

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 732 165 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.12.2006 Patentblatt 2006/50

(51) Int Cl.:
H01Q 9/04 ^(2006.01) **H01Q 1/24** ^(2006.01)
H01Q 5/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05011708.4**

(22) Anmeldetag: **31.05.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder:
• **Schmitz, Paul**
47546 Kalkar (DE)
• **Schroeder, Werner, Dr.**
46399 Bocholt (DE)

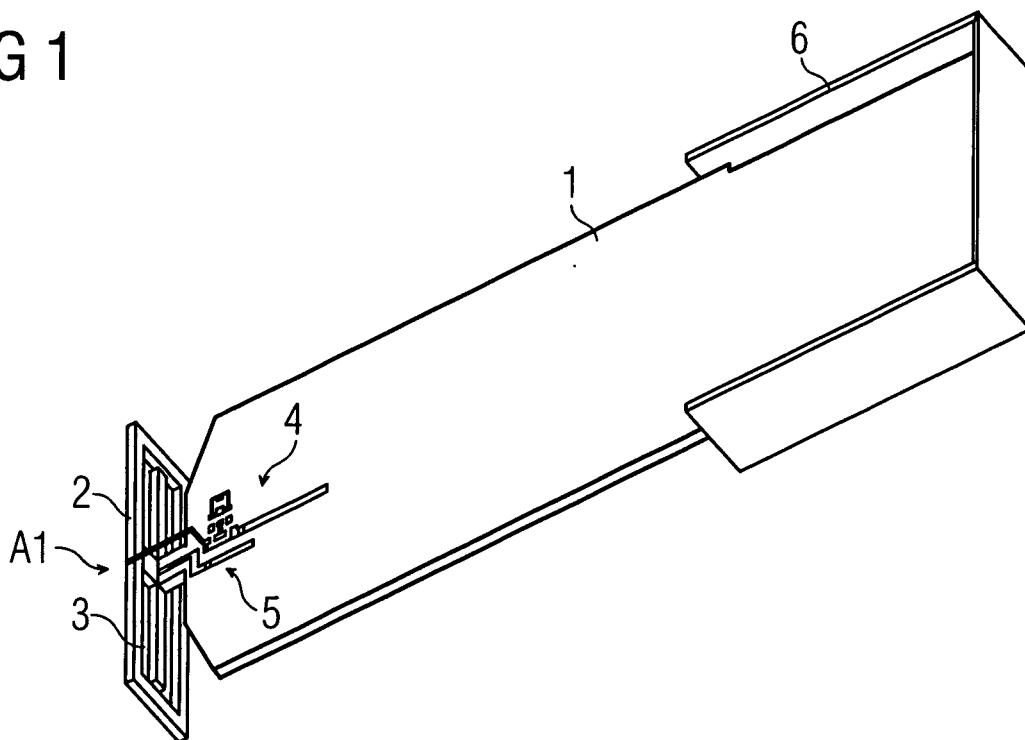
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(54) **Antennenstruktur für mobile Kommunikationsendgeräte**

(57) Die Erfindung betrifft eine Antennenstruktur für mobile Kommunikationsendgeräte mit einer aktiven Masseebene (1) zur Ausbildung einer für eine Abstrahlung elektromagnetischer Wellen maßgeblichen Stromdichteverteilung und einem Anregerelement (A1), das kapazitiv an die Masseebene (1) gekoppelt ist,

wobei die Masseebene (1) im Wesentlichen rechtwinklig mit zwei kurzen und zwei langen Seiten ausgebildet ist, wobei das Anregerelement (A1) flach ausgebildet ist, senkrecht zu der Masseebene (1) und einer kurzen Seite der Masseebene (1) benachbart angeordnet ist und über eine Speiseleitung (4,5), welche einen Speisepunkt enthält, mit der Masseebene (1) verbunden ist.

FIG 1



EP 1 732 165 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Antennenstruktur für mobile Kommunikationsendgeräte mit einer aktiven Masseebene zur Erzeugung einer für eine Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen maßgeblichen Stromdichteverteilung und einem Anregerement, das kapazitiv an die Masseebene gekoppelt ist, wobei die Masseebene im Wesentlichen rechtwinklig mit zwei kurzen und zwei langen Seiten ausgebildet ist.

[0002] Eine solche Antennenstruktur, bei der das Abstrahlungs-/Empfangelement, anders als beispielsweise bei den bekannten PIFA-Antennen, von der Masseebene gebildet wird, ist beispielsweise aus dem Fachartikel "Compact Antenna Structures for Mobile Handsets", von Juha Villanen et al., veröffentlicht anlässlich des "3rd COST 284 Management Committee Meeting Workshop", Budapest, Oktober 2003, bekannt. Theoretische Hintergründe für eine solche Antennenstruktur finden sich außerdem in dem Fachartikel "Resonator-Based Analysis of the Combination of Mobile Handset Antenna and Chassis", von B. Vainikainen et al., erschienen in IEEE Trans. Antennas Propagation, Vol. 50, Nr. 10, Seiten 1433 - 1444, Oktober 2002.

[0003] Dieser Antennenstruktur ist es eigentümlich, dass eine für die Abstrahlung maßgebliche Stromdichteverteilung auf einer gedruckten Schaltkreisplatte eines Mobiltelefons bzw. auf einem Chassis des Mobiltelefons selbst angeregt wird. Anstelle einer "Antenne" im herkömmlichen Sinne wird zum Erzeugen der gewünschten Stromdichteverteilung ein kapazitiv an die gedruckte Schaltkreisplatte gekoppeltes Anregerement verwendet. Beispielsweise in dem oben erstgenannten Fachartikel wird vorgeschlagen, für die beiden Mobilfunk-Standardfrequenzbereiche GSM900 und GSM1800 jeweils eine gesonderte Antennenstruktur vorzusehen. Dort ist das kapazitiv angekoppelte Anregerement an einer kurzen Seite der gedruckten Schaltkreisplatte angeordnet und liegt im Wesentlichen innerhalb einer von der gedruckten Schaltkreisplatte aufgespannten Ebene. In dem GSM900 Frequenzband wurde für eine Reflexionsdämpfung von 10 dB für das GSM900-Frequenzband eine Bandbreite von 50 MHz und im GSM1800-Frequenzband eine Bandbreite von 95 MHz erreicht. Es handelte sich dabei jeweils um separate Strukturen. Eine Lösung, das genannte Prinzip der kapazitiven Anregung in einer gemeinsamen Struktur für zwei weit auseinanderliegende Frequenzbänder zu realisieren, ist bisher nicht bekannt.

[0004] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die eingangs genannte Antennenstruktur derart zu verbessern, dass eine effektivere Anregung der Stromdichteverteilung der Masseebene erzielt wird.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Antennenstruktur mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0006] Danach ist vorgesehen eine Antennenstruktur für mobile Kommunikationsendgeräte mit einer aktiven Masseebene zur Ausbildung einer für eine Abstrahlung

elektromagnetischer Wellen maßgeblichen Stromdichteverteilung und einem Anregerement, das kapazitiv an die Masseebene gekoppelt ist, wobei die Masseebene im Wesentlichen rechtwinklig mit zwei kurzen und zwei langen Seiten ausgebildet ist, wobei das Anregerement flach ausgebildet ist, senkrecht zu der Masseebene und einer kurzen Seite der Masseebene benachbart angeordnet ist und über eine Speiseleitung mit der Masseebene verbunden ist.

