



(10) **DE 10 2013 110 795 A1** 2015.04.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 110 795.8**

(22) Anmeldetag: **30.09.2013**

(43) Offenlegungstag: **02.04.2015**

(51) Int Cl.: **H01Q 5/10 (2015.01)**

H01Q 9/04 (2006.01)

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 1/36 (2006.01)

(71) Anmelder:
Intel IP Corporation, Santa Clara, Calif., US

(74) Vertreter:
**2SPL Patentanwälte PartG mbB Schuler Schacht
Platzer Lehmann, 81373 München, DE**

(72) Erfinder:
**Svendsen, Simon, Aalborg, DK; Jagielski, Ole,
Frederikshavn, DK; Hausager, Finn, Aabybro, DK**

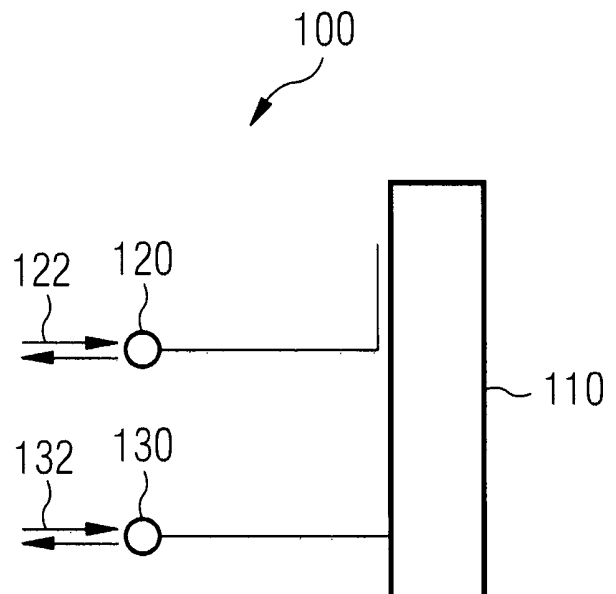
(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Antennenmodul und Verfahren zur drahtlosen Kommunikation**

(57) Zusammenfassung: Ein Antennenmodul 100 zur drahtlosen Kommunikation umfasst ein Antennenelement 110, einen ersten Port 120 und einen zweiten Port 130. Das Antennenelement 110 umfasst eine erste und eine zweite Resonanzfrequenz. Der erste Port 120 ist dafür ausgelegt, ein erstes Hochfrequenzsignal 122 mit einem ersten Frequenzbereich zu empfangen oder bereitzustellen, und der zweite Port 130 ist dafür ausgelegt, ein zweites Hochfrequenzsignal 132 mit einem zweiten Frequenzbereich zu empfangen oder bereitzustellen. Der erste Frequenzbereich ist vom zweiten Frequenzbereich verschieden. Ferner befindet sich die erste Resonanzfrequenz im ersten Frequenzbereich und befindet sich die zweite Resonanzfrequenz im zweiten Frequenzbereich. Das Antennenelement 110 ist dafür ausgelegt, das erste Hochfrequenzsignal 122 und das zweite Hochfrequenzsignal 132 gleichzeitig zu senden oder zu empfangen.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	7 469 131	B2
US	7 671 808	B2
US	8 179 324	B2
US	8 260 347	B2
US	8 390 519	B2
US	2013 / 0 241 781	A1
EP	1 511 117	A1
WO	2012/ 159 110	A2

2000. IEEE , vol.4, no., pp.2212,2215 vol.4, 16-21 July 2000doi: 10.1109/APS.2000.874933URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=874933&isnumber=18936>

Boyle, K.R.; Ligthart, L.P., "Radiating and balanced mode analysis of PIFA antennas," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.54, no.1, pp.231,237, Jan. 2006doi: 10.1109/TAP.2005.861537URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1573761&isnumber=33278>

Boyle, K.R.; Udink, M.; Anton de Graauw; Ligthart, L.P., "A Dual-Fed, Self-Diplexing PIFA and RF Front-End," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.55, no.2, pp.373,382, Feb. 2007doi: 10.1109/TAP.2006.889852URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4084733&isnumber=4084729>

Boyle, K.R.; Udink, M.; de Graauw, A.; Ligthart, L.P., "A novel dual-fed, self-diplexing PIFA and RF front-end (PIN-DF2-PIFA)," *Antennas and Propagation Society International Symposium, 2004. IEEE* , vol.2, no., pp.1935,1938 Vol.2, 20-25 June 2004doi: 10.1109/APS.2004.1330582URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1330582&isnumber=29356>

J. Montero-de-Paz, E. Ugarte-Munoz, F. J. Herraiz-Martinez, V. Gonzalez-Posadas, L. E. Garcia-Munoz, and D. Segovia-Vargas, "Multifrequency self-diplexed single patch antennas loaded with split ring resonators," *Progress In Electromagnetics Research, Vol. 113*, 47-66, 2011.doi:10.2528/PIER10121703<http://www.jpier.org/pier/pier.php?paper=10121703>

Melde, K.L.; Hyun-Jin Park; Ho-Hsin Yeh; Fankem, B.; Zhen Zhou; Eisenstadt, W.R., "Software Defined Match Control Circuit Integrated With a Planar Inverted F Antenna," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on* , vol.58, no.12, pp.3884,3890, Dec. 2010doi: 10.1109/TAP.2010.2078442URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5582245&isnumber=5639211>

RIKUTA, Yuko; ARAI, Hiroyuki. A self-diplexing antenna using slitted patch antenna. In: 2002 Interim International Symposium on Antennas and Propagation. 2002. S. 121-124. <http://ap-s.ei.tuat.ac.jp/isapx/2002/pdf/00134.pdf>

Rikuta, Y.; Arai, H., "A self-diplexing antenna using stacked patch antennas," *Antennas and Propagation Society International Symposium,*

Beschreibung

Kurzbeschreibung der Figuren

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft das drahtlose Senden oder den drahtlosen Empfang von Signalen und insbesondere ein Antennenmodul zur drahtlosen Kommunikation und ein Verfahren zur drahtlosen Kommunikation.

Hintergrund

[0002] Die Anzahl der Antennen, die in modernen drahtlosen Vorrichtungen (beispielsweise Smartphones) erforderlich sind, nimmt zu, um beispielsweise neue Mobilfunkbänder zwischen 600 MHz und 3800 MHz, MIMO (mehrere Eingänge, mehrere Ausgänge), Trägeraggregation, WLAN (drahtloses lokales Netz), NFC (Nahfeldkommunikation) und GPS (globales Positionsbestimmungssystem) zu unterstützen, was infolge des Volumens, das für jede Antenne benötigt wird, um eine gute Funktionsweise zu erzielen, eine Herausforderung darstellt. Beispielsweise bezieht sich die Funktionsweise von Antennen in Mobiltelefonen (unter anderem) auf das zugewiesene Volumen und die physikalische Anordnung im Telefon. Das Vergrößern des für die Antenne zugewiesenen Volumens kann in Bezug auf S11 (Reflexionskoeffizient) und die Abstrahlungseffizienz zu einer besseren Funktionsweise der Antenne führen. Eine bessere Funktionsweise der Antennen kann auch erhalten werden, wenn sie im Umkreis des Telefons angeordnet werden. Die Breite der Anzeige und der Batterien ist häufig fast so groß wie das Smartphone selbst, und das im Umkreis in der Nähe dieser Komponenten für Antennen verfügbare Volumen ist sehr begrenzt und in vielen Fällen nicht für Antennen verwendbar. Andere Komponenten in der Art des USB-Steckers, der Audiobuchse und verschiedener Benutzersteuertasten werden normalerweise auch im Umkreis angeordnet, wodurch das Volumen für die Antenne sogar noch weiter verringert wird. Daher ist es erwünscht, Antennenmodule mit einem geringen Platzverbrauch und einer guten Funktionsweise für Drahtloskommunikationsvorrichtungen bereitzustellen.

Zusammenfassung

[0003] Es besteht ein Bedarf daran, ein Konzept für ein Antennenmodul bereitzustellen, das eine gute Funktionsweise und einen geringen Platzverbrauch umfasst.

[0004] Dieser Bedarf kann durch ein Antennenmodul nach Anspruch 1, 16 oder 17, eine mobile Vorrichtung nach Anspruch 21, ein Verfahren nach Anspruch 24 und ein Computerprogramm nach Anspruch 25 erfüllt werden.

[0005] Einige Beispiele von Vorrichtungen und/oder Verfahren werden nachfolgend nur als Beispiel mit Bezug auf die anliegenden Figuren beschrieben. Es zeigen:

[0006] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Antennenmoduls,

[0007] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines weiteren Antennenmoduls,

[0008] Fig. 3A bis Fig. 3C schematische Darstellungen von Strömen innerhalb verschiedener Antennenelemente,

[0009] Fig. 4 ein Blockdiagramm eines Antennenmoduls,

[0010] Fig. 5A den Reflexionskoeffizienten S11 für Mobilfunk-Niederbandfrequenzen des in Fig. 4 dargestellten Antennenmoduls,

[0011] Fig. 6A den Reflexionskoeffizienten S11 für WLAN-Niederbandfrequenzen für das in Fig. 4 dargestellte Antennenmodul,

[0012] Fig. 7A den Reflexionskoeffizienten S11 für WLAN-Hochbandfrequenzen für das in Fig. 4 dargestellte Antennenmodul,

[0013] Fig. 8 den Reflexionskoeffizienten S21 zwischen den Mobilfunk-Niederbandfrequenzen und den WLAN-Frequenzen für das in Fig. 4 dargestellte Antennenmodul,

[0014] Fig. 9 ein Blockdiagramm eines Antennenmoduls,

[0015] Fig. 10 den Reflexionskoeffizienten S11 und die erwartete Antenneneffizienz für verschiedene Abstimmungsstufen für das niedrige Mobilfunkband für das in Fig. 9 dargestellte Antennenmodul,

[0016] Fig. 11 den Reflexionskoeffizienten S11 und die erwartete Antenneneffizienz für das hohe Mobilfunkband für das in Fig. 9 dargestellte Antennenmodul,

[0017] Fig. 12 den Reflexionskoeffizienten S11 und die erwartete Antenneneffizienz für WLAN-Niederbandfrequenzen für verschiedene Stufen für das in Fig. 9 dargestellte Antennenmodul,

[0018] Fig. 13 den Reflexionskoeffizienten S11 und die erwartete Antenneneffizienz für die WLAN-Hochbandfrequenzen für das in Fig. 9 dargestellte Antennenmodul,

[0019] Fig. 14 den Reflexionskoeffizienten S_{21} zwischen den Mobilfunk- und den WLAN-Frequenzen für das in Fig. 9 dargestellte Antennenmodul,

[0020] Fig. 15 eine schematische Darstellung eines Antennenelements eines Antennenmoduls,

[0021] Fig. 16 eine schematische Darstellung eines Antennenmoduls,

[0022] Fig. 17 ein Blockdiagramm eines Antennenmoduls,

[0023] Fig. 18 ein schematisches Blockdiagramm einer mobilen Vorrichtung,

[0024] Fig. 19 eine schematische Darstellung eines Antennenmoduls,

[0025] Fig. 20A den Reflexionskoeffizienten S_{11} für Mobilfunk-Niederbandfrequenzen für das in Fig. 19 dargestellte Antennenmodul,

[0026] Fig. 21 eine schematische Darstellung eines Antennenmoduls,

[0027] Fig. 22 eine schematische Darstellung einer mobilen Vorrichtung mit zwei Antennenmodulen und

[0028] Fig. 23 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur drahtlosen Kommunikation.

Detaillierte Beschreibung

[0029] Verschiedene Beispiele werden nun vollständiger mit Bezug auf die anliegende Zeichnung beschrieben, in der einige Beispiele dargestellt sind. In den Figuren können die Dicken von Linien, Schichten und/oder Gebieten aus Gründen der Klarheit übertrieben sein.

[0030] Wenngleich dementsprechend Beispiele verschiedene Modifikationen und alternative Formen haben können, sind der Erläuterung dienende Beispiele in den Figuren gezeigt und werden hier detailliert beschrieben. Es ist jedoch zu verstehen, dass es nicht beabsichtigt ist, dass Beispiele auf die offenbarten speziellen Formen beschränkt sind, sondern Beispiele sollen im Gegenteil alle Modifikationen, gleichwertigen Ausgestaltungen und Alternativen abdecken, die in den Schutzbereich der Offenbarung fallen. Gleiche Zahlen beziehen sich in der Beschreibung der Figuren auf gleiche oder ähnliche Elemente.

[0031] Es ist zu verstehen, dass, wenn ein Element als mit einem anderen Element "verbunden" oder "gekoppelt" bezeichnet wird, es mit dem anderen Element direkt verbunden oder gekoppelt sein kann, oder dass Zwischenelemente vorhanden sein können. Wenn ein Element dagegen als mit einem an-

deren Element "direkt verbunden" oder "direkt gekoppelt" bezeichnet wird, sind keine Zwischenelemente vorhanden. Andere Wörter, die zum Beschreiben der Beziehung zwischen Elementen verwendet werden, sollten in entsprechender Weise interpretiert werden (beispielsweise "zwischen" gegenüber "direkt zwischen", "angrenzend" gegenüber "direkt angrenzend" usw.).

[0032] Die hier verwendete Terminologie dient nur dem Beschreiben der Erläuterung dienender Beispiele und ist nicht als einschränkend vorgesehen. Hier sollen die Singularformen "ein", "eine", "eines" und "der/die/das" auch die Pluralformen einschließen, sofern der Zusammenhang nichts anderes klar angibt. Es sei weiter bemerkt, dass die Begriffe "umfasst", "umfassend", "weist auf" und/oder "aufweisend", wenn sie hier verwendet werden, das Vorhandensein erwähnter Merkmale, ganzer Zahlen, Schritte, Operationen, Elemente und/oder Komponenten spezifizieren, jedoch nicht das Vorhandensein oder das Hinzufügen eines oder mehrerer anderer Merkmale, ganzer Zahlen, Schritte, Operationen, Elemente, Komponenten und/oder Gruppen davon ausschließen.

[0033] Sofern nichts anderes definiert wird, haben alle hier verwendeten Begriffe (einschließlich technischer und wissenschaftlicher Begriffe) die gleiche Bedeutung, wie Durchschnittsfachleute auf dem Gebiet, auf das sich die Beispiele beziehen, üblicherweise verstehen werden. Es sei ferner bemerkt, dass Begriffe, beispielsweise jene, die in üblicherweise verwendeten Wörterbüchern definiert sind, als eine Bedeutung aufweisend interpretiert werden sollten, die mit ihrer Bedeutung in Zusammenhang mit der relevanten Technik konsistent ist und nicht in einem idealisierten oder übermäßig formalen Sinne interpretiert wird, es sei denn, dass dies hier ausdrücklich so definiert wird.

[0034] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Antennenmoduls **100** zur drahtlosen Kommunikation gemäß einem Beispiel. Das Antennenmodul **100** umfasst ein Antennenelement **110**, einen ersten Port **120** und einen zweiten Port **130**. Das Antennenelement **110** umfasst eine erste und eine zweite Resonanzfrequenz. Der erste Port **120** ist dafür ausgelegt, ein erstes Hochfrequenzsignal **122** mit einem ersten Frequenzbereich zu empfangen oder bereitzustellen, und der zweite Port **130** ist dafür ausgelegt, ein zweites Hochfrequenzsignal **132** mit einem zweiten Frequenzbereich zu empfangen oder bereitzustellen. Der erste Frequenzbereich ist vom zweiten Frequenzbereich verschieden. Ferner befindet sich die erste Resonanzfrequenz im ersten Frequenzbereich und befindet sich die zweite Resonanzfrequenz im zweiten Frequenzbereich. Das Antennenelement **110** ist dafür ausgelegt, das erste Hochfrequenzsi-

gnal **122** und das zweite Hochfrequenzsignal **132** gleichzeitig zu senden oder zu empfangen.

[0035] Indem einem Antennenelement zwei verschiedene Resonanzfrequenzen mit zwei Signalen durch zwei unabhängige Ports zugeführt werden, können die beiden Signale beispielsweise gleichzeitig gesendet werden. Gleichzeitig kann es auch möglich sein, zwei verschiedene Signale mit zwei verschiedenen Frequenzbereichen zu empfangen und diese Signale an den beiden unabhängigen Ports bereitzustellen. Dadurch, dass die beiden Resonanzfrequenzen des Antennenelements den Frequenzbereichen der zu sendenden oder zu empfangenden Signale entsprechen, können die Signale mit einer guten Qualität empfangen oder gesendet werden, während der Platzverbrauch beispielsweise für die Implementation des Antennenmoduls **100** niedrig gehalten werden kann. Ferner können die Kosten des Antennenmoduls niedrig sein.

[0036] Das Antennenmodul **100** kann ein Modul sein, das zumindest über den ersten Port **120** und den zweiten Port **130** mit mindestens zwei Signalwegen (Sende- und/oder Empfangsweg) eines oder mehrerer Empfänger, Sender oder Transceiver verbunden ist. Ferner ermöglicht das Antennenmodul **100** beispielsweise eine drahtlose Kommunikation mit einer oder mehreren anderen Drahtloskommunikationsvorrichtungen durch Senden oder Abstrahlen von Signalen über das Antennenmodul **100** und/oder zum Empfangen zum Antennenmodul **100** gesendeter Drahtlossignale.

[0037] Das Antennenelement **110** kann auf verschiedene Arten implementiert oder ausgelegt werden, um mindestens zwei Resonanzfrequenzen im Frequenzbereich der zu sendenden oder zu empfangenden Signale zu umfassen. Eine Resonanzfrequenz des Antennenelements **110** kann eine Frequenz sein, bei der eine Antwortamplitude eines abgestrahlten Signals beispielsweise ein relatives oder lokales Maximum umfasst. Beispielsweise können die Resonanzfrequenzen des Antennenelements **110** durch die Geometrie des Antennenelements **110**, das verwendete Material und/oder die Eigenschaften mit dem Antennenelement **110** gekoppelter oder verbundener elektrischer Elemente (beispielsweise einer direkten oder indirekten Zuleitung von den Ports, von Anpassungselementen und/oder einer Verbindung mit dem Referenzpotential) definiert oder festgelegt werden.

[0038] Der erste Port **120** und der zweite Port **130** können elektrische Verbindungsschnittstellen zur Verbindung des Antennenmoduls **100** mit einem oder mehreren Empfängermodulen, Sendermodulen und/oder Transceivermodulen sein. Beispielsweise stellt ein erstes Transceivermodul (beispielsweise ein Mobiltelefon) dem ersten Port **120** zu sendende Signale bereit und/oder empfängt durch das Antennen-

element **110** vom ersten Port **120** empfangene Signale, und ein zweites Transceivermodul (beispielsweise WLAN oder GPS) stellt zu sendende Signale dem zweiten Port **130** bereit und/oder empfängt durch das Antennenelement **110** vom zweiten Port **130** empfangene Signale. Mit anderen Worten umfasst das Antennenmodul **100** einen ersten Signalweg vom ersten Port **120** zum Antennenelement **110** und einen zweiten Signalweg vom zweiten Port **130** zum Antennenelement **110**.

[0039] Das erste Hochfrequenzsignal **122** und das zweite Hochfrequenzsignal **132** befinden sich im Hochfrequenzbereich (beispielsweise 500 MHz bis 10 GHz) und können gleichzeitig über das Antennenelement **110** gesendet oder empfangen werden.

[0040] Das erste Hochfrequenzsignal **122** und das zweite Hochfrequenzsignal **132** umfassen verschiedene Frequenzbereiche. Das erste Hochfrequenzsignal **122** und das zweite Hochfrequenzsignal **132** können verschiedene Frequenzbereiche umfassen, falls zumindest ein Teil des ersten Frequenzbereichs nicht im zweiten Frequenzbereich enthalten ist. Mit anderen Worten können der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich einander überlappen. Alternativ können der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich vollkommen verschieden sein. Mit anderen Worten ist die höchste Frequenz des ersten Frequenzbereichs niedriger als die niedrigste Frequenz des zweiten Frequenzbereichs oder ist die höchste Frequenz des zweiten Frequenzbereichs niedriger als die niedrigste Frequenz des zweiten Frequenzbereichs. Der Frequenzbereich eines Signals kann beispielsweise ein Frequenzband sein, das mehr als 70% (oder mehr als 80%, mehr als 90% oder mehr 95%) der Signalleistung des Signals enthält, oder ein für das Senden oder Empfangen eines Signals vordefiniertes Frequenzband sein. Beispielsweise kann der erste Frequenzbereich des ersten Hochfrequenzsignals **122** Frequenzen umfassen, die niedriger als 1 GHz sind (beispielsweise Mobilfunk-Niederbandfrequenzen), und kann der zweite Frequenzbereich des zweiten Hochfrequenzsignals (**132**) Frequenzen umfassen, die höher als 1 GHz sind (beispielsweise WLAN oder GPS). Ferner können die Resonanzfrequenzen an diese Frequenzen angepasst werden. Mit anderen Worten kann das Antennenelement so ausgelegt sein, dass die erste Resonanzfrequenz niedriger als 1 GHz ist und die zweite Resonanzfrequenz höher als 1 GHz ist. Beispielsweise kann der erste Frequenzbereich Frequenzen zwischen 600 MHz und 1000 MHz umfassen und kann der zweite Frequenzbereich Frequenzen zwischen 2, 2 GHz und 3 GHz umfassen. Folglich kann die erste Resonanzfrequenz zwischen 600 MHz und 1000 MHz liegen und kann die zweite Resonanzfrequenz zwischen 2,2 GHz und 3 GHz liegen.

[0041] Der erste Port **120** und der zweite Port **130** können auf verschiedene Arten mit dem Antennenelement **110** gekoppelt oder verbunden sein, um ein Signal über das Antennenelement **110** zu senden oder über das Antennenelement **110** zu empfangen. Beispielsweise kann ein Port elektrisch mit dem Antennenelement **110** verbunden sein, wie für den zweiten Port **130** in **Fig. 1** dargestellt ist. Alternativ kann ein Port kapazitiv und/oder induktiv mit dem Antennenelement **110** gekoppelt sein, wie für den ersten Port **120** in **Fig. 1** dargestellt ist, wodurch eine indirekte Zuleitung des Antennenelements **110** implementiert wird. Ein kapazitiv gekoppeltes Kopplerelement kann von einem Referenzpotential (beispielsweise Masse) isoliert sein, und ein induktiv gekoppeltes Kopplerelement kann beispielsweise mit einem Referenzpotential verbunden sein. Ferner kann ein Port durch ein Kondensatorelement (beispielsweise eine Anpassungskapazität) mit dem Antennenelement **110** verbunden sein (beispielsweise in **Fig. 4** für den WLAN-Port dargestellt), wodurch eine direkte Zuleitung für das Antennenelement **110** implementiert wird.

