



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 697 25 083 T2 2004.06.09

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 837 523 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 697 25 083.0

(96) Europäisches Aktenzeichen: 97 308 253.0

(96) Europäischer Anmeldetag: 17.10.1997

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 22.04.1998

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 24.09.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 09.06.2004

(51) Int Cl.⁷: H01Q 3/26

H01Q 25/00

(30) Unionspriorität:

27624996 18.10.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, SE

(73) Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Toshiba, Kawasaki, Kanagawa,
JP

(72) Erfinder:

Shoki, Hiroki, 1-1, Tokyo, JP; Mukai, Manabu, 1-1,
Tokyo, JP; Yokoi, Tokihiko, 1-1, Tokyo, JP

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: Adaptive Antenne

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 eingereicht, 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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine adaptive Antenne zur Verbindung mit einer Basisstation für ein Mobilkommunikationssystem, ein Lokalgebiets-Funkkommunikationssystem, usw.

[0002] Als eine Antenne zur Verwendung mit einer Basisstation für ein Mobilkommunikationssystem wird eine Antenne verwendet, die eine Vielzahl von Sektorstrahlen bildet. In der Antenne wird ein Gebiet von 360 Grad auf einer horizontalen Ebene der Basisstation mit einer Vielzahl von Strahlen abgedeckt. Als ein Beispiel werden sechs Strahlen mit einer Strahlbreite von 60 Grad in der Umfangsrichtung angeordnet. Als eine Antenne, die Sektorstrahlen bildet, ist eine Dipolantenne mit einem Reflektor bekannt. In dieser Antenne hängt die Strahlbreite von der Größe des Reflektors und der Höhe des Dipoles zu dem Reflektor ab.

[0003] Jedoch weist eine derartige Antenne, die eine Vielzahl von Strahlen bildet, keine Einrichtung zum Steuern der Differenz von Kommunikationsmengen von Strahlen in dem Dienstgebiet, das die Basisstation abdeckt, auf. Z. B. ist in einem Gebiet eines bestimmten Sektorstrahls die Kommunikationsmenge sehr groß. In einem Gebiet eines anderen Sektorstrahls ist die Kommunikationsmenge sehr klein. Eine derartige Situation tritt oft auf. Wenn die Kommunikationsmengen zwischen den Strahlen auf der Zeitbasis nicht ausgeglichen sind, kann ein derartiges Problem dadurch gelöst werden, dass zu Anfang die Strahlbreiten der Sektorstrahlen verändert werden oder indem zu Anfang die Anzahl von Kanälen geändert wird, die in den einzelnen Sektoren aufgenommen werden. Für den Fall, dass sich aber ein nicht ausgeglichener Kommunikationsverkehr oft verändert, ist es schwierig, ein derartiges Problem durch Verwenden der herkömmlichen Antenne zu umgehen.

[0004] Die WO 95/09490 betrifft eine adaptive Antenne, die eine Einrichtung umfasst, um einen breiten Strahl und einen schmalen Strahl auszugeben. Der breite Strahl und der schmale Strahl werden in Abhängigkeit von der benötigten Kommunikationsklasse gewählt. Der breite Strahl wird im Allgemeinen für einen Anrufaufbau verwendet.

[0005] Mizuno et al. "Application of Adaptive Array Antennas to Radio Communications", Electronics and Communications in Japan, Part 1, Vol. 77, Seiten 48–58 beschreibt dynamische Antennensteuertechniken.

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine adaptive Antenne bereitzustellen, die ermöglicht, dass Muster einer Vielzahl von Strahlen, die ein vorgegebenes Dienstgebiet abdecken, entsprechend zu Kommunikationsumgebungen flexibel verändert werden.

[0007] Eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es eine adaptive Antenne bereitzustellen, die erlaubt, dass die Kommunikationsmenge zwischen

Strahlen gut ausgeglichen ist und die Kommunikationskapazität der Basisstation effektiv verwendet wird.

[0008] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer adaptiven Antenne, die ermöglicht, dass die Muster von Strahlen stabil und optimal gesteuert werden, um so die Kommunikationsmengen zwischen Strahlen gut auszugleichen.

[0009] Um die oben beschriebenen Aufgaben zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung eine adaptive Antenne in Übereinstimmung mit dem Anspruch 1 bereit.

[0010] In der adaptiven Antenne der vorliegenden Erfindung steuert die Steuereinrichtung vorzugsweise das Muster (die Strahlbreite und -richtung) von jedem der Strahlen in Übereinstimmung mit der erfasssten Kommunikationsmenge, um so zu bewirken, dass die Kommunikationsmengen der Strahlen fast angepasst sind.

