



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 11 003 T2** 2006.09.28

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 435 125 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 11 003.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP02/07277**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 748 837.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/030302**

(86) PCT-Anmeldetag: **01.07.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **10.04.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.07.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **26.04.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.09.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H01Q 11/08** (2006.01)

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 9/36 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0123502 29.09.2001 GB

(73) Patentinhaber:

**Motorola, Inc., Schaumburg, Ill., US; Motorola Ltd.,
Basingstoke, Hampshire, GB**

(74) Vertreter:

**SCHUMACHER & WILLSAU,
Patentanwaltssozietät, 80335 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GR,
IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR**

(72) Erfinder:

**GROSSMAN, Ovadia, 62497 Tel Aviv, IL;
BEN-AYUN, Moshe, 62347 Shoham, IL;
ROZENTAL, Mark, Tel Aviv 67899, IL**

(54) Bezeichnung: **WENDELANTENNE**

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

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

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antenne zur Verwendung in Funkkommunikationen, insbesondere zur Verwendung in einer Mobilfunk-Kommunikationseinheit.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Mobilkommunikationen werden unter Verwendung von Mobilfunk-Kommunikationseinheiten durchgeführt, die im Stand der Technik als "Mobilstationen" bekannt sind, die einen Sender, um Nachrichten oder Informationen eines Benutzers, die hauptsächlich in der Form von Sprache, aber möglicherweise auch in der Form von Textdaten oder visuellen Bildern, etc. eingegeben werden, in HF-Signale (HF = Hochfrequenz) zur Übertragung an einen entfernten Empfänger zu konvertieren und einen Empfänger beinhalten, um empfangene HF-Signale von einem entfernten Sender zurück in Informationen zu konvertieren, die durch den Benutzer verstanden werden können. Viele Komponenten des Senders und Empfängers sind allgemeine Komponenten, die üblicherweise eine einzelne Transceiver-Einheit bilden.

[0003] In einer Mobilstation wird die Funktion des Sendens und des Empfangens eines HF-Signals über eine Luftschnittstelle zu und von einem entfernten Transceiver durch eine Komponente durchgeführt, die im Stand der Technik als Antenne beziehungsweise Funkantenne bezeichnet wird. Im Allgemeinen ist eine Antenne eine Vorrichtung, die ein elektrisches Signal, das bei einer HF-Frequenz oszilliert, in ein abgestrahltes elektromagnetisches Energiesignal konvertiert und umgekehrt.

[0004] In modernen Mobilkommunikationen, wie etwa solchen, die eine digitale Technologie verwenden, weisen die HF-Signale im Allgemeinen eine hohe Frequenz auf, z. B. oberhalb von 30 MHz. Beispielsweise liegt bei Systemen, die gemäß Prozeduren des TETRA-Standards arbeiten, eine spezifizierte Betriebsfrequenz in dem Bereich von 410 MHz bis 430 MHz, bei einer Zentralfrequenz von 420 MHz. TETRA ("TETRA = Terrestrial Trunked Radio"/Terrestrischer Bündelfunk) ist ein Satz von Standards, der durch das ETSI ("ETSI = European Telecommunications Standards Institute"/Europäisches Telekommunikationsnormungsinstitut) definiert ist.

[0005] Eine Antenne muss so konstruiert werden, dass sie exakt und bei einem starken Signal in dem vorgesehenen Frequenzband senden und empfangen kann. Leider wird dies durch Faktoren erschwert, die während der Herstellung und dem Gebrauch einer Mobilstation zur Verwendung in modernen Systemen wie folgt angegriffen werden.

[0006] Erstens muss eine Toleranz von ungefähr $\pm 1\%$ bis 2% der Zentralfrequenz, auf die die Antenne eingestellt wird, als Herstellungstoleranz für die Antenne vorgesehen werden. Dies bedeutet, dass das Frequenzband, auf das die Antenne eingestellt wird, in dem Frequenzbereich um den gleichen Betrag nach oben und nach unten variieren kann. Für das oben gegebene TETRA-Beispiel beträgt die Variation ± 3 MHz.