[0042] Mit anderen Worten kann das Antennenmodul **100** ferner ein Kopplerelement umfassen, das mit dem ersten Port **120** verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements **110** angeordnet ist, so dass das Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement **110** gekoppelt ist, um das erste Hochfrequenzsignal **122** über das Antennenelement **110** zu senden oder zu empfangen (indirekte Zuleitung). Das Kopplerelement kann durch ein elektrisch leitendes Element implementiert sein, das zumindest teilweise parallel zum Antennenelement **110** oder beispielsweise mit einem definierten Abstand und/oder einer definierten Orientierung zum Antennenelement **110** angeordnet ist. Durch kapazitives und/oder induktives Koppeln eines Ports mit dem Antennenelement **110** zum Empfangen oder Senden von Signalen über das Antennenelement **100** kann die Bandbreite der Signale, die mit hoher Qualität durch das Antennenelement **110** gesendet werden können, beispielsweise erhöht werden.

[0043] Ferner kann der zweite Port **130** mit dem Antennenelement **110** verbunden sein (direkte Zuleitung).

[0044] Alternativ können beide Ports mit dem Antennenelement **110** verbunden sein (beispielsweise direkt oder durch ein oder mehrere Anpassungselemente), wodurch zwei direkte Zuleitungen implementiert werden, oder beide Ports können kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement **110** gekoppelt sein, wodurch zwei indirekte Zuleitungen implementiert werden. **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines Antennenmoduls mit zwei Ports, die gemäß einem Beispiel kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement **110** gekoppelt sind. Die Implementen-

tion des Antennenmoduls **200** ähnelt der in **Fig. 1** dargestellten Implementation. Zusätzlich umfasst das Antennenmodul **200** einen dritten Port, der mit dem Antennenelement **110** verbunden ist. Der dritte Port **240** ist dafür ausgelegt, elektrisch mit einem Referenzpotential verbunden zu werden (beispielsweise Masse oder einem anderen durch die Vorrichtung unter Verwendung des Antennenmoduls bereitgestellten Referenzpotential). Der dritte Port **240** kann direkt oder durch ein elektrisches Element (beispielsweise Kondensatorelement oder Induktivitätselement), welches die Resonanzfrequenzen des Antennenelements **110** beeinflusst, mit dem Antennenelement **110** verbunden sein. Beispielsweise kann ein Induktivitätselement zwischen dem Antennenelement **110** und dem dritten Port **240** angeordnet sein. Das Induktivitätselement kann die erste Resonanzfrequenz ändern, beeinflussen oder anpassen, so dass sich die erste Resonanzfrequenz im ersten Frequenzbereich befindet (beispielsweise zusätzlich zu anderen Parameter, welche die Resonanzfrequenz beeinflussen), und/oder die zweite Resonanzfrequenz beeinflussen oder anpassen, so dass sich die zweite Resonanzfrequenz beispielsweise im zweiten Frequenzbereich befindet.

[0045] Verglichen mit **Fig. 1** sei bemerkt, dass auch der zweite Port **130** kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement **110** gekoppelt ist. Mit anderen Worten umfasst das Antennenmodul **200** ein erstes mit dem ersten Port **120** verbundenes Kopplermodul **224** (wie auch in **Fig. 1** dargestellt ist) und ein zweites Kopplerelement **234**, das mit dem zweiten Port **130** verbunden ist. Ferner ist das zweite Kopplerelement **234** in der Nähe des Antennenelements **110** angeordnet, so dass das zweite Kopplerelement **234** kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement **110** gekoppelt ist, um das zweite Hochfrequenzsignal **132** durch das Antennenelement **110** zu senden oder zu empfangen.

[0046] Wie bereits erwähnt wurde, kann das Antennenelement **110** auf verschiedene Arten implementiert sein. Beispielsweise kann das Antennenelement ein einzelnes Antennenelement sein, das durch ein einteiliges elektrisch leitendes Element implementiert ist. Zusätzlich kann das einzelne Antennenelement ein oder mehrere Anpassungselemente zum Beeinflussen der Resonanzfrequenzen des Antennenelements umfassen. Alternativ kann das Antennenelement **110** ein oder mehrere Teilelemente umfassen, die elektrisch miteinander verbunden sind (beispielsweise Antennenfinger).

[0047] Ferner kann das Antennenelement **110** beispielsweise eine laminare Form umfassen. Mit anderen Worten kann das Antennenelement **110** in einer Richtung eine Dicke umfassen, die erheblich kleiner ist als die Abmessungen in Richtungen orthogonal zur Richtung der Dicke. Das Antennenelement

110 kann planar sein oder eine Krümmung oder eine dreidimensionale Form umfassen (beispielsweise an den verfügbaren Platz an der das Antennenmodul verwendenden Vorrichtung angepasst sein).

[0048] Beispielsweise kann eine Abmessung des Antennenelements in einer ersten Richtung entlang der laminaren Form mehr als das Fünffache (oder mehr als das Zehnfache oder mehr als das Zwanzigfache) einer Abmessung des Antennenelements **110** in einer zweiten Richtung entlang der laminaren Form orthogonal zur ersten Richtung sein (beispielsweise im Wesentlichen länglich oder rechteckig geformt).

[0049] Das Antennenelement **110** kann einen Schlitz oder eine Öffnung innerhalb der laminaren Form umfassen (beispielsweise ein Loch durch das Antennenelement).

[0050] Mit anderen Worten kann das Antennenelement **110** ein elektrisch leitendes Element umfassen, welches einen Schlitz oder eine Öffnung zumindest teilweise umschließt. Beispielsweise umgibt das elektrisch leitende Element den Schlitz vollkommen oder belässt einen Zwischenraum (was beispielsweise zu einer C-Form oder einer O-Form mit einer Unterbrechung führt). Durch Implementieren eines Schlitzes innerhalb des Antennenelements kann das Antennenelement dann beispielsweise in einem Monopolmodus verwendet werden, um die erste Resonanzfrequenz anzuregen, und in einem Schleifenmodus (um den Schlitz) verwendet werden, um die zweite Resonanzfrequenz des Antennenelements **110** anzuregen.

[0051] Optional umschließt das elektrisch leitende Element des Antennenelements den Schlitz nur teilweise, und der restliche Zwischenraum ist durch ein Induktivitätselement elektrisch geschlossen. Beispielsweise umfasst ein Antennenmodul für die Drahtloskommunikation ein Antennenelement **110**, das ein elektrisch leitendes Element, welches einen Schlitz teilweise umschließt, und ein Induktivitätselement, welches elektrisch mit dem elektrisch leitenden Element verbunden ist, so dass das elektrisch leitende Element und das Induktivitätselement eine den Schlitz umschließende Schleife implementieren, umfasst. Mit anderen Worten kann das Antennenelement **110** das elektrisch leitende Element, welches den Schlitz teilweise umschließt, und ein Induktivitätselement, welches die Enden des elektrisch leitenden Elements (an entgegengesetzten Seiten des Zwischenraums befindlich) elektrisch verbindet, umfassen, so dass der Schlitz durch das elektrisch leitende Element und das Induktivitätselement umschlossen ist. Die erste Resonanzfrequenz und die zweite Resonanzfrequenz des Antennenelements **110** können beispielsweise abhängig von der Größe der Induktivität des Induktivitätselements variieren. Auf diese Weise können die erste Resonanzfre-

quenz und/oder die zweite Resonanzfrequenz durch das Induktivitätselement beeinflusst oder angepasst werden, um beispielsweise die Resonanzfrequenzen an die Frequenzbereiche der zu sendenden oder zu empfangenden Signale anzupassen.

[0052] Beispielsweise kann eine Abmessung des Schlitzes in der ersten Richtung mehr als das Fünffache (oder mehr als das Zehnfache oder mehr als das Zwanzigfache) einer Abmessung des Schlitzes in der zweiten Richtung sein.

[0053] Die **Fig. 3A** bis **Fig. 3C** zeigen schematisch verschiedene Abstrahlungsmodi von Antennenelementen. Die Stromrichtung und die Stromstärke sind durch die Größe und Richtung der Pfeile angegeben. **Fig. 3A** zeigt den Monopolmodus eines (Antennen-)Elements **300** ohne einen Schlitz (beispielsweise bei 850 MHz). Die Ströme sind beispielsweise um 180° außer Phase, wie am Massepunkt 2 des Elements **300** ersichtlich ist oder dort auftritt. **Fig. 3B** zeigt den Monopolmodus eines (Antennen-)Elements **310**, das einen Schlitz **312** und einen Schleifen **314** aufweist. Die Phasenverschiebung um 180° kann noch vorhanden sein (beispielsweise ein Monopolmodus bei 850 MHz für ein mehrfach gekoppeltes Element). Beispielsweise werden die Ströme um den Schlitz gezwungen, und die Stromdichte ist an der Seite der Schleife, wo das Element an Masse gelegt ist, höher. Dies kann ein kleines Ungleichgewicht gegenüber der Nicht-Schlitzversion hervorrufen und den QF (Qualitätsfaktor) des Elements **310** erhöhen und die verfügbare Bandbreite um einen kleinen Faktor verringern. **Fig. 3C** zeigt den Schleifenmodus bei 2,4 GHz (oder einen schleifenartigen Modus bei 2,5 GHz für ein mehrfach gekoppeltes Element), wobei der Strom um den Massepunkt beispielsweise in Phase ist. Ferner sind die Verbindung mit dem ersten Port 3 und die Verbindung mit dem zweiten Port 1 (und beispielsweise eine gedruckte Leiterplatte PCB hinter dem Antennenelement) angegeben.

[0054] **Fig. 4** zeigt ein Blockdiagramm eines Antennenmoduls **400** gemäß einem Beispiel. Die Implementation des Antennenmoduls **400** ähnelt dem in den **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten Antennenmodul. Der erste Port **420** (der beispielsweise dafür ausgelegt ist, ein Signal mit Mobilfunk-Niederbandfrequenzen zu empfangen) ist durch ein Anpassungselement, das durch ein Induktivitätselement **426** dargestellt ist (beispielsweise ein Mobilfunk-Anpassungsinduktivität mit beispielsweise 36 nH), elektrisch mit einem Kopplerelement **424** verbunden. Das Kopplerelement **424** ist in der Nähe des Antennenelements **410** angeordnet, um ein erstes Signal durch kapazitive Kopplung durch das Antennenelement **410** zu senden oder zu empfangen. Der zweite Port **430** (beispielsweise zum Empfangen oder Bereitstellen eines Signals mit WLAN-Frequenzen) ist durch ein Anpassungselement, das durch einen Anpassungs-

kondensator **436** dargestellt ist (beispielsweise ein WLAN-Anpassungskondensator mit beispielsweise 0,35 pF), mit dem Antennenelement **410** verbunden. Das Antennenelement **410** ist ferner durch ein Anpassungselement, das durch ein Induktivitätselement **444** dargestellt ist (beispielsweise einen Mobilfunk-Resonatorinduktivität und/oder einen WLAN-Anpassungsinduktivität mit beispielsweise 16 nH), elektrisch mit einem Referenzpotential (beispielsweise Masse) verbunden. Die gegebenen Beispiele für Werte für Kondensator- oder Induktivitätselemente können auch um $\pm 20\%$ (oder 10% oder $\pm 5\%$) von den gegebenen Werten verschieden ausgewählt werden oder verschieden ausgewählt werden, um beispielsweise andere Frequenzbereiche zu adressieren.

[0055] Beispielsweise ist das Kopplerelement **424** durch ein Anpassungselement, das dafür ausgelegt ist, die Impedanz des ersten Signalwegs vom ersten Port **420** zum Kopplerelement **424** an die erste Resonanzfrequenz des Antennenelements **410** anzupassen, mit dem ersten Port **420** verbunden, so dass ein Reflexionskoeffizient S_{11} von weniger als -6 dB für das erste Hochfrequenzsignal erhalten werden kann.

[0056] Ferner ist der zweite Port **430** durch einen Anpassungskondensator (beispielsweise ein diskretes Element), das niedrige Frequenzen dämpft (beispielsweise die Frequenz des niedrigen Mobilfunkbands) und einen vernachlässigbaren Einfluss zumindest auf Hochfrequenzsignale mit dem zweiten Frequenzband (beispielsweise WLAN-Frequenzen) hat, mit dem Antennenelement **410** verbunden. Verglichen mit der indirekten Kopplung des Kopplerelements **424** kann der Anpassungskondensator **436** ein diskretes Kondensatorelement innerhalb des zweiten Signalwegs sein. Beispielsweise ist ein Anpassungskondensator **436** dafür ausgelegt, Frequenzen des ersten Hochfrequenzsignals zu dämpfen, so dass Signalabschnitte, die durch das am zweiten Port bereitgestellte erste Hochfrequenzsignal hervorgerufen werden, kleiner sind als -10 dB ($S_{21} < -10$ dB). Auf diese Weise kann eine gute Isolation zwischen den beiden Signalwegen erhalten werden.

[0057] Ferner kann das Induktivitätselement **426** dafür ausgelegt sein, Frequenzen des zweiten Hochfrequenzsignals zu dämpfen, so dass Signalabschnitte, die durch das am ersten Port bereitgestellte zweite Hochfrequenzsignal hervorgerufen werden, kleiner als -10 dB sind ($S_{12} < -10$ dB). Auf diese Weise kann beispielsweise eine gute Isolation zwischen den beiden Signalwegen erhalten werden.

[0058] Zusätzlich kann das zwischen dem ersten Antennenelement **410** und einem dritten Port, der mit dem Referenzpotential **442** verbunden ist, angeordnete Induktivitätselement **444** dafür ausgelegt sein, die erste Resonanzfrequenz des Antennenelements **410** zu beeinflussen, so dass sich die erste Reso-

nanzfrequenz beispielsweise im ersten Frequenzbereich des ersten Hochfrequenzsignals befindet (beispielsweise in Kombination mit dem Einfluss des Anpassungsinduktivitäts innerhalb des ersten Sendewegs).

[0059] Durch die Anpassungsinduktivitätselemente und Anpassungskondensatorelemente kann die Impedanz der verschiedenen Sendewege oder Empfangswegen auf das gewünschte Frequenzband des über den jeweiligen Signalweg zu sendenden oder zu empfangenden Signals abgestimmt werden, ohne beispielsweise die Eigenschaften des anderen Signalwegs erheblich zu beeinflussen.

[0060] Alternativ zur direkten Zuleitung des Signals über den zweiten Port **430** kann beispielsweise auch eine indirekte Zuleitung ähnlich dem ersten Signalweg für den zweiten Signalweg implementiert werden.

[0061] Beispielsweise kann das Kopplerelement **424** elektrisch vom dritten Port isoliert sein, der elektrisch mit dem Antennenelement **410** verbunden ist. Folglich kann das Kopplerelement **424** elektrisch vom Referenzpotential **442** isoliert sein, falls der dritte Port mit dem Referenzpotential **442** verbunden ist.

[0062] Optional, zusätzlich oder alternativ zu einem oder mehreren der vorstehend erwähnten Aspekte kann ein drittes Hochfrequenzsignal mit einem dritten Frequenzbereich (beispielsweise höher als der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich) dem ersten Port **420** (beispielsweise das WLAN-Hochbandsignal) oder dem zweiten Port **430** bereitgestellt werden, um es beispielsweise über das Antennenelement **410** auszusenden.

[0063] Das Antennenelement **410** kann beispielsweise ein Dualzuleitungs-Dualresonanz-Antennenelement sein.

[0064] Beispielsweise kann der erste Port **420** mit einem Mobilfunktransceiver (beispielsweise GSM oder LTE) verbunden sein und kann der zweite Port **430** mit einem WLAN-Transceiver verbunden sein.

[0065] Das Element und der Koppler können wie in **Fig. 4** dargestellt angepasst werden, wenn Mobilfunk und WLAN auf demselben Antennenelement kombiniert werden. Eine 12-nH-Schleifeninduktivität (Induktivitätselement des Antennenelements) ist in **Fig. 4** nicht dargestellt, weil dieser in diesem Beispiel nicht direkt Teil der Anpassung ist. **Fig. 4** zeigt ein Beispiel für eine Anpassung einer indirekten Zuleitung, einschließlich WLAN.

[0066] Das WLAN-Signal wird durch einen Kondensator mit einem kleinen Wert zwischen dem Element und der Induktivität an Masse, der nun als eine An-

passungsinduktivität für WLAN wirkt, eingekoppelt. Der kleine Reihenkapazitätswert, der für das Anpassen des WLANs verwendet wird, und der große Induktivitätswert, der für das Anpassen an das Mobilfunkband verwendet wird, können eine gute Isolation zwischen den beiden Systemen gewährleisten (beispielsweise **Fig. 8**). Das niedrige Mobilfunkband S11 und die komplexe Impedanz der indirekten Zuleitungstechnik, einschließlich der hinzugefügten direkten 2,4-GHz-WLAN-Zuleitung, ist in **Fig. 5A** dargestellt, wo ersichtlich ist, dass die Bandbreite bei S11 bei -6 dB 310 MHz ist, was einer relativen Bandbreite von etwa 36% entspricht. Beispielsweise wird eine kleine Verringerung der Mobilfunkbandbreite (5% relative Bandbreite) beobachtet, welche durch den Schlitz im Element hervorgerufen wird, weil er den Monopolmodus stören kann, wie in **Fig. 3B** dargestellt ist.

[0067] **Fig. 5A** zeigt ein Mobilfunkband S11 und die komplexe Impedanz der indirekten Zuleitungstechnik, einschließlich einer direkten Kopplung des WLAN-Signals in das Element. **Fig. 5A** gibt den Reflexionskoeffizienten S11 in dB über Frequenzen von 0,5 GHz bis 1,2 GHz an.

[0068] Das WLAN-2,4-GHz-Band S11 und die komplexe Impedanz der direkten WLAN-Zuleitung sind in **Fig. 6A** dargestellt. **Fig. 6A** zeigt das 2,4-GHz-WLAN-Band S11 und die komplexe Impedanz der direkten Zuleitung von WLAN. Mit anderen Worten gibt **Fig. 6A** den Reflexionskoeffizienten S11 in dB über Frequenzen von 2,2 GHz bis 3,2 GHz an.

[0069] Die erhaltene Bandbreite kann mehr als ausreichend sein, um das 2,4-GHz-WLAN abzudecken, was auf den relativ niedrigen Q-Faktor des für das Abdecken der Mobilfunk-Bandbreitenanforderungen verwendeten Elements zurückgeführt werden kann. Viele WLAN-Systeme verwenden auch das 5,6-GHz-ISM-Band (industriell, wissenschaftlich und medizinisch) für einen verbesserten Durchsatz, was bedeuten kann, dass ein 2,4-GHz-WLAN allein kein zusätzliches Antennenelement einsparen könnte, falls beispielsweise WLAN 5,6 GHz nicht unterstützt wird. Das 5,6-GHz-WLAN kann auch in dieses Konzept aufgenommen werden, indem die elektrische Länge des Kopplers eingestellt wird, um beispielsweise als ein parasitärer Halbwellendipol bei 5,6 GHz zu wirken. Dies kann wegen des für das Anpassen des Mobilfunk-Niederbandsignals an 50Ω verwendeten Induktivitäts mit einem hohen Wert möglich sein. S11 und die komplexe Impedanz für WLAN bei 5,6 GHz sind in **Fig. 7A** dargestellt.

[0070] **Fig. 7A** zeigt das 5,6-GHz-WLAN S11 und die komplexe Impedanz der direkten Zuleitung von WLAN. **Fig. 7A** gibt den Reflexionskoeffizienten S11 in dB über Frequenzen von 5,0 GHz bis 6,0 GHz an.

[0071] Die Isolation zwischen dem Mobilfunkband und WLAN (erster und zweiter Signalweg) ist in **Fig. 8** dargestellt. **Fig. 8** gibt den Reflexionskoeffizienten S11 **810** des ersten Signalwegs in dB über Frequenzen von 0,5 GHz bis 7,0 GHz und den Reflexionskoeffizienten S22 **820** des zweiten Signalwegs in dB über Frequenzen von 0,5 GHz bis 7,0 GHz an. Ferner gibt **Fig. 8** den Reflexionskoeffizienten S21 **830**, der die Isolation des zweiten Signalwegs gegen Signale vom ersten Signalweg in dB darstellt, über Frequenzen von 0,5 GHz bis 7,0 GHz an.

[0072] Eine gute Isolation kann beispielsweise für alle unterstützten Drahtloskommunikationssysteme erhalten werden.

