



European Patent Office



(11)

EP 0 883 206 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

09.12.1998 Patentblatt 1998/50

(51) Int. Cl.⁶: **H01Q 3/00**

(21) Anmeldenummer: 98110364.1

(22) Anmeldetag: 05.06.1998

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 07.06.1997 DE 19724087

(71) Anmelder:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER
ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.
80636 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Haberger, Karl**
82152 Planegg (DE)
- **Aicher, Wolfgang**
80799 München (DE)

(54) **Sende- und Empfangsgerät für Hochfrequenzstrahlung und Verwendung des Sende- und Empfangsgeräts**

(57) Die Erfindung betrifft ein Sende- und Empfangsgerät für Hochfrequenzstrahlung, das mit einer Antenneneinrichtung ausgestattet ist, die eine gerichtete, trägheitslos veränderbare Strahlungscharakteristik aufweist. Das Gerät ist weiterhin mit einer Einrichtung ausgestattet, die eine automatische, trägheitslose Ausrichtung der Strahlungscharakteristik in Richtung eines zweiten Sende-/Empfangsgerätes (Gegenstation) in Echtzeit vornimmt. Dazu ist das erfindungsgemäße Sende- und Empfangsgerät mit Mitteln zur Bestimmung der aktuellen räumlichen Position ausgestattet, die geeignet sind, bei einer Veränderung der räumlichen Lage des Gerätes die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik auf der Grundlage der berechneten aktuellen Lage vorzunehmen.

Durch die Bündelung und Ausrichtung der Sende-

keule in Richtung des zweiten Gerätes wird die benötigte Sendeleistung bei unveränderter Feldstärke am Empfänger im Vergleich zu herkömmlichen Geräten deutlich gesenkt. Dies führt gerade bei Batterie- oder Akku-betriebenen Geräten zu einer deutlichen Energieersparnis und damit zu einer Erhöhung der Betriebsdauer des Gerätes.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform enthält das Sende-/Empfangsgerät einen oder mehrere Beschleunigungssensoren, mit denen zu jedem Zeitpunkt die aktuelle räumliche Lage des Gerätes in Bezug auf eine Referenzachse berechnet wird. Bei einer Veränderung der räumlichen Lage des Gerätes wird die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik automatisch auf der Grundlage dieser berechneten aktuellen Lage angepasst.

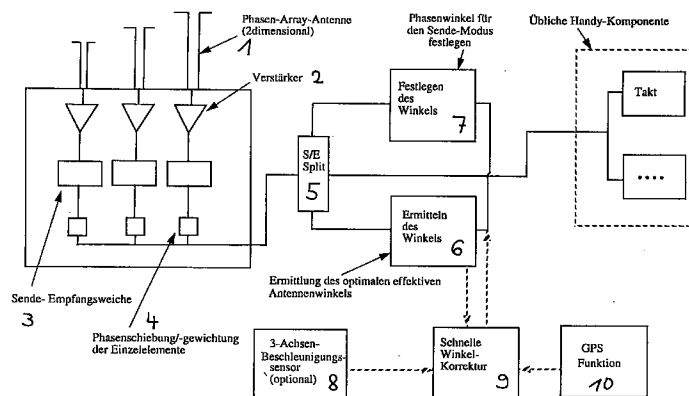


Fig. 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Sende- und Empfangsgerät für Hochfrequenzstrahlung mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 sowie die Verwendung des Sende- und Empfangsgeräts zur Hochfrequenzübertragung.

Hochfrequenzverbindungen, beispielsweise nach dem DECT- oder GSM-Standard, bilden ein wichtiges Glied bei der Informationsübertragung. Hierbei kommen sowohl mobile als auch stationäre Sende-/Empfangsanlagen zum Einsatz.

Ein typisches Anwendungsgebiet der vorliegenden Erfindung liegt im Bereich der mobilen Telekommunikation.

Ein kommerziell erhältliches mobiles Handtelefon, das nach dem GSM-Standard arbeitet, strahlt insgesamt eine Hochfrequenz-Leistung von etwa 2 W ab, um die Verbindung zu einer ortsfesten Basisstation herzustellen. Die benötigte Sendeleistung, die Empfangsfeldstärke und letztlich auch die übertragbare Datenrate (Bandbreite) sind hierbei durch die Geometrie (Abstand zwischen Sender und Empfänger) und durch elementare thermodynamische Gesetze (Rauschabstand) gegeben.

Hochfrequenz-Sender, wie sie beispielsweise in einem Mobiltelefon eingesetzt werden, strahlen ihre Energie im wesentlichen in eine $4\pi r^2$ -Geometrie ab. Für die Hochfrequenz-Verbindung wird jedoch nur der Raumwinkel-Anteil genutzt, der in Richtung des Empfängers gerichtet ist.

Insbesondere mobile Sende- und Empfangsgeräte müssen häufig mit einer unabhängigen Energiequelle wie Batterien oder Akkus, die nur einen begrenzten Energievorrat aufweist, betrieben werden. Die daraus resultierende relativ kurze Betriebsdauer stellt bei diesen Geräten ein großes Problem dar.