[0007] Zweitens tritt eine Signaldämpfung, in dem Stand der Technik als "Rückflusssdämpfung" beziehungsweise RL ("RL = Return Loss"/Rückflusssdämpfung) bekannt bei dem Gebrauch in einer Antenne auf. RL ist als das Verhältnis von (i) HF-Leistung, die durch die Antenne zu dem Sender zurückgeschickt wird, zu (ii) der von dem Sender einfallenden Leistung definiert. Je mehr Leistung zurückgeschickt wird, desto schlechter ist das Abstimmen und das Leistungsverhalten der Antenne. Diese Dämpfung kann größer werden, wenn die Frequenz von der optimalen Betriebsfrequenz abweicht, die üblicherweise mit der Zentralfrequenz zusammenfällt, auf die die Antenne eingestellt wird, oder Zentralfrequenz des vorgesehenen Frequenzbandes. Im Allgemeinen ist das Aufrechterhalten einer akzeptierbaren RL über ein vernünftiges Frequenzband schwierig. Wenn beispielsweise für eine TETRA-Mobilstation eine maximale RL von -10 dB erlaubt ist, dann beträgt die typische Bandbreite, die bei dieser Spezifikation für eine Antenne, die im freien Raum betrieben wird, erreicht wird, 15 MHz bis 20 MHz. Bei einer RL von 5 dB beträgt die typische Bandbreite 30 MHz.

[0008] Drittens kann eine Antenne und die ihr zugeordneten Transceiver-Schaltungen dadurch verstimmt werden, dass sie sich in enger Nachbarschaft eines Verstimmungskörpers wie etwa einem Benutzer befindet. Beispielsweise kann das Verstimmen bei einer Antenne einer TETRA-Mobilstation, die in dem oben angegebenen Frequenzbereich arbeitet, bis zu 25 MHz von der Zentralfrequenz betragen, indem sie sich nahe dem Kopf des Benutzers befindet.

[0009] Ein weiteres wichtiges Merkmal, das in Mobilstationen verwendete Antennen aufgrund der Bevorzu-

gung durch den Benutzer benötigen, ist eine kurze Länge. Üblicherweise ist die maximale Länge, die für kurze Antennen erwünscht ist, 100 mm, vorzugsweise nicht größer als und wünschenswert weniger als 50 mm. Bei TETRA-Antennen entspricht dies einer typischen maximalen Länge von $0,014 \lambda$, vorzugsweise einer maximalen Länge von $0,07 \lambda$, wobei λ die Wellenlänge bei der Zentralfrequenz ist. Allgemein durchgesprochen bewirkt das Reduzieren der Länge jedoch eine Reduzierung in der Effizienz und der Bandbreite der Antenne. Im Stand der Technik sind Antennen, die klein sind, z. B. nicht größer als 100 mm in der Länge und die für den Betrieb bei hohen Frequenzen, z. B. größer als 30 MHz, in der einfachen Form einer induktiven Spule oberhalb der Masseebene direkt mit der HF-Speiseleitung verbunden. Eine derartige Antenne wird beispielsweise in der momentan verfügbaren Motorola-d1700-Funkvorrichtung zur Verwendung bei Mobilkommunikationen eingesetzt.

[0010] Es ist klar, dass, um den verschiedenen Dämpfungs- und Bandbreitenanforderungen der Antenne in einer Mobilstation zur Verwendung in einem fortschrittlichen System wie etwa TETRA zu entsprechen, eine Antenne benötigt wird, die eine kurze Länge aufweist, die bei einer hohen Frequenz arbeitet und eine höhere als die übliche Bandbreite aufweist, z. B. höher als mit momentan verfügbaren Antennen für derartige Zwecke erhalten werden kann. Der Zweck der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine neuartige Antenne für diese Anforderungen zur Verfügung zu stellen. Im Stand der Technik werden Antennenkonfigurationen für viele unterschiedliche Anwendungen beschrieben. Die GB-A-2282487 und die US-A-5216436 werden als Beispiele für Konfigurationen gemäß dem Stand der Technik erwähnt. Diese Konfigurationen umfassen einen "Top-Hat"-Abschnitt, der dazu benötigt wird, ein geeignetes Volumen zu besetzen. Die WO-A-98/48474 offenbart eine Antenne gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Zusammenfassung der vorliegenden Erfindung