[0007] Eine solche Anordnung des Anregerementes hat die Folge, dass es damit in den Bereich lokal maximaler elektrischer Feldstärke einer Chassis-Ausbreitungsmode gelangt und bei gegebener Masseebene vom größtmöglichen elektrischen Fluss der zugehörigen Feldverteilung durchsetzt werden kann. Auf diese Weise wird eine besonders starke Kopplung an die Masseebene, die von einer Masse-Schicht einer gedruckten Schaltkreisplatte gebildet werden kann, erreicht. Dies wiederum bedeutet, eine besonders geringe Strahlungsgüte und damit eine besonders hohe Bandbreite für das Resonanzverhalten der Masseebene.

[0008] Bevorzugt sind die Ecken der kurzen Seite der Masseebene, die dem Anregerement benachbart ist, abgeschrägt. Ein solches "Anspitzen" der Massefläche bewirkt eine Konzentration einer Verteilung elektrischer Ladung im mittleren Bereich dieser kurzen Seite der Masseebene. Wenn das Anregerement ebenfalls etwa in der Mitte der kurzen Seite angeordnet ist, durchsetzt ein wesentlich größerer Teil des von dieser Ladung ausgehenden elektrischen Flusses das Anregerement, was wiederum eine stärkere Kopplung zwischen Anregerement und Masseebene, eine geringere Strahlungsgüte und eine dadurch größere Bandbreite zur Folge hat. Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform sieht alternativ oder zusätzlich im mittleren Bereich der kurzen Seite der Masseebene, welche dem Anregerement zugewandt ist eine senkrecht dazu angebrachte Fläche vor, die ebenfalls die Konzentration der Ladung im mittleren Bereich unterstützt.

[0009] Zur Unterstützung zweier verschiedener Mobilfunk-Frequenzbereiche, beispielsweise der Bereich für GSM850 und GSM900 einerseits und DCS und PCS andererseits ist es von Vorteil, wenn das Anregerement in einen inneren Anregerementabschnitt für ein höherfrequentes Spektralband und einen äußeren Anregerementabschnitt für ein niedrigerfrequentes Spektralband aufgeteilt ist. Dabei sind dann die beiden Anregerementabschnitte elektrisch durch einen umlaufenden Spalt voneinander getrennt, wobei an einer Stelle ein Steg zur mechanischen Halterung des äußeren Anregerementabschnitts verbleiben kann.

[0010] In dieser Weise kann der äußere Anregerementabschnitt zur Unterstützung der Mobilfunkfrequenzbänder GSM850 und GSM900 dienen, während der innere Anregerementabschnitt den höherfrequenten Frequenzbändern für DCS und PCS zugeordnet ist, die ihre Mittenfrequenzen bei 1800 bzw. 1900 MHz haben.

[0011] Für jeden der Anregerementabschnitte kann

eine gesonderte, zu der Masseebene führende Speiseleitung mit jeweils separaten Speisepunkten vorgesehen sein. Dies ermöglicht eine getrennte Zuleitung für das niederfrequente und das höherfrequente Spektralband, wobei eine Kopplung insbesondere von dem inneren Anregerabschnitt zu dem äußeren stattfinden kann.

[0012] Bevorzugt weist die Speiseleitung eine eingefügte Impedanz auf, deren Wert umschaltbar oder kontinuierlich einstellbar ist, z.B. eine Induktivität, die umschaltbar ist. Für dieses Ausführungsbeispiel kann die Speiseleitung in Streifenleitungstechnik ausgeführt sein und ein Teilstück der Speiseleitung kann eine umschaltbare Speiseleitungsbreite aufweisen. Eine solche umschaltbare Speiseleitungsbreite kann dadurch realisiert sein, dass in dem Teilstück die Speiseleitung mittig geschlitzt und eine der Speiseleitungshälften mit einem Schalter versehen ist. Durch Schließen des Schalters kann die Induktivität gegenüber einem vorhergehenden nicht zugeschalteten Zustands verändert werden. Dies geschieht bevorzugt derart, dass beispielsweise durch Verringerung der Induktivität von dem GSM850-Band auf das GSM900-Band angepasst wird. Die Anpassung hat Auswirkungen für die Resonanzfrequenzen der Einheit aus Speiseleitung und Anregungselement. Selbstverständlich können bei aufgeteiltem Anregerabschnitt beide vorgesehenen Speiseleitungen mit derart variabler Serienimpedanz versehen sein, so dass sowohl innerhalb des niederfrequenten als auch innerhalb des höherfrequenten Spektralbandes unabhängig umgeschaltet werden kann. Die Anregerstruktur für das höherfrequente Band kann dabei beispielsweise zwischen den Einstellungen DCS- und PCS-Band einerseits und PCS-Band und UMTS-Band andererseits umgeschaltet werden.

[0013] Wenn beispielsweise die Abmessungen einer Schaltkreisplatte als Masseebene durch andere Randbedingungen vorgegeben sind, ist es von Vorteil, wenn auf derjenigen kurzen Seite der Masseebene, welche der kurzen Seite mit benachbarten Anregerabschnitt gegenüberliegt, ein kapazitives Belastungselement vorgesehen ist, das zur Anpassung einer Stromdichteverteilung der Masseebene an eine gewünschte Resonanzfrequenzband angepasst ist. Auf diese Weise kann insbesondere ein Vergrößern einer elektrischen Länge im Hinblick auf die Mobilfunk-Frequenzbänder GSM850 und GSM900 mit Hilfe kapazitiver Endbelastung durch das Belastungselement herbeigeführt werden. Im Hinblick auf die hochfrequenten Frequenzbänder für DCS und PCS kann dabei durch die erfindungsgemäße Gestaltung des Belastungselementes gleichzeitig eine Verringerung der wirksamen elektrischen Länge erzielt werden. Dazu ist das Belastungselement derart ausgebildet und angeordnet, dass sich für die Masseebene in deren Längsrichtung von dem Anregerabschnitt aus eine elektrische Länge, entsprechend einer halben gewünschten Resonanzwellenlänge, einstellt, an deren Ende mittels des Belastungselementes eine Knotenlinie der

Stromdichteverteilung erzwungen wird und ferner erreicht wird dass die parallel zur Längsachse der Masseebene orientierte Stromdichte auf Masseebene und Belastungselement jenseits der Knotenlinie insgesamt im Mittel sehr klein wird.