Ein Sende- und Empfangsgerät mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 ist aus der deutschen Offenlegungsschrift DE-A-44 35 344 bekannt. Diese Offenlegungsschrift beschreibt eine Gruppenstrahlerantenne mit einer Mehrzahl untereinander gleicher Einzelelemente mit einem Laufzeitausgleich zwischen den Einzelelementen. Insbesondere wird bei dieser Antenne die Phasenverschiebung zwischen den Einzelelementen ermittelt und beim Senden beibehalten, so daß sich automatisch eine Richtwirkung in die Richtung ergibt, aus der zuvor empfangen wurde.

Nachteilig bei diesem Sende- und Empfangsgerät ist jedoch, daß die Strahlungscharakteristik der Gruppenstrahlerantenne nicht in Echtzeit ausgerichtet werden kann. Genauer gesagt, müssen zur Ermittlung der Phasenverschiebung mehrere Wellenfronten abgewartet werden. Daher kann sich ein Problem ergeben, wenn das Sende- und Empfangsgerät räumlich bewegt wird, da sich die Strahlungscharakteristik nicht instantan entsprechend ausrichtet. Somit kann das Übertragungsergebnis aufgrund der unzureichenden

Ausrichtung der Strahlungscharakteristik nicht zufriedenstellend sein.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Sende- und Empfangsgerät für Hochfrequenzstrahlung anzugeben, das bei gleichem Energievorrat eine erhöhte Betriebsdauer hat und dennoch zufriedenstellende Übertragungsergebnisse erzielt. Desweiteren soll eine Verbesserung der Hochfrequenzverbindung ermöglicht werden.

Die Aufgabe wird mit den Merkmalen der geltenden Ansprüche 1 und 18 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß wird ein Sende- und Empfangsgerät für Hochfrequenzstrahlung bereitgestellt, mit einer Antenneneinrichtung, die geeignet ist, eine gerichtete, trägheitslos veränderbare Strahlungscharakteristik auszusenden, und einer Einrichtung, die geeignet ist, die Strahlungscharakteristik in Echtzeit in Richtung eines zweiten Sende-/Empfangsgerätes trägheitslos auszurichten, wobei die Einrichtung Mittel zur Bestimmung der aktuellen räumlichen Position umfaßt, die geeignet sind, bei einer Veränderung der räumlichen Lage des Gerätes die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik auf der Grundlage der berechneten aktuellen Lage vorzunehmen, so daß die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik in Echtzeit erfolgt.

Mit diesem Gerät wird in vorteilhafter Weise durch eine Bündelung der Sendekeule (gerichtete Strahlungscharakteristik) in Richtung des zweiten Gerätes die benötigte Sendeleistung bei unveränderter Feldstärke am Empfänger im Vergleich zu herkömmlichen Geräten deutlich gesenkt (um mindestens eine Größenordnung). Dies führt gerade bei Batterie- oder Akkubetriebenen Geräten zu einer deutlichen Energieersparnis und damit zu einer Erhöhung der Betriebsdauer des Gerätes. Die hierbei für die automatische Nachführung der Sendekeule in Echtzeit zusätzlich benötigte Energie ist gegenüber der insgesamt erzielbaren Energieersparnis vernachlässigbar klein.

Bei fest installierten Sende- und Empfangsgeräten ergibt sich neben der Energieersparnis der Vorteil, daß sich die gerichtete Strahlungscharakteristik bei der Installation des Gerätes oder der erstmaligen Inbetriebnahme an einem neuen Ort automatisch ausrichtet, so daß keine gesonderte Justage erforderlich ist. Desgleichen ist bei einer Veränderung der Position des zweiten Gerätes keine erneute Justage erforderlich, da das erste Gerät seine Strahlungscharakteristik in Echtzeit automatisch den neuen Gegebenheiten anpaßt, d.h. auf die neue Position ausrichtet.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt in der Reduzierung von unnötig in die Umgehung dissipierter Hochfrequenz-Energie („Elektro-Smog“).

Die gerichtete Strahlungscharakteristik bringt weiterhin eine Erhöhung der effektiv nutzbaren Übertragungskanäle mit sich, da hierdurch Überlagerungen vermieden werden können.

In einer vorteilhaften Ausführungsform umfaßt das

Sende-/Empfangsgerät Mittel, die die Halbwertsbreite der Strahlungscharakteristik in einer Hauptstrahlrichtung (Richtung mit maximaler Leistungsdichte) in Echtzeit so einstellen, daß eine optimale Übertragung von Daten mit der Hochfrequenzstrahlung gewährleistet ist. Die Halbwertsbreite ist dabei der Winkel zwischen den Richtungen mit einer halb so großen Leistungsdichte wie in der Hauptstrahlrichtung (3 dB-Breite). Optimale Übertragung von Daten kann zum einen bedeuten, daß der Übertragungsvorgang durch die räumliche Bündelung mit drastisch reduzierter Sendeenergie erfolgen kann; zum anderen können bei Beibehaltung oder nur leichter Verminderung der Sendeenergie höhere Übertragungsraten verwirklicht werden, da durch die Bündelung deutlich höhere Feldstärken am Empfangsort auftreten.

Gemäß der vorliegenden Erfindung können die Mittel zur Bestimmung der aktuellen räumlichen Position auf verschiedene Weisen realisiert werden.