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung, wie in Anspruch 1 ausgeführt, wird eine Antenne zur Verwendung in einer Funkkommunikationsvorrichtung zur Verfügung gestellt, wobei die Antenne eine Länge aufweist, die nicht größer als 100 mm ist und einen ersten Abschnitt umfasst, der eine leitfähige helikal- oder spiralförmige Spule umfasst, die sich entlang einer Achse erstreckt und sich zwischen zwei weiteren Abschnitten, mit denen sie elektrisch verbunden ist, befindet, nämlich einem zweiten Abschnitt, zur Verbindung mit einem Leiter der Funkvorrichtung, einen leitfähigen linearen Stutzenabschnitt aufweisend, sowie einem dritten Abschnitt, der einen leitfähigen kapazitiven Abschnitt umfasst, wobei die Abschnitte wechselseitig so angeordnet sind, dass sie bei einer Betriebsfrequenz der Funkvorrichtung eine elektrische Resonanzstruktur zur Verfügung stellen, wobei der dritte Abschnitt einen Hohlzylinder umfasst, der sich entlang der Achse der Spule erstreckt, wobei der Hohlzylinder eine gekrümmte Platte umfasst, und wobei die gekrümmte Platte eine Lücke zwischen ihren lateralen Kanten aufweist.

[0012] Spezifischere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen 2–17 definiert.

[0013] Die drei Abschnitte der neuartigen Antenne können eine gemeinsame Achse aufweisen.

[0014] Der erste Abschnitt der neuartigen Antenne kann eine helikale oder spiralförmige Spule umfassen, die eine Achse aufweist, die mit einer gemeinsamen Achse der Antenne zusammenfällt. Der erste Abschnitt kann eine wesentliche Länge entlang seiner Achse aufweisen, z. B. zumindest $0,2 L$, wobei L die Gesamtlänge der Antenne ist. Der erste Abschnitt kann einen aufgewickelten leitfähigen Draht umfassen.

[0015] Der zweite Abschnitt der neuartigen Antenne kann als den Stutzenabschnitt einen länglichen leitfähigen zylinderförmigen Abschnitt umfassen, der sich entlang einer gemeinsamen Achse der Antenne erstreckt. Der zylindrische Abschnitt kann ein Abschnitt sein, der einen vergrößerten Querschnittsbereich aufweist, verglichen mit den engeren Abschnitten an den entsprechenden Enden des ersten Abschnitts. Der zylindrische Abschnitt kann einen geraden kreisförmigen Zylinder mit vergrößertem Durchmesser umfassen. Der Durchmesser kann beispielsweise zumindest $0,2 L$, vorzugsweise zwischen $0,1 L$ und $0,3 L$ betragen, wobei L die Länge der Antenne ist. Der vergrößerte zylindrische Abschnitt und die Spule des ersten Abschnitts können äußere Durchmesser aufweisen, die sich um nicht mehr als $0,7 D$ unterscheiden, vorzugsweise um nicht mehr als $0,5 D$, wobei D der äußere Durchmesser der Spule ist. Der vergrößerte zylindrische Abschnitt des zweiten Abschnittes weist eine Länge auf, die nicht größer als $0,6 L$ ist. Der vergrößerte zylindrische Abschnitt kann an seinen Enden engere leitfähige Vorsprünge umfassen. Die Vorsprünge können lineare Drahtabschnitte sein. Der zylindrische Abschnitt des zweiten Abschnittes kann ein Schraubgewinde zur Befestigung auf eine konventionelle Weise an einem komplementären Gewinde aufweisen, das in einer Aufnahme der Mobilstation zur Verfügung steht.

[0016] Die Spule des ersten Abschnittes kann elektrisch mit dem zweiten Abschnitt an einem Ende des zylindrischen Abschnitts verbunden sein, z. B. an einem Vorsprung, der an einem Ende des zylindrischen Abschnittes zur Verfügung steht.

[0017] Der Hohlzylinder kann einen geeigneten kreisförmigen Zylinder umfassen. Der Zylinder stellt eine gekrümmte Platte zur Verfügung, die eine Lücke zwischen ihren lateralen Kanten aufweist, die parallel mit einer gemeinsamen Achse der Antenne verlaufen kann. Der im Querschnitt durch die gekrümmte Platte gebildete Bogen kann sich über einen Winkel von zumindest 270 Grad erstrecken, z. B. 300 Grad oder mehr, vorzugsweise zumindest 320 Grad.

[0018] Der dritte Abschnitt und die Spule des ersten Abschnittes können äußere Durchmesser aufweisen, die sich um nicht mehr als 0,5 D, vorzugsweise nicht mehr als 0,2 D unterscheiden, wobei D der äußere Durchmesser der Spule ist.

[0019] Die Spule des ersten Abschnitts kann elektrisch mit dem dritten Abschnitt an einem Ende des dritten Abschnitts verbunden sein, z. B. an einem Ende eines Hohlzylinders oder einer gekrümmten Platte desselben.