[0073] **Fig. 9** ein Blockdiagramm eines Antennenmoduls **900** gemäß einem Beispiel. Die Implementation des Antennenmoduls **900** ähnelt der in **Fig. 4** dargestellten Implementation. Das Antennenmodul **900** umfasst jedoch ein zweites Antennenelement **912** (beispielsweise für das hohe Mobilfunkband). Der erste Port **905** ist durch ein Anpassungselement, das durch ein Anpassungsinduktivitätselement **926** dargestellt ist (beispielsweise eine Mobilfunk-Niederbandinduktivität mit beispielsweise 43 nH), mit einem ersten Kopplerelement **924** (beispielsweise für das niedrige Mobilfunkband) verbunden. Durch ein Anpassungselement, das durch ein Anpassungskondensatorelement **927** dargestellt ist (beispielsweise einen Mobilfunk-Hochband-Anpassungskondensator mit beispielsweise 0,65 pF), mit einem zweiten Kopplerelement **925** (beispielsweise für das hohe Mobilfunkband) verbunden. Das erste Kopplerelement **924** ist kapazitiv oder induktiv mit dem ersten Antennenelement **910** gekoppelt, und das zweite Kopplerelement **925** ist kapazitiv oder induktiv mit dem zweiten Antennenelement **912** gekoppelt. Beispielsweise kann das erste Kopplerelement **924** kapazitiv mit dem ersten Antennenelement **910** gekoppelt sein und kann das zweite Kopplerelement **925** induktiv mit dem zweiten Antennenelement **912** gekoppelt sein oder umgekehrt. Der zweite Port (beispielsweise für ein WLAN-Frequenzband) ist durch ein Anpassungselement, das durch ein Anpassungskondensatorelement (beispielsweise einen WLAN-Anpassungskondensator mit beispielsweise 0,70 pF) dargestellt ist, mit dem ersten Antennenelement **910** verbunden. Das erste Antennenelement **910** ist durch ein Induktivitätselement (beispielsweise einen Mobilfunk-Resonatorinduktivität mit 3,9 nH) mit einem Referenzpotential **942** (beispielsweise Masse) verbunden. Zusätzlich ist das erste Antennenelement **910** durch ein Abstimmungselement, das durch ein variables Kondensatorelement **911** (beispielsweise einen Mobilfunk-Abstimmungskondensator mit beispielsweise 0,6 pF bis 2,35 pF) dargestellt ist, mit dem Referenzpotential **942** verbunden. Mit anderen Worten kann das Antennenmodul **900** einen Port umfassen, der durch einen variablen Abstimmungskondensator **911** elek-

trisch mit dem ersten Antennenelement **910** verbunden ist, und der Port kann elektrisch mit dem Referenzpotential **942** verbunden sein. Das zweite Antennenelement **912** ist mit einem Schaltelement **914** verbunden (beispielsweise einem Hochband-HB-Mobilfunk-Abstimmungsschalter SW). Das Schaltelement **914** kann das zweite Antennenelement **912** direkt (beispielsweise durch einen vierten Port des Antennenmoduls) mit dem Referenzpotential **942** verbinden oder durch ein Induktivitätselement **945** (beispielsweise eine Mobilfunk-Hochband-Resonatorinduktivität mit beispielsweise 2,4 nH) mit dem Referenzpotential **942** verbinden. Die gegebenen Beispiele für Werte für Kondensator- oder Induktivitätselemente können auch um $\pm 20\%$ (oder $\pm 10\%$ oder $\pm 5\%$) von den gegebenen Werten verschieden ausgewählt werden oder verschieden ausgewählt werden, um beispielsweise andere Frequenzbereiche zu adressieren. Das erste Kopplerelement **924** und das zweite Kopplerelement **925** sind mit einem gemeinsamen Port **905** verbunden, wie in **Fig. 9** dargestellt ist (einzelne Zuleitung), oder sie können beispielsweise mit zwei unabhängigen Ports (duale Zuleitung) verbunden sein.

[0074] In dem in **Fig. 9** dargestellten Beispiel können die Elemente durch ein Antennenmodul **900** implementiert werden. Alternativ können das zweite Antennenelement **912** und der Signalweg vom zweiten Port **920** zum zweiten Kopplerelement **925** durch ein zweites Antennenmodul implementiert werden. Entsprechend können die Sendewege einer Vorrichtung beispielsweise mit den Ports des ersten Antennenmoduls und mindestens einem Port des zweiten Antennenmoduls verbunden werden.

[0075] Beispielsweise kann der erste Port **905** mit einem Mobilfunktransceiver (beispielsweise GSM oder LTE) verbunden sein und kann der zweite Port **920** mit einem WLAN-Transceiver verbunden sein.

[0076] Die Elemente und Koppler können wie in **Fig. 9** dargestellt angepasst werden, wenn 2 Mobilfunkelemente kombiniert werden, wobei WLAN mit dem Niederbandelement gekoppelt ist. Die 6,2-nH-Schleifeninduktivität (Induktivitätselement des Antennenelements) ist in **Fig. 9** nicht dargestellt, weil dieser in diesem Beispiel nicht direkt Teil der Anpassung ist. **Fig. 9** zeigt ein Beispiel für eine Anpassung einer indirekten Zuleitung, einschließlich WLAN.

[0077] Die in den Simulationen verwendeten Induktivitäten und Kondensatoren können üblicherweise erhältliche elektrische Elemente sein. Der Schalter kann mit einem Ron von 1,8 Ω und einem Coff von 0,15 pF implementiert werden, und der abstimmbare Kondensator kann mit einem Q von 60 implementiert werden. Der S11 **1010** und die erwartete Antenneneffizienz **1020** für die verschiedenen Abstimmungs-/Schaltstufen sind für das niedrige Mobilfunkband in

Fig. 10 und das hohe Band in **Fig. 11** dargestellt. Die **Fig. 10** und **Fig. 11** zeigen S11 und die erwartete Antenneneffizienz für 7 Niederbandstufen und 2 Hochbandstufen. **Fig. 10** gibt den Reflexionskoeffizienten S11 und die erwartete Antenneneffizienz Pout in dB über Frequenzen von 0,73 GHz bis 0,96 GHz an. **Fig. 11** gibt den Reflexionskoeffizienten S11 und die erwartete Antenneneffizienz Pout in dB über Frequenzen von 1,80 GHz bis 2,69 GHz an.

[0078] S11 und die erwartete Antenneneffizienz für 2,4-GHz-WLAN und 5,6-GHz-WLAN sind in **Fig. 12** dargestellt. Die beiden für 2,4 GHz dargestellten Stufen zeigen beispielsweise die Wirkung der Mobilfunk-Niederbandabstimmung für die minimale und die maximale Frequenz. Die **Fig. 12** und **Fig. 13** zeigen S11 **1210** und die erwartete Antenneneffizienz **1220** für 2,4-GHz-WLAN und 5,6-GHz-WLAN. **Fig. 12** gibt den Reflexionskoeffizienten S11 und die erwartete Antenneneffizienz Pout in dB über Frequenzen von 1,80 GHz bis 2,69 GHz an. **Fig. 13** gibt den Reflexionskoeffizienten S11 und die erwartete Antenneneffizienz Pout in dB über Frequenzen von 4,8 GHz bis 6,2 GHz an.

[0079] Die Isolation zwischen Mobilfunk und WLAN (erster und zweiter Signalweg) ist in **Fig. 14** dargestellt.

[0080] Die in **Fig. 14** dargestellte Isolationskurve bezieht sich auf das auf den höchsten Frequenzbereich abgestimmte Hochbandelement, weil sich dieses beispielsweise mit 2,4-GHz-WLAN überlappt. Das Niederbandelement kann auch auf die höchste Frequenz abgestimmt werden. Isolationswerte, die besser als -12 dB sind, können für das niedrige Mobilfunkband beobachtet werden, Isolationswerte, die besser als -25 dB sind, können für das hohe Mobilfunkband beobachtet werden, Isolationswerte, die besser als -20 dB sind, können für 2,4-GHz-WLAN beobachtet werden, und Isolationswerte, die besser als -20 dB sind, können für 5,6-GHz-WLAN beobachtet werden.

[0081] **Fig. 15** zeigt ein Antennenmodul **1500** mit einem Antennenelement für eine drahtlose Kommunikation gemäß einem Beispiel. Das Antennenelement umfasst ein elektrisch leitendes Element **1510**, welches einen Schlitz oder eine Öffnung **1512** teilweise umschließt, und ein Induktivitätselement **1520**, welches elektrisch mit dem elektrisch leitenden Element **1510** verbunden ist, so dass das elektrisch leitende Element **1510** und das Induktivitätselement **1520** eine den Schlitz umschließende Schleife implementieren. Mit anderen Worten umfasst das Antennenelement ein elektrisch leitendes Element **1510**, welches einen Schlitz **1512** oder eine Öffnung teilweise umschließt, und ein Induktivitätselement **1520**, welches die Enden des elektrisch leitenden Elements **1510** elektrisch verbindet, so dass der Schlitz **1512** durch

das elektrisch leitende Element **1510** und das Induktivitätselement **1520** umschlossen ist.

[0082] Durch Umschließen eines Schlitzes durch ein elektrisch leitendes Element **1510** und eine Induktivität **1520** kann ein Antennenelement mit mindestens zwei Resonanzfrequenzen bereitgestellt werden. Beispielsweise ergibt sich eine erste Resonanzfrequenz aus einem Monopolmodus des Antennenelements und kann sich eine zweite Resonanzfrequenz aus einem Schleifenmodus ergeben (der durch das elektrisch leitende Element und den den Schlitz umgebende Induktivität implementierten Schleife). Auf diese Weise können Signale mit unterschiedlichen Frequenzbereichen gleichzeitig mit guter Qualität durch das gleiche Antennenelement gesendet oder empfangen werden, während nur wenig Platz für das Implementieren des Antennenmoduls **1500** erforderlich sein kann.

[0083] Das Induktivitätselement **1520** des Antennenelements des Antennenmoduls **1500** kann verwendet werden, um beispielsweise mindestens eine Resonanzfrequenz des Antennenelements auf eine gewünschte Frequenz zu legen.

[0084] Das Antennenelement des Antennenmoduls **1500** kann mit einem einzelnen Port (beispielsweise zum Bereitstellen oder Empfangen von Signalen in verschiedenen Frequenzbereichen) oder mit mindestens zwei Ports, wie in den **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 4** oder **Fig. 9** dargestellt ist, verbunden werden.

[0085] Das Antennenmodul **1500** kann ein oder mehrere optionale zusätzliche Merkmale umfassen, die dem vorgeschlagenen Konzept oder einem oder mehreren vorstehend beschriebenen Beispielen entsprechen (beispielsweise **Fig. 1** bis **Fig. 14**).

[0086] Beispielsweise kann das Antennenmodul **1500** ein Kopplerelement umfassen, das mit einem ersten Port verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements angeordnet ist, so dass das Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement gekoppelt ist, um ein erstes Hochfrequenzsignal durch das Antennenelement zu senden oder zu empfangen.

[0087] Optional kann das Antennenmodul **1500** auch ein zweites Kopplerelement umfassen, das mit einem zweiten Port verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements angeordnet ist, so dass das zweite Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement gekoppelt ist, um beispielsweise ein zweites Hochfrequenzsignal durch das Antennenelement zu senden oder zu empfangen.

[0088] Alternativ ist der zweite Port optional mit dem Antennenelement verbunden (beispielsweise durch einen optionalen Anpassungs- oder Isolationskon-

densator). **Fig. 16** zeigt eine schematische Darstellung eines Antennenmoduls **1600** gemäß einem Beispiel. Die Implementation des Antennenmoduls **1600** ähnelt der in **Fig. 1** in Zusammenhang mit dem beispielsweise in **Fig. 15** dargestellten Antennenelement dargestellten Implementation.

[0089] **Fig. 17** zeigt ein Blockdiagramm eines Antennenmoduls **1700** unter Verwendung eines in **Fig. 15** dargestellten Antennenelements in Kombination mit einem einzelnen Port **1720** zum Bereitstellen oder Empfangen von Signalen, die gemäß einem Beispiel durch das Antennenelement **1510**, **1520** zu senden oder zu empfangen sind. Der erste Port **1720** (beispielsweise zum Empfangen von Mobilfunk-Niederbandfrequenzen und Mobilfunk-Hochbandfrequenzen) ist durch ein Anpassungsinduktivitätselement (beispielsweise eine Mobilfunk-Anpassungsinduktivität mit beispielsweise 27 nH) **1726** mit einem Kopplerelement **1724** verbunden. Das Kopplerelement **1724** ist kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement **1510**, **1520** gekoppelt. Das Antennenelement **1510**, **1520** ist mit einem dritten Port verbunden, der durch ein Resonatorinduktivitätselement **1744** (beispielsweise ein Mobilfunk-Resonatorinduktivität mit beispielsweise 20 nH) mit einem Referenzpotential **1742** (beispielsweise Masse) verbindbar ist. Weitere Einzelheiten und Aspekte werden in Zusammenhang mit den vorstehend beschriebenen Beispielen erwähnt.

[0090] Einige Beispiele beziehen sich auf eine mobile Vorrichtung, die ein Antennenmodul gemäß dem beschriebenen Konzept oder gemäß einem oder mehreren vorstehend beschriebenen Beispielen umfasst.

[0091] **Fig. 18** zeigt ein Blockdiagramm einer mobilen Vorrichtung **150** gemäß einem Beispiel. Die mobile Vorrichtung **150** umfasst ein Antennenmodul **160**, wie in Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen Konzept oder einem oder mehreren vorstehend beschriebenen Beispielen (beispielsweise **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 4**, **Fig. 15** oder **Fig. 16**) beschrieben wurde. Ferner umfasst die mobile Vorrichtung **150** ein Basisbandprozessormodul **170**, das mindestens Basisbandsignale erzeugt, und ein Transceivermodul **190**, welches zumindest die beiden Basisbandsignale in zwei Hochfrequenzsignale konvertiert und die beiden Hochfrequenzsignale den beiden Ports des Antennenmoduls **160** bereitstellt. Ferner umfasst die mobile Vorrichtung **150** eine Leistungsversorgungseinheit **180**, welche zumindest das Basisbandprozessormodul **170** und das Transceivermodul **190** versorgt.

[0092] Die mobile Vorrichtung **150** kann nur wenig Platz für das Antennenmodul benötigen, während sie Signale bereitstellt, die mit hoher Qualität zu externen Vorrichtungen abgestrahlt werden oder von externen Vorrichtungen empfangen werden. Auf diese Weise

kann beispielsweise eine kleinere mobile Vorrichtung bereitgestellt werden, oder es kann mehr Platz für andere Komponenten innerhalb der mobilen Vorrichtung verfügbar sein.

[0093] Alternativ kann die mobile Vorrichtung **150** verschiedene Transceivermodule für zumindest die beiden Hochfrequenzsignale umfassen, die von den beiden Ports des Antennenmoduls **160** bereitgestellt oder empfangen werden. Ferner können auch zwei unabhängige Basisbandprozessormodule die Basisbandsignale den beiden unabhängigen Transceivermodulen bereitstellen. Beispielsweise können ein Basisbandprozessormodul und ein Transceivermodul für die Mobilkommunikation (beispielsweise GSM, UMTS oder LTE) und ein Basisbandprozessormodul und ein Transceivermodul für WLAN- oder GPS-Anwendungen verwendet werden.

[0094] Mit anderen Worten kann die mobile Vorrichtung **150** gemäß dem vorgeschlagenen Konzept oder einem oder mehreren vorstehend beschriebenen Beispielen zwei Empfängermodule und ein Antennenmodul umfassen. In diesem Beispiel kann ein erstes Transceivermodul einen ersten Sendeweg umfassen, der mit dem ersten Port des Antennenmoduls **160** verbunden ist, und kann ein zweites Transceivermodul einen zweiten Sendeweg umfassen, der mit dem zweiten Port des Antennenmoduls **160** verbunden ist.

[0095] Fig. 19 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils einer mobilen Vorrichtung **1900** gemäß einem Beispiel. Die mobile Vorrichtung **1900** umfasst eine gedruckte Leiterplatte **1902** (beispielsweise einen Träger für ein oder mehrere Transceivermodule, Basisbandprozessormodule und/oder Leistungsversorgungsmodule sowie andere Komponenten einer mobilen Vorrichtung) sowie ein Antennenmodul, welches ein Antennenelement **1910** umfasst, das kapazitiv oder induktiv mit einem ersten Port **1920** gekoppelt ist und elektrisch mit einem zweiten Port **1930** verbunden ist. Der erste Port **1920** ist über ein Koppelerelement **1922** kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement **1910** gekoppelt, und der zweite Port **1930** ist über eine elektrische Verbindung **1932** elektrisch mit dem Antennenelement **1910** verbunden.

[0096] In diesem Beispiel umfasst das Antennenelement **1910** eine im Wesentlichen rechteckige Form ohne einen Schlitz. Die Implementation des Antennenmoduls kann beispielsweise auf der in Fig. 1 oder Fig. 4 dargestellten Implementation beruhen. Fig. 19 zeigt ein Beispiel einer indirekten Zuleitungstechnik (für den ersten Signalweg).

[0097] Das Antennenmodul kann aus einem Element und einem Koppler bestehen, wie in Fig. 19 dargestellt ist. Das Element kann direkt mit Masse verbunden sein (PCB), falls das Element selbst bei ei-

ner gewünschten Frequenz resoniert, und es kann andernfalls über eine Induktivität mit Masse verbunden sein, um das Element zu zwingen, bei der richtigen Frequenz zu resonieren. Eine Induktivität kann in Antennenentwürfen mobiler Vorrichtungen (beispielsweise eines Smartphones) bei niedrigen Frequenzen (700 MHz bis 960 MHz) verwendet werden, weil das für die Niederbandantenne zugeordnete Volumen häufig nicht ausreicht, um beispielsweise bei der gewünschten Frequenz natürlich zu resonieren. Das Zuleitungssignal ist an den Koppler **1922** angelegt, welcher indirekt das Antennenelement speist. Dieses Verfahren zur Zuleitung kann die Bandbreite beispielsweise um bis zu 70% im Vergleich mit Direktzuleitungsantennen erhöhen.

[0098] Das in Fig. 19 dargestellte Beispiel kann eine (60-125)-mm-PCB und ein (8-43,5)-mm-Element, das in Erweiterung der PCB angeordnet ist und beispielsweise mit einem Ausschnitt von 5 mm versehen ist, umfassen. Das Element **1910** und der Koppler **1922** können angepasst sein, wie beispielsweise in Fig. 4 oder Fig. 17 dargestellt ist. Der Abstand zwischen der gedruckten Leiterplatte **1902** und dem Antennenmodul kann innerhalb der mobilen Vorrichtung so groß wie möglich ausgewählt werden, um beispielsweise die Kopplung zwischen der Masse der gedruckten Leiterplatte **1902** und dem Potential des Antennenelements zu verringern.

[0099] Der Mobilfunkwert S11 und die komplexe Impedanz der indirekten Zuleitungstechnik sind in Fig. 20A schematisch dargestellt, wo gezeigt ist, dass die Bandbreite von S11 bei -6 dB 347 MHz ist, was beispielsweise einer relativen Bandbreite von etwa 41% entsprechen kann. Fig. 20A gibt den Reflexionskoeffizienten S11 in dB über Frequenzen von 0,5 GHz bis 1,2 GHz an.

[0100] Fig. 21 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils einer mobilen Vorrichtung **2100** gemäß einem Beispiel. Die Implementation der mobilen Vorrichtung **2100** ähnelt der in Fig. 19 dargestellten Implementation. Allerdings ist das Antennenelement ähnlich dem in Fig. 15 dargestellten Antennenelement implementiert. Das Antennenelement umfasst ein elektrisch leitendes Element **2110** (beispielsweise mit einer laminaren Form) und ein Induktivitätselement **2120**, wodurch ein Schlitz **2130** umschlossen ist. Ein erstes Signal mit einem ersten Frequenzbereich wird durch den ersten Port **1920** bereitgestellt oder empfangen, und ein zweites Signal mit einem zweiten Frequenzbereich wird durch den zweiten Port **1930** bereitgestellt oder empfangen. Weitere Einzelheiten und Aspekte werden in Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen Konzept oder vorstehend beschriebenen Beispielen erklärt (beispielsweise Fig. 1, Fig. 2, Fig. 9, Fig. 15 oder Fig. 16).

[0101] Beispielsweise kann **Fig. 21** ein Mehrfachgekoppeltes-Element-MCE-Konzept durch Koppeln des WLAN-Signals direkt an das (Antennen-)Element **2110** implementieren, weil das Niederband-Mobilfunksignal mit dem Koppler **1922** gekoppelt ist. Das Element und der 20-nH-Induktivität an Masse können als eine Monopolantenne wirken, die bei etwa 850 MHz und nicht bei 2,4 GHz resoniert, was beispielsweise für den WLAN-Betrieb erforderlich sein kann. Der bei 2,4 GHz resonierende Modus kann durch Hinzufügen eines offenen Schlitzes zum Element und durch anschließendes Kurzschließen des Schlitzes mit einer Induktivität erhalten werden, wie beispielsweise in **Fig. 21** dargestellt ist. Mit anderen Worten kann **Fig. 21** eine indirekte Zuleitungstechnik, einschließlich eines offenen Schlitzes (MCE), zeigen.

[0102] Der Schlitz **2130** im Element **2110** und der Induktivität **2120** können bei 2,4 GHz als eine schleifenartige Antenne wirken, während der Monopolmodus bei 850 MHz beibehalten wird, wie beispielsweise in den **Fig. 3A–Fig. 3B** dargestellt ist. Die Resonanzfrequenz des Schleifenmodus kann durch Einstellen des Werts des Schleifeninduktivitäts **2120** fein abgestimmt werden.

[0103] **Fig. 22** zeigt eine schematische Darstellung eines Teils einer mobilen Vorrichtung **2200** gemäß einem Beispiel. Die Implementation der mobilen Vorrichtung **2200** ähnelt der in **Fig. 21** dargestellten Implementation. Allerdings umfasst die mobile Vorrichtung **2200** ein zweites Antennenmodul für zumindest ein drittes Hochfrequenzsignal mit einem dritten Frequenzbereich. In diesem Beispiel umfasst die Geometrie des Antennenelements **2210** des ersten Antennenmoduls eine dreidimensionale laminaire Form, die an den verfügbaren Platz innerhalb der mobilen Vorrichtung **2200** angepasst ist. Das Antennenelement umfasst ein elektrisch leitendes Element **2210** mit einem Schlitz und einen Zwischenraum. Der Zwischenraum ist durch ein Induktivitätselement **2220** geschlossen, das mit den durch Zuleitungsfedern **2222** gestützten Enden des elektrisch leitenden Elements verbunden ist. Ein erstes Signal mit einem ersten Frequenzbereich kann durch das Antennenelement (beispielsweise ein Element für das niedrige Band und WLAN) über ein kapazitiv oder induktiv gekoppeltes Kopplerelement **2230** (beispielsweise Koppler-Niederband) gesendet oder empfangen werden. Ferner kann das zweite Signal durch eine Verbindung eines Transceivers über eine der Zuleitungsfedern **2222** gesendet oder empfangen werden. Ferner kann eine dritte Zuleitungsfeder **2224** eine Verbindung für einen Niederband-Resonanzabstimmungskondensator (beispielsweise den in **Fig. 9** dargestellten variablen Kondensator) bereitstellen. Die gedruckten Leiterplatten **2202** können Platz zur Montage eines oder mehrerer Transceivermodule, eines oder mehrerer Basisbandprozessormodule, eines Leistungsversorgungsmoduls so-

wie anderer Komponenten, die für die mobile Vorrichtung **2200** erforderlich sind, bereitstellen. Das zweite Antennenmodul kann ein Antennenelement **2240** (beispielsweise ein Element für das hohe Band) mit nur einer einzigen Resonanzfrequenz zum Senden eines dritten Signals mit einem dritten Frequenzbereich (beispielsweise Mobilfunk-Hochbandfrequenz), das über eine Zuleitungsfeder **2242** mit einem Referenzpotential verbunden ist, umfassen. Das dritte Signal kann beispielsweise über ein Kopplerelement **2250** (beispielsweise Koppler-Hochband) in der Nähe des Antennenelements **2240** des zweiten Antennenmoduls kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement **2240** gekoppelt sein.

