaltung nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend einen zweiten oder mehrere weitere Duplexer (DU-LB-2, DU-LB-3) des zweiten Frequenzbands, die parallel zum ersten Duplexer (DU-LB-1) des zweiten Frequenzbands und mit dem zweiten Signalpfad (SP2) verschaltbar sind.

6. HF-Schaltung nach dem vorherigen Anspruch, ferner umfassend eine Schalteranordnung (SW), über die der zweite Port (P2) des Diplexers (DI) mit einem oder mehreren der Duplexer (DU-LB-1, DU-LB-2, DU-LB-3) des zweiten Frequenzbands verschaltbar ist.

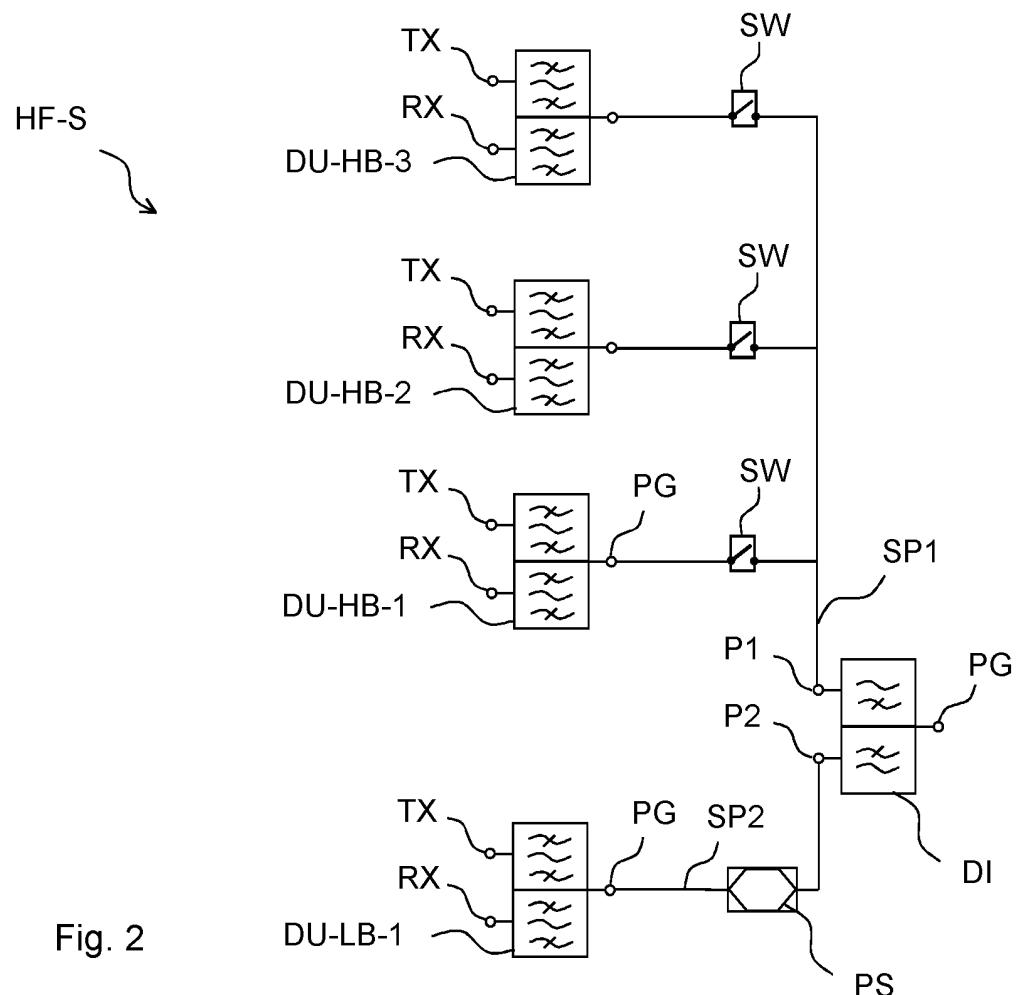
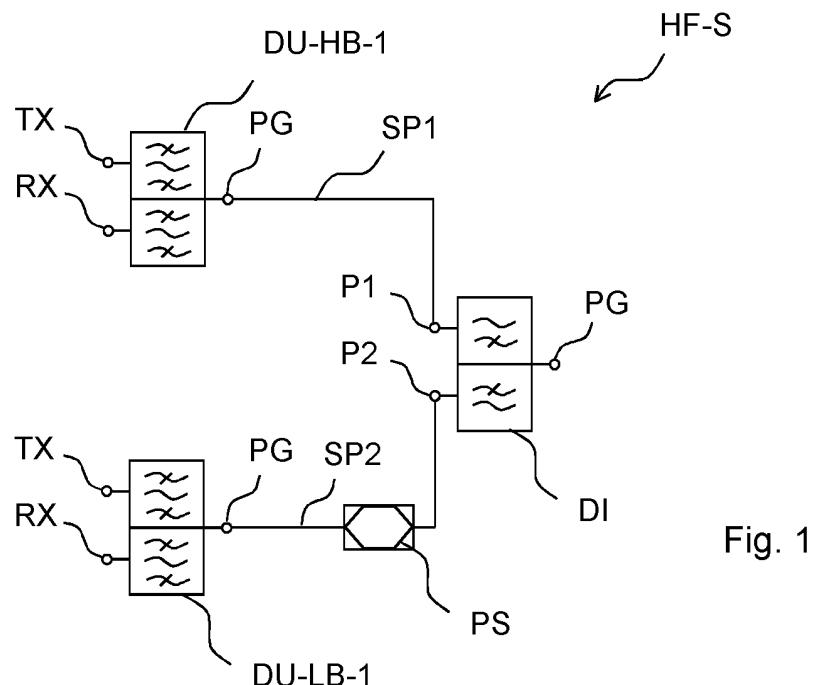
7. HF-Schaltung nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei pro Duplexer (DU-LB-1, DU-LB-2, DU-LB-3) des zweiten Frequenzbands ein Phasenschieber (PS) im zweiten Signalpfad (SP2) vorgesehen ist.