[0020] Der dritte Abschnitt kann als eine weitere (größere) Windung der Spule des ersten Abschnitts aufgefasst werden und ist vorzugsweise mit der Spule auf eine Weise verbunden, dass der dritte Abschnitt und der erste Abschnitt eine gemeinsame Achse aufweisen und eine ähnliche äußere Einhüllende aufweisen, wobei der dritte Abschnitt als eine Weiterführung der Spule fungiert.

[0021] Die neuartige Antenne weist vorzugsweise eine effektive elektrische Länge von nicht mehr $0,1 \lambda$ auf, z. B. zwischen $0,05 \lambda$ und $0,1 \lambda$, vorzugsweise zwischen $0,05 \lambda$ und $0,075 \lambda$, wobei λ die mittlere Wellenlänge der von der Antenne in Betrieb zu sendenden oder zu empfangenden elektromagnetischen Strahlung ist. Die effektive elektrische Länge des ersten Abschnitts beträgt vorzugsweise zwischen $0,025 \lambda$ und $0,035 \lambda$, vorzugsweise zumindest $0,03 \lambda$. Die effektive elektrische Länge des zweiten Abschnitts beträgt vorzugsweise $0,025 \lambda$ bis $0,035 \lambda$, vorzugsweise zumindest $0,03 \lambda$. Die Länge des dritten Abschnitts beträgt wünschenswerterweise $0,01 \lambda$ bis $0,03 \lambda$, vorzugsweise $0,015 \lambda$ bis $0,025 \lambda$.

[0022] In der Praxis beträgt die Länge der neuartigen Antenne wünschenswerterweise nicht mehr als 70 mm, in vielen Fällen ungefähr 50 mm oder weniger.

[0023] Die neuartige Antenne ist wünschenswerterweise so, dass die Anordnung der Abschnitte einen verbesserten belasteten und unbelasteten Resonanz-Q-Faktor ergibt, z. B. im Betrieb einen belasteten Resonanz-Q-Faktor der Antenne von 6 oder weniger, vorzugsweise 4 oder weniger.

[0024] Wünschenswerter Weise weist die neuartige Antenne im Betrieb eine Bandbreite auf, die zumindest 12%, vorzugsweise zumindest 15% oder höher der HF-Zentralfrequenz beträgt, die von der Antenne ausgestrahlt oder empfangen wird. Bei einer Antenne zur Verwendung in einer TETRA-Mobilstation ist die Bandbreite wünschenswerter Weise zumindest 50 MHz. In diesem Zusammenhang ist "Bandbreite" hier als der erwünschte Bereich von Betriebsfrequenzen der Antenne definiert, innerhalb dessen die Amplitude der Rückflussdämpfung der Antenne nicht mehr als -5 dB beträgt. Dies bedeutet, dass die Antennenverstärkungsvariation innerhalb des Bandes unterhalb von 1,6 dB liegt. Vorteilhafterweise stellt, wie später veranschaulicht wird, die neuartige Antenne bei einer kurzen Antennenlänge von nicht mehr als 100 mm eine signifikant verbesserte Bandbreite verglichen mit dem Stand der Technik zur Verfügung. Zusätzlich wird die mittlere Verstärkung (Reduzierung der Dämpfung) der Antenne bei Betriebsfrequenzen ebenfalls in unerwarteter Weise verbessert.

[0025] Die neuartige Antenne ist zur Verwendung in einem Funksender, -empfänger oder Transceiver für mobile Kommunikationen geeignet. Prinzipiell besteht keine Beschränkung hinsichtlich der Betriebsfrequenz, bei der Kommunikationen unter Verwendung der Antenne möglich sind, aber der am meisten vorteilhafte Gebrauch der Antenne liegt wahrscheinlich in dem Betriebsfrequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz.

[0026] Die Antenne gemäß der Erfindung unterscheidet sich von den Konfigurationen des Standes der Technik. Insbesondere unterscheidet sich der dritte Abschnitt, der in der Antenne gemäß der Erfindung beinhaltet ist, von dem "Top-Hat"-Merkmalen des Standes der Technik. Die neuartige Form der Antenne gemäß der Erfindung trägt in vorteilhafterweise zu einem verbesserten niedrigen Querschnitt (d. h., sie vermeidet die Belegung eines großen Antennenraumes) sowie zu einer verbesserten Bandbreite und Effizienz bei, wobei letztere durch eine gleichförmigere Stromverteilung zur Verfügung gestellt wird. Die Form des zweiten Abschnittes und

die gesamte neuartige Konfiguration tragen auch zu einer verbesserten Effizienz in der Antenne gemäß der Erfindung bei.