[0104] Die mobile Vorrichtung **2200** kann beispielsweise eine Antennenstruktur umfassen, die dem in **Fig. 9** dargestellten Blockdiagramm entspricht. **Fig. 11** kann einen computerunterstützten Entwurf (CAD) der Antennen zeigen.

[0105] Mit anderen Worten kann die mobile Vorrichtung **2200** ein zweites Antennenmodul umfassen, das mit einem dritten Sendeweg eines Transceivermoduls verbunden ist (beispielsweise unabhängig davon, dass dieses das erste und/oder das zweite Hochfrequenzsignal bereitstellt), um ein drittes Signal mit einem dritten Frequenzbereich zu senden oder zu empfangen.

[0106] Optional weist das Antennenelement zum Senden oder Empfangen von Signalen des zweiten Antennenmoduls die größte Ausdehnung in einer Richtung auf, die einen Winkel zwischen 45° und 135° (oder zwischen 60° und 120° oder zwischen 80° und 100°, beispielsweise 80°, 90° oder 100°) zu einer Richtung der größten Abmessung des Antennenelements des ersten Antennenmoduls aufweist. Mit anderen Worten können die Antennenelemente der beiden Antennenmodule orthogonal zueinander angeordnet werden, um beispielsweise den Einfluss von einem auf das andere zu verringern.

[0107] Beispielsweise kann das Antennenelement **2240** des zweiten Antennenmoduls dafür ausgelegt sein, ein drittes Hochfrequenzsignal zu senden, das hauptsächlich Frequenzen umfasst, die beispielsweise höher als 1500 MHz sind.

[0108] **Fig. 22** kann eine schematische Implementation des MCE-Konzepts auf einem Smartphone zeigen, wobei beispielsweise auch das hohe Mobilfunkband enthalten ist.

[0109] Die Elemente des niedrigen Mobilfunkbands und des hohen Mobilfunkbands sind räumlich getrennt, um eine gute Isolation zwischen 2,4-GHz-WLAN auf dem Niederbandelement und dem Mobilfunk-Hochbandbetrieb auf dem Hochbandelement zu erreichen. Das Konzept der indirekten Zuleitung kann

durch die Verwendung von zwei Elementen, nämlich einem für den Niederbandbetrieb und einem für den Hochbandbetrieb, zu einem Dualresonanzsystem kombiniert werden. Die 2 Elemente können für den ausschließlichen Mobilfunkbetrieb nahe beieinander positioniert werden. Auch kann das Konzept vom Einzelzuleitungssystem zum Dualzuleitungssystem kombiniert werden und ist im folgenden Beispiel als ein Einzelzuleitungssystem dargestellt.

[0110] Das in **Fig. 22** dargestellte Konzept kann eine Diversityantenne mit einem begrenzten Volumen sein, wobei eine Abstimmung und ein Schalten erforderlich sein können, um die erforderlichen Frequenzbereiche abzudecken. Das Mobilfunk-Niederbandelement kann beispielsweise abgestimmt werden, indem ein abstimmbarer Kondensator zwischen das Element und Masse geschaltet wird, wie in den **Fig. 22** und **Fig. 9** dargestellt ist. Das Hochbandelement kann zwischen zwei Stufen am Erdungspunkt des Elements geschaltet sein, wie in **Fig. 9** dargestellt ist.

[0111] Eine vorstehend erwähnte mobile Vorrichtung kann beispielsweise ein Mobiltelefon, ein Laptop oder ein Tablett sein.

[0112] Einige Beispiele betreffen ein Mobiltelefon, umfassend ein Antennenmodul gemäß dem vorgeschlagenen Konzept oder einem oder mehreren der vorstehend beschriebenen Beispiele.

[0113] Ferner betreffen einige Beispiele eine Basisstation oder eine Relaisstation eines Mobilkommunikationssystems, das ein Antennenmodul gemäß dem beschriebenen Konzept oder einem oder mehreren der vorstehend beschriebenen Beispiele umfasst.

[0114] Ein Mobil- oder Drahtloskommunikationssystem kann beispielsweise einem der durch das 3rd Generation Partnership Project (3GPP) standardisierten Mobilkommunikationssysteme entsprechen, wie beispielsweise einem globalen System für die Mobilkommunikation ("Global System for Mobile Communications (GSM)"), einem Erhöhte-Datenraten-für-die-GSM-Weiterentwicklung-("Enhanced Data rates for GSM Evolution (EDGE)"), einem GSM-EDGE-Funkzugangsnetz ("GSM EDGE Radio Access Network (GERAN)"), einem Hochgeschwindigkeits-Paketzugriffs-("High Speed Packet Access (HSPA)"), einem universellen erdgestützten Funkzugangsnetz ("Universal Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)") oder einem weiterentwickelten UTRAN-("Evolved UTRAN (E-UTRAN)"), einem Langzeitentwicklungs-("Long Term Evolution (LTE)"), einem System oder einem fortentwickelten LTE-("LTE-Advanced (LTE-A)"), einem System oder Mobilkommunikationssystemen mit verschiedenen Standards, beispielsweise einem Weltweite-Zusammenarbeitbarkeit-für-Mi-

krowellenzugang-("Worldwide Interoperability for Microwave Access (WIMAX)"), System IEEE 802.16 oder einem drahtlosen lokalen Netz ("Wireless Local Area Network (WLAN)") IEEE 802.11, allgemein einem beliebigen System auf der Grundlage des Zeitgetrenntlage-Vielfachzugriffs ("Time Division Multiple Access (TDMA)"), des Frequenzgetrenntlage-Vielfachzugriffs ("Frequency Division Multiple Access (FDMA)"), des Orthogonale-Frequenzgetrenntlage-Vielfachzugriffs ("Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)"), des Codemultiplex-Vielfachzugriffs ("Code Division Multiple Access (CDMA)"), usw. Die Begriffe Mobilkommunikationssystem und Mobilkommunikationsnetz können synonym verwendet werden.

[0115] Das Mobilkommunikationssystem kann mehrere Übertragungspunkte oder Basisstationstransceiver umfassen, die in der Lage sind, Funksignale mit einem mobilen Transceiver auszutauschen. In diesen Beispielen kann das Mobilkommunikationssystem mobile Transceiver, Relaisstationstransceiver und Basisstationstransceiver umfassen. Die Relaisstationstransceiver und die Basisstationstransceiver können aus einer oder mehreren Zentraleinheiten und einer oder mehreren fernen Einheiten zusammengesetzt sein.

[0116] Ein mobiler Transceiver oder eine mobile Vorrichtung kann einem Smartphone, einem Mobiltelefon, einem Benutzergerät (UE), einem Laptop, einem Notebook, einem Personalcomputer, einem persönlichen digitalen Assistenten (PDA), einem USB-Stick, einem Tablett-Computer, einem Auto usw. entsprechen. Ein mobiler Transceiver oder ein mobiles Endgerät kann entsprechend der 3GPP-Terminologie auch als UE oder Benutzer bezeichnet werden. Ein Basisstationstransceiver kann sich im festen oder stationären Teil des Netzes oder Systems befinden. Ein Basisstationstransceiver kann einem fernen Funkkopf, einem Übertragungspunkt, einem Zugangspunkt, einer Makrozelle, einer kleinen Zelle, einer Mikrozelle, einer Pikozelle, einer Femtozelle, einer Metrozelle usw. entsprechen. Der Begriff kleine Zelle kann sich auf eine beliebige Zelle beziehen, die kleiner als eine Makrozelle ist, d. h. eine Mikrozelle, eine Pikozelle, eine Femtozelle oder eine Metrozelle. Überdies wird eine Femtozelle als kleiner als eine Pikozelle betrachtet, welche als kleiner als eine Mikrozelle betrachtet wird. Ein Basisstationstransceiver kann eine drahtlose Schnittstelle eines drahtgestützten Netzes sein, die das Senden und den Empfang von Funksignalen zu einem UE, mobilen Transceiver oder Relaisstationstransceiver ermöglicht. Ein solches Funksignal kann mit Funksignalen vereinbar sein, wie beispielsweise solchen, die durch 3GPP standardisiert sind, oder im Allgemeinen solchen, die einem oder mehreren der vorstehend angeführten Systeme entsprechen. Demgemäß kann ein Basisstationstransceiver einem NodeB, einem eNo-

deB, einem BTS, einem Zugangspunkt usw. entsprechen. Ein Relaisstationstransceiver kann einem Zwischennetzknoten im Kommunikationsweg zwischen einem Basisstationstransceiver und einem Mobilstationstransceiver entsprechen. Ein Relaisstationstransceiver kann ein von einem mobilen Transceiver empfangenes Signal zu einem Basisstationstransceiver weiterleiten bzw. vom Basisstationstransceiver empfangene Signale zum Mobilstationstransceiver weiterleiten.

[0117] Das Mobilkommunikationssystem kann ein zelluläres System sein. Der Begriff Zelle bezieht sich auf einen Versorgungsbereich von Funkdiensten, die durch einen Übertragungspunkt, eine ferne Einheit, einen fernen Kopf, einen fernen Funkkopf, einen Basisstationstransceiver, einen Relaisstationstransceiver oder einen NodeB bzw. einen eNodeB bereitgestellt werden. Die Begriffe Zelle und Basisstationstransceiver können synonym verwendet werden. Bei einigen Beispielen kann eine Zelle einem Sektor entsprechen. Beispielsweise können Sektoren unter Verwendung von Sektorantennen erreicht werden, die eine Charakteristik zum Abdecken eines Winkelabschnitts um einen Basisstationstransceiver oder eine ferne Einheit bereitstellen. Bei einigen Beispielen kann ein Basisstationstransceiver oder eine ferne Einheit beispielsweise drei oder sechs Zellen betreiben, die 120° (im Fall von drei Zellen) bzw. 60° (im Fall von sechs Zellen) abdecken. Ebenso kann ein Relaisstationstransceiver eine oder mehrere Zellen in seinem Versorgungsbereich einrichten. Ein mobiler Transceiver kann mit mindestens einer Zelle registriert oder ihr zugeordnet werden, d. h. er kann einer Zelle zugeordnet werden, so dass Daten zwischen dem Netz und der mobilen Vorrichtung im Versorgungsbereich der zugeordneten Zelle unter Verwendung eines zweckgebundenen Kanals, einer zweckgebundenen Strecke oder einer zweckgebundenen Verbindung ausgetauscht werden können. Ein mobiler Transceiver kann daher direkt oder indirekt mit einem Relaisstationstransceiver oder Basisstationstransceiver registriert oder ihm zugeordnet werden, wobei eine indirekte Registrierung oder Zuordnung durch einen oder mehrere Relaisstationstransceiver erfolgen kann.

[0118] Einige Beispiele betreffen ein Antennenmodul zur drahtlosen Kommunikation, welches ein Antennenelement umfasst, das eine erste Resonanzfrequenz und eine zweite Resonanzfrequenz umfasst. Ferner umfasst das Antennenmodul Mittel zum Empfangen oder Bereitstellen eines ersten Hochfrequenzsignals mit einem ersten Frequenzbereich und Mittel zum Empfangen oder Bereitstellen eines zweiten Hochfrequenzsignals mit einem zweiten Frequenzbereich, wobei der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich voneinander verschieden sind. Die erste Resonanzfrequenz befindet sich im ersten Frequenzbereich, und die zweite Resonanzfrequenz befindet sich im zweiten Frequenzbereich,

wobei das Antennenelement dafür ausgelegt ist, das erste Hochfrequenzsignal und das zweite Hochfrequenzsignal gleichzeitig zu senden oder zu empfangen.

[0119] Das Antennenmodul kann ein oder mehrere zusätzliche optionale Merkmale umfassen, die einem oder mehreren Aspekten entsprechen, die in Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen Konzept oder einem oder mehreren vorstehend beschriebenen Beispielen erwähnt wurden.

[0120] Fig. 23 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens **2300** zur drahtlosen Kommunikation durch ein Antennenelement, das eine erste Resonanzfrequenz und eine zweite Resonanzfrequenz umfasst, gemäß einem Beispiel. Das Verfahren **2300** umfasst das Empfangen oder Senden **2310** eines ersten Hochfrequenzsignals mit einem ersten Frequenzbereich durch das Antennenelement. Das erste Hochfrequenzsignal wird für das Senden empfangen oder nach dem Empfang durch einen ersten Port bereitgestellt. Ferner umfasst das Verfahren **2300** das gleichzeitige Empfangen oder Senden **2320** eines zweiten Hochfrequenzsignals mit einem zweiten Frequenzbereich durch das Antennenelement. Das zweite Hochfrequenzsignal wird für das Senden empfangen oder nach dem Empfang durch einen zweiten Port bereitgestellt. Ferner sind der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich voneinander verschieden.

[0121] Einige Beispiele beziehen sich auf ein mehrfach gekoppeltes (Antennen-)Element. Das mehrfach gekoppelte Antennenelement kann einen kompakten Antennenentwurf bereitstellen. Das mehrfach gekoppelte Antennenelement kann in Hochvolumenarchitekturen (beispielsweise einem Mobiltelefon) oder Niedervolumenarchitekturen (beispielsweise Testsystemen oder Entwurfs-/Fehlersuchwerkzeugen) implementiert sein.

[0122] Beispielsweise ist der Platz für eine gute Antennenfunktionsweise bei einem modernen Smartphone sehr begrenzt, und es kann erwünscht sein, dass einige der drahtlosen Systeme und/oder Mobilfunkbänder dasselbe Antennenelement gemeinsam verwenden und gleichzeitig arbeiten, ohne dass eine erhebliche Beeinträchtigung der Funktionsweise herbeigeführt wird, und die Gesamtzahl der in dem Telefon erforderlichen Antennenelemente zu verringern. Das vorgeschlagene Konzept zeigt beispielsweise einen Weg zum gleichzeitigen Koppeln mehrerer drahtloser Systeme in der Art eines Mobilfunkbands und zweier WLAN-Bänder auf dasselbe Antennenelement, ohne die Funktionsweise eines der Systeme erheblich zu beeinträchtigen.

[0123] Im Vergleich mit dem gemeinsamen Verwenden eines Antennenelements zwischen beispielsweise

se GPS und WLAN durch Herstellen einer Dualresonanzantenne mit einer einzigen Zuleitung und anschließendes Zuführen des GPS- und des WLAN-Signals durch einen Duplexer/Diplexer zur Antenne kann das vorgeschlagene Konzept den hinzugefügten Einfügungsverlust von 1 dB bis 2 dB des Duplexfilters vermeiden.

[0124] Das vorgeschlagene Antennenmodul kann weniger Volumen einnehmen als 2 getrennte Einzelresonanzantennen mit einer einzigen Zuleitung.

[0125] Verglichen mit einer geschalteten Lösung, wobei jedes System/Band zum Antennenelement ein- und ausgeschaltet werden kann, so dass nur ein Band/System zur Zeit mit dem Antennenelement gekoppelt wird, kann das vorgeschlagene Konzept einen gleichzeitigen Betrieb unterstützen und einen Verlust infolge der Schalter und des Einzel- oder Dualzuleitungs-Antennenelements mit Dualresonanzen vermeiden.

[0126] Das vorgeschlagene Konzept kann ein Verfahren zum Koppeln mehrerer Mobilfunkbänder und/oder drahtloser Systeme, wie beispielsweise der Mobilfunkbänder zwischen 700 MHz bis 960 MHz und des 2,4-GHz- und des 5,6-GHz-WLANs auf dasselbe Antennenelement einführen, ohne das Volumen des für das Abdecken der Niederbandfrequenzen (700 MHz bis 960 MHz) erforderlichen Antennenelements zu erhöhen (oder ohne dieses erheblich zu erhöhen) und ohne beispielsweise die erreichte Abstrahlungsleistungsfähigkeit erheblich zu verringern (mehrfach gekoppeltes Element ("Multiple Coupled Element (MCE)")). Dies kann beispielsweise die Anzahl der erforderlichen Antennenelemente in drahtlosen Vorrichtungen verringern, und es können kompaktere Schichtanordnungen gebildet werden, und/oder es kann mehr Metall am Telefon akzeptiert werden, wodurch dem industriellen Entwickler mehr Freiheitsgrade gegeben werden.

[0127] Das erwähnte MCE-Konzept kann weniger Volumen erfordern als eine Einzel-/Dualzuleitungs-Dualresonanz-Antennenelementkonfiguration unter Verwendung entweder eines Duplexers/Diplexers oder von Schaltern, während beispielsweise die Leistungsfähigkeit des bei der niedrigsten Frequenz arbeitenden Systems aufrechterhalten werden kann und die Leistungsfähigkeit des bei der hohen Frequenz arbeitenden Systems in manchen Fällen verbessert werden kann. Das vorgeschlagene Konzept kann beispielsweise kostspielige und verlustbehaftete Duplexer/Diplexer oder Schalter vermeiden.

[0128] Beispielsweise kann ein Chipsatz 2·2-MIMO-WLAN erfordern, das 2 WLAN-Antennen erfordern kann. Es kann möglich sein, das Hinzufügen einer zweiten WLAN-Antenne zu vermeiden, wodurch die zusätzlichen Kosten und Platzbeschränkungen, bei-

spielsweise bei einem Smartphone, verringert werden. Dies kann durch das MCE-Konzept ermöglicht werden, weil die beiden WLAN-Antennen zusammen mit der Niederband-Hauptantenne und der Niederband-Diversityantenne implementiert werden können, wodurch beispielsweise eine zusätzliche getrennte WLAN-Antenne überflüssig gemacht wird.

[0129] Mit anderen Worten kann das MCE-Konzept die Anzahl der in einer WLAN verwendenden drahtlosen Vorrichtung erforderlichen getrennten Antennen verringern, wodurch Platz für andere Komponenten oder beispielsweise für ein anspruchreicheres industrielles Design freigesetzt werden kann.

[0130] Nachfolgend betreffen Beispiele weitere Beispiele. Beispiel 1 ist ein Antennenmodul zur drahtlosen Kommunikation, welches umfasst: ein Antennenelement, das eine erste Resonanzfrequenz und eine zweite Resonanzfrequenz umfasst, einen ersten Port, der dafür ausgelegt ist, ein erstes Hochfrequenzsignal mit einem ersten Frequenzbereich zu empfangen oder bereitzustellen, und einen zweiten Port, der dafür ausgelegt ist, ein zweites Hochfrequenzsignal mit einem zweiten Frequenzbereich zu empfangen oder bereitzustellen, wobei der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich voneinander verschieden sind, wobei sich die erste Resonanzfrequenz im ersten Frequenzbereich befindet und sich die zweite Resonanzfrequenz im zweiten Frequenzbereich befindet, wobei das Antennenelement dafür ausgelegt ist, das erste Hochfrequenzsignal und das zweite Hochfrequenzsignal gleichzeitig zu senden oder zu empfangen.

[0131] In Beispiel 2 kann der Gegenstand von Beispiel 1 optional einen dritten Port aufweisen, der elektrisch mit dem Antennenelement verbunden ist, wobei der dritte Port dafür ausgelegt ist, elektrisch mit einem Referenzpotential verbunden zu werden.

[0132] In Beispiel 3 kann der Gegenstand von Beispiel 2 optional aufweisen, dass ein Induktivitätselement zwischen dem Antennenelement und dem dritten Port angeordnet ist.

[0133] In Beispiel 4 kann der Gegenstand von Beispiel 3 optional aufweisen, dass das Induktivitätselement dafür ausgelegt ist, die erste Resonanzfrequenz zu beeinflussen, so dass sich die erste Resonanzfrequenz im ersten Frequenzbereich befindet.

[0134] In Beispiel 5 kann der Gegenstand von einem der Beispiele 1–4 optional aufweisen, dass das Antennenelement ein einzelnes Antennenelement ist.

[0135] In Beispiel 6 kann der Gegenstand von einem der Beispiele 1–5 optional aufweisen, dass das Antennenelement ein elektrisch leitendes Element

umfasst, das einen Schlitz zumindest teilweise umschließt.

[0136] In Beispiel 7 kann der Gegenstand von Beispiel 6 optional aufweisen, dass das elektrisch leitende Element des Antennenelements den Schlitz teilweise umschließt, wobei das Antennenelement ein Induktivitätselement umfasst, das elektrisch mit dem elektrisch leitenden Element verbunden ist, so dass das elektrisch leitende Element und das Induktivitätselement eine den Schlitz umschließende Schleife implementieren.

[0137] In Beispiel 8 kann der Gegenstand von einem der Beispiele 1–7 optional ein Kopplerelement aufweisen, das mit dem ersten Port verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements angeordnet ist, so dass das Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement gekoppelt ist, um das erste Hochfrequenzsignal durch das Antennenelement zu senden oder zu empfangen.

[0138] In Beispiel 9 kann der Gegenstand von Beispiel 8 optional aufweisen, dass das Kopplerelement durch ein Anpassungselement, welches dafür ausgelegt ist, eine Impedanz des ersten Signalwegs vom ersten Port zum Kopplerelement an die erste Resonanzfrequenz des Antennenelements anzupassen, so dass ein Reflexionskoeffizient von weniger als -6 dB für das erste Hochfrequenzsignal erhalten wird, mit dem ersten Port verbunden ist.

[0139] In Beispiel 10 kann der Gegenstand von Beispiel 8 oder 9 optional ein zweites Kopplerelement aufweisen, das mit dem zweiten Port verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements angeordnet ist, so dass das zweite Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement gekoppelt ist, um das zweite Hochfrequenzsignal über das Antennenelement zu senden oder zu empfangen.

[0140] In Beispiel 11 kann der Gegenstand von Beispiel 8 oder 9 optional aufweisen, dass der zweite Port mit dem Antennenelement verbunden ist.

[0141] In Beispiel 12 kann der Gegenstand von Beispiel 11 optional einen dritten Port aufweisen, der durch einen variablen Abstimmungskondensator elektrisch mit dem Antennenelement verbunden ist, wobei der dritte Port dafür ausgelegt ist, elektrisch mit einem Referenzpotential verbunden zu werden.