Beispielsweise kann das Sende-/Empfangsgerät einen oder mehrere Beschleunigungssensoren enthalten. Das Ausgangssignal dieser Sensoren wird in eine Einrichtung eingespeist, die zu jedem Zeitpunkt die aktuelle räumliche Lage des Gerätes bzw. einer fiktiven Geräteachse, beispielsweise in der Normalenrichtung zur Ebene des Antennenarrays gelegen, in Bezug auf eine Referenzachse berechnet. Die Referenzachse kann dabei eine beliebige sein, beispielsweise die geometrische Verbindungslinie zwischen beiden Geräten.

Bei einer Veränderung der räumlichen Lage des Gerätes wird die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik automatisch auf der Grundlage dieser berechneten aktuellen Lage vorgenommen. Bewegungen des Gerätes können mittels mikromechanisch gefertigter und gegebenenfalls integrierter Beschleunigungssensoren hochpräzise detektiert werden. Die extrem hohe Rechenleistung mikroelektronischer Schaltkreise ermöglicht es hierbei, die Eigenbewegung des Gerätes mit Hilfe der integrierten Sensoren in Echtzeit in eine momentane Lagebeschreibung des Gerätes umzurechnen.

Besonders Handtelefone werden üblicherweise während des Betriebes bewegt. Bei diesen Bewegungen können Winkelgeschwindigkeiten von bis zu 5 s^{-1} auftreten, so daß die automatische Nachführung der gerichteten Strahlungscharakteristik bei Handtelefonen mit Geschwindigkeiten in dieser Größenordnung erfolgen muß.

Eine wesentliche Erleichterung bei der Nachführung der Strahlungscharakteristik kann hierbei durch die Einbeziehung der ermittelten Werte der mechanischen Gerätebewegung bei der Ausrichtung der Strahlungscharakteristik erreicht werden. Dazu ermitteln ein oder mehrere Beschleunigungssensoren die Eigenbewegung des Gerätes. Diese Bewegung wird in eine momentane Ausrichtung der Geräteachse in Bezug auf eine Referenzachse umgerechnet. Ein Rechenprozessor im Gerät hat dann die Aufgabe, die Strahlungscha-

rakteristik unter Berücksichtigung momentanen Ausrichtung der Geräteachse nachzuführen.

Die Bewegungsdetektion mit Hilfe von Beschleunigungssensoren kann die durch die Ermittlung der Empfangsrichtung gewonnene Ausrichtung der Strahlungscharakteristik in Richtung des zweiten Gerätes, beispielsweise einer Basisstation, unterstützen. Insbesondere kann in Zeiträumen mit fehlender oder sehr geringer Eigenbewegung des Gerätes auf eine ständige Neubestimmung der Richtung und/oder Neuausrichtung der Strahlungscharakteristik und den damit verbundenen Rechenaufwand verzichtet werden.

So kann beispielsweise zu einem bestimmten Startzeitpunkt, z.B. beim Einschalten des Gerätes, die Richtung des zweiten Gerätes ermittelt und die Strahlungscharakteristik der Antenne entsprechend ausgerichtet werden. Ab diesem Zeitpunkt kann die automatische Nachführung alleine anhand der Detektion der Eigenbewegung des Gerätes mittels der Beschleunigungssensoren vorgenommen werden. Bei Bedarf kann in regelmäßigen Zeitabständen oder bei einer Verschlechterung der Übertragungsqualität erneut die Richtung des zweiten Gerätes ermittelt werden (neuer Startzeitpunkt).

Die Bestimmung der Eigenbewegung des Gerätes mit Beschleunigungssensoren und deren Verwertung für die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik hat zudem den Vorteil, daß diese Sensoren sehr schnelle Bewegungen präzise erfassen können, so daß Fehler bei der Ausrichtung aufgrund einer schnellen Bewegung vermieden werden.

Alternativ kann das erfindungsgemäße Sende-/Empfangsgerät aber auch einen Lagesensor enthalten, der die Strahlungscharakteristik in der wahrscheinlichsten Richtung einer Gegenstation ausrichtet. Beim Betrieb mit einer terrestrischen richtet ein solcher Lagesensor die Strahlungscharakteristik beispielsweise horizontal aus, bei einem Satelliten als Gegenstation beispielsweise vertikal.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Bestimmung der Einfallsrichtung der vom zweiten Gerät (Gegenstation) empfangenen Hochfrequenzstrahlung über die Signale einer Phasenarrayantenne vorgenommen.

Die Definition der Strahlungscharakteristik einer Antenne sowohl für Sende- als auch für Empfangsbetrieb kann mittels mehrerer phasenverschoben betriebener Dipole oder ähnlich wirkender Strahlelemente vorgenommen werden. Dieses Prinzip ist unter dem Begriff Phasenarrayantenne bekannt. Phasenarrays werden hauptsächlich im militärischen Bereich als schnell schwenkbare Radarkeulen zum Abtasten eines bestimmten Raumwinkelanteils eingesetzt. Die erzielbaren Bündelungseigenschaften von Phasenarrayantennen sind im wesentlichen eine Funktion des Quotienten Antennenabmessung/Wellenlänge. So läßt sich beispielsweise bei 12 GHz für die senkrechte Abstrahlung eines 3x3-Arrays mit Gesamtabmessun-

gen von $4 \times 4 \text{ cm}^2$ ein maximaler Öffnungswinkel der Abstrahlung von 32° (Abfall um 3dB) abschätzen. Dies entspricht einem Raumwinkelverhältnis von 1:0.0625 (Faktor 16).