[0027] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun beispielhaft unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

Kurze Beschreibung der begleitenden Zeichnungen

[0028] [Fig. 1](#) ist eine Vorderansicht, teilweise in schematischer Form, einer Antenne, die die Erfindung verkörpert.

Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung

[0029] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt weist eine Antenne **1**, die die Erfindung zur Verwendung in einer Mobilstation verkörpert, eine sich longitudinal erstreckende Achse **2** auf und umfasst einen ersten leitfähigen Abschnitt **3**, einen zweiten leitfähigen Abschnitt **5** und einen dritten leitfähigen Abschnitt **7**. Der erste, der zweite und der dritte Abschnitt können aus einem auf Kupfer basierenden Material oder einem anderen effizient leitfähigen Material hergestellt sein, das im Stand der Technik gut bekannt ist und verwendet wird. Der erste Abschnitt **5** und der dritte Abschnitt **7** sind auf konventionelle Weise von einem isolierenden Gehäuse **9** umgeben, das z. B. aus einem Spritzgussplastikmaterial hergestellt ist. Das Gehäuse **9** ist konventionell und stellt einen mechanischen und Umgebungsschutz für die Antenne **1** dar. Der erste Abschnitt **3** weist eine Länge von ungefähr $0,38 L$, der zweite Abschnitt weist eine Länge von ungefähr $0,36 L$ und der dritte Abschnitt weist eine Länge von ungefähr $0,26 L$ auf, wobei L die Gesamtlänge der leitenden Teile der Antenne **1** ist. Wenn die Antenne **1** zur Verwendung bei TETRA-Kommunikationen bei einer Zentralfrequenz von 420 MHz verwendet wird, beträgt die Gesamtlänge der leitfähigen Teile ungefähr $0,07 \lambda$, d. h. ungefähr 50 mm.

[0030] Der erste Abschnitt **3** umfasst eine Spule, die sich entlang der Achse **2** der Antenne **1** erstreckt.

[0031] Der zweite Abschnitt **5** umfasst einen geraden zylindrischen leitfähigen Körper mit vergrößertem Durchmesser **5b** der an seinen Enden hervorstehende Drähte **5a** und **5c** aufweist, wobei der Draht **5c** sich in das Gehäuse **9** erstreckt. Der Draht **5a** ist bei Verwendung an einen Speiseübertragungsleitungs-Leiter (nicht abgebildet) über eine Speisestruktur (üblicherweise in Form einer Feder – nicht abgebildet) einer Mobilstation verbunden. Der zylindrische Körper **5b** des zweiten Abschnitts **5** kann ein Schraubengewinde (nicht abgebildet) zur Befestigung auf konventionelle Weise an einem komplementären Gewinde (nicht abgebildet) aufweisen, das in der Mobilstation zur Verfügung steht.

[0032] Der erste Abschnitt **3** ist mit dem zweiten Abschnitt **5** an dem Draht **5c** verbunden.

[0033] Der dritte Abschnitt **7** umfasst eine gekrümmte Platte aus leitfähigem Material, die sich entlang der Achse **2** erstreckt. Der erste Abschnitt **3** ist elektrisch mit dem dritten Abschnitt **7** an einem Ende der gekrümmten Platte derselben verbunden. Der erste Abschnitt **3** und der zweite Abschnitt **7** weisen näherungsweise gleiche Außendurchmesser auf. Die gekrümmte Platte bildet im Querschnitt in einer Ebene senkrecht zu der Achse **2** einen ausgedehnten Bogen von mehr als 270 Grad, z. B. größer als 300 Grad. Die gekrümmte Platte weist sich longitudinal erstreckende Kanten **7a** und **7b** auf, die einander gegenüber liegen sowie eine Lücke **7c**, die sich zwischen den Kanten **7a** und **7b** erstreckt. Der dritte Abschnitt **7** fungiert als kapazitiver Abschnitt.