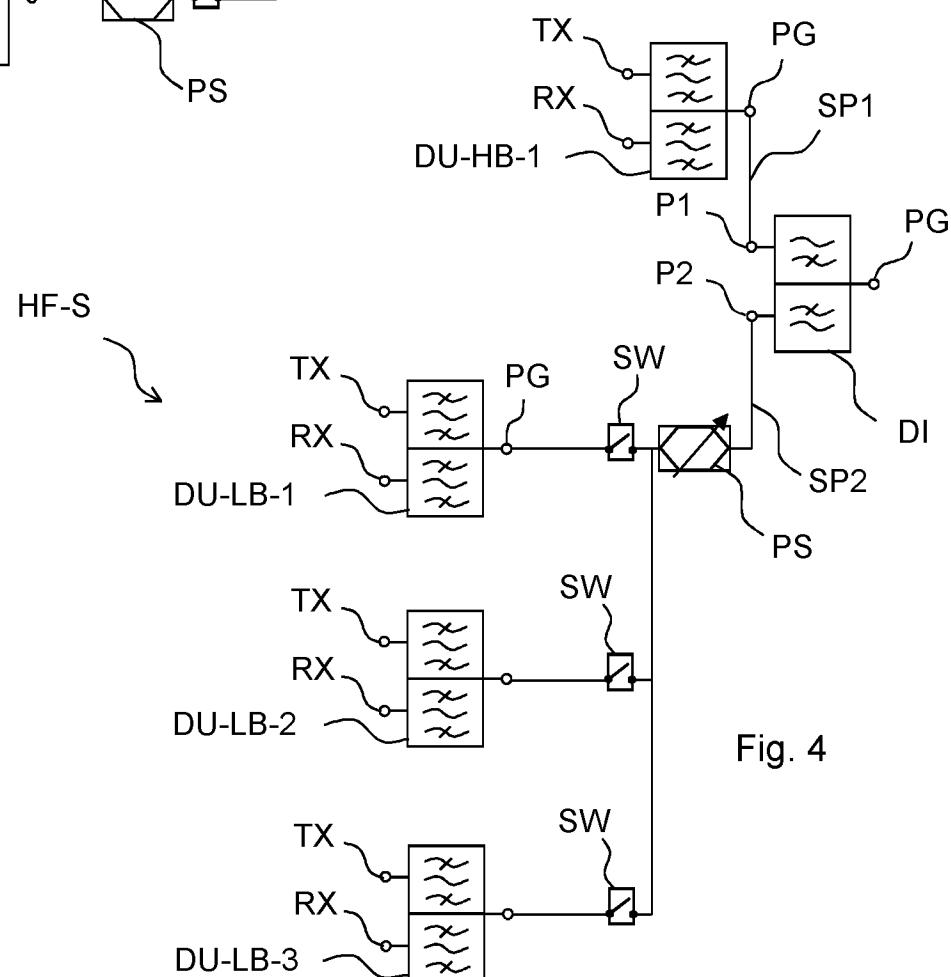
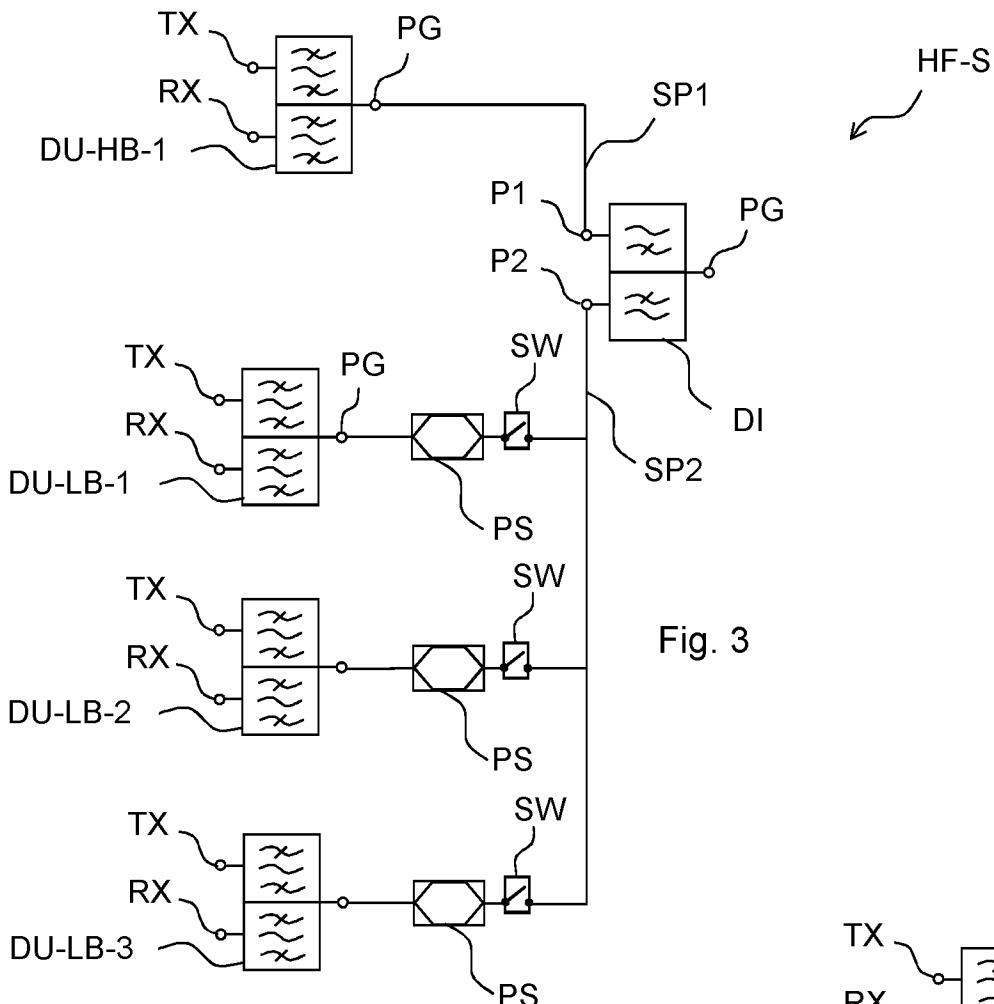
8. Mobilfunkgerät, umfassend eine HF-Schaltung (HF-S) nach einem der vorherigen Ansprüche.