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen noch näher erläutert. Es zeigen:

- 10 Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer Antennenstruktur mit zwei Anregerabschnitten, einer Masseebene und einem Belastungselement,
- 15 Figur 2 eine Draufsicht der Antennenstruktur von Figur 1,
- Figur 3 eine Seitenansicht der Antennenstruktur von Figur 1,
- 20 Figur 4 eine weitere perspektivische Ansicht der Antennenstruktur von Fig. 1,
- Figur 5 eine Ansicht eines Teilstücks einer Speiseleitung der Antennenstruktur nach Figur 1,
- 25 Figur 6 eine Aufsicht auf eine Metallisierungsstruktur im Bereich der Anregerabschnitt für die Antennenstruktur von Figur 1,
- 30 Figur 7 eine Draufsicht der Antennenstruktur von Figur 1 mit Darstellung einer elektrischen Stromdichteverteilung bei Anregung im höherfrequenten Band,
- 35 Figur 8 eine graphische Darstellung einer Abhängigkeit zweier Eingangsreflexionsfaktoren an zwei Speisepunkten der Antennenstruktur von Figur 1 als Funktion der Frequenz,
- 40 Figur 9 eine Draufsicht auf ein alternatives Anregungselement, welches zusätzlich einen Diversity-Betrieb ermöglicht, und
- 45 Figur 10 eine Seitenansicht des Anregungselementes von Figur 9.

[0015] Die in den Figuren 1 bis 4 vollständig dargestellte Antennenstruktur weist eine Masseebene 1 auf, bei der es sich beispielsweise um eine Masse-Schicht einer bei Mobiltelefonen typischer Weise eingesetzten elektrischen Schaltkreisplatte handeln kann, die Träger der erforderlichen elektrischen Baugruppen zur Unterstützung der Funktionalitäten des Mobiltelefons ist. Die Masseebene 1 ist kapazitiv mit einem Anregungselement A1 gekoppelt, welches in einen äußeren Anregerabschnitt 2 und einen inneren Anregerabschnitt 3 aufgeteilt ist. Das Anregungselement A1 ist im We-

sentlichen senkrecht zu einer Ebene angeordnet, welche von der Masseebene 1 aufgespannt wird. Dabei ist der innere Anregerelementabschnitt 3 lang gestreckt ausgebildet und wird von dem äußeren Anregerelementabschnitt 2 unter Freilassung eines Spaltes umschlossen. Der äußere Anregerelementabschnitt 2 dient zur Unterstützung von niederfrequenten Mobilfunk-Frequenzbändern, beispielsweise GSM850 und GSM900, während der innere Anregerelementabschnitt 3 für die bei 1800 bzw. 1900 MHz liegenden Frequenzbänder für DCS und PCS ausgelegt ist. Insofern können die beiden Anregerelementabschnitte 2, 3 als im Wesentlichen unabhängig voneinander betreibbare Anregerelemente aufgefasst werden.

[0016] Bei einem vereinfachten Ausführungsbeispiel der Antennenstruktur könnte auch auf die Teilung des Anregerelements A1 in die Anregerelementabschnitte 2 und 3 verzichtet werden und ein gemeinsamer Anreger für alle Bänder verwendet werden. Vorteilhaft ist die Teilung zum einen in Hinblick auf die Entkopplung der Speisepunkte für das niederfrequente und das höherfrequente Spektralband, zum anderen in Hinblick auf die Möglichkeit, die durch die Anregerelemente zusammen mit ihren Speiseleitungen gebildeten Resonatoren weitgehendst unbeeinflusst voneinander durch elektrische Schaltelemente abstimmen zu können. Von grundsätzlicher Bedeutung ist jedoch die im Wesentlichen senkrechte Anordnung der Anregerelementabschnitte 2, 3, welche zur Folge hat, dass sie in den Bereich einer lokal maximalen elektrischen Feldstärke einer abstrahlenden Stromdichteverteilung auf der Masseebene 1 gelangen und damit vom größtmöglichen elektrischen Fluss der zugehörigen Feldstärkeverteilungen durchsetzt werden. Ergebnis ist, dass eine besonders starke Kopplung zwischen den Anregerelementabschnitten 2, 3 und den gewünschten Stromdichteverteilungen auf der Masseebene 1 herbeigeführt wird, was eine erwünschte, geringe Strahlungsgüte mit hoher Bandbreite nach sich zieht.

[0017] Die Masseebene 1 weist an derjenigen kurzen Seite, die dem Anregerelement A1 zugeordnet ist, abgeschrägte Ecken 1a auf, die bewirken, dass die in dem angrenzenden Bereich der Massefläche 1 befindliche Ladung einen elektrischen Fluss erzeugt, der das Anregerelement A effizient durchsetzt.

[0018] Wie insbesondere aus Figur 1 deutlich hervorgeht, ist der innere Anregerelementabschnitt 3 über eine Speiseleitung 5 mit der Masseebene 1 verbunden, was im Einzelnen heißt, dass die Speiseleitung 5 auf Seiten der elektrischen Schaltkreisplatte an einem Endpunkt mit deren Masseschicht verbunden ist. In dem durch die angestrebte Eingangsimpedanz definierten Abstand von diesem Endpunkt befindet sich ein unsymmetrischer Speisepunkt 5a. Während die Speiseleitung 5 über der Masseebene 1 verläuft, gilt dies in dem dargestellten Ausführungsbeispiel nur teilweise für die Speiseleitung 4 für den äußeren Anregerelementabschnitt 2, denn sie ist an einer Stelle senkrecht zu der Masseebene 1 herausgeführt und dann parallel zu der Masseebene 1 an

den äußeren Anregerelementabschnitt 2 angeschlossen. Diese spezielle Leitungsführung ist für eine Funktion der Antennenstruktur nicht von hoher Bedeutung. Die Speiseleitung 4 könnte ebenso auf dem Dielektrikum (der Masseebene 1) angeordnet sein. Der ebenfalls unsymmetrische Speisepunkt 4a befindet sich wiederum in dem durch die angestrebte Eingangsimpedanz definierten Abstand von dem mit der Masseebene 1 verbundenen Endpunkt der Leitung 4.

[0019] Aus der Figur 7 geht zudem die Ausbildung einer einem elektrischen Dipol entsprechenden resonanten Stromdichteverteilung von der Knotenlinie L bis zu der dem Anregerelement A1 zugewandten kurzen Seite der Massefläche 1 hervor, wenn die Anregung im höherfrequenten Spektralband erfolgt, wobei diese Stromdichteverteilung für die Strahlungscharakteristik der Antennenstruktur maßgeblich ist.

[0020] Es ist darauf hinzuweisen, dass durch die Zerteilung des Anregungselementes A1 in die Anregerelementabschnitte 2, 3 in der gewählten Anordnung eine Anregung sowohl im hochfrequenten als auch im niederfrequenten Bereich ermöglicht wird, weitestgehend ohne gegenseitige Beeinflussung. Dabei wird eine kapazitive Kopplung zwischen dem inneren Anregerelementabschnitt 3 und dem äußeren Anregerelementabschnitt 2 gezielt ausgenutzt, um eine größere effektive Fläche für die hochfrequenten Frequenzbänder wie DCS und PCS bereitzustellen. Dabei koppelt der innere Anregerelementabschnitt 3, der für die hochfrequenten Bänder wirksam ist, teilweise direkt auf die Masseebene 1 und teilweise indirekt, unter Zwischenschaltung des äußeren Anregerelementabschnitts 2 mit der Masseebene 1. Ein wesentlicher Vorteil dieser Lösung gegenüber einer multiresonanten Antennenstruktur besteht darin, dass aufgrund der elektrischen Abstimmbarkeit in beiden Bändern, d. h. dem niederfrequenten Spektralband und dem hochfrequenten Spektralband, jeweils höhere Nutzbandbreiten erreichbar sind, als es sonst möglich wäre.