[0034] Der Zweck des zweiten Abschnitts **5** ist wie folgt. Der zweite Abschnitt **5** stellt eine Verbindung zwischen der leitfähigen Speiseleitung über der Masseebene (nicht abgebildet), der Mobilstation und der Spule des ersten Abschnitts **3** zur Verfügung, wobei der erste Abschnitt **3** bezüglich der Masseebene erhöht ist. Der Abschnitt **5** ermöglicht es, dass die Antenne eine bessere und gleichförmigere Stromverteilung an der Antenne aufweist und dass sein Gegengewicht (die Masseebene) eine Verbesserung in der Effizienz oder der Verstärkung der Antenne bietet. Der zweite Abschnitt **5** ermöglicht weiterhin, dass die Bandbreite der Antenne erhöht ist, in dem er eine kleinere Kapazität als üblich bezüglich Masse zur Verfügung stellt.

[0035] Der Zweck des dritten Abschnitts **7** besteht darin, ein so genanntes "Top-Loading" zur Verfügung zu stellen, das es hauptsächlich ermöglicht, eine Reduzierung in der Antennenlänge zu erreichen, ohne eine signifikante Veränderung in der Betriebsfrequenz. Ein Antennen-Top-Loading ist an sich bekannt, z. B. aus der US4857939 oder der WO-A-98/48474. Die gekrümmte Platte des dritten Abschnitts **7** ersetzt eine zusätzliche Windung/zusätzliche Windungen der Spule des ersten Abschnitts (in der gleichen Richtung), bietet aber eine ähnliche Funktion. Die Länge der gekrümmten Platte wird so gewählt, dass sie die höchste Bandbreite für die

Antenne 1 bei der gegebenen Längenbegrenzung und den Beschränkungen hinsichtlich der Einfachheit der Herstellung bezüglich ihrer mechanischen Konfiguration bietet. Die Lücke 7c erhöht in vorteilhafterweise die Kapazität bezüglich Masse und die Induktivität des dritten Abschnitts 7.

[0036] Es sollte festgehalten werden, dass die Spulenwindungen an dem oberen Ende (das Ende, das von der Masseebene entfernt ist) einer konventionellen kurzen Hochfrequenzantenne sehr ineffizient bezüglich ihrer induktivitätserzeugenden Funktion in Anbetracht des sehr niedrigen Stromes an diesem oberen Ende sind. Das Ersetzen einer oder mehrer Windungen an dem oberen Ende der Antenne durch einen kapazitiven Abschnitt, nämlich den dritten Abschnitt 7, in der Antenne, die die Erfindung verkörpert und in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ermöglicht es, einen oder mehrer Niedrigstromwindungen zu ersetzen und die Antennenlänge zu reduzieren, ohne im Wesentlichen die Zentralfrequenz zu verändern. Die Konfiguration des Abschnittes 7, der in [Fig. 1](#) gezeigt ist, stellt eine Feldverteilung innerhalb des Gehäuses 9 zur Verfügung, die sich von der einer einfachen Spule unterscheidet, und dies bietet eine Verbesserung in der Antennendämpfung, die in dem Plastikgehäuse stattfindet, verglichen mit denjenigen, die mit Antennen gemäß dem Stand der Technik erhalten werden.

[0037] Funktionell stellt die Antenne 1 eine Resonanz-LCR-Schaltung ("LCR = Inductor/Capacitor/Resistor"/Induktivität/Kapazität/Widerstand) dar, die zusammen mit einer Abstimmungsschaltung, die eine konventionelle Schaltung sein kann, in der Mobilstation (nicht abgebildet) eingestellt werden kann, um bei der benötigten zentralen Betriebsfrequenz der Mobilstation zu arbeiten. Die induktive Komponente L der Antennenresonanzschaltung wird hauptsächlich durch die Spule des ersten Abschnitts 3 zur Verfügung gestellt, die kapazitive Komponente wird hauptsächlich durch den dritten Abschnitt 7 zur Verfügung gestellt und die Widerstandskomponente wird durch alle drei Abschnitte zur Verfügung gestellt.

[0038] Im Gebrauch ist die Antenne 1 mit einem Transceiver-Schaltkreis einer Mobilstation (nicht abgebildet) verbunden, üblicherweise in der Form einer oder mehrerer Leiterplatten und/oder einer Metallgrundplatte, die die Masseebene zur Verfügung stellt, die vorhergehend beschrieben wurde, üblicherweise über eine Speisestruktur. Die Transceiverschaltung, wie sie in konventionellen Schaltungen vorhanden ist, kann eine Schaltung zum Feinabstimmen der übertragenen und empfangenen HF-Signale enthalten, wie vorhergehend erwähnt.