9. Verwendung einer HF-Schaltung (HF-S) nach einem der vorherigen Ansprüche in einer Frontend-Schaltung eines Mobilfunkgeräts.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen





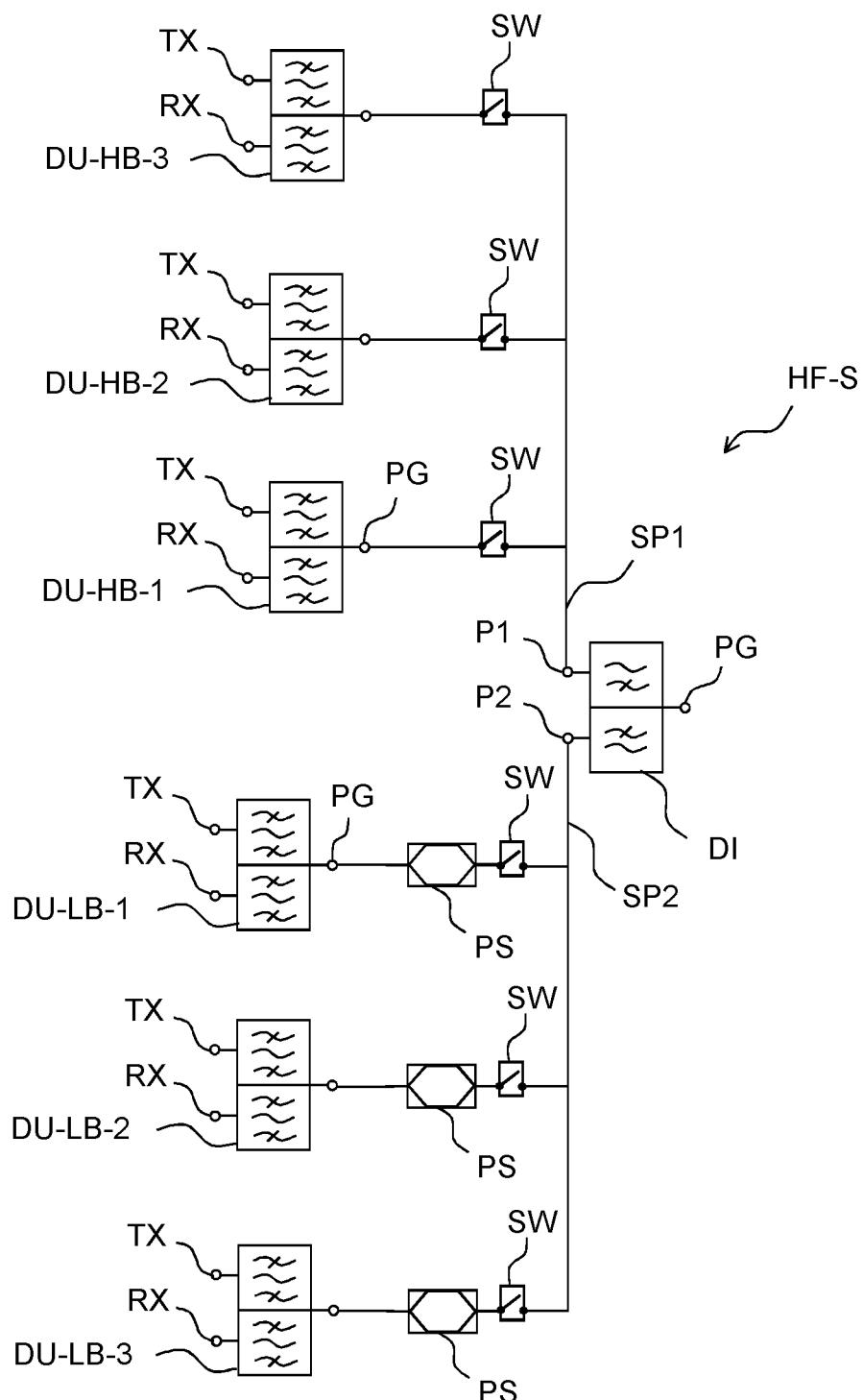


Fig. 5