[0011] Somit können Muster einer Vielzahl von Strahlen, die ein vorgegebenes Dienstgebiet abdecken, flexibel in Übereinstimmung mit Veränderungen von Kommunikationsumgebungen verändert werden. Demzufolge kann verhindert werden, dass die Kommunikationsmengen von Strahlen abweichen. Infolgedessen kann die Kommunikationskapazität der Basisstation effektiv verwendet werden. Somit kann die Anzahl von Terminals, die bedient werden können, erhöht werden.

[0012] Die adaptive Antenne der vorliegenden Erfindung weist vorzugsweise eine Vielzahl von ersten Antennenelementen und eine Vielzahl von zweiten Antennenelementen auf, wobei die ersten Antennenelemente einen Sendeantennenabschnitt bilden, wobei die zweiten Antennenelemente einen Empfangsantennenabschnitt bilden und analog zu dem Sendeantennenabschnitt sind, wobei das Verhältnis der Größe des Sendeantennenabschnitts zu der Größe des Empfangsantennenabschnitts gleich zu dem Kehrwert des Verhältnisses einer Sendefrequenz zu einer Empfangsfrequenz ist. Somit sind die Formen der Sendesektorstrahlen immer die gleichen wie die Formen der Empfangssektorstrahlen. Demzufolge kann ein Kommunikationsdefekt als Folge der Differenz von Formen von Sektorstrahlen verhindert werden. Somit können immer gute Kommunikationsumgebungen beibehalten werden.

[0013] Die Steuereinrichtung weist vorzugsweise eine Einrichtung zum Steuern eines Musters (einer Breite und einer Richtung) von jedem der Strahlen auf, wenn die maximale Kommunikationsmenge von jedem der Strahlen einen vorgegebenen Wert übersteigt. Nur wenn die Kommunikationsmenge eines bestimmten Strahls exzessiv wird, werden somit vorzugsweise die Muster von individuellen Strahlen so gesteuert, um die Kommunikationsmengen unter den Strahlen gut auszugleichen. Da ein unnötiger Steuerprozess vermieden wird, kann demzufolge die adaptive Antenne stabil gesteuert werden.

[0014] Die Steuereinrichtung steuert vorzugsweise die Strahlbreiten von wenigstens einem ersten Strahl und einem zweiten Strahl, wobei der erste Strahl die maximale Kommunikationsmenge aufweist, und wobei der zweite Strahl die minimale Kommunikationsmenge aufweist. In diesem Fall steuert die Steuereinrichtung die Strahlbreiten von wenigstens einem ersten Strahl und einem zweiten Strahl, wobei der erste Strahl die maximale Kommunikationsmenge aufweist und wobei der zweite Strahl die minimale Kommunikationsmenge aufweist, während die Summe der Strahlbreite von jedem Strahl fast konstant gehalten wird. Sogar dann, wenn die Muster von Strahlen verändert werden, kann somit verhindert werden, dass ein Gebiet existiert, welches nicht abgedeckt ist.

[0015] Diese und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich näher im Hinblick auf die folgende ausführliche Beschreibung einer Ausführungsform der besten Vorgehensweise davon, wie in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt.

[0016] In den Zeichnungen zeigen:

[0017] **Fig. 1** ein Blockdiagramm, das den Aufbau einer adaptiven Antenne in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0018] **Fig. 2** ein schematisches Diagramm, das den Aufbau eines Gewichtungseinstellabschnitts und eines Verstärkungsabschnitts für einen Empfangsantennenabschnitt der in **Fig. 1** gezeigten Antenne zeigt;

[0019] **Fig. 3** eine obere Ansicht, die die adaptive Antenne in Übereinstimmung mit der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0020] **Fig. 4** eine externe Ansicht, die die in **Fig. 3** gezeigte adaptive Antenne zeigt;

[0021] **Fig. 5** ein Flussdiagramm, das einen Prozess eines Antennensteuerabschnitts der in **Fig. 1** gezeigten adaptiven Antenne zeigt;

[0022] **Fig. 6** ein schematisches Diagramm, welches Strahlmuster für den Fall zeigt, dass die Strahlbreiten von einzelnen Sektorstrahlen 60 Grad in der adaptiven Antenne in Übereinstimmung mit der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind;

[0023] **Fig. 7** ein schematisches Diagramm, das ein erstes Beispiel davon zeigt, wenn die Strahlmuster, die in **Fig. 6** gezeigt sind, verändert worden sind;

[0024] **Fig. 8** ein schematisches Diagramm, das ein zweites Beispiel davon zeigt, wenn die Strahlmuster, die in **Fig. 6** gezeigt sind, verändert worden sind; und

[0025] **Fig. 9** ein schematisches Diagramm, das ein drittes Beispiel davon zeigt, wenn die in **Fig. 6** gezeigten Strahlmuster verändert worden sind.