[0021] Während die Anregerelementabschnitte 2, 3 einer ersten kurzen Seite der Massefläche 1 benachbart angeordnet sind, ist ausgehend von der anderen kurzen Seite der Massefläche 1 ein Belastungselement 6 vorgesehen, das etwa in der Mitte dieser kurzen Seite elektrisch leitend mit der Massefläche 1 verbunden ist.

[0022] Das Belastungselement 6 dient im vorliegenden Ausführungsbeispiel zur Verkürzung der wirksamen elektrischen Länge der Masseebene 1 im Hinblick auf die DCS- und PCS-Bänder, während gleichzeitig eine Vergrößerung der elektrischen Länge für GSM850 und GSM900 mittels kapazitiver Endbelastung erreicht werden soll. Die Verringerung der elektrischen Länge für das DCS- und das PCS-Band wird dadurch erreicht, dass eine Knotenlinie L für die Stromdichteverteilung der Masseebene 1 in einem Abstand einer effektiven Halbwellenlänge von der kurzen Seite der Masseebene 1, der die Anregerelementabschnitte 2, 3 benachbart sind, erzeugt wird. (vgl. Figur 7). Zu diesem Zweck bewirkt das Belastungselement 6 durch Ausbildung eines Spaltes 7

zu beiden Seiten der Massefläche 1 eine resonante Abschirmung, wobei der Schlitz 7 einer Viertelwellenlänge entspricht und aus diesem Grunde im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils um eine Ecke der Masseebene 1 herum verläuft. Die derart realisierten parasitären Viertelwellenresonatoren sind im Wesentlichen nicht strahlend aufgrund der entgegengesetzten Richtungen der Stromdichtevektoren auf dem abschirmend wirkenden Belastungselement 6 und der Masseebene 1. Für die parasitären Viertelwellenresonatoren kann erwartet werden, dass sie nur geringe dissipative Verluste mit sich bringen.

[0023] Die effektive elektrische Länge für die Benutzung der Massefläche 1 als Abstrahlungsfläche für die hochfrequenten Bänder PCS und DCS wird daher von einem Anteil der Massefläche 1 gebildet, der zwischen den Anregerelementabschnitten 2, 3 und den nahen Enden der Schlitz 7 liegt.

[0024] Im Hinblick auf die niederfrequenten Spektralbänder für die Mobilfunk-Standards GSM850 und GSM900 wirkt das Belastungselement 6 als kapazitive Endbelastung zur Vergrößerung der elektrischen Länge. Hier bildet sich die in Figur 7 dargestellte Knotenlinie nicht aus.

[0025] Das Belastungselement 6 gewährt den Vorteil, dass sowohl in den niederfrequenten als auch in den hochfrequenten Spektralbändern eine dipolähnliche Rundstrahl-Charakteristik erzielt werden kann, was in letzterem Falle auf die resonante Abschirmung durch das Belastungselement 6 zurückzuführen ist.

[0026] Nachfolgend wird erläutert, wie mit Hilfe von Modifikationen beispielsweise an der Speiseleitung 4 im Bereich zwischen dem Speisepunkt 4a und dem Anregerelementabschnitt 2, erreicht werden kann, dass sich der äußere Anregerelementabschnitt 2 abstimmen lässt. In der Figur 5 ist ein Teilstück T1 aus dem genannten Bereich der Speiseleitung 4 teilweise schematisch dargestellt. In diesem Teilstück T1 ist die Speiseleitung 4 über eine Strecke mittig geschlitzt, so dass die Speiseleitung 4 in zwei Hälften aufgeteilt wird. Die eine Hälfte H1 ist durchgehend, während die andere Hälfte H2 mit Hilfe eines Schalters S zuschaltbar ist. Auf diese Weise kann eine effektive Leiterbreite in dem Teilstück T durch Betätigung des Schalters S abgestimmt werden. Durch Schließen oder Öffnen des Schalters wird die effektive Leiterbreite und damit die Induktivität des Teilstücks T1 verändert, wobei die Induktivität und die Leiterbreite in erster Näherung im umgekehrt proportionalen Verhältnis zueinander stehen. Demgegenüber bleibt eine Kapazität des Teilstücks T1 im Wesentlichen unverändert. Durch Betätigen des Schalters S kann die Resonanzfrequenz der Kombination aus Speiseleitung 4 und Anregerelementabschnitt 2 verändert werden, insbesondere eine Anpassung an das GSM850 oder das GSM900 Band herbeigeführt werden. Der Schalter S kann alternativ auch als Varaktor ausgeführt sein wobei in Verallgemeinerung des eben beschriebenen Vorgehens die Serienimpedanz des Teilstückes T1 verändert wird. Das Ein-

bringen des Schalters bzw. Varaktors in die Speiseleitung bietet den Vorteil, dass über dem Schaltelement nur eine relativ geringe HF-Spannung abfällt. Da auch nur etwa die Hälfte des Stroms durch den Schalter S fließt, verringert sich eine Verlustleistung im Schaltelement um beispielsweise 6 dB im Vergleich zu dem Fall dass der Gesamtstrom geschaltet würde. Obwohl in den Figuren nicht gezeigt, kann ein ebensolches Teilstück auch in der Speiseleitung 5 für die hochfrequenten Bänder DCS und PCS vorgesehen sein.

[0027] Es ist hervorzuheben, dass es durch die Ausbildung des in Figur 5 dargestellten Teilstücks T1 der Speiseleitung 4 ermöglicht wird, trotz einer Nicht-Linearität der als Schaltelemente zur Verfügung stehenden Bauelemente einschlägige Spezifikationen der zu unterstützenden Mobilfunkstandards hinsichtlich Emissionsmaske und Abstrahlung von Harmonischen einzuhalten.

[0028] Aus der Figur 6 geht die Ausbildung der Speiseleitungen 4, 5 zu den Anregerelementabschnitten 2, 3 im Vergleich zur Figur 1 mehr im Detail hervor. Auch dort ist ein Teilstück T2 der Speiseleitung 4 zwischen dem Speisepunkt 4a und dem Anregerelement 2 mittig geschlitzt. Eine zuschaltbare Hälfte dieses Teilstücks T2 der Speiseleitung 4 ist dort beispielsweise mit zwei Leiterbahnunterbrechungen 4b zur Aufnahme zweier in Serie geschalteter Schaltelemente ausgeführt, wobei es sich um Halbleiterschalter, z.B. Feldeffekttransistoren oder Halbleitervaraktoren oder Mikroelektromechanische Schalter (MEMS Schalter) handeln kann.

[0029] In der Figur 8 sind nunmehr jeweils eine Abhängigkeit zwischen einem Eingangsreflexionsfaktor am Speisepunkt 4a der Leitung 4 bzw. 5a der Leitung 5 und der Frequenz graphisch dargestellt. Die durchgezogenen Linien sind jeweils der Abstimmung für GSM850 und die gestrichelten Linien der Abstimmung für GSM900 zugeordnet. Bezüglich des Speisepunktes 4a finden sich ohne weiteres, in Abhängigkeit von der Abstimmung, Reflexionsminima bei 850 MHz bzw. 900 MHz. Bezüglich des Speisepunktes 5a findet sich, unabhängig von der Abstimmung, ein weiterer Bereich geringen Eingangsreflexionsfaktors von 1700 MHz bis 2000 MHz, der im wesentlichen auf die Halbwellenresonanz auf der Masseebene 1 im Bereich zwischen der anregerseitigen kurzen Seite der Masseebene und der Knotenlinie L zurückzuführen ist und der durch Kopplung mit der Resonanz des durch die Speiseleitung 5 und das Anregerelement 3 gebildeten Resonators zusätzlich verbreitert wird.