Für die Ermittlung der Einfallsrichtung der von der Gegenstation empfangenen Hochfrequenzstrahlung weist das Gerät eine Einheit zur Bestimmung der Phasenbeziehung der von den einzelnen Dipolen des Arrays detektierten Signale auf. Ein integrierter Prozessor berechnet die Einfallsrichtung der von der Gegenstation empfangenen Hochfrequenzstrahlung aus der Phasenbeziehung. Diese Richtung wird zu einer Referenzachse des Gerätes in Bezug setzt, und die Strahlungscharakteristik auf optimale Feldstärke in Richtung der Gegenstation ausgerichtet.

Aufgrund der technischen Entwicklungen der letzten Jahre, insbesondere der Möglichkeiten zur preisgünstigen Integration von elektronischen Bauelementen bis in den oberen GHz-Bereich, etwa durch Fortschritte der SiGe-Transistoren, ist es auch möglich, alle elektronischen Elemente des Gerätes preisgünstig auf ein einziges Substrat zu integrieren.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert.

Hierbei zeigen:

- Figur 1 ein Beispiel für den schematischen Aufbau eines Sende-/Empfängergerätes gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Figur 2a ein Gerät gemäß Figur 1, das als Handtelefon ausgeführt ist; und
- Figur 2b einen Ausschnitt aus Figur 2a, der schematisch den Aufbau der Phasenarrayantenne zeigt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines mobilen Handtelefons 11 erläutert.

Der prinzipielle Aufbau des erfindungsgemäßen Gerätes ist in Figur 1 dargestellt. Die Antenneneinrichtung besteht aus einer Phasenarrayantenne 1, die über Verstärker 2, Sende-/Empfangsweichen 3 und Einheiten zur Phasenverschiebung/-gewichtung 4 der Einzelelemente 12 der Antenne mit einem Sende-/Empfangs-Splitelement 5 verbunden sind. Vom Splitelement 5 wird einerseits eine Verbindung zu den weiteren signalverarbeitenden Bauteilen des Handtelefons (übliche Handy-Komponenten) hergestellt. Andererseits wird ein Signal zum Element 6 zur Ermittlung des Winkels der einfallenden Hochfrequenz-Strahlung abgeleitet, und von diesem zu einem Element 7 zur Bestimmung der optimalen Abstrahlrichtung, von dem schließlich über das Splitelement 5 die Einheiten 4 zur Phasenverschiebung der Einzelelemente angesteuert werden. Weiterhin kann das Gerät Beschleunigungssensoren 8 enthalten, aus deren Daten in einem Element 9 eine schnelle Winkelkorrektur der Abstrahlrichtung erfolgen kann. Auch eine Einrichtung 10 zur Ermittlung der absoluten Position

des Gerätes mittels des GPS-Verfahrens kann vorgesehen sein.

Die Bündelung einer Hochfrequenz-Abstrahlung setzt immer eine korrelierte Wellenfront voraus. Dies kann durch Reflexion (z.B. mittels Parabolspiegel), Beugung (z.B. mittels Linsen oder elektrisch steuerbarer dielektrischer Phasenschiebeplatten) sowie durch direkte phasenbezogene Ansteuerung von benachbarten Einzelstrahlern erfolgen. Letzteres stellt den schnellsten und einfachsten Weg der Realisierung einer Antenneneinrichtung mit gerichteter Strahlungscharakteristik dar. Die damit verbundenen hochfrequenz- und abstrahltechnischen Eigenschaften, insbesondere die resultierenden Bündelungsfaktoren, der Raumwinkel sowie eine weitere Steigerung der Richtcharakteristik durch einen Reflektor hinter dem Antennenarray, sind dem Fachmann bekannt und werden hier nicht näher beschrieben.

Voraussetzung für eine sinnvolle Anwendung der Erfindung bei einem Handtelefon ist, daß die verwendete Hochfrequenz-Wellenlänge in etwa der Antennenabmessung entspricht. Diese Bedingung ist beim gegenwärtigen GSM-Standard (Frequenzbereich von 900 Mhz bzw. 1,8 Ghz entsprechend einem Wellenlängenbereich von 33 cm bzw. 17 cm) nicht zu erfüllen, da die Abmessungen einer Phasenarrayantenne für ein Handtelefon nicht zu groß sein dürfen. Es ist jedoch absehbar, daß in nächster Zukunft schon aus Gründen der erforderlichen Bandbreite oder Kanal-Anzahl zunehmend kürzere Wellenlängen für den Betrieb von Handtelefonen freigegeben werden.