[0039] Ein Beispiel einer Antenne 1, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, wurde zur Verwendung in einer TETRA-Mobilstation hergestellt. Die Antenne wies Dimensionen von 19 mm, 18 mm und 13 mm jeweils für den ersten Abschnitt 3, den zweiten Abschnitt 5 und den dritten Abschnitt 7 auf. Es wurden wie folgt Messungen durchgeführt, um die vergleichswisen Vorteile dieser Antenne zu bestimmen, die unten stehend als die "Vergleichsantenne" bezeichnet wird, verglichen mit einer Referenzantenne (einer kommerziell verfügbaren Antenne für die gleiche Verwendung bei 420 MHz, bestehend im Wesentlichen aus einer Spule mit der Länge von 40 mm, die direkt mit einer Speiseleitung verbunden ist).

[0040] Als erstes wurden verschiedene Eigenschaften bei einer Frequenz von ungefähr 420 MHz gemessen, wie in Tabelle 1 wie folgt zusammengefasst.

Tabelle 1

Antennentyp	Referenzantenne	Vergleichsantenne mit keiner Fein- abstimmung
3 dB Rückkopplungs- dämpfungsbandbreite	14,6%	17,7%
3 dB bandinterne Bandbreite	16,9%	20,5%
Spitzen-RL	25 dB	14 dB

[0041] In Tabelle 1 ist die 3-dB-RL-Bandbreite ("RL = Return Loss"/Rückflussdämpfung) die Bandbreite für die Antenne bei Betrieb in Luft, über die die RL nicht größer als 3 dB ist. Die bandinterne Bandbreite ist die

Bandbreite der Antenne bei Betrieb in der Hand eines Benutzers, bei der die RL nicht größer als 3 dB ist. (Wenn die Antenne sich in der Hand befindet, was als ein verlustreiches Material um die Antenne betrachtet werden kann, ist die Verstärkung reduziert und die Bandbreite erhöht, da die Dämpfung als zusätzlicher Dämpfungswiderstand in der Antennenimpedanz reflektiert wird).

[0042] Tabelle 1 zeigt, dass mit der Vergleichsantenne überlegene Bandbreitenresultate sowie eine überlegene Spitzen-RL, was eine überlegene Effizienz ergibt, erhalten wurden, verglichen mit der Referenzantenne. Ein weiteres Abstimmen der neuartigen Antenne durch Verwendung einer Abstimmuschaltung in der Mobilstation erhöht die Antennenbandbreite weiter um einen zusätzlichen Betrag, üblicherweise um weitere 50% über die Zahlen, die in Tabelle 1 gegeben sind.

[0043] Zweitens wurden verschiedene Eigenschaften der Antennenäquivalenzschaltung bei einer Frequenz von 420 MHz für die Vergleichsantenne und die Referenzantenne bestimmt. Diese Eigenschaften sind in Tabelle 2 wie folgt gezeigt.

Tabelle 2

Eigenschaften in der Äquivalenzschaltung	Referenzantenne	Vergleichsantenne
Widerstand (Ω)	50	30
Kapazität (pF)	0,64	2
Induktivität	600 J	200 J
Mittlere Verstärkung (dBi)	-3,2	-1,4
Belasteter Q-Faktor	8	3

[0044] Zusammenfassend zeigen die erhaltenen Ergebnisse, dass die Vergleichsantenne eine verbesserte RL-Dämpfung zeigt, mit anderen Worten eine verbesserte Effizienz und einen signifikant verbesserten belasteten Q-Faktor und eine signifikant verbesserte Bandbreite bei der relevanten Frequenz, d. h. bei 420 MHz, verglichen mit der Referenzantenne zeigt.

Patentansprüche

1. Antenne (1) zur Verwendung in einer Funkkommunikationsvorrichtung, wobei die Antenne eine Länge aufweist, die nicht größer ist als 100 mm ist, und einen ersten Abschnitt (3) umfasst, der eine leitfähige helikal- oder spiralförmige Spule umfasst, die sich entlang einer Achse (2) erstreckt und sich zwischen zwei weiteren Abschnitten, mit denen sie elektrisch verbunden ist, befindet, nämlich einem zweiten Abschnitt (5), zur Verbindung mit einem Leiter der Funkvorrichtung und einen leitfähigen linearen Stutzenabschnitt aufweisend, sowie einem dritten Abschnitt (7), der einen leitfähigen kapazitiven Abschnitt umfasst, wobei die Abschnitte wechselseitig so angeordnet sind, dass sie bei einer Betriebsfrequenz der Funkvorrichtung eine elektrische Resonanz bildende Struktur zur Verfügung stellen, wobei der dritte Abschnitt (7) einen Hohlzylinder umfasst, der sich entlang der Achse der Spule erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlzylinder eine gekrümmte Platte umfasst und dass die gekrümmte Platte eine Lücke (7c) zwischen ihren lateralen Kanten (7a, 7b) aufweist.