[0030] In den Figuren 9, 10 ist eine alternative Ausführungsform der Antennenstruktur gezeigt, wobei ein alternatives Anregerelement A2 zusammen mit einem benachbarten Teil der Masseebene 1 dargestellt ist. Das Anregerelement A2 entspricht im Wesentlichen dem Anregerelementabschnitt 2 für die Mobilfunkstandards GSM850 und GSM900, ist jedoch entlang einer Ebene, die senkrecht zur Masseebene 1 verläuft und eine Längsachse der Masseebene 1 enthält, geteilt. Auch ist eine Speiseleitung 8, die im Wesentlichen wie die Speiselei-

tung 4 verläuft, über einen Abschnitt von dem Anregerement A2 aus, der hinsichtlich seiner Länge etwa einem Viertel einer Wellenlänge einer Zielfrequenz entspricht, geteilt. Auf diese Weise entsteht ein Dipol, der unabhängig von weiteren Mobilfunkbändern angeregt werden kann. Dabei erfolgt die Anregung des Dipols symmetrisch an einem Speisepunkt 8a der symmetrisch geschlitzten Zuleitung in einem höherfrequenten Band während die Anregung für GSM850 und GSM900 wie zuvor beschrieben weiterhin unsymmetrisch an einem dem Speisepunkt 4a entsprechenden Speisepunkt 8b der Speiseleitung 8 erfolgt. Die kurze Seite der Masseebene 1, die dem Anregerement A2 zugewandt ist, weist Schlitz 10 auf, die beispielsweise etwa von der Mitte der kurzen Seite der Masseebene 1 aus in Richtung auf die jeweiligen langen Seiten und ein Stück entlang der jeweiligen langen Seiten verlaufen, so dass eine Schlitzlänge erreicht wird, welche etwa einer Viertelwellenresonanz bei der höherfrequenten Anregungsfrequenz des Dipols entspricht. Aufgabe dieser resonanten Schlitz 10 ist es, das mit Hilfe der geteilten Ausbildung der Speiseleitung 8 und des Anregerementes A2 ermöglichte elektrische Dipolfeld nicht durch die Masseebene 1 kurz-zuschließen.

[0031] Die zur Realisierung einer Viertelwellenleitung mit hoher Impedanz am offenen Ende symmetrische Teilung des Anregerementabschnittes 2 und seiner Speiseleitung 4 sowie die symmetrische Schlitzung der Masseebene 1, welche zu der Anordnung nach Fig. 9 führt, kann nun dahingehend erweitert werden, dass auch der Anregerementabschnitt 3 wieder eingeführt und zusammen mit seiner Speiseleitung 5 ebenfalls symmetrisch so geteilt wird, dass ein Kurzschluss des Dipolfeldes des Dipols, welcher gemeinsam mit dem Anregerementabschnitt 2 realisiert wurde, vermieden wird. Es stehen dann in einem höherfrequenten Spektralbereich zwei unabhängige Strahler zur Verfügung, von denen einer durch Anregung des Chassis mittels Anregerementabschnitt 3 und einer als Dipol 11 realisiert ist. Aufgrund einer Orthogonalität der Feldverteilungen des Dipolfeldes und der Chassis-Ausbreitungsmoden kann eine ausgezeichnete Entkopplung erwartet werden. Durch die Maßnahmen wird eine zusätzliche resonante Antenne mit unterschiedlicher Polarisierung und Richtcharakteristik und separatem Speisepunkt erreicht, die für eine Empfangs-Vielfalt beispielsweise im UMTS-Band oder alternativ im PCS-Band einsetzbar ist. Die Funktion der ursprünglich ungeteilten Anregerementabschnitte 2, 3 bleibt dabei auch in der geteilten Realisierung zur Anregung des Chassis in einem niedrigeren Frequenzband und in einem höheren Frequenzband erhalten.

[0032] Die oben erläuterten Antennenstrukturen gemäß den Figuren 1 bis 4 zeichnen sich insbesondere durch eine erhebliche Reduzierung der Strahlungsgüte gegenüber konventionellen Lösungen aus, deren unmittelbare Folge eine erhebliche Erhöhung einer Bandbreite ist.

[0033] Erste Messungen haben gezeigt, dass die An-

regerementabschnitte 2,3 bezüglich einer Verstimmung der Antennenstruktur beispielsweise durch den Kopf oder eine Hand eines Benutzers sehr unempfindlich sind, was für einen praktischen Einsatz der Antennenstruktur von hervorgehobener Bedeutung ist. Für die beiden hochfrequenten Mobilfunkbänder DCS und PCS ergibt sich eine verbesserte Richtcharakteristik die zu einer Erhöhung der sog. "Near Horizon Partial Radiated Power" führt. Auch für die unteren Mobilfunkbänder, wie GSM850 und GSM900, ergibt sich eine verbesserte Antenneneffizienz.

[0034] Die genannten Vorteile werden erreicht, obwohl zugleich ein Volumen der Antennenstruktur im Vergleich zu beispielsweise den heute häufig verwendeten PIFA-Antennen erheblich verkleinert werden kann. Realisiert wurde bereits ein Quadband-Prototyp mit weniger als drei cm³ Antennenvolumen (Anregerementvolumen) auf einer elektrischen Schaltkreisplatte mit einer Gesamtfläche von 100 mm x 40 mm, und zwar bei einer Gesamtdicke des Aufbaus der Antennenstruktur von lediglich 10 mm. Der Quadband-Prototyp zeigte in den vier Mobilfunk-Frequenzbändern bei 850, 900, 1800 und 1900 MHz eine Reflexionsdämpfung von wenigstens 10 dB.

[0035] Die Anordnung der Anregerementabschnitte 2,3 bzw. der erweiterten, alternativen Ausführungsform des Anregerementes A2 in der beschriebenen senkrechten Art zur Masseebene 1 hat außerdem den Vorteil, dass die gesamte elektrische Schaltkreisplatte auf beiden Seiten frei zur Platzierung von weiteren elektronischen Komponenten bleibt.

Patentansprüche

1. Antennenstruktur für mobile Kommunikationsendgeräte mit einer aktiven Masseebene (1) zur Ausbildung einer für eine Abstrahlung elektromagnetischer Wellen maßgeblichen Stromdichteverteilung und einem Anregerement (A1, A2), das kapazitiv an die Masseebene (1) gekoppelt ist, wobei die Masseebene (1) im Wesentlichen rechtwinklig mit zwei kurzen und zwei langen Seiten ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Anregerement (A1, A2) flach ausgebildet ist, senkrecht zu der Masseebene (1) und einer kurzen Seite der Masseebene (1) benachbart angeordnet ist und über eine Speiseleitung (4, 5, 8), welche einen Speisepunkt (4a, 5a, 8a, 8b) enthält, mit der Masseebene (1) verbunden ist.
2. Antennenstruktur nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ecken (1a) der kurzen Seite der Masseebene (1), die dem Anregerement (A1, A2) benachbart ist, abgeschrägt sind.

3. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Anregerelement (A1, A2) in einen inneren Anregerelementabschnitt (2) für ein höherfrequentes Spektralband und einen äußeren Anregerelementabschnitt (3) für ein niedrigerfrequentes Spektralband aufgeteilt ist. 5
4. Antennenstruktur nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass für jeden der Anregerelementabschnitte (2, 3) eine gesonderte, zu der Masseebene (1) führende Speiseleitung (4, 5, 8) vorgesehen ist. 10 15
5. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der innere und der äußere Anregerelementabschnitt (2, 3) an einer Stelle in Radialrichtung des Anregerelementes (A1, A2) mechanisch miteinander verbunden sind. 20
6. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Speiseleitung (4, 5, 8) eine eingefügte, schaltbare oder veränderliche Impedanz aufweist. 25
7. Antennenstruktur nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Speiseleitung (4, 5, 8) in Streifenleitungstechnik ausgeführt ist und ein Teilstück der Speiseleitung (4, 5, 8) eine umschaltbare Speiseleitungs- breite aufweist. 30 35
8. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Teilstück (T1, T2) die Speiseleitung (4, 5, 8) mittig geschlitzt und eine der Speiseleitungshälften (H1) mit einem Schalter (S) oder einem Varaktor versehen ist. 40
9. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf der kurzen Seite der Masseebene (1), welche der kurzen Seite mit benachbartem Anregerelement (A1, A2) gegenüberliegt, ein kapazitives Belastungselement (6) vorgesehen ist, das zur Anpassung einer Stromdichteverteilung der Masseebene (1) an ein gewünschtes Resonanzfrequenzband angepasst ist. 45 50
10. Antennenstruktur nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Belastungselement (6) derart ausgebildet und angeordnet ist, dass sich für die Masseebene (1) in deren Längsrichtung von dem Anregerelement (A1, A2) aus eine elektrische Länge, entsprechend 55
- einer halben gewünschten Resonanzwellenlänge, einstellt, an deren Ende mittels des Belastungselementes eine Knotenlinie der Stromdichteverteilung erzwungen wird und ferner erreicht wird, dass die parallel zur Längsachse der Masseebene orientierte Stromdichte auf Masseebene und Belastungselement jenseits der Knotenlinie im Mittel geringer als diesseits der Knotenlinie ist.
11. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Anregerelement (A2) entlang einer Ebene, die senkrecht zur Masseebene (1) verläuft und eine Längsachse der Masseebene (1) enthält, geteilt ist und die Speiseleitung (8) über einen Abschnitt von dem Anregerelement (A2) aus, der hinsichtlich seiner Länge etwa einem Viertel einer Wellenlänge einer Zielfrequenz entspricht, geteilt ist.
12. Antennenstruktur nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der geteilte Abschnitt der Speiseleitung (8) einer vom Anregerelement (A2) aus gesehen leerlaufenden und am anderen Ende kurzgeschlossenen symmetrischen Viertelwellenleitung bei einer Zielfrequenz entspricht und mit einem symmetrischen Speisepunkt (8b) versehen ist.
13. Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Anregerelement (A2) mit einem symmetrischen Speisepunkt (8a) und einem unsymmetrischen Speisepunkt (8b) ausgestattet ist.
14. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die kurze Seite der Masseebene (1), die dem Anregerelement (A2) zugewandt ist, Schlitze (9) aufweist, die etwa von der Mitte der kurzen Seite der Masseebene (1) aus in Richtung auf die jeweiligen langen Seiten verlaufen.