Ein erfindungsgemäßes Handtelefon ist in Figur 2a gezeigt. Das Handtelefon 11, das beispielsweise im Frequenzbereich von 12 GHz arbeitet, enthält eine in das Gehäuse integrierte Phasenarrayantenne 1. Die Phasenarrayantenne besteht beispielsweise aus 3×3 Dipolen 12. Zur Verkürzung der effektiven Wellenlänge ist dieses Dipolarray zusätzlich in ein Material mit vergleichsweise hoher Dielektrizitätskonstante und geringem Verlustwinkel eingebettet. Als Materialien sind insbesondere Polymere wie beispielsweise Polycarbonat ($\epsilon \approx 2.2$ bei 10 Ghz) geeignet, die sich zudem relativ einfach als Vergußmassen verarbeiten lassen. Bei einer Dielektrizitätskonstante von 2 weist ein solches Array im genannten Frequenzbereich Gesamtabmessungen von etwa $4 \times 4 \text{ cm}^2$ auf. Dies entspricht der sinnvoll nutzbaren Fläche eines Handheld-Systems oder auch einer Chipkarte.

Figur 2b zeigt schematisch die in das Gehäuse integrierte Phasenarrayantenne 1 mit der Dipolanordnung. Durch geeignete Ansteuerung der Dipole 12 kann die Strahlcharakteristik so gesteuert werden, daß die Hauptstrahlrichtung 14 in beliebigem Winkel von der Flächennormalen 15 der Array-Ebene abweicht. Die Phasenarrayantenne ist rückseitig mit einer Abschirmung 13 versehen. Diese Abschirmung kann beispielsweise durch Integration des Antennenarrays in ein Material mit nach einer Seite elektrisch abschirmenden

Eigenschaften, wie dies z.B. aus der DE 4433330 bekannt ist, verwirklicht werden.

Verfahren zur phasengerechten Ansteuerung des Dipolarrays, zur Umschaltung zwischen Sende- und Empfangsbetrieb, oder die Selektion der Wellenlängen nach dem Heterodyn- bzw. PLL-Verfahren sind aus der Hochfrequenztechnik bereits bekannt. Vorteilhaft ist die weitgehende Integration aller Sende-Treiber und Empfangsverstärker auf einem einzigen Substrat. Dies wird ermöglicht durch neue Entwicklungen der Integrations-technik, wie beispielsweise die Entwicklung von SiGe-Transistoren für die hohen Übertragungsfrequenzen sowie durch SOI-Techniken (Silicon On Insulator).

Bei der Einleitung der Übertragung zu einer üblicherweise ortsfesten Basisstation ermittelt der Empfänger des Mobilteils die Richtung der einkommenden Hochfrequenz-Strahlung. Diese Information kann aus der Phasenbeziehung der von den einzelnen Dipolen 12 des Antennenarrays detektierten Signale gewonnen werden. Der im Mobilgerät integrierte Rechenprozessor ermittelt diese Richtung, setzt sie in Bezug zu einer geometrischen Referenzachse des Mobilgerätes und optimiert die Sende- und Empfangscharakteristik der Antenne auf optimale Feldstärke in Richtung Basisstation. Nach erfolgter Ausrichtung der Strahlcharakteristik wird die Sendeenergie auf das für die Erzielung der am Empfangsort erforderlichen Feldstärke notwendige Maß reduziert. Dies erfolgt analog zu dem bereits im GSM-Standard üblichen Rückkoppel-Verfahren.

Das beschriebene Verfahren eignet sich sowohl für Mobilgeräte als auch für Feststationen. Eine derzeit vorangetriebene Entwicklung bezieht sich auf den Ersatz von leitungsgebundener Übertragung von Daten (z.B. Telefon, usw.) auf vergleichsweise kurze Entfernungen durch Hochfrequenzverbindungen (DECT-Standard). Hier handelt es sich um fest installierte Hochfrequenz-Übertragungsstrecken. Durch die Einrichtung eines erfindungsgemäßen Gerätes mit selbstjustierender Bündelung und Ausrichtung der Antennenkeule können derartige Stationen zum einen vereinfacht installiert werden und zum anderen mit erheblich verminderter Sendeleistung auskommen.

Weiterhin ist denkbar, das erfindungsgemäße Sende- und Empfangsgerät in Kartenform auszuführen. Geräte in Kartenform, in den Abmessungen ähnlich den derzeit gebräuchlichen Chipkarten, können insbesondere für kurzreichweitige Übertragung im 1..100m - Bereich in Zukunft zunehmend an Bedeutung erlangen. Die Fläche einer solchen Chipkarte ist sehr gut zur Aufnahme einer Phasenarrayantenne geeignet. Die Reduzierung und geometrische Ausrichtung der Sendeenergie hilft, die mittlere Belastung mit elektromagnetischer Strahlung zu reduzieren und zusätzlich eine höhere Zahl von Richtstrecken bei gleicher Frequenz betreiben zu können. Bei diesen im wesentlichen ortsfest betriebenen Sende- und Empfangsgeräten in Kartenform sind insbesondere die selbstjustierende Ausrichtung der Strahlungscharakteristik und die

selbstregelnde Reduzierung der Sendeenergie von Vorteil.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das Handtelefon einen oder mehrere 3-Achsen-Beschleunigungssensoren 8 auf, die kontinuierlich die Eigenbewegung des Gerätes erfassen (vgl. Figur 1). Diese Bewegung wird in eine momentane Ausrichtung der Geräteachse in Bezug auf eine Referenzachse umgerechnet. Als Geräteachse kann hierbei beispielsweise die zur Antennenarray-Ebene senkrechte Raumachse 15 herangezogen werden, die bei Phasengleichheit aller Dipole mit der Achse des Abstrahlmaximums (Hauptstrahlrichtung) identisch ist. Der Rechenprozessor im Gerät führt dann die Strahlungscharakteristik unter Berücksichtigung momentanen Ausrichtung der Geräteachse nach.