[0142] In Beispiel 13 kann der Gegenstand von Beispiel 12 optional aufweisen, dass der Anpassungskondensator dafür ausgelegt ist, Frequenzen des ersten Hochfrequenzsignals zu dämpfen, so dass Signalabschnitte, die durch das am zweiten Port bereitgestellte erste Hochfrequenzsignal hervorgerufen werden, kleiner als -10 dB sind.

[0143] In Beispiel 14 kann der Gegenstand von einem der Beispiele 8–13 optional aufweisen, dass das Kopplerelement elektrisch von einem dritten Port isoliert ist, der elektrisch mit dem Antennenelement verbunden ist, wobei der dritte Port dafür ausgelegt ist, elektrisch mit einem Referenzpotential verbunden zu werden.

[0144] In Beispiel 15 kann der Gegenstand von einem der Beispiele 1–14 optional aufweisen, dass das Antennenelement so ausgelegt ist, dass die erste Resonanzfrequenz niedriger als 1 GHz ist und die zweite Resonanzfrequenz höher als 1 GHz ist.

[0145] In Beispiel 16 kann der Gegenstand von Beispiel 15 optional aufweisen, dass das Antennenelement so ausgelegt ist, dass die erste Resonanzfrequenz zwischen 600 MHz und 1000 MHz liegt und die zweite Resonanzfrequenz zwischen 2,2 GHz und 3,0 GHz liegt.

[0146] In Beispiel 17 kann der Gegenstand von einem der Beispiele 1–16 optional aufweisen, dass das Antennenelement eine laminare Form umfasst.

[0147] In Beispiel 18 kann der Gegenstand von Beispiel 17 optional aufweisen, dass eine Abmessung des Antennenelements in einer ersten Richtung entlang der laminaren Form mehr als das 5-Fache einer Abmessung des Antennenelements in einer zweiten Richtung entlang der laminaren Form ist, wobei die erste Richtung orthogonal zur zweiten Richtung ist.

[0148] In Beispiel 19 kann der Gegenstand von Beispiel 18 optional aufweisen, dass das Antennenelement einen Schlitz innerhalb der laminaren Form umfasst, wobei eine Abmessung des Schlitzes in der ersten Richtung mehr als das 5-Fache einer Abmessung des Schlitzes in der zweiten Richtung ist.

[0149] Beispiel 20 ist ein Antennenmodul zur drahtlosen Kommunikation, welches umfasst: ein Antennenelement, das eine erste Resonanzfrequenz und eine zweite Resonanzfrequenz umfasst, Mittel zum Empfangen oder Bereitstellen eines ersten Hochfrequenzsignals mit einem ersten Frequenzbereich und Mittel zum Empfangen oder Bereitstellen eines zweiten Hochfrequenzsignals mit einem zweiten Frequenzbereich, wobei der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich voneinander verschieden sind, wobei sich die erste Resonanzfrequenz im ersten Frequenzbereich befindet und sich die zweite Resonanzfrequenz im zweiten Frequenzbereich befindet, wobei das Antennenelement dafür ausgelegt ist, das erste Hochfrequenzsignal und das zweite Hochfrequenzsignal gleichzeitig zu senden oder zu empfangen.

[0150] In Beispiel 21 kann der Gegenstand von Beispiel 20 optional aufweisen, dass das Antennenele-

ment ein elektrisch leitendes Element umfasst, das einen Schlitz zumindest teilweise umschließt.

[0151] Beispiel 22 ist ein Antennenmodul mit einem Antennenelement zur drahtlosen Kommunikation, wobei das Antennenelement umfasst: ein elektrisch leitendes Element, das einen Schlitz teilweise umschließt, und ein Induktivitätselement, das elektrisch mit dem elektrisch leitenden Element verbunden ist, so dass das elektrisch leitende Element und das Induktivitätselement eine den Schlitz umschließende Schleife implementieren.

[0152] In Beispiel 23 kann der Gegenstand von Beispiel 21 optional ein Kopplerelement aufweisen, das mit einem ersten Port verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements angeordnet ist, so dass das Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement gekoppelt ist, um ein erstes Hochfrequenzsignal durch das Antennenelement zu senden oder zu empfangen.

[0153] In Beispiel 24 kann der Gegenstand von Beispiel 23 optional ein zweites Kopplerelement aufweisen, das mit einem zweiten Port verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements angeordnet ist, so dass das zweite Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement gekoppelt ist, um ein zweites Hochfrequenzsignal durch das Antennenelement zu senden oder zu empfangen.

[0154] In Beispiel 25 kann der Gegenstand von Beispiel 23 optional aufweisen, dass der zweite Port mit dem Antennenelement verbunden ist.

[0155] Beispiel 26 ist eine mobile Vorrichtung, die mindestens zwei Transceivermodule und ein Antennenmodul nach einem der Beispiele 1 bis 25 umfasst, wobei ein erstes Transceivermodul einen ersten Sendeweg umfasst, der mit dem ersten Port des Antennenmoduls verbunden ist, und ein zweites Transceivermodul einen zweiten Sendeweg umfasst, der mit dem zweiten Port des Antennenmoduls verbunden ist.

[0156] In Beispiel 27 kann der Gegenstand von Beispiel 26 optional ein zweites Antennenmodul aufweisen, das mit einem dritten Sendeweg eines Transceivermoduls verbunden ist, um ein drittes Hochfrequenzsignal mit einem dritten Frequenzbereich zu senden oder zu empfangen.

[0157] In Beispiel 28 kann der Gegenstand von Beispiel 27 optional ein Antennenelement zum Senden oder Empfangen von Signalen des zweiten Antennenmoduls aufweisen, das eine größte Ausdehnung in einer Richtung aufweist, die einen Winkel zwischen 45° und 135° zu einer Richtung einer größten Abmessung des Antennenelements des ersten Antennenmoduls umfasst.

[0158] In Beispiel 29 kann der Gegenstand von Beispiel 27 oder 28 optional aufweisen, dass ein Antennenelement des zweiten Antennenmoduls dafür ausgelegt ist, ein drittes Hochfrequenzsignal zu senden, wobei das zweite Hochfrequenzsignal und das dritte Hochfrequenzsignal hauptsächlich Frequenzen umfassen, die höher als 1500 MHz sind.

[0159] Beispiel 30 ist ein Mobiltelefon, das ein Antennenmodul nach einem der Beispiele 1 bis 25 umfasst.

[0160] Beispiel 31 ist ein Verfahren zur drahtlosen Kommunikation über ein Antennenelement, das eine erste Resonanzfrequenz und eine zweite Resonanzfrequenz umfasst. Das Verfahren umfasst folgende Schritte: Empfangen oder Senden eines ersten Hochfrequenzsignals mit einem ersten Frequenzbereich durch das Antennenelement, wobei das erste Hochfrequenzsignal für das Senden empfangen wird oder nach dem Empfang durch einen ersten Port bereitgestellt wird, und gleichzeitiges Empfangen oder Senden eines zweiten Hochfrequenzsignals mit einem zweiten Frequenzbereich durch das Antennenelement, wobei das zweite Hochfrequenzsignal für das Senden empfangen wird oder nach dem Empfang durch einen zweiten Port bereitgestellt wird, wobei der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich voneinander verschieden sind.

[0161] In Beispiel 32 kann der Gegenstand von Beispiel 31 optional aufweisen, dass das Antennenelement ein elektrisch leitendes Element umfasst, das einen Schlitz zumindest teilweise umschließt.

[0162] Beispiel 33 ist ein maschinenlesbares Speichermedium, das einen Programmcode aufweist, um, wenn er ausgeführt wird, eine Maschine zu veranlassen, das Verfahren von Beispiel 31 auszuführen.

[0163] Beispiel 34 ist ein maschinenlesbarer Speicher, der maschinenlesbare Befehle aufweist, um, wenn sie ausgeführt werden, ein Verfahren zu implementieren oder eine Vorrichtung zu verwirklichen, wie durch eines der Beispiele 1–31 implementiert ist.

[0164] Beispiel 35 ist ein Computerprogramm mit einem Programmcode zum Ausführen des Verfahrens nach Beispiel 31, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder Prozessor ausgeführt wird.

[0165] Beispiele können ferner ein Computerprogramm mit einem Programmcode zum Ausführen eines der vorstehenden Verfahren bereitstellen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder Prozessor ausgeführt wird. Fachleute werden leicht verstehen, dass Schritte verschiedener vorstehend beschriebener Verfahren durch programmierte Computer ausgeführt werden können. Hier sollen ei-

nige Beispiele auch Programmspeichervorrichtungen, beispielsweise digitale Datenspeichermedien, abdecken, die maschinen- oder computerlesbar sind und maschinenausführbare oder computerausführbare Programme von Befehlen codieren, wobei die Befehle einige oder alle Schritte der vorstehend beschriebenen Verfahren ausführen. Die Programmspeichervorrichtungen können beispielsweise digitale Speicher, Magnetspeichermedien, wie Magnetplatten und Magnetbänder, Festplatten oder optisch lesbare digitale Datenspeichermedien sein. Die Beispiele sollen auch Computer, die programmiert sind, um die Schritte der vorstehend beschriebenen Verfahren auszuführen, oder (feld-)programmierbare Logikarrays ((F)PLAs) oder (feld-)programmierbare Gate-Arrays ((F)PGAs), die programmiert sind, um die Schritte der vorstehend beschriebenen Verfahren auszuführen, abdecken.

[0166] Die Beschreibung und die Zeichnung veranschaulichen lediglich die Grundgedanken der Offenbarung. Es ist demgemäß zu verstehen, dass Fachleute in der Lage sein werden, verschiedene Anordnungen zu entwickeln, die, wenngleich sie hier nicht explizit beschrieben oder dargestellt sind, die Grundgedanken der Offenbarung verwirklichen und in ihrem Gedanken und Schutzzumfang enthalten sind. Ferner sind alle hier erwähnten Beispiele in erster Linie ausdrücklich für pädagogische Zwecke vorgesehen, um dem Leser dabei zu helfen, die Grundgedanken der Offenbarung und die vom Erfinder (den Erfindern) zur Weiterentwicklung der Technik beigetragenen Konzepte zu verstehen, und sie sind als diese spezifisch angeführten Beispiele und Bedingungen nicht einschränkend auszulegen. Überdies sollen alle hier vorgenommenen Aussagen, welche Grundgedanken, Aspekte und Beispiele der Offenbarung anführen, sowie spezifische Beispiele davon gleichwertige Ausgestaltungen davon einschließen.

[0167] Funktionsblöcke, die als "Mittel zum ..." (eine bestimmte Funktion ausführend) bezeichnet sind, sollen als Funktionsblöcke verstanden werden, die eine Schaltungsanordnung umfassen, die dafür ausgelegt ist, eine jeweilige bestimmte Funktion auszuführen. Daher kann ein "Mittel für etwas" auch als ein "Mittel, das für etwas ausgelegt ist oder für etwas geeignet ist" verstanden werden. Ein Mittel, das dafür ausgelegt ist, eine bestimmte Funktion auszuführen, impliziert daher nicht, dass dieses Mittel notwendigerweise die Funktion ausführt (zu einem gegebenen Zeitpunkt).

[0168] Funktionen verschiedener Elemente, die in den Figuren dargestellt sind, einschließlich jeglicher Funktionsblöcke, die als "Mittel", "Mittel zum Bereitstellen eines Sensorsignals", "Mittel zum Erzeugen eines Sendesignals" usw. bezeichnet sind, können durch die Verwendung zweckgebundener Hardware in der Art "eines Signalbereitstellers", "einer Si-

gnalverarbeitungseinheit", "eines Prozessors", "einer Steuereinrichtung" usw. sowie Hardware, die in der Lage ist, Software in Zusammenhang mit geeigneter Software auszuführen, bereitgestellt werden. Überdies kann jede Einheit, die hier als "Mittel" beschrieben wird, "einem oder mehreren Modulen", "einer oder mehreren Vorrichtungen", "einer oder mehreren Einheiten" usw. entsprechen oder dadurch implementiert sein. Wenn sie durch einen Prozessor bereitgestellt werden, können die Funktionen durch einen einzigen zweckgebundenen Prozessor, durch einen einzigen geteilten Prozessor oder durch mehrere einzelne Prozessoren, von denen einige geteilt werden können, bereitgestellt werden. Überdies sollte die explizite Verwendung des Begriffs "Prozessor" oder "Steuereinrichtung" nicht als sich ausschließlich auf Hardware, die in der Lage ist, Software auszuführen, beziehend ausgelegt werden und kann ohne Einschränkung digitale Signalprozessor-(DSP)-Hardware, einen Netzprozessor, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA), einen Nurlesespeicher (ROM) zum Speichern von Software, einen Direktzugriffsspeicher (RAM) und einen nicht flüchtigen Speicher implizit einschließen. Andere Hardware, ob herkömmlich und/oder eigens ausgelegt, kann auch aufgenommen werden.

[0169] Fachleute werden verstehen, dass alle hier gezeigten Blockdiagramme Konzeptansichten der Erläuterung dienender Schaltungsanordnungen, welche die Grundgedanken der Offenbarung verwirklichen, darstellen. Ähnlich ist zu verstehen, dass alle Flussdiagramme, Ablaufdiagramme, Zustandsübergangsdigramme, Pseudocode und dergleichen verschiedene Prozesse darstellen, die im Wesentlichen in einem computerlesbaren Medium dargestellt werden können und so durch einen Computer oder Prozessor ausgeführt werden, unabhängig davon, ob ein solcher Computer oder Prozessor explizit dargestellt ist.

[0170] Ferner sind die folgenden Ansprüche hiermit in die Detaillierte Beschreibung aufgenommen, wobei jeder Anspruch für sich als ein getrenntes Beispiel stehen kann. Wenngleich jeder Anspruch für sich als ein getrenntes Beispiel stehen kann, ist zu bemerken, dass, wenngleich sich ein abhängiger Anspruch in den Ansprüchen auf eine spezifische Kombination mit einem oder mehreren anderen Ansprüchen beziehen kann, andere Beispiele auch eine Kombination des abhängigen Anspruchs mit dem Gegenstand jedes anderen abhängigen oder unabhängigen Anspruchs einschließen können. Diese Kombinationen werden hier vorgeschlagen, es sei denn, dass ausgesagt wird, dass eine spezifische Kombination nicht vorgesehen ist. Ferner ist vorgesehen, auch Merkmale eines Anspruchs in jeden anderen unabhängigen Anspruch aufzunehmen, selbst wenn dieser An-

spruch nicht direkt vom unabhängigen Anspruch abhängig gemacht ist.

[0171] Es ist ferner zu verstehen, dass in der Beschreibung oder in den Ansprüchen offenbarte Verfahren durch eine Vorrichtung implementiert werden können, die Mittel zum Ausführen jedes der jeweiligen Schritte dieser Verfahren aufweist.

[0172] Ferner ist zu verstehen, dass die Offenbarung mehrerer Schritte oder Funktionen, die in der Beschreibung oder den Ansprüchen offenbart sind, nicht als sich in der spezifischen Reihenfolge befindend ausgelegt werden kann. Daher beschränkt die Offenbarung mehrerer Schritte oder Funktionen diese nicht auf eine bestimmte Reihenfolge, es sei denn, dass diese Schritte oder Funktionen aus technischen Gründen nicht austauschbar sind. Ferner kann bei einigen Beispielen ein einziger Schritt mehrere Unterschritte aufweisen oder in diese zerlegt sein. Diese Unterschritte können in die Offenbarung dieses einzelnen Schritts aufgenommen sein und Teil davon sein, es sei denn, dass dies explizit ausgeschlossen wird.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- IEEE 802.16 [0114]
- IEEE 802.11 [0114]

Patentansprüche

1. Antennenmodul (**100**, **200**, **400**, **900**) zur drahtlosen Kommunikation, welches Folgendes aufweist: ein Antennenelement (**110**), das eine erste Resonanzfrequenz und eine zweite Resonanzfrequenz umfasst, einen ersten Port (**120**), der dafür ausgelegt ist, ein erstes Hochfrequenzsignal mit einem ersten Frequenzbereich zu empfangen oder bereitzustellen, und einen zweiten Port (**130**), der dafür ausgelegt ist, ein zweites Hochfrequenzsignal mit einem zweiten Frequenzbereich zu empfangen oder bereitzustellen, wobei der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich voneinander verschieden sind, wobei sich die erste Resonanzfrequenz im ersten Frequenzbereich befindet und sich die zweite Resonanzfrequenz im zweiten Frequenzbereich befindet, wobei das Antennenelement (**110**) dafür ausgelegt ist, das erste Hochfrequenzsignal und das zweite Hochfrequenzsignal gleichzeitig zu senden oder zu empfangen.
2. Antennenmodul nach Anspruch 1, welches einen dritten Port (**240**) umfasst, der elektrisch mit dem Antennenelement (**110**) verbunden ist, wobei der dritte Port dafür ausgelegt ist, elektrisch mit einem Referenzpotential verbunden zu werden.
3. Antennenmodul nach Anspruch 2, wobei ein Induktivitätselement zwischen dem Antennenelement (**110**) und dem dritten Port angeordnet ist.
4. Antennenmodul nach Anspruch 3, wobei das Induktivitätselement dafür ausgelegt ist, die erste Resonanzfrequenz zum ersten Frequenzbereich zu ändern.
5. Antennenmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Antennenelement (**110**) ein einzelnes Antennenelement ist.
6. Antennenmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Antennenelement (**110**) ein elektrisch leitendes Element umfasst, das einen Schlitz zumindest teilweise umschließt.
7. Antennenmodul nach Anspruch 6, wobei das elektrisch leitende Element des Antennenelements (**110**) den Schlitz teilweise umschließt, wobei das Antennenelement (**110**) ein Induktivitätselement umfasst, das elektrisch mit dem elektrisch leitenden Element verbunden ist, um eine den Schlitz umschließende Schleife mit dem elektrisch leitenden Element und dem Induktivitätselement zu bilden.
8. Antennenmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welches ferner ein Kopplerelement umfasst, das mit dem ersten Port (**120**) verbunden ist und in der

Nähe des Antennenelements (**110**) angeordnet ist, um das Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement (**110**) zu koppeln, um das erste Hochfrequenzsignal durch das Antennenelement (**110**) zu senden oder zu empfangen.

9. Antennenmodul nach Anspruch 8, wobei das Kopplerelement durch ein Anpassungselement, welches dafür ausgelegt ist, eine Impedanz des ersten Signalwegs vom ersten Port (**120**) zum Kopplerelement an die erste Resonanzfrequenz des Antennenelements (**110**) anzupassen, um einen Reflexionskoeffizienten von weniger als -6 dB für das erste Hochfrequenzsignal zu erhalten, mit dem ersten Port (**120**) verbunden ist.

10. Antennenmodul nach Anspruch 8 oder 9, welches ferner ein zweites Kopplerelement umfasst, das mit dem zweiten Port (**130**) verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements (**110**) angeordnet ist, um das zweite Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement (**110**) zu koppeln, um das zweite Hochfrequenzsignal über das Antennenelement (**110**) zu senden oder zu empfangen.

11. Antennenmodul nach Anspruch 8 oder 9, wobei der zweite Port mit dem Antennenelement (**110**) verbunden ist.

12. Antennenmodul nach Anspruch 1, welches einen dritten Port umfasst, der durch einen variablen Abstimmungskondensator elektrisch mit dem Antennenelement (**110**) verbunden ist, wobei der dritte Port dafür ausgelegt ist, elektrisch mit einem Referenzpotential verbunden zu werden.

13. Antennenmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Antennenelement (**110**) eine laminierte Form aufweist.

14. Antennenmodul nach Anspruch 13, wobei eine Abmessung des Antennenelements (**110**) in einer ersten Richtung entlang der laminaren Form mehr als das 5-Fache einer Abmessung des Antennenelements (**110**) in einer zweiten Richtung entlang der laminaren Form ist, wobei die erste Richtung orthogonal zur zweiten Richtung ist.

15. Antennenmodul nach Anspruch 14, wobei das Antennenelement (**110**) einen Schlitz innerhalb der laminaren Form umfasst, wobei eine Abmessung des Schlitzes in der ersten Richtung mehr als das 5-Fache einer Abmessung des Schlitzes in der zweiten Richtung ist.

16. Antennenmodul zur drahtlosen Kommunikation, welches Folgendes umfasst: ein Antennenelement, das eine erste Resonanzfrequenz und eine zweite Resonanzfrequenz aufweist,

Mittel zum Empfangen oder Bereitstellen eines ersten Hochfrequenzsignals mit einem ersten Frequenzbereich und

Mittel zum Empfangen oder Bereitstellen eines zweiten Hochfrequenzsignals mit einem zweiten Frequenzbereich, wobei der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich voneinander verschieden sind,

wobei sich die erste Resonanzfrequenz im ersten Frequenzbereich befindet und sich die zweite Resonanzfrequenz im zweiten Frequenzbereich befindet, wobei das Antennenelement dafür ausgelegt ist, das erste Hochfrequenzsignal und das zweite Hochfrequenzsignal gleichzeitig zu senden oder zu empfangen.

17. Antennenmodul mit einem Antennenelement zur drahtlosen Kommunikation, wobei das Antennenelement umfasst: ein elektrisch leitendes Element (**1510**), das einen Schlitz (**1512**) teilweise umschließt, und ein Induktivitätselement (**1520**), das elektrisch mit dem elektrisch leitenden Element (**1510**) verbunden ist, um eine Schleife zu bilden, die den Schlitz (**1512**) mit dem elektrisch leitenden Element (**1510**) und dem Induktivitätselement (**1520**) umschließt.

18. Antennenmodul nach Anspruch 17, welches ferner ein Kopplerelement umfasst, das mit einem ersten Port verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements angeordnet ist, um das Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement zu koppeln, um ein erstes Hochfrequenzsignal durch das Antennenelement zu senden oder zu empfangen.

19. Antennenmodul nach Anspruch 18, welches ferner ein zweites Kopplerelement umfasst, das mit einem zweiten Port verbunden ist und in der Nähe des Antennenelements angeordnet ist, um das zweite Kopplerelement kapazitiv oder induktiv mit dem Antennenelement zu koppeln, um ein zweites Hochfrequenzsignal durch das Antennenelement zu senden oder zu empfangen.