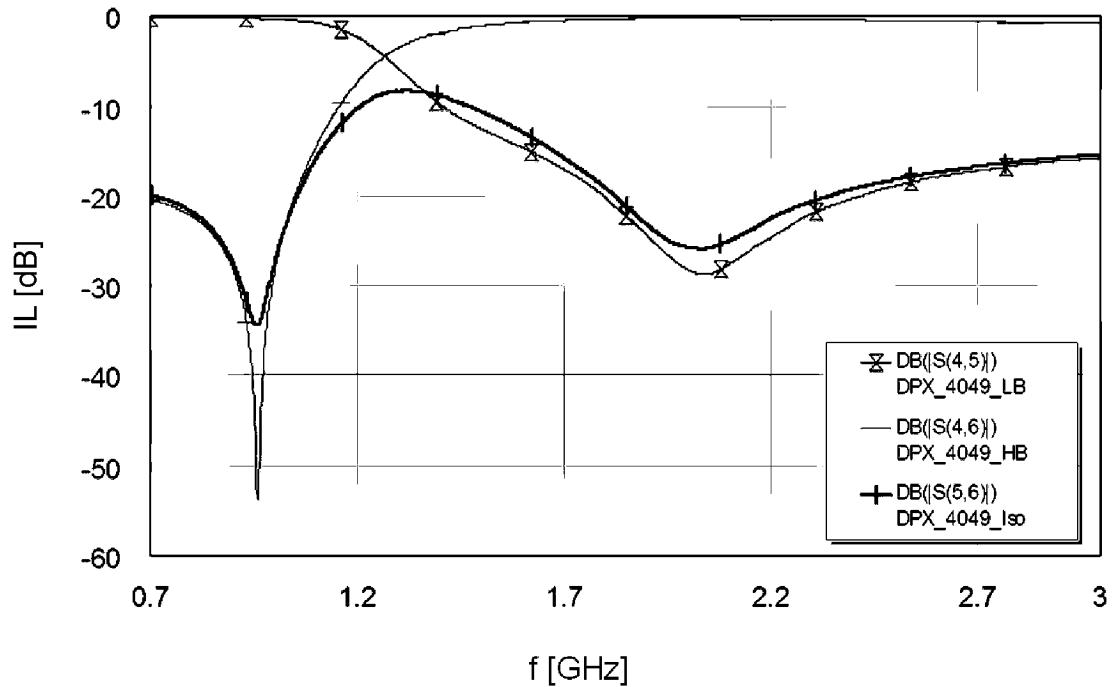


Fig. 6

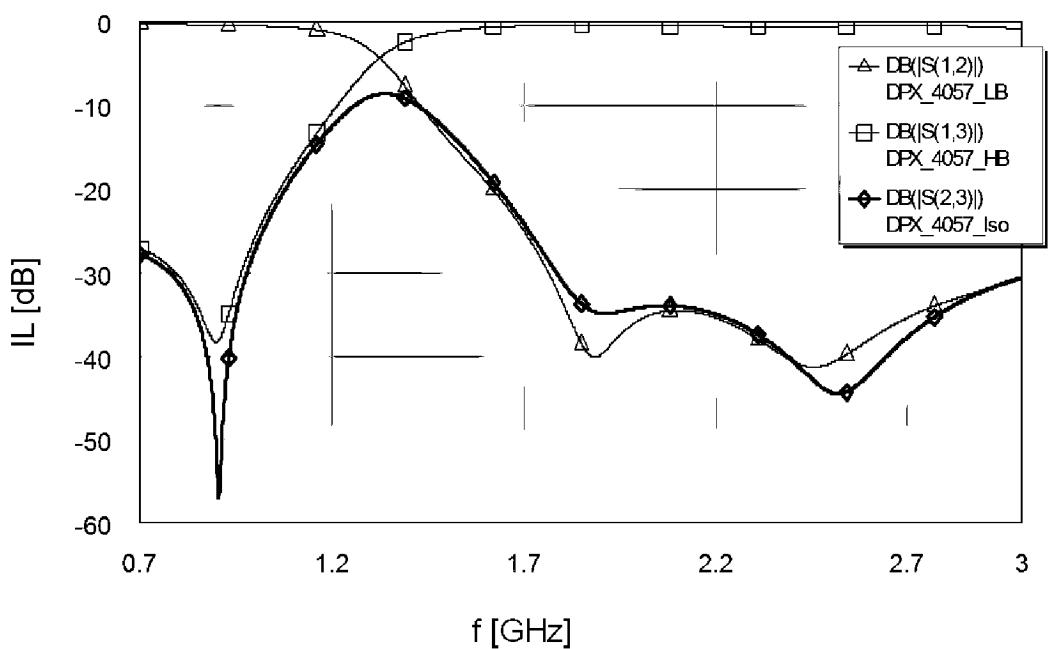


Fig. 7

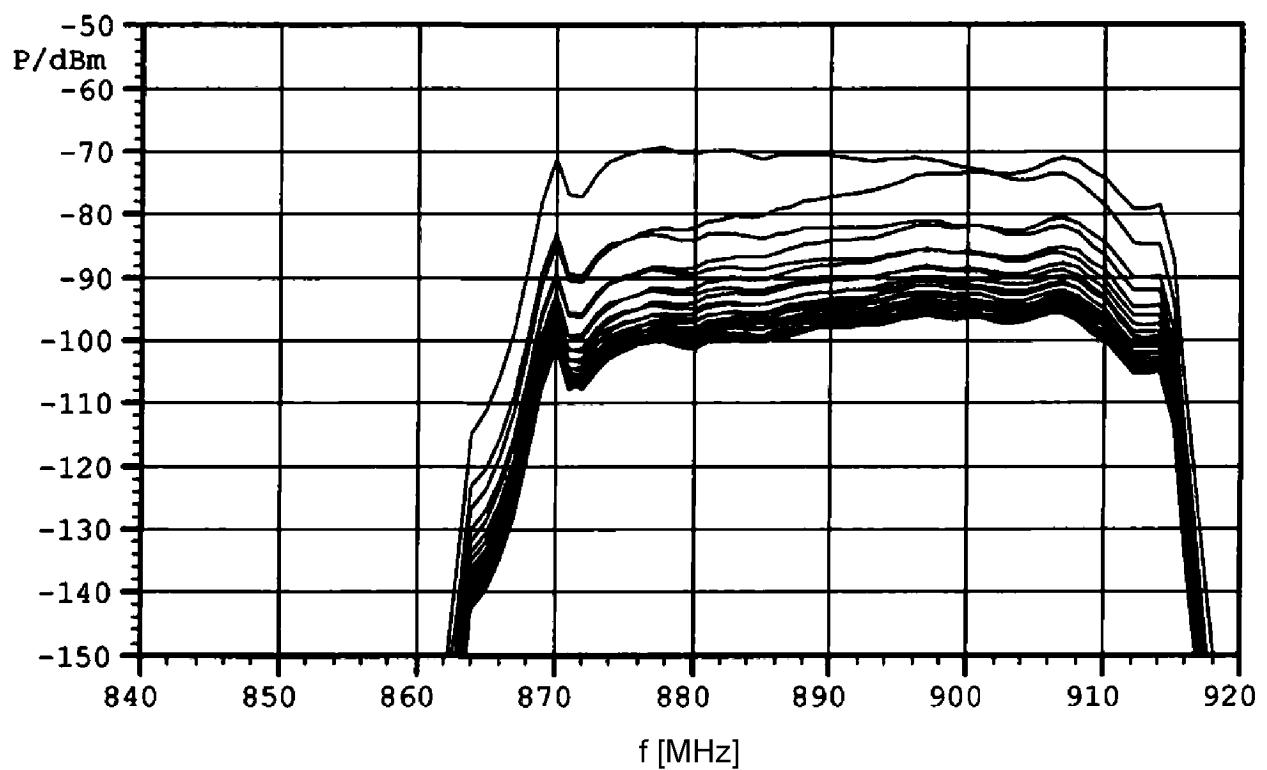