Diese Bewegungsdetektion kann die durch die Ermittlung der Empfangsrichtung gewonnene Ausrichtung der Strahlungscharakteristik in Richtung des zweiten Gerätes unterstützen. Gerade im Falle von Reflexionen und Interferenzen, wie sie bei bodennahem Betrieb einer Funkverbindung auftreten, ist die Ermittlung der Senderposition aus dem empfangenen Signal bzw. dessen Phasenlage ein vergleichsweise komplexes, iteratives und zeitaufwendiges Verfahren. Durch Einbeziehung der Daten der Beschleunigungssensoren 8 kann eine unnötig häufige Durchführung dieses Verfahrens der Richtungsbestimmung vermieden werden.

Durch die mechanische Lage-/Beschleunigungsermittlung können darüberhinaus Probleme, die sich durch eine 180°-Drehung des Gerätes in Bezug auf die effektive Antennenachse ergeben (Vor-/Rückcharakteristik des Antennenarrays) erkannt und gegebenenfalls korrigiert oder angezeigt werden.

Insbesondere kann in Zeiträumen mit fehlender oder sehr geringer Eigenbewegung des Gerätes auf eine ständige Neubestimmung der Richtung und/oder Neuausrichtung der Strahlungscharakteristik und den damit verbundenen Rechenaufwand verzichtet werden

Beschleunigungssensoren für den Einsatz in einem erfindungsgemäßen Gerät können mit den Verfahren der Mikrosystemtechnik sehr preiswert hergestellt werden. Sie sind zudem in absehbarer Zukunft als kleine, vollintegrierte Bauelemente mit geringem Leistungsverbrauch erhältlich.

Das Verfahren ist nicht auf eine ortsfeste Basisstation als zweites Gerät beschränkt, sondern kann auch zwischen zwei mobilen Geräten zur Anwendung kommen. Eine weitere vorteilhafte Anwendung kann in der Ausrichtung der Antennenkeule auf Erdsatelliten bestehen. Der Einsatz von erfindungsgemäßen Geräten kann insbesondere bei der sogenannten Direkt-Telekommunikation über als Gegenstation dienende Satelliten im erdnahen Orbit deutliche Vorteile bringen.

In einer weiteren Ausführungsform kann vorgesehen sein, die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik und/oder die Auswahl einer optimalen Verbindungsstrecke durch eine absolute Positionsermittlung des

mobilen Gerätes zu unterstützen. Diese Positionsermittlung kann beispielsweise mit dem GPS-System erfolgen (vgl. Figur 1). Dazu ermittelt das Mobilgerät seine Position und wählt anhand einer gespeicherten Liste die in Frage kommenden festen Gegenstationen aus. Die Liste der Gegenstationen kann dabei entweder im Gerät fest gespeichert sein oder vorteilhaft bei Einschalten des Geräts für die in Frage kommenden Gegenstationen durch Informationsübertragung von den Gegenstationen zum Mobilteil jeweils aktualisiert werden.

Dieses Verfahren der Positionsermittlung kann auch zur alleinigen Bestimmung der Ausrichtung der Strahlungscharakteristik in den Fällen dienen, in denen die Raumrichtung der Geräteachse des Sende-/Empfangsgerätes unveränderlich ist (zum Beispiel bei einem fest eingebauten Gerät).