20. Antennenmodul nach Anspruch 18, wobei der zweite Port mit dem Antennenelement verbunden ist.

21. Mobile Vorrichtung, die mindestens zwei Transceivermodule und ein Antennenmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 20 umfasst, wobei ein erstes Transceivermodul einen ersten Sendeweg aufweist, der mit dem ersten Port des Antennenmoduls verbunden ist, und ein zweites Transceivermodul einen zweiten Sendeweg aufweist, der mit dem zweiten Port des Antennenmoduls verbunden ist.

22. Mobile Vorrichtung nach Anspruch 21, welche ferner ein zweites Antennenmodul umfasst, das mit einem dritten Sendeweg eines Transceivermoduls verbunden ist, um ein drittes Hochfrequenzsi-

gnal mit einem dritten Frequenzbereich zu senden oder zu empfangen.

23. Mobile Vorrichtung nach Anspruch 22, wobei ein Antennenelement zum Senden oder Empfangen von Signalen des zweiten Antennenmoduls eine größte Ausdehnung in einer Richtung aufweist, die einen Winkel zwischen 45° und 135° zu einer Richtung einer größten Abmessung des Antennenelements des ersten Antennenmoduls aufweist.

24. Verfahren (**2300**) zur drahtlosen Kommunikation durch ein Antennenelement, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

Empfangen oder Senden (**2310**) eines ersten Hochfrequenzsignals mit einem ersten Frequenzbereich durch das Antennenelement, wobei das erste Hochfrequenzsignal für das Senden empfangen wird oder nach dem Empfang an einem ersten Port bereitgestellt wird, und

gleichzeitiges Empfangen oder Senden (**2320**) eines zweiten Hochfrequenzsignals mit einem zweiten Frequenzbereich durch das Antennenelement, wobei das zweite Hochfrequenzsignal für das Senden empfangen wird oder nach dem Empfang an einem zweiten Port bereitgestellt wird, wobei der erste Frequenzbereich und der zweite Frequenzbereich voneinander verschieden sind.

25. Computerprogramm mit einem Programmcode zum Ausführen des Verfahrens nach Anspruch 24, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder Prozessor ausgeführt wird.

Es folgen 21 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

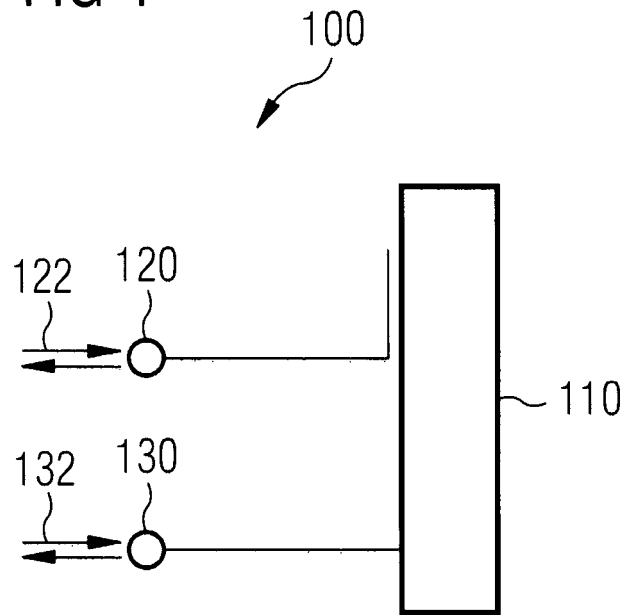
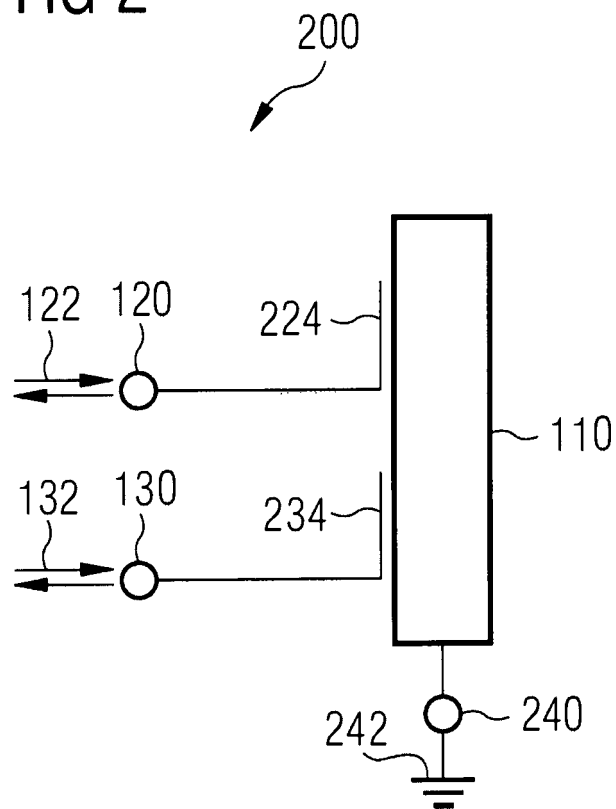