FIG 1

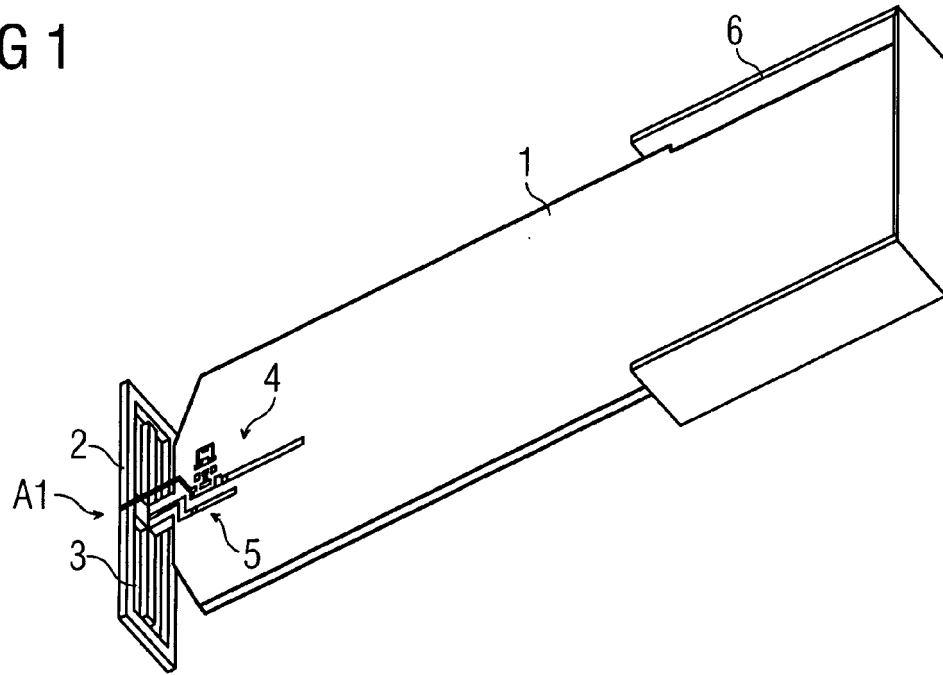


FIG 2

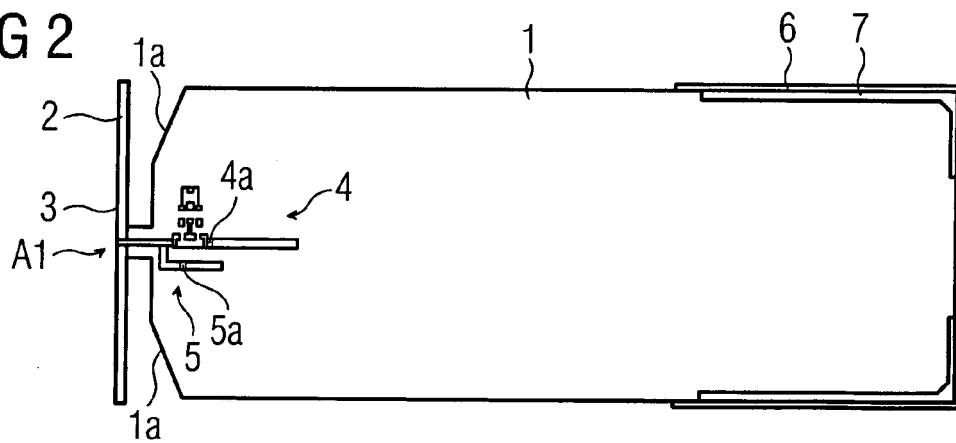


FIG 3

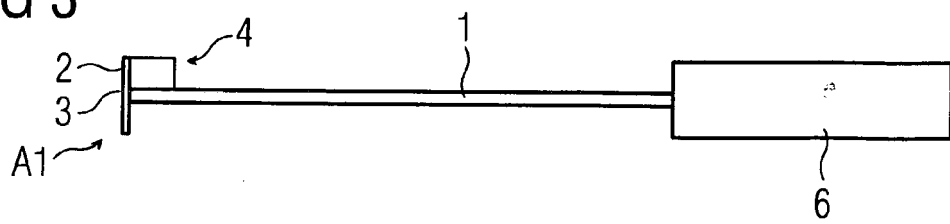


FIG 4

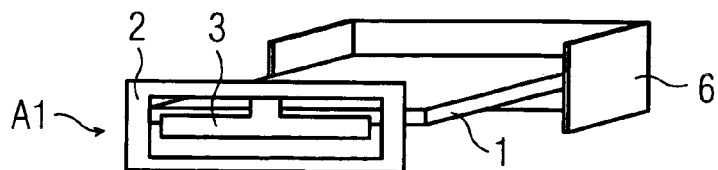


FIG 5

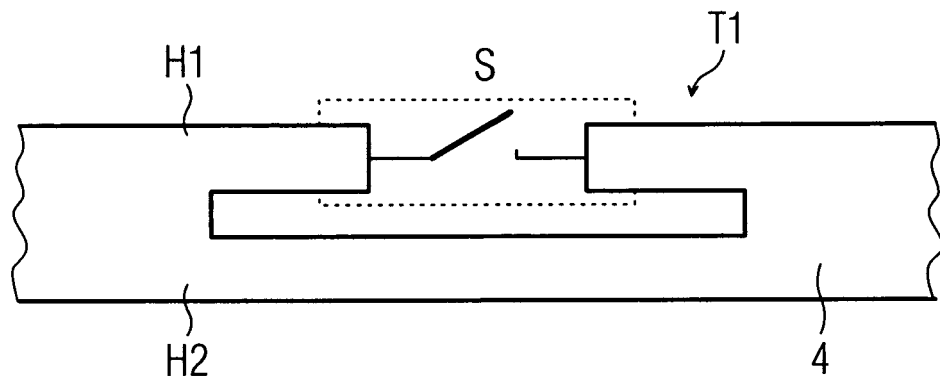


FIG 6

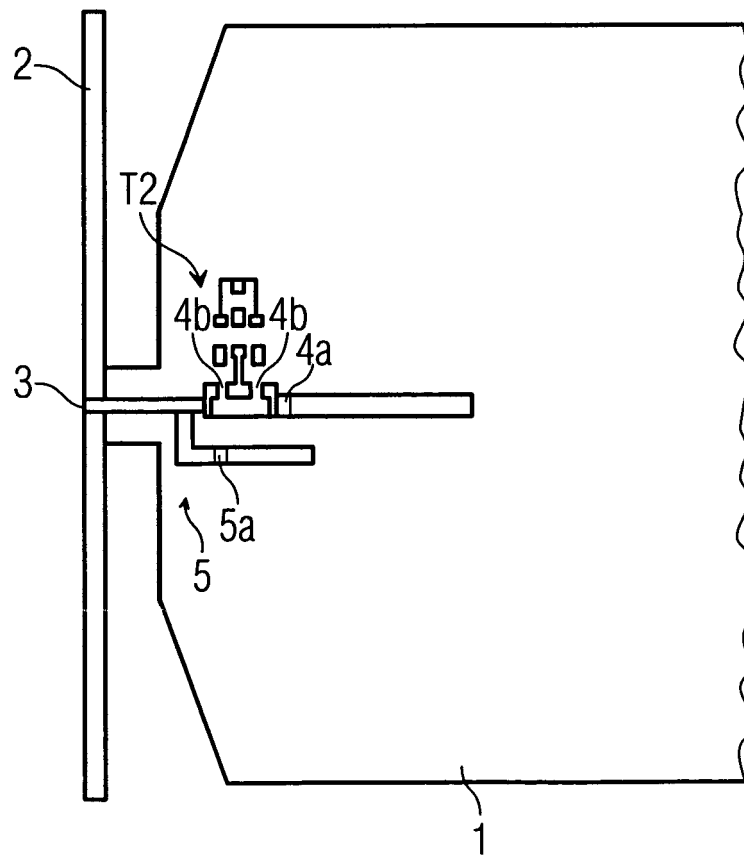


FIG 7

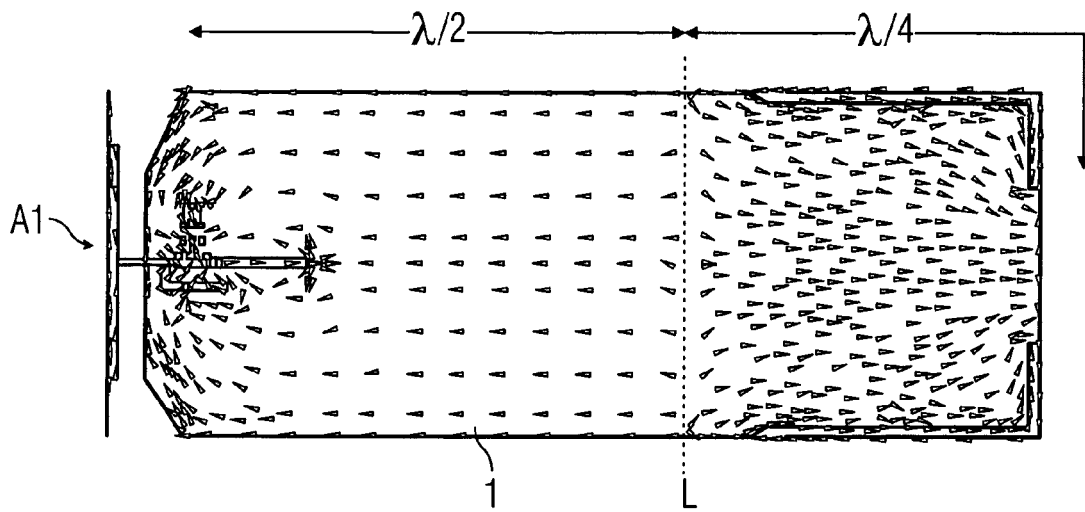


FIG 8

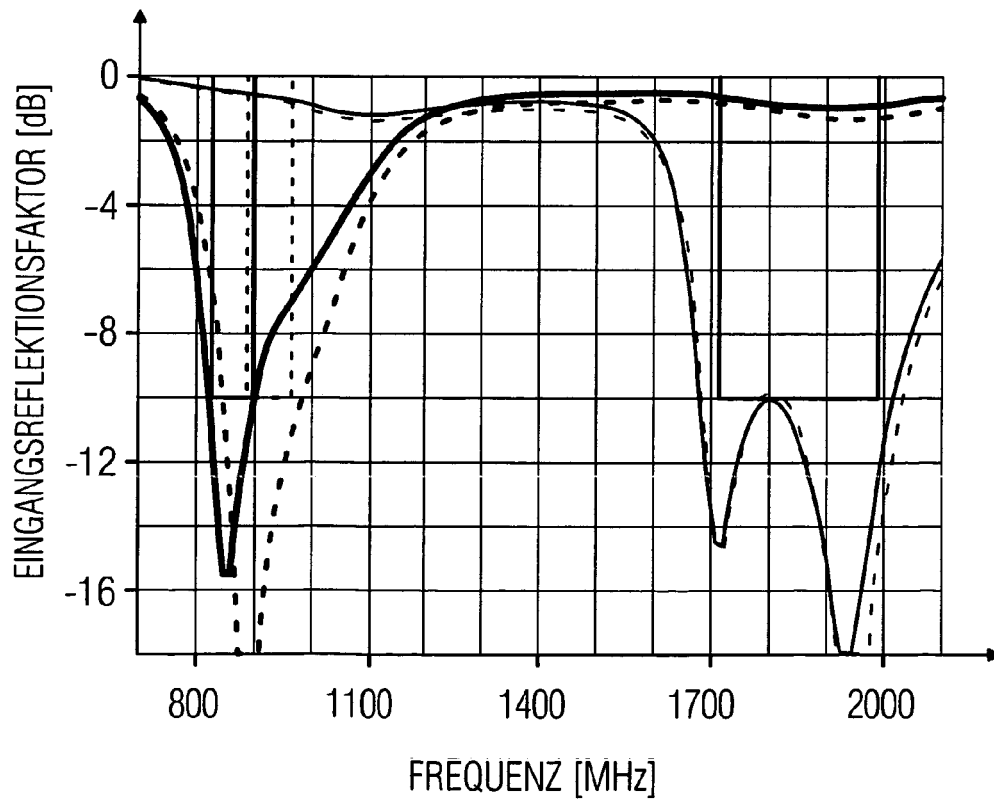


FIG 9

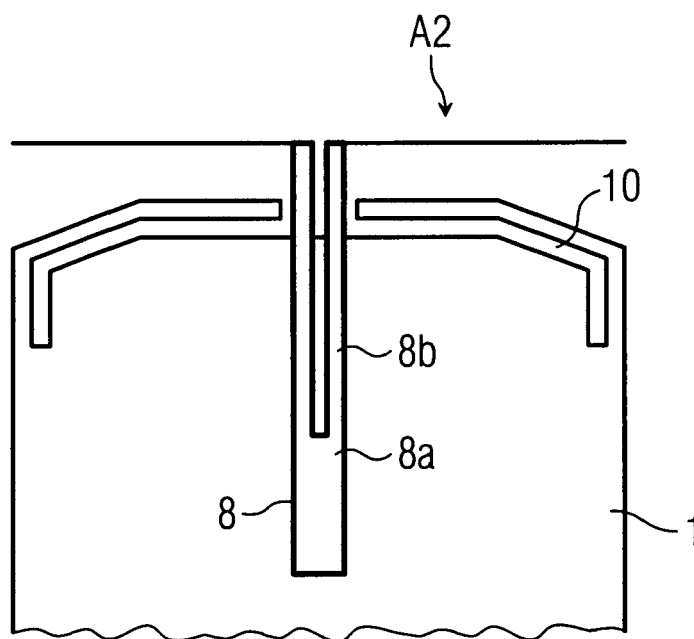
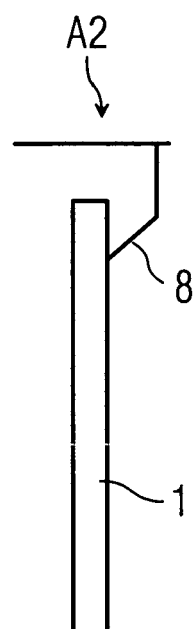


FIG 10





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 1708

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 079 463 A (RANGESTAR INTERNATIONAL CORPORATION) 28. Februar 2001 (2001-02-28)	1	H01Q9/04
Y	* Seite 5, Zeile 12 - Seite 7, Zeile 51 *	2-8	H01Q1/24
	* Abbildungen 1-12 *		H01Q5/00
	* Zusammenfassung *		

Y	EP 1 494 315 A (NEC CORPORATION) 5. Januar 2005 (2005-01-05)	2	
	* Spalte 5, Zeile 28 - Spalte 10, Zeile 5 *		
	* Abbildungen 1-9, 21-23 *		
	* Zusammenfassung *		

Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 09, 13. Oktober 2000 (2000-10-13)	3-5	
	-& JP 2000 156607 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 6. Juni 2000 (2000-06-06)		
	* Zusammenfassung *		
	* Abbildungen 1-6 *		

Y	WO 2004/109850 A (MURATA MANUFACTURING CO. LTD; YUASA, ATSUYUKI; IKUSHIMA, MIE; IZAWA, M) 16. Dezember 2004 (2004-12-16)	6-8	
	* Zusammenfassung *		
	* Abbildungen 1a-1c, 5-7 *		

A	US 6 225 952 B1 (HARANO NOBUYA) 1. Mai 2001 (2001-05-01)	1,6	
	* Spalte 2, Zeile 19 - Zeile 62 *		
	* Abbildungen 1-3 *		
	* Zusammenfassung *		

	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Februar 2006	Prüfer von Walter, S-U
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 1708