Patentansprüche

1. Sende-/Empfangsgerät für Hochfrequenzstrahlung mit einer Antenneneinrichtung (1), die geeignet ist, eine gerichtete, trägheitslos veränderbare Strahlungscharakteristik auszusenden, und einer Einrichtung (2-7), die geeignet ist, die Strahlungscharakteristik in Echtzeit in Richtung eines zweiten Sende-/Empfangsgerätes trägheitslos auszurichten, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung (2-7) Mittel zur Bestimmung der aktuellen räumlichen Position umfaßt, die geeignet sind, bei einer Veränderung der räumlichen Lage des Gerätes die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik auf der Grundlage der berechneten aktuellen Lage vorzunehmen, so daß die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik in Echtzeit erfolgt.
2. Sende-/Empfangsgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung (2-7) Mittel umfaßt, die geeignet sind, die Halbwertsbreite der Strahlungscharakteristik in einer Hauptstrahlrichtung in Echtzeit so einzustellen, daß eine optimale Übertragung von Daten mit der Hochfrequenzstrahlung gewährleistet ist.
3. Sende-/Empfangsgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel zur Bestimmung der aktuellen räumlichen Position einen oder mehrere Beschleunigungssensoren (8) umfassen, deren Ausgangssignal in eine Einrichtung (9) eingespeist wird, die geeignet ist, aus dem Ausgangssignal die aktuelle räumliche Lage des Gerätes in Bezug auf eine Referenzachse zu berechnen.
4. Sende-/Empfangsgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel zur Bestimmung der aktuellen räumlichen Position einen oder mehrere Lagesensoren umfassen, der
- geeignet ist, die Strahlungscharakteristik in der wahrscheinlichsten Richtung einer Gegenstation auszurichten.
5. Sende-/Empfangsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung (2-7) Mittel zur Bestimmung der Einfallsrichtung der vom zweiten Gerät empfangenen Hochfrequenzstrahlung aufweist.
6. Sende-/Empfangsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antenneneinrichtung (1) eine Phasenarrayantenne ist.
7. Sende-/Empfangsgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel zur Bestimmung der Einfallsrichtung der vom zweiten Gerät empfangenen Hochfrequenzstrahlung eine Einheit zur Bestimmung der Phasenbeziehung der von den einzelnen Dipolen des Arrays detektierten Signale sowie einen integrierten Prozessor umfassen, der geeignet ist, die Einfallsrichtung der vom zweiten Gerät empfangenen Hochfrequenzstrahlung aus der Phasenbeziehung zu berechnen, diese Richtung zu einer Referenzachse des Gerätes in Bezug zu setzen und die Strahlungscharakteristik auf optimale Feldstärke in Richtung des zweiten Geräts auszurichten.
8. Sende-/Empfangsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gerät Mittel (10) zur absoluten Positionsermittlung des Gerätes, insbesondere mittels des GPS-Verfahrens, sowie zum Auswählen eines zweiten Gerätes aus einer gespeicherten oder übertragenen Liste mit zweiten Gerätepositionen umfaßt, wobei die ermittelte Position und die Position des ausgewählten Gerätes als Information oder Zusatzinformation für die Ausrichtung der Strahlungscharakteristik verwendet wird.
9. Sende-/Empfangsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antenneneinrichtung (1) in das Gerätegehäuse integriert ist.
10. Sende-/Empfangsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antenneneinrichtung (1) in ein Material mit hoher elektrischer Dielektrizitätskonstante eingebettet ist.
11. Sende-/Empfangsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antenneneinrichtung (1) auf oder in ein Grundmaterial aufgebracht oder integriert ist, das eine nach einer Seite elektrisch abschirmende Eigenschaft

aufweist.

12. Sende-/Empfangsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** alle elektronischen Bauteile des Gerätes auf einem einzigen Substrat integriert sind. 5
13. Sende-/Empfangsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gerät mobil ist. 10
14. Sende-/Empfangsgerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gerät ein Handtelefon ist. 15
15. Sende-/Empfangsgerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gerät kartenförmige Abmessungen, insbesondere Chipkartenformat, aufweist. 20
16. Sende-/Empfangsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gerät eine ortsfeste Basisstation ist. 25
17. Sende-/Empfangsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite Gerät ein mobiles Handtelefon, eine ortsfeste Basisstation oder ein Satellit ist. 30
18. Verwendung des Sende-/Empfangsgeräts nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Hochfrequenzübertragung. 35