FIG 2



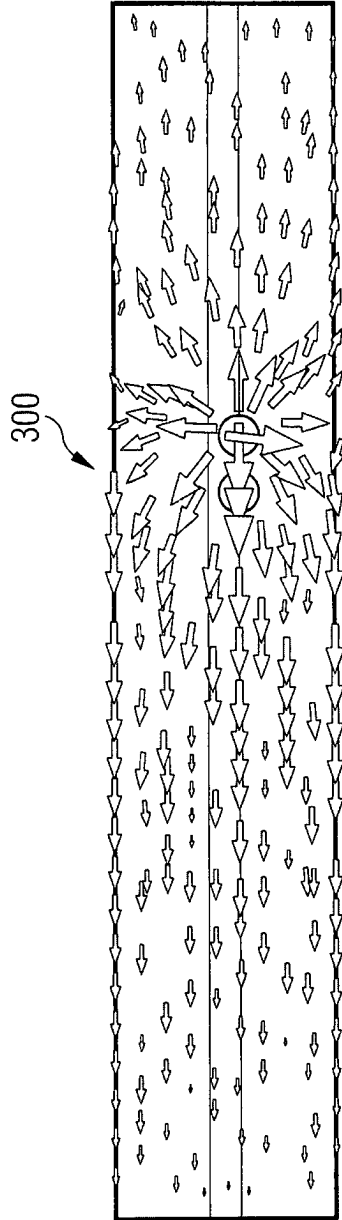


FIG 3A

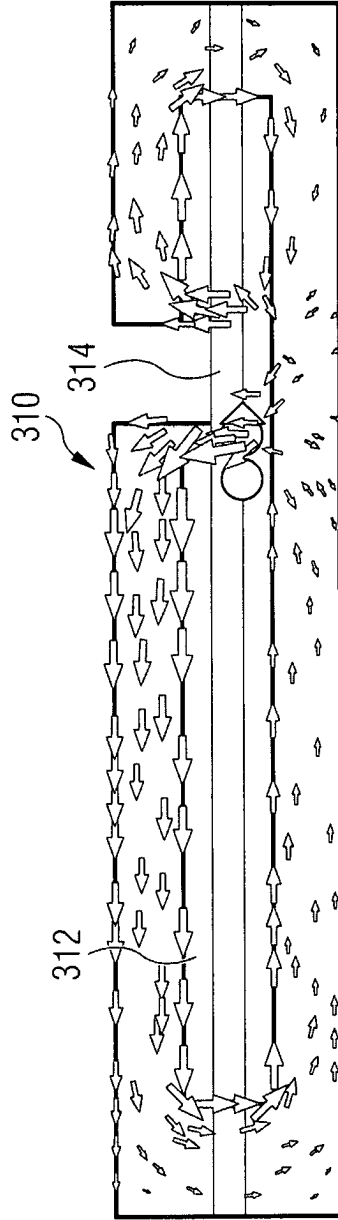


FIG 3B

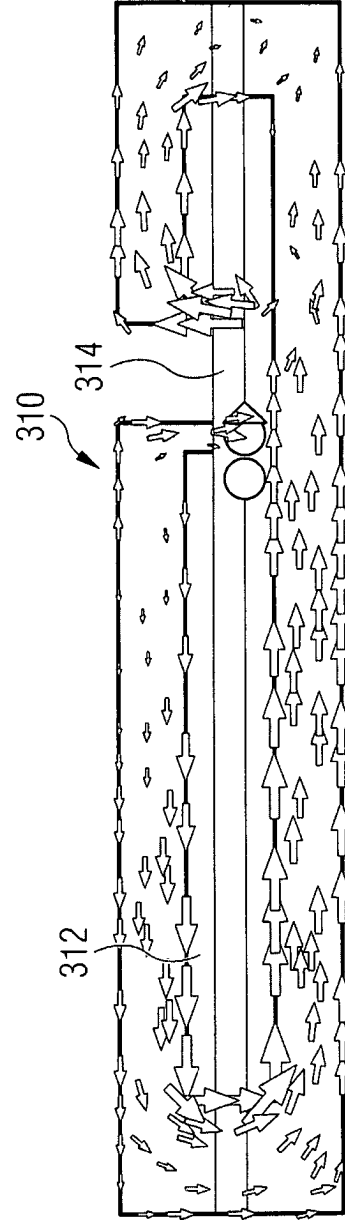


FIG 3C

FIG 4

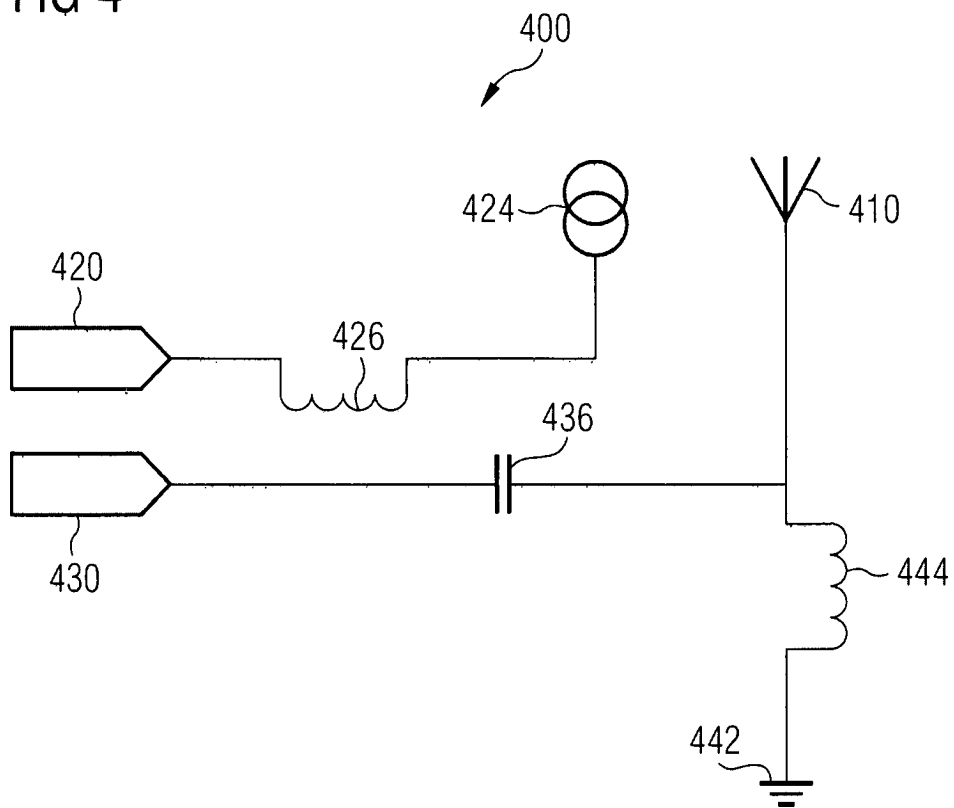


FIG 5A

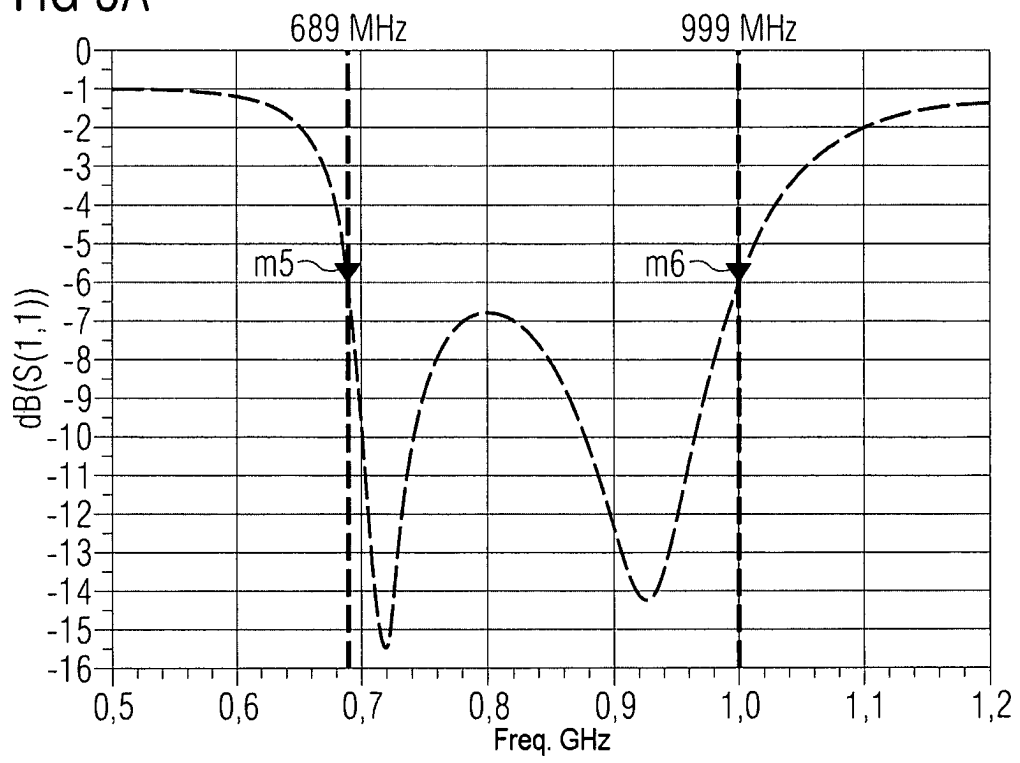


FIG 6A

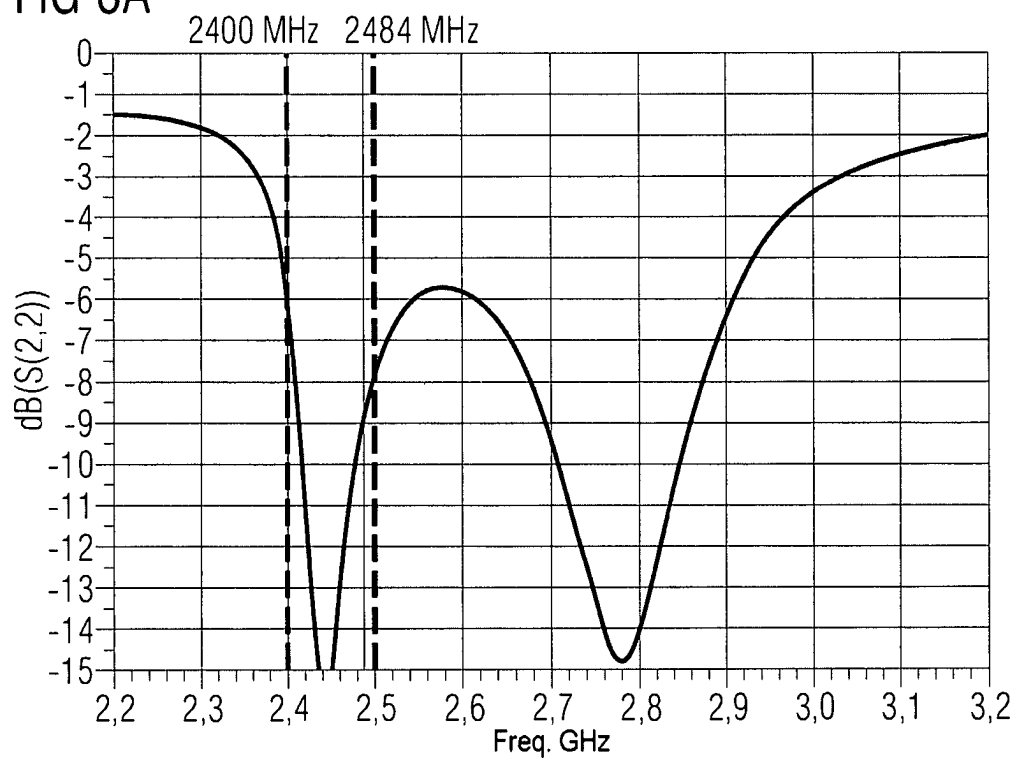


FIG 7A

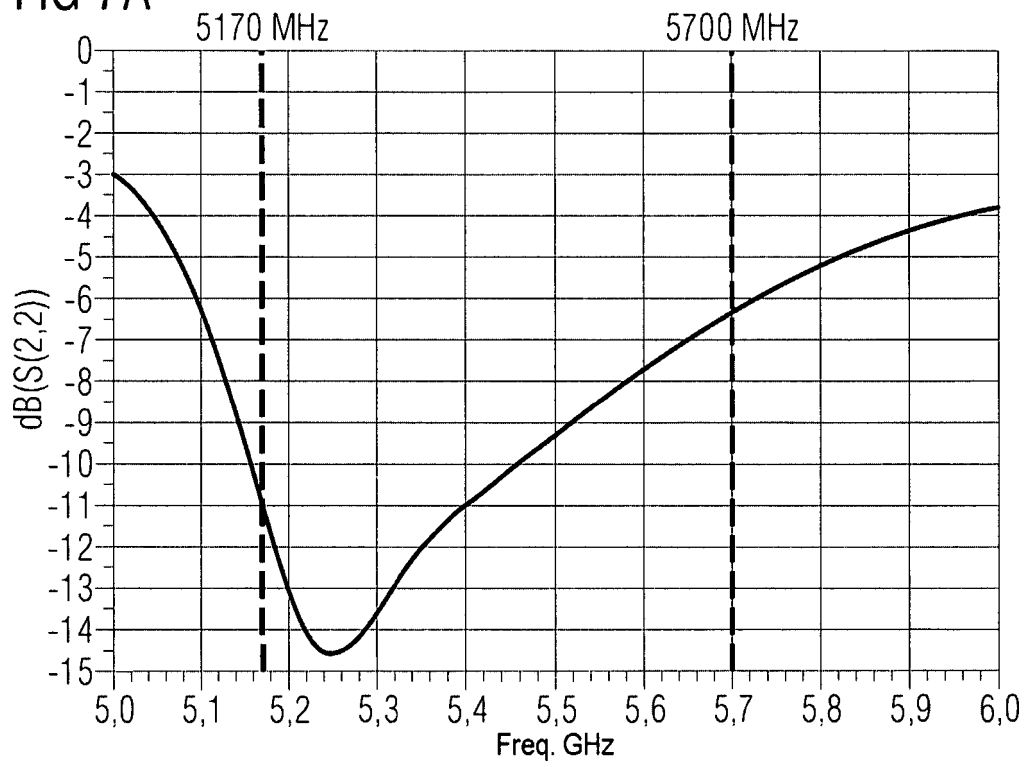


FIG 8

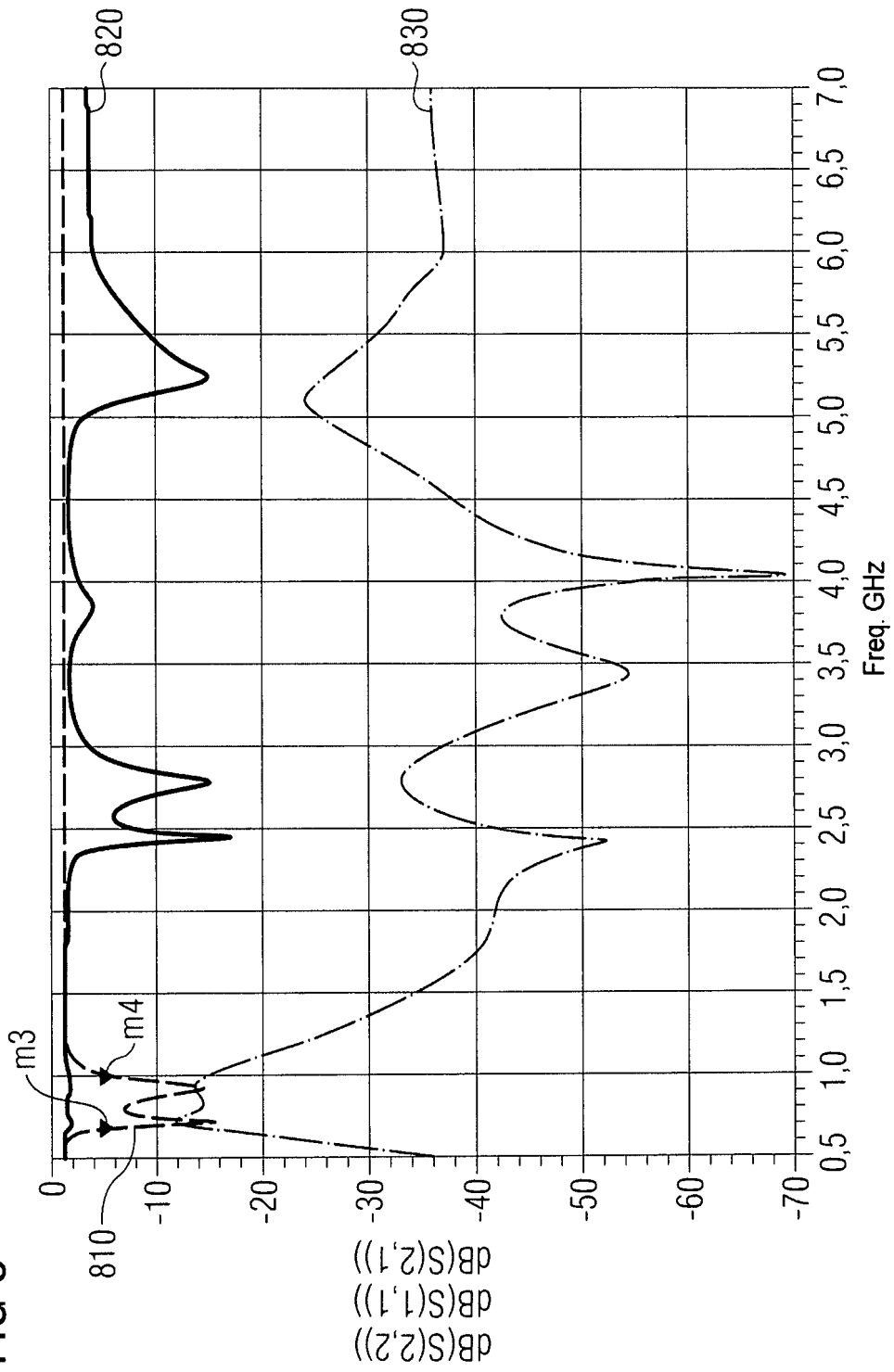
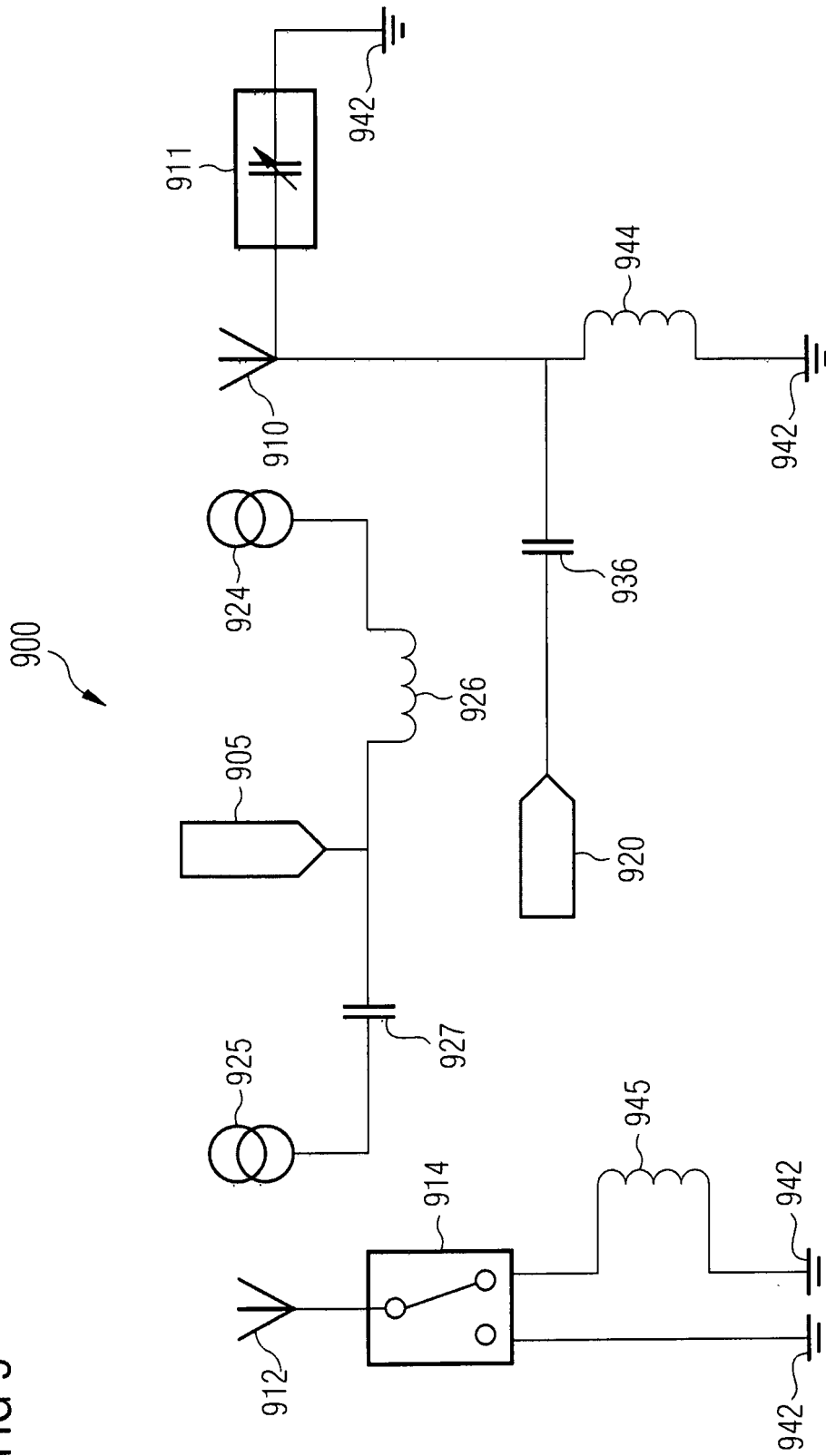
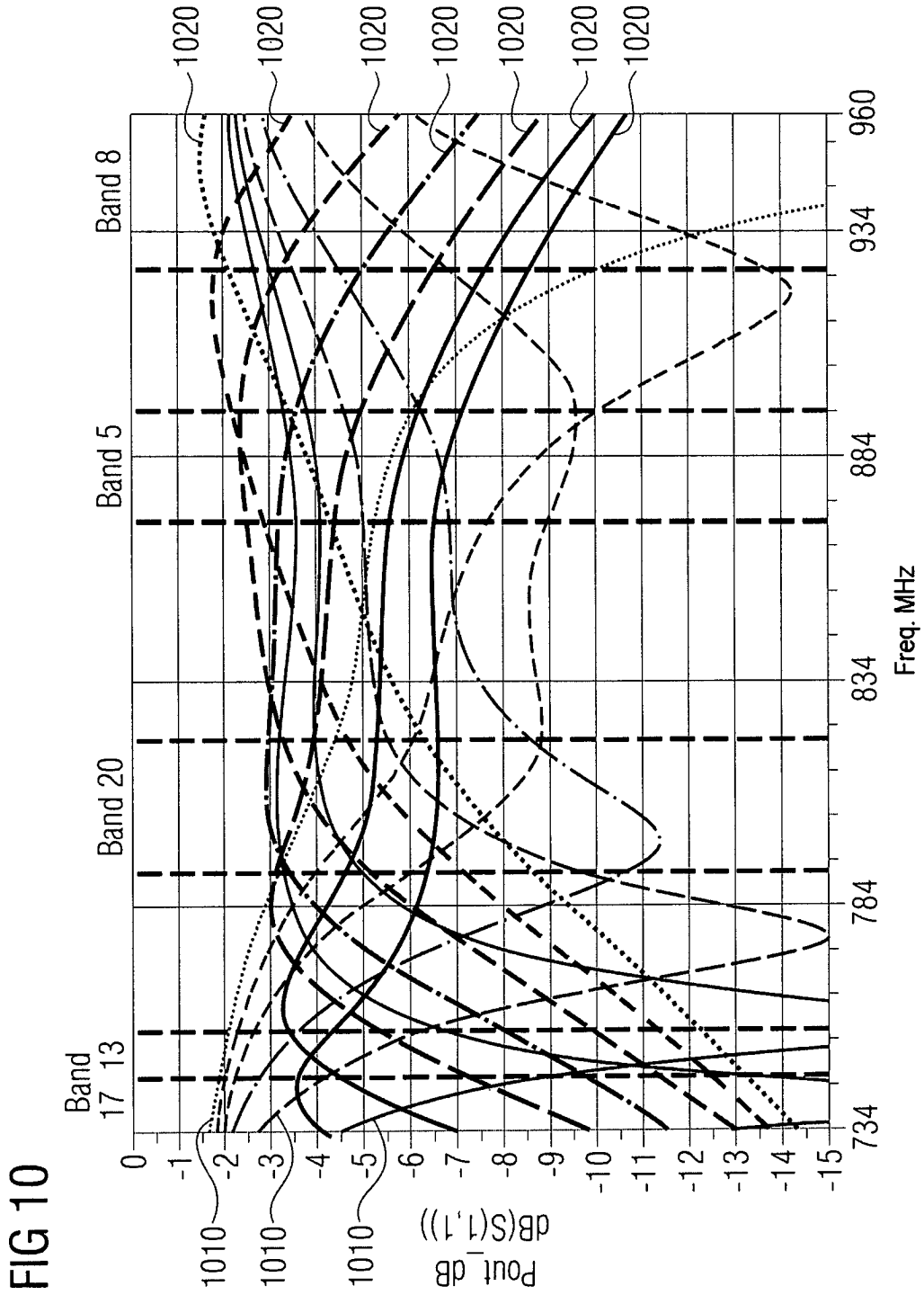