[0026] Als nächstes werden unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben werden.

[0027] **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, das den Aufbau einer adaptiven Antenne in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0028] Die adaptive Antenne in Übereinstimmung mit der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Antenne zur Verwendung mit einer Basisstation. Die adaptive Antenne deckt ein Gebiet von 360 Grad auf einer horizontalen Ebene der Basisstation mit sechs Sektorstrahlen ab.

[0029] Bezug nehmend auf **Fig. 1** weist die adaptive Antenne einen Empfangsantennenabschnitt **1** und einen Sendeantennenabschnitt **2** auf. Der Empfangsantennenabschnitt **1** und der Sendeantennenabschnitt **2** bilden jeweils sechs Sektorstrahlen mit einem Feld von 12 Elementen. Die Größen des Empfangsantennenabschnitts **1** und des Sendeantennenabschnitts **2** und die Intervalle der Antennenelemente hängen von den Frequenzbändern (oder Wellenlängen) von Funkwellen ab, die empfangen und gesendet werden. In der Realität weisen der Empfangsantennenabschnitt und der Sendeantennenabschnitt **2** unterschiedliche Größen auf und sie sind analog zueinander. Der Formparameter des Sendeantennenabschnitts **2** ist gleich [Empfangsfrequenz/Sendefrequenz] multipliziert mit dem Formparameter des Empfangsantennenabschnitts **1**. Wenn z. B. angenommen wird, dass die Sendefrequenz 1 GHz ist und die Empfangsfrequenz 2 GHz ist, dann ist die Größe des Sendeantennenabschnitts zweimal so groß wie die Größe des Empfangsantennenabschnitts. Somit hängt die Größe jedes Antennenabschnitts von der Wellenlänge der Funkwelle zur Verwendung ab. Die Intervalle der Antennenelemente sind unabhängig von der Wellenlänge der Funkwelle konstant. Zusätzlich wird mit der gleichen existierenden Gewichtung das Strahlmuster des Empfangsantennenabschnitts das gleiche wie das Strahlmuster des Empfangsantennenabschnitts.

[0030] Ein Signal, welches von einem Antennenelement des Empfangsantennenabschnitts **1** empfangen wird, wird durch einen Empfangssignal-Verstärkungsabschnitt **3** verstärkt. Das verstärkte Signal wird von einem Gewichtungseinstellabschnitt **5** gewichtet. Das sich ergebende Signal wird an einen Empfangsabschnitt **8** geliefert. Ein Signal, das von einem Sendeabschnitt **9** ausgegeben wird, wird verteilt und dann durch einen Gewichtungseinstellabschnitt **6** gewichtet. Das gewichtete Signal wird von einem Sendesignal-Verstärkungsabschnitt **4** verstärkt. Das verstärkte Signal wird an den Sendeantennenabschnitt **2** gesendet. Der Empfangsabschnitt **8** wandelt das empfangene RF-Signal in ein Basisbandsignal um. Der Sendeabschnitt **9** wandelt ein moduliertes Basisbandsignal in ein RF-Signal um. Ein Signalverarbeitungsabschnitt **10** moduliert/demoduliert ein Basisbandsignal. Ein Steuerabschnitt **11** steuert Signale, die nach außen gesendet werden sollen, und verwaltet Funkkanäle in Zuordnung zu dem Signalverarbeitungsabschnitt **10**. Der Steuerabschnitt **11** erfasst die Kommunikationsmenge für jeden Sektor. Die Kommunikationsmenge kann z. B. entsprechend zu der Anzahl von Terminals, die für jeden Sektor kommunizieren, und der Anzahl von Kanälen im Betrieb

erhalten werden.

[0031] Ein Antennensteuerabschnitt 7 bestimmt eine optimale Erregungsgewichtung von jedem Antennenelement entsprechend zu der Information der Kommunikationsmenge für jeden Sektor, die von dem Steuerabschnitt 11 empfangen wird, und sendet die ermittelte Anregungsgewichtung sowohl an einen Empfangssignalgewichtungs-Einstellabschnitt 5 als auch einen Sendesignalgewichtungs-Einstellabschnitt 6. An diesem Punkt wird die gleiche Anregungsgewichtung an dem Empfangssignalgewichtungs-Einstellabschnitt 5 und dem Sendesignalgewichtungs-Einstellabschnitt 6 eingestellt.