Fig. 8

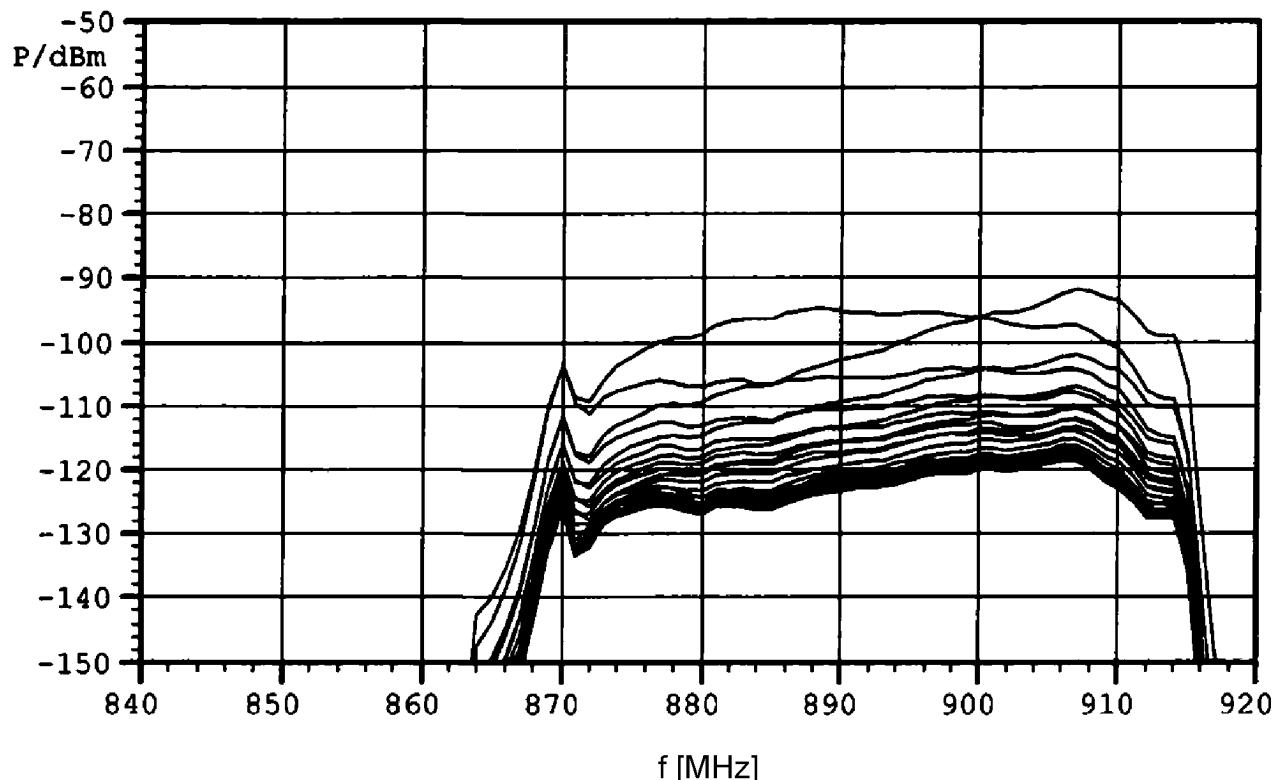


Fig. 9

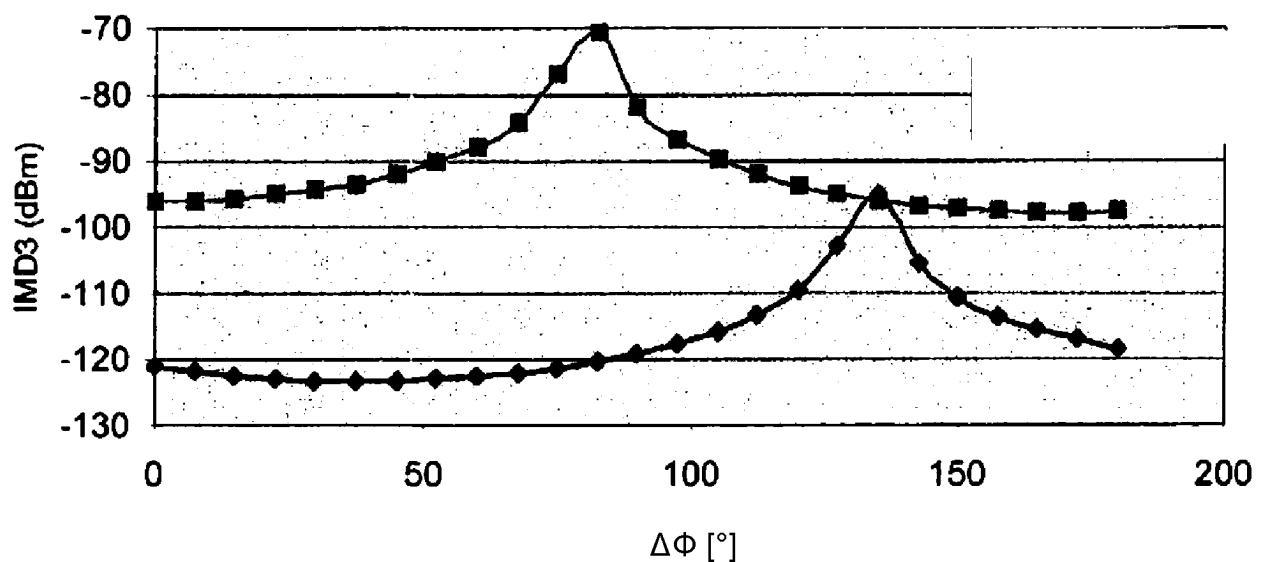


Fig. 10