35

40

45

50

55

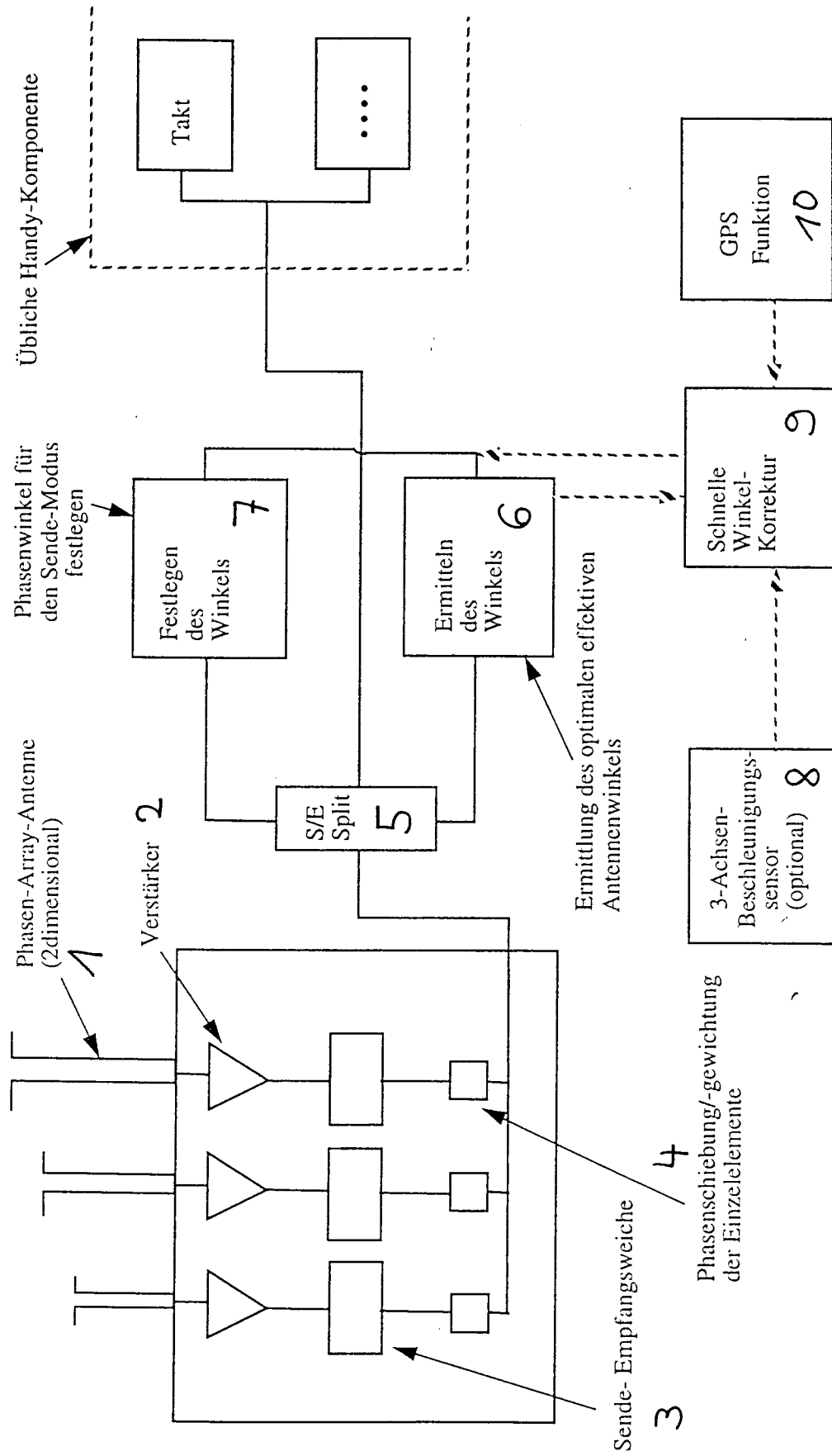


Fig. 1

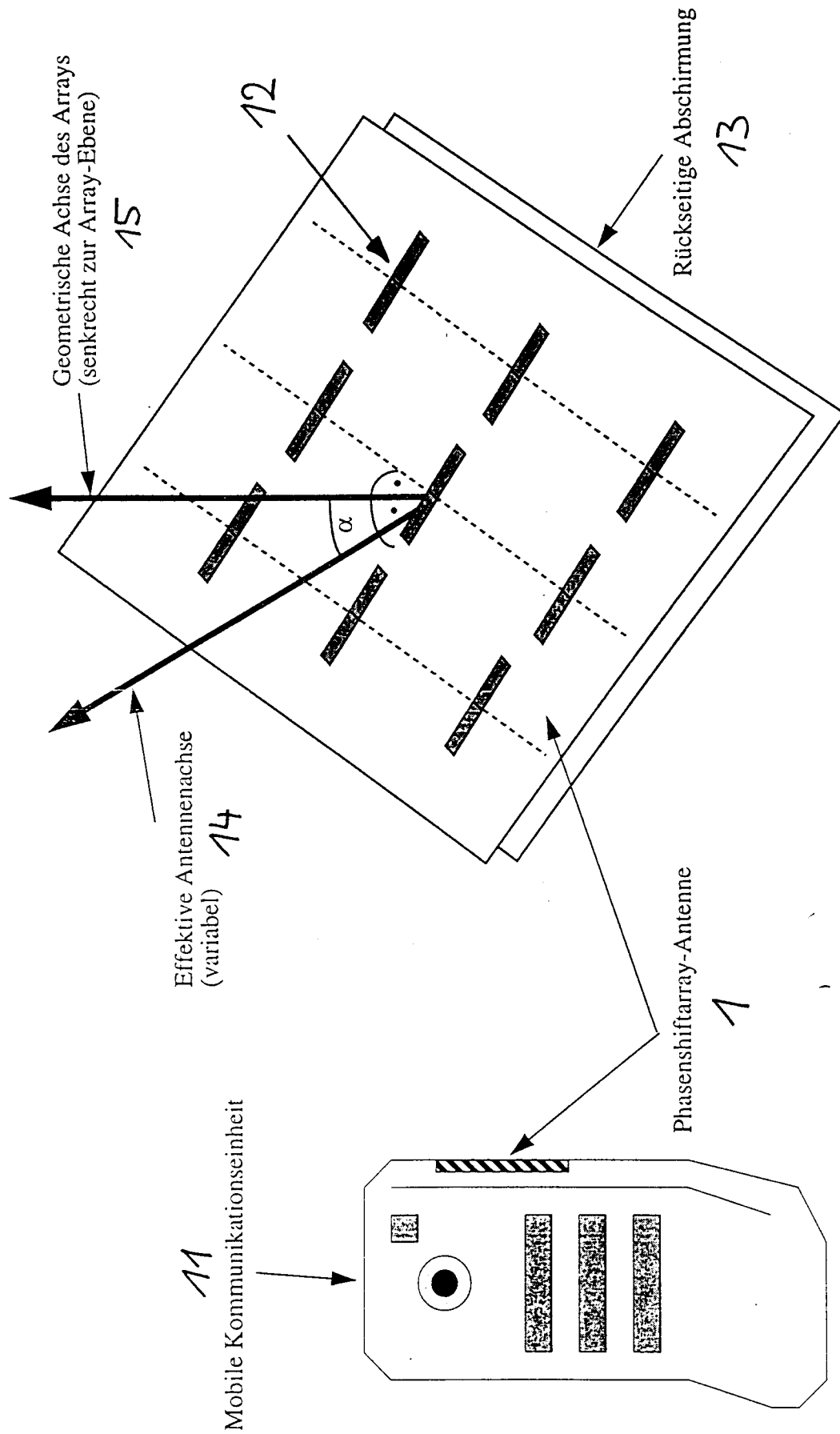


Fig. 2a

Fig. 2b