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 851 533 A (NORTEL NETWORKS CORPORATION) 1. Juli 1998 (1998-07-01) * Spalte 1, Zeile 11 - Spalte 3, Zeile 18 * * Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 43 * * Abbildungen 1-4 * * Zusammenfassung *	1	
A	US 2002/068603 A1 (ITO RYO ET AL) 6. Juni 2002 (2002-06-06) * Zusammenfassung * * Seite 5, Absatz 78 - Seite 6, Absatz 84 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. Februar 2006	Prüfer von Walter, S-U
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 01 1708

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-02-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1079463	A	28-02-2001	AT 290722 T	15-03-2005
			CN 1285626 A	28-02-2001
			DE 69924104 D1	14-04-2005
			DE 69924104 T2	19-01-2006
			HK 1034813 A1	10-06-2005
			JP 2001085929 A	30-03-2001

EP 1494315	A	05-01-2005	CN 1577968 A	09-02-2005
			US 2004263394 A1	30-12-2004

JP 2000156607	A	06-06-2000	KEINE	

WO 2004109850	A	16-12-2004	KEINE	

US 6225952	B1	01-05-2001	CN 1240305 A	05-01-2000
			JP 11355021 A	24-12-1999
			KR 2000006092 A	25-01-2000

EP 0851533	A	01-07-1998	CA 2225082 A1	30-06-1998
			JP 10209738 A	07-08-1998
			US 6025805 A	15-02-2000

US 2002068603	A1	06-06-2002	CN 1363997 A	14-08-2002
			GB 2375893 A	27-11-2002
			JP 2002171111 A	14-06-2002

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **VON JUHA VILLANEN et al.** Compact Antenna Structures for Mobile Handsets. *3rd COST 284 Management Committee Meeting Workshop*, Oktober 2003 [0002]
- **VON B. VAINIKAINEN et al.** Resonator-Based Analysis of the Combination of Mobile Handset Antenna and Chassis. *IEEE Trans. Antennas Propagation*, Oktober 2002, vol. 50 (10), 1433-1444 [0002]