2. Antenne (1) nach Anspruch 1, wobei der erste, der zweite und der dritte Abschnitt (3, 5, 7) der Antenne (1) eine gemeinsame Achse (2) aufweisen.
3. Antenne (1) nach Anspruch 2, wobei der erste Abschnitt (3) einen helikalen Spulenabschnitt umfasst, der eine im Wesentlichen zylindrische Einhüllende aufweist.
4. Antenne (1) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der zweite Abschnitt (5) einen länglichen zylinderförmigen Abschnitt umfasst, der sich entlang der gemeinsamen Achse (2) der Antenne erstreckt.
5. Antenne (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Hohlzylinder, der den dritten Abschnitt (7) bildet, einen Hohlzylinder umfasst, der an seinem von dem ersten und dem zweiten Abschnitt (3, 5) entfernten Ende ein freies Ende aufweist, das nicht mit irgendeinem anderen Abschnitt verbunden ist.
6. Antenne (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spule mit einem Ende des Hohlzylinders verbunden ist, der den dritten Abschnitt (7) bildet.
7. Antenne (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lücke (7c) zwischen den lateralen Kanten (7a, 7b) der gekrümmten Platte parallel zu der Achse der Spule verläuft.
8. Antenne (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zweite Abschnitt (5) einen vergrößerten Abschnitt (5b) umfasst, der einen geeigneten zylindrischen leitfähigen Körper umfasst, der an seinen Enden hervorstehende Leiter (5a, 5c) aufweist, die einen kleineren Durchmesser als der vergrößerte Abschnitt (5b) aufweisen.
9. Antenne (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die ein isolierendes Gehäuse umfasst, das den ersten und den dritten Abschnitt (3, 7) umschließt.
10. Antenne (1) nach Anspruch 9, wobei der zweite Abschnitt einen vergrößerten Abschnitt (5b) umfasst, der einen gerade-zylindrischen leitfähigen Körper umfasst, der an seinen Enden hervorstehende Leiter (5a, 5c) aufweist, die einen kleineren Durchmesser als der vergrößerte Abschnitt (5b) aufweisen, und wobei einer der hervorstehenden Leiter (5c) sich in die Region innerhalb des Gehäuses (9) erstreckt, wo er mit dem ersten Abschnitt (3) der Spule verbunden ist.
11. Antenne (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Antenne (1) eine effektive elektrische Länge aufweist, die nicht größer als $0,1 \lambda$ ist, wobei λ die mittlere Wellenlänge der von der Antenne (1) im Betrieb zu sendenden oder zu empfangenden elektromagnetischen Strahlung ist.
12. Antenne (1) nach Anspruch 11, wobei die effektive elektrische Länge des ersten Abschnitts (3) von $0,025 \lambda$ bis $0,035 \lambda$ beträgt.
13. Antenne (1) nach Anspruch 11 oder 12, wobei die effektive elektrische Länge des zweiten Abschnitts (5) von $0,025 \lambda$ bis $0,035 \lambda$ beträgt.
14. Antenne (1) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die effektive elektrische Länge des dritten Abschnitts (7) von $0,015 \lambda$ bis $0,025 \lambda$ beträgt.
15. Antenne (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anordnung der Abschnitte so ist, dass im Betrieb der belastete Resonanz-Q-Faktor der Antenne (1) 6 oder weniger beträgt.
16. Antenne (1) nach Anspruch 15, wobei die Anordnung der Abschnitte so ist, dass im Betrieb der belastete Resonanz-Q-Faktor der Antenne (1) 4 oder weniger beträgt.
17. Antenne (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Antenne (1) im Betrieb eine Bandbreite aufweist, die zumindest 12 Prozent der Zentralfrequenz beträgt, die von der Antenne (1) ausgestrahlt oder empfangen wird, wobei die Bandbreite als der gewünschte Betriebsfrequenzbereich der Antenne definiert ist, innerhalb dessen die Größe der Rückflussdämpfung weniger als 5 dB beträgt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