FIG 9





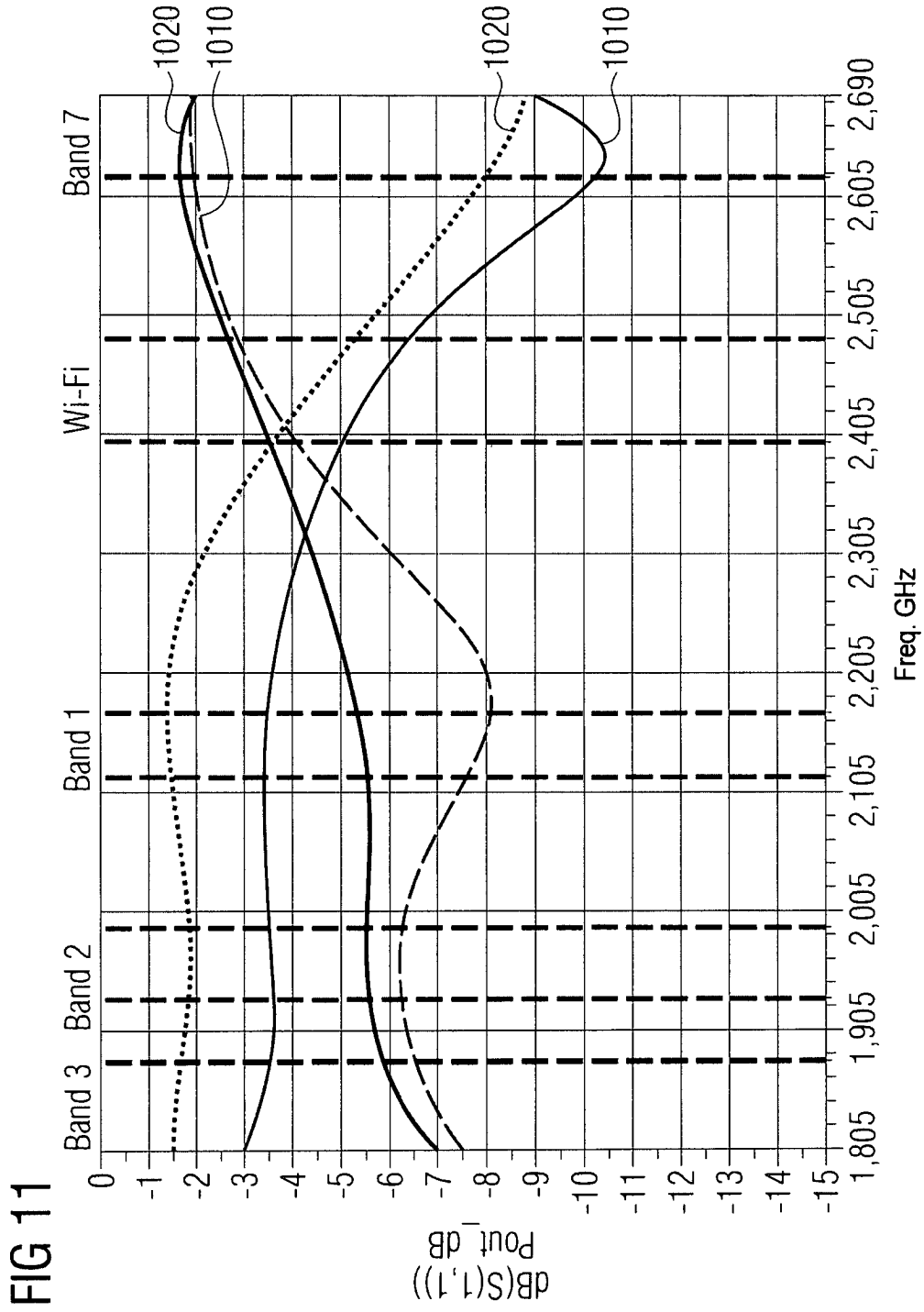


FIG 11

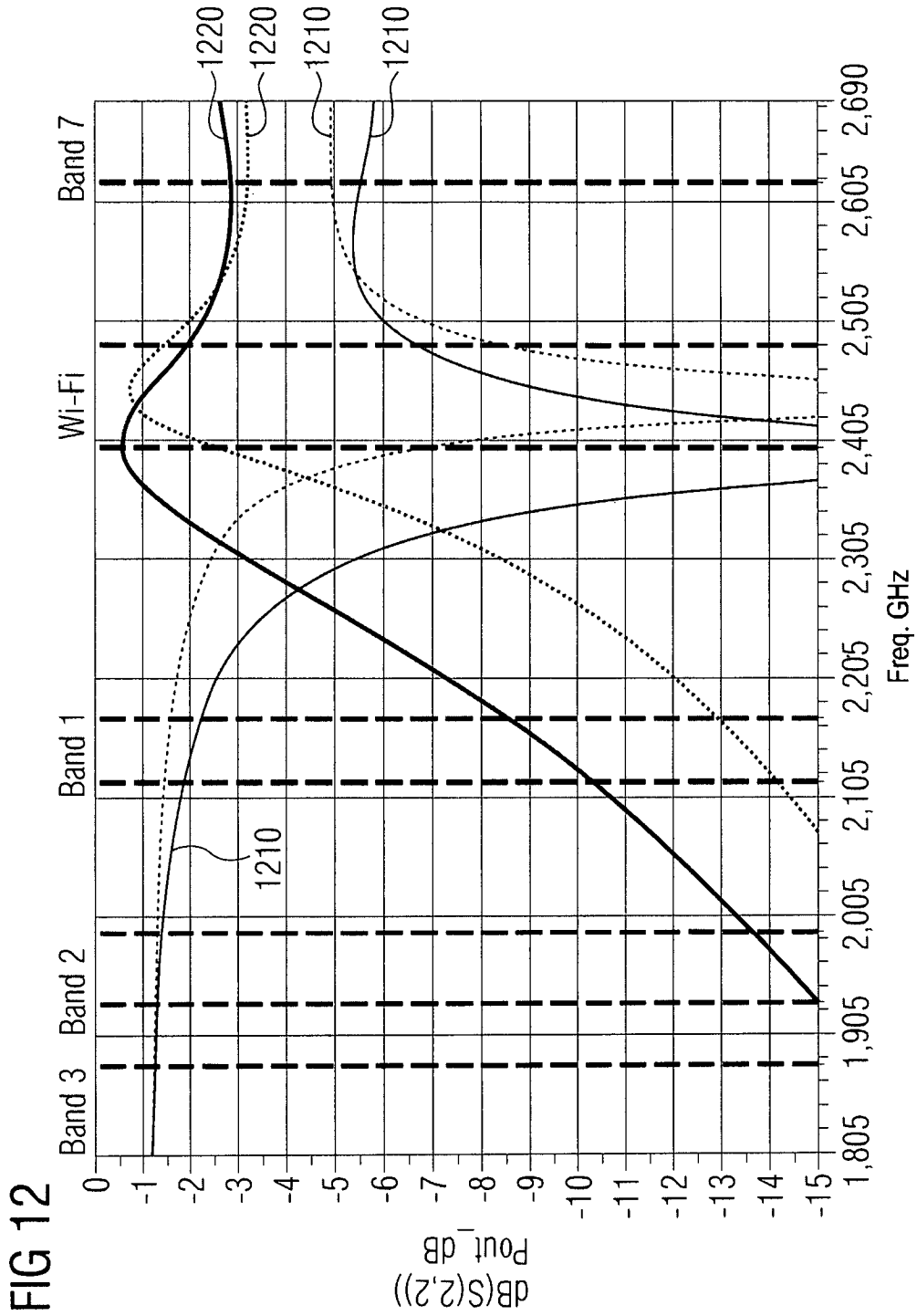


FIG 12

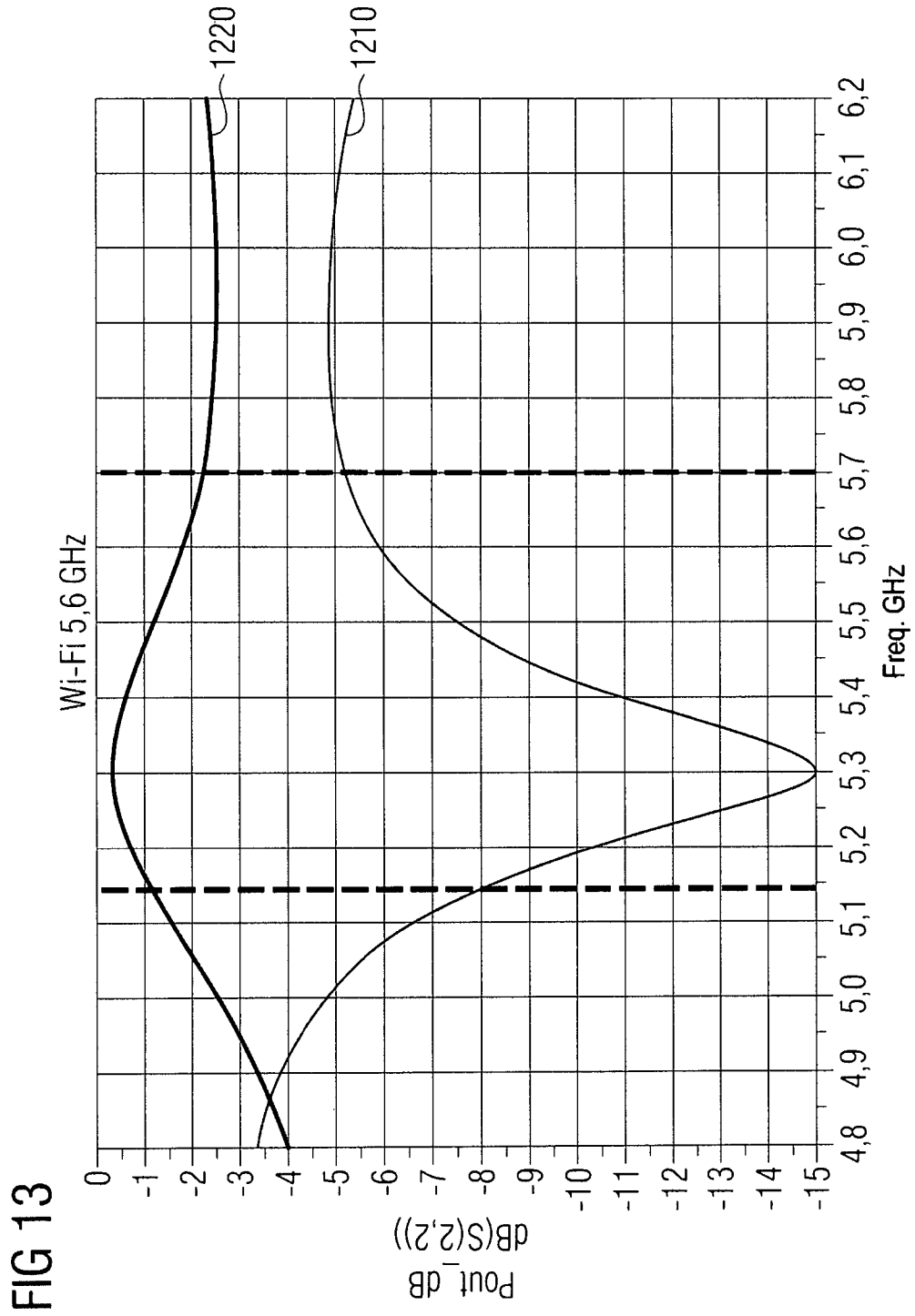


FIG 14

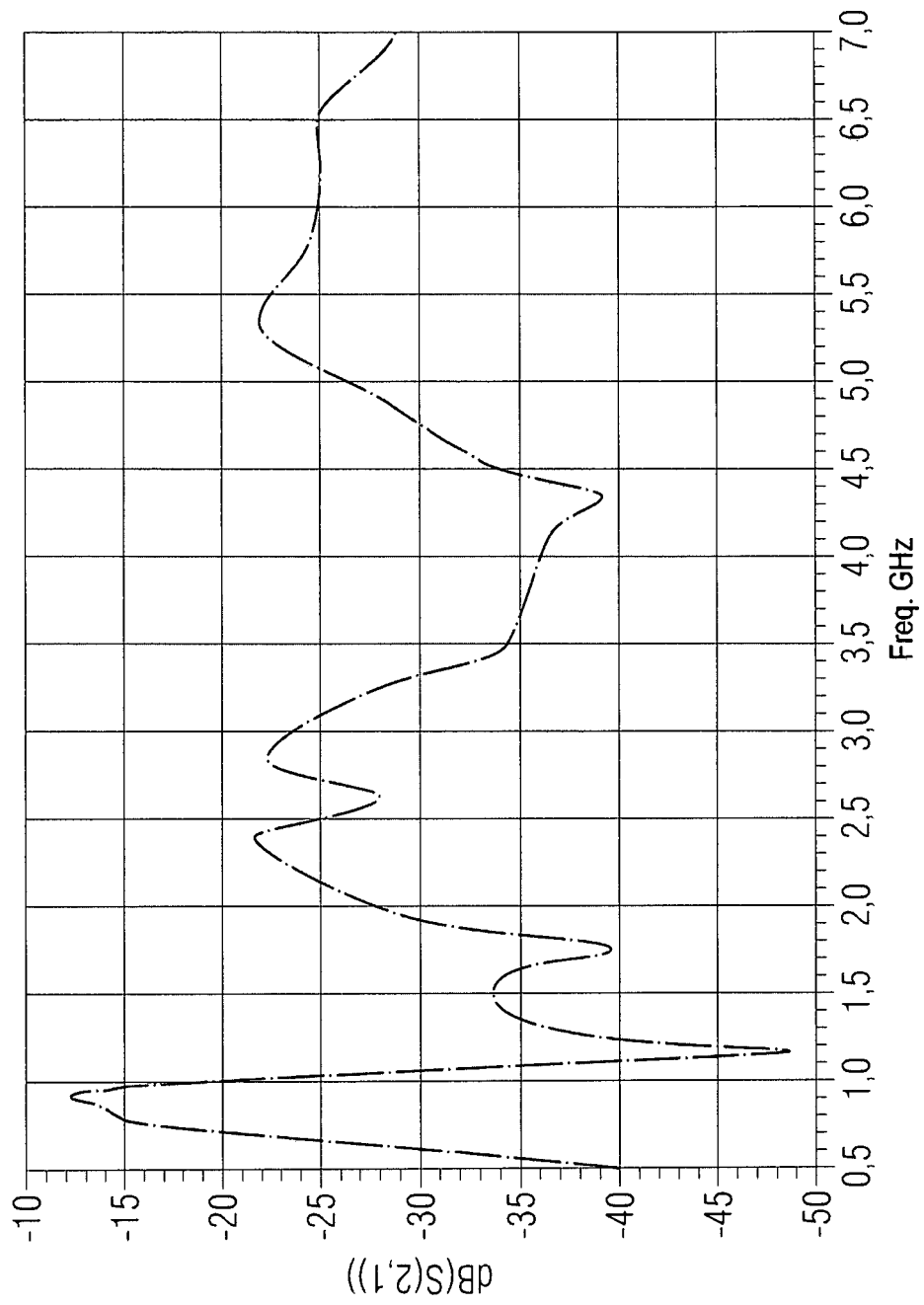


FIG 15

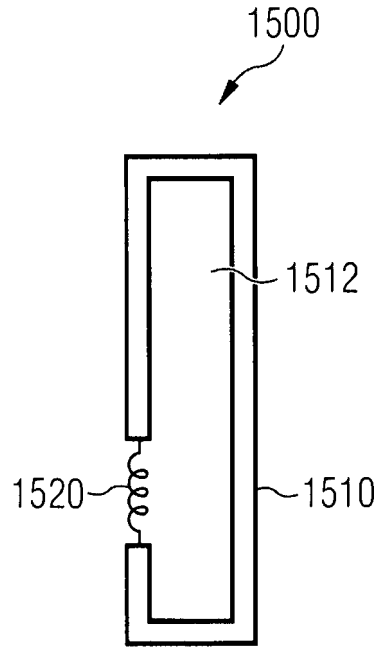


FIG 16

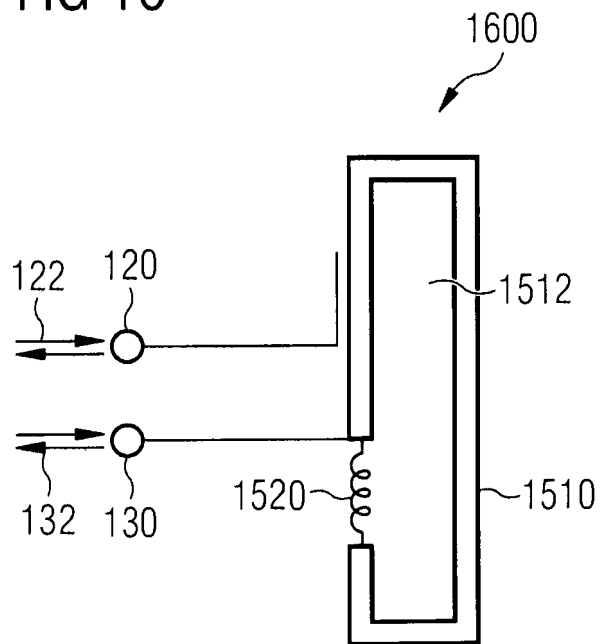


FIG 17

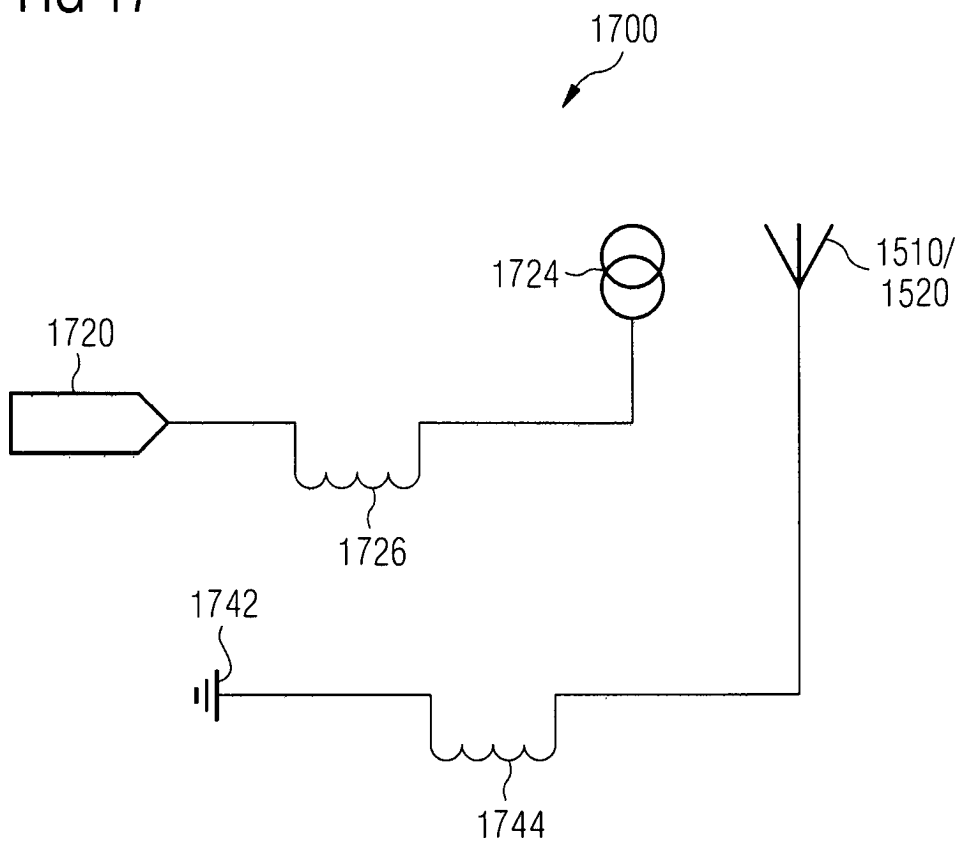


FIG 18

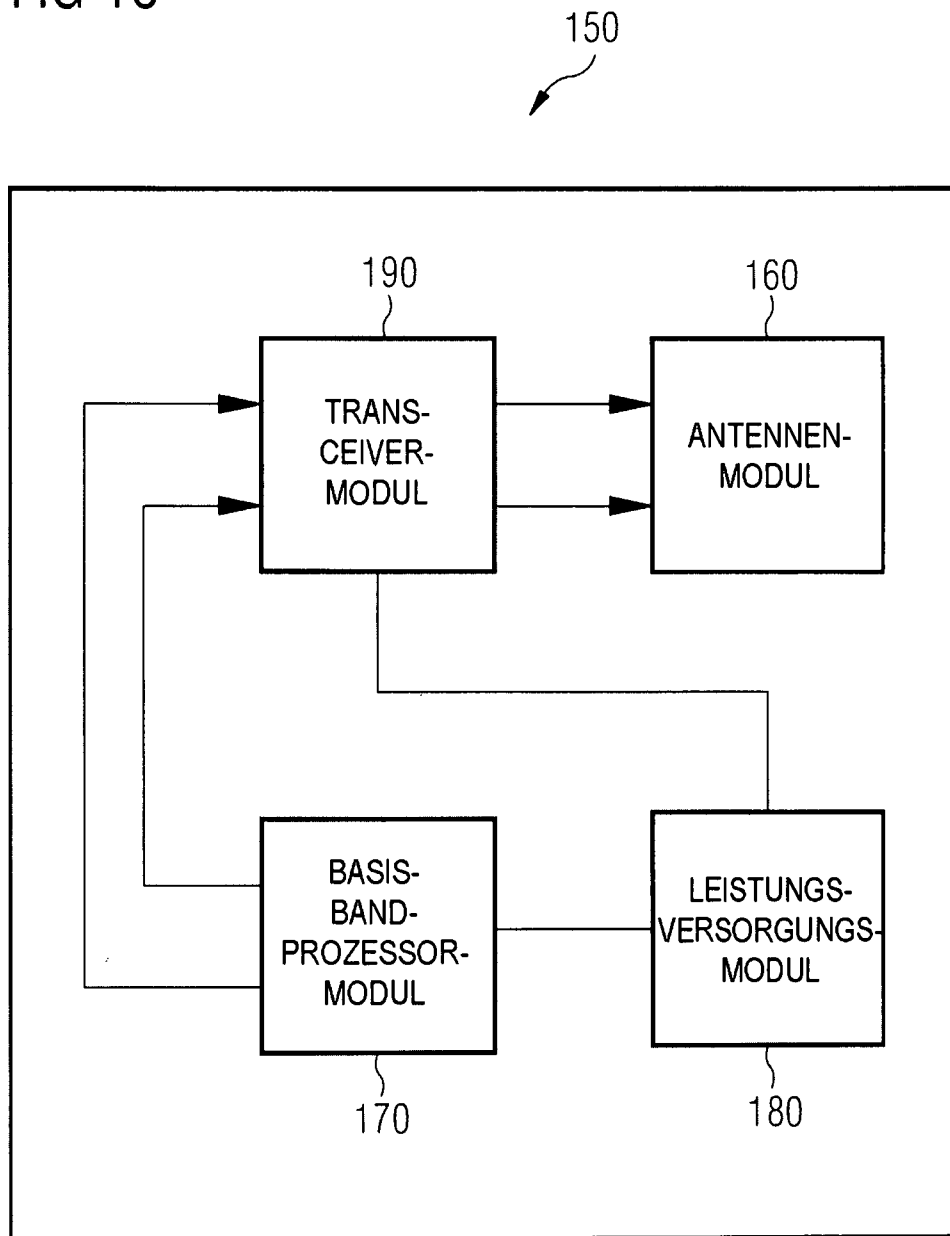


FIG 19

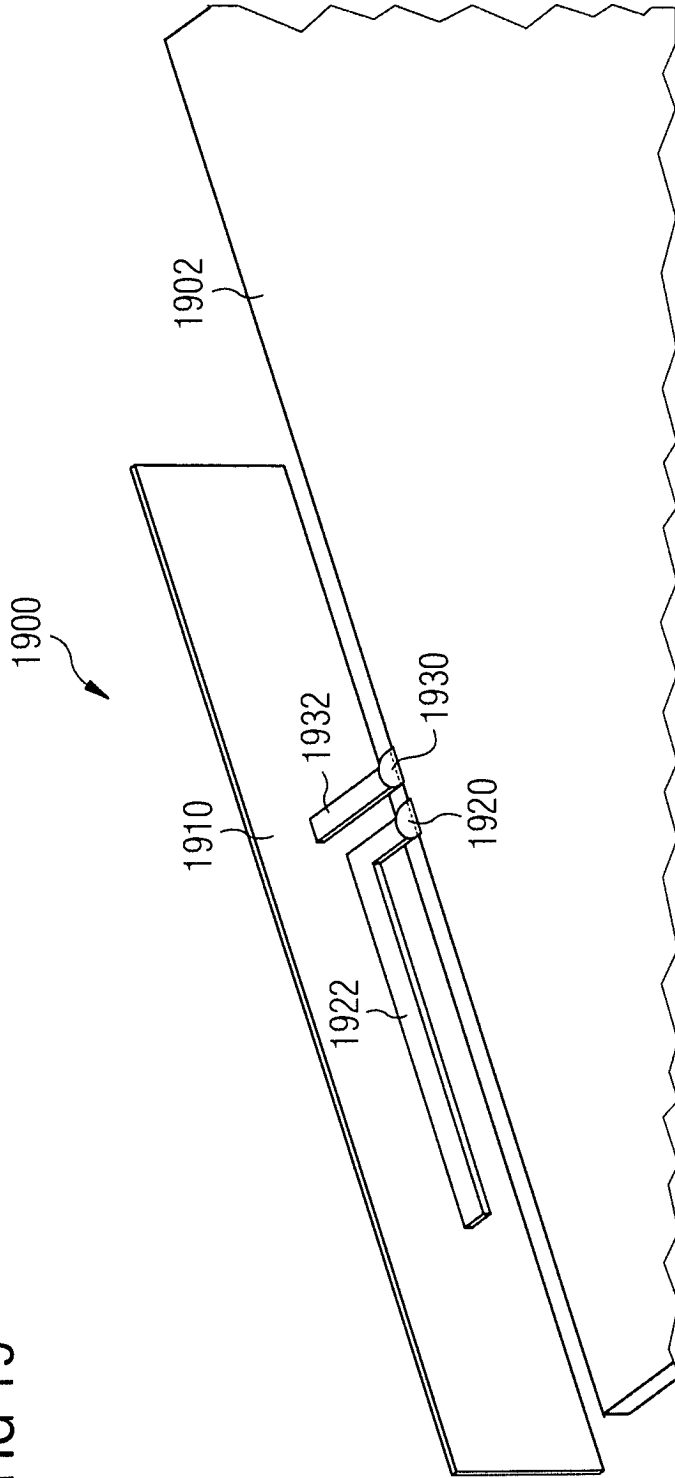


FIG 20A

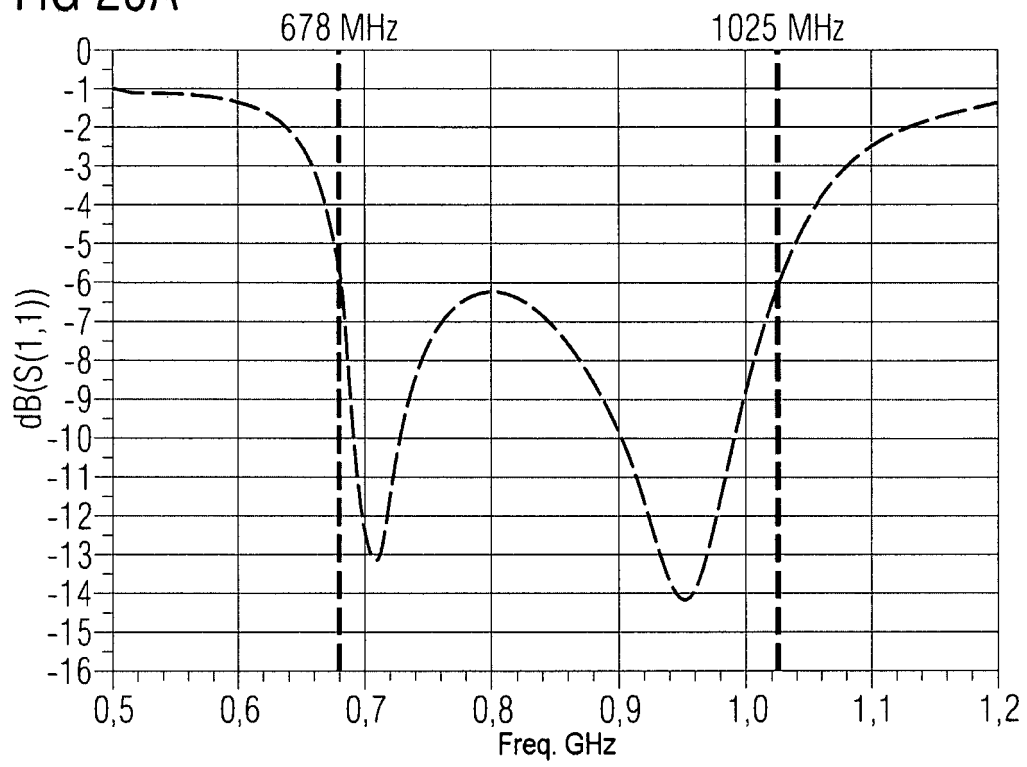


FIG 21

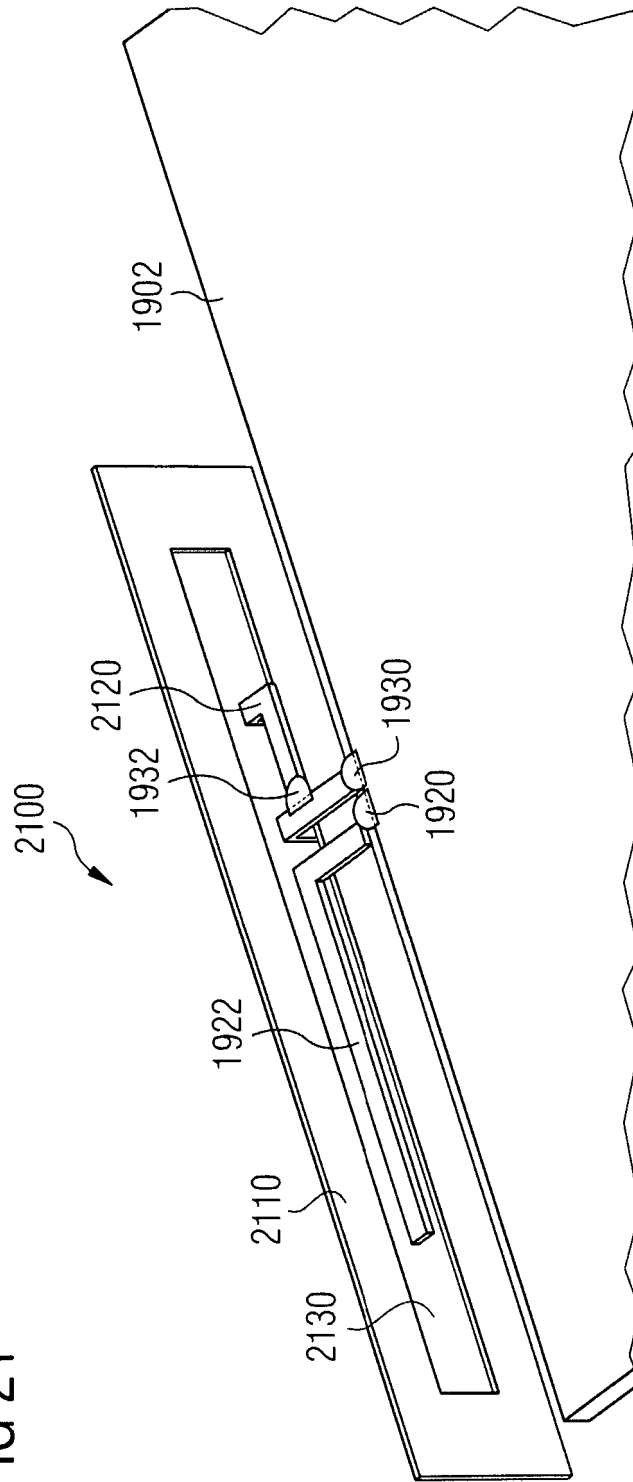


FIG 22

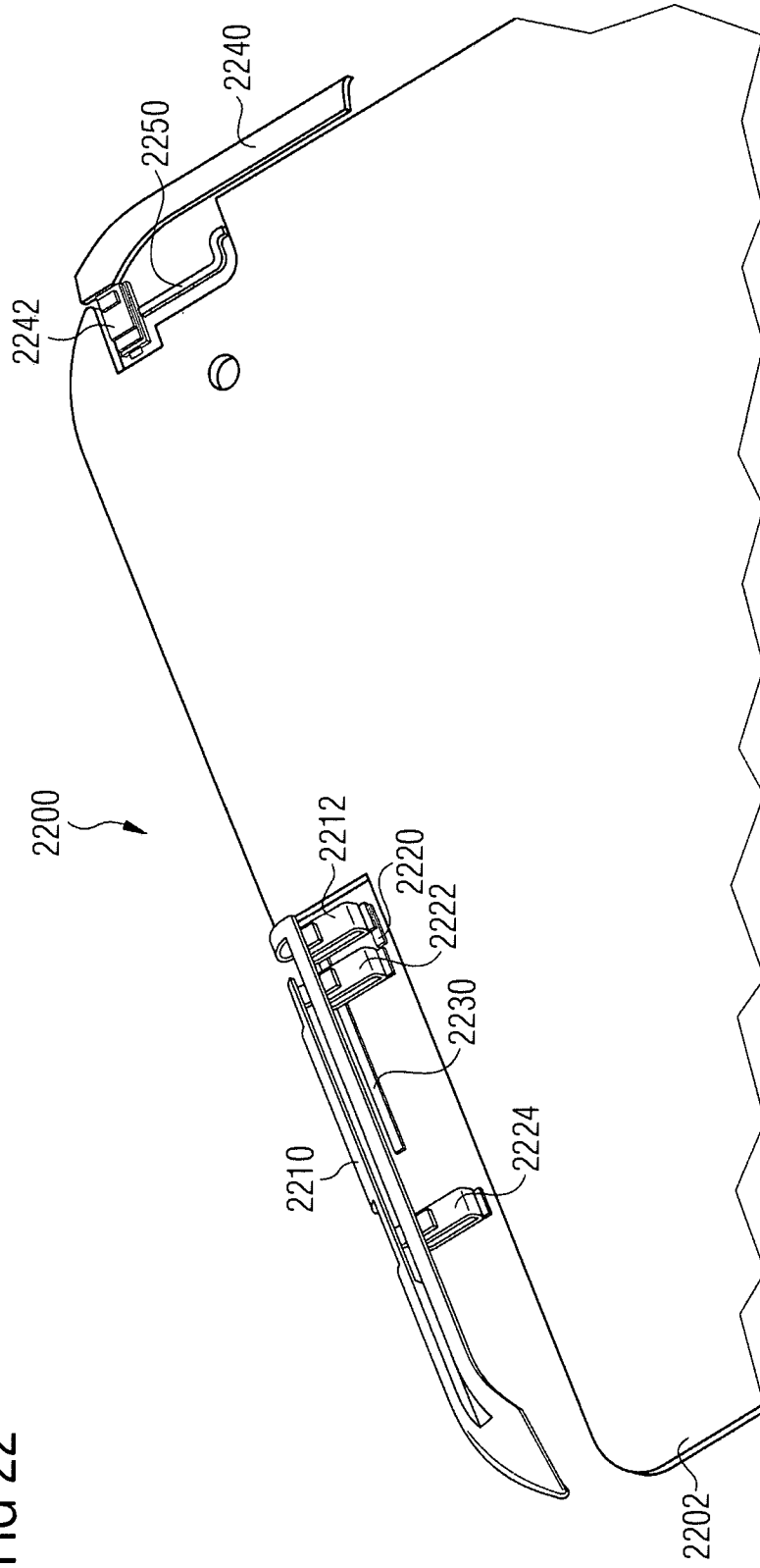


FIG 23