[0032] **Fig. 2** ist ein schematisches Diagramm, das den Aufbau des Gewichtungseinstellabschnitts und des Verstärkungsabschnitts des Empfangsantennenabschnitts zeigt.

[0033] Bezug nehmend auf **Fig. 2** werden sechs Sektorstrahlen mit 12 Antennenelementen 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 und 23 gebildet. Ein Verstärker mit niedrigem Rauschen (LNA) 41 und Verteilungseinheiten 42 sind mit jedem der Antennenelemente verbunden. Die Verteilungszahl n der Verteilungseinheiten 42 stellt dar, dass ein Antennenelement verwendet wird, um n Sektorstrahlen zu bilden. Der Empfangssignal-Verstärkungsabschnitt 3 ist aus dem Verstärker 41 mit niedrigem Rauschen und den Verteilungseinheiten 42 gebildet. Der Gewichtungseinstellabschnitt 5 weist Strahlbildungsschaltungen (BFN) 46, 47, 48, 49, 50 und 51 entsprechend zu jeweiligen Sektoren auf. Jede BFN richtet Anregungsgewichtungen für sieben (oder acht) Antennenelemente ein. Die gewichteten Signale werden für jeden Sektor durch eine Kombinationseinheit 45 kombiniert. Das kombinierte Signal wird an den Empfangsabschnitt 8 ausgegeben. Amplitudengewichtungen werden durch variable Dämpfer 43 aufgebaut. Phasengewichtungen werden von variablen Phasenverschiebern 44 aufgebaut.

[0034] Wie bei dem Empfangsantennenabschnitt ist auch der Aufbau zum Steuern der Anregungsgewichtungen ebenfalls an dem Sendeantennenabschnitt vorgesehen. Jedoch werden in dem Sendeantennenabschnitt Hochleistungs-Verstärker (HPA) anstelle von Verstärkern mit niedrigem Rauschen verwendet. Die Positionen der Verteilungseinheit und der Kombinationseinheit des Empfangsantennenabschnitts sind in dem Sendeantennenabschnitt umgedreht.

[0035] **Fig. 3** ist eine obere Ansicht, die die Antenne zeigt. Bezug nehmend auf **Fig. 3** sind 12 Antennenelemente an jeweiligen Ecken eines Zwölfecks angeordnet. **Fig. 4** zeigt eine externe Ansicht, die ein Antennenelement 21 zeigt. Bezug nehmend auf **Fig. 4** ist das Antennenelement 21 aus einer Vielzahl von planaren Antennenelementen 60 gebildet, die in der vertikalen Richtung auf einem dielektrischen Substrat 61 angeordnet sind. Wenn es jedoch nicht erforderlich ist, einen Strahl in der Elevationsrichtung zu bilden, kann das Antennenelement aus einem einzelnen Antennenelement gebildet sein. Es sei darauf

hingewiesen, dass eine Mikrostreifenantenne oder ein Dipol mit einem Reflektor anstelle der planaren Antennenelemente verwendet werden könnte. In diesem Beispiel kann als ein Zuführungsverfahren ein Reihen-Zuführungsverfahren oder ein Toumaut-Zuführungsverfahren unter Verwendung von Mikrostreifenleitungen verwendet werden.

[0036] Die Merkmale der adaptiven Antenne in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung sind der Steuerabschnitt 11 als eine Einrichtung zum Erfassen der Kommunikationsmenge für jeden Strahl der Antennensteuerabschnitt 7 als eine Steuereinrichtung zum Steuern jedes Strahlnusters in Übereinstimmung mit der Information der erfassten Kommunikationsmenge. Da insbesondere die Anregungsgewichtung jedes Antennenelements entsprechend zu der erfassten Kommunikationsmenge gesteuert wird und dadurch das Muster jedes Strahls gesteuert wird, kann die Abweichung der Kommunikationsmengen von Strahlen flexibel kompensiert werden. Somit kann die Kommunikationskapazität der Basisstation effektiv verwendet werden. Zusätzlich kann die Anzahl von Terminals, die bei der Basisstation aufgenommen werden können, erhöht werden. Demzufolge können die Kosten äquivalent verringert werden.

[0037] Ferner ist die Form des Sendeantennenabschnitts analog zu der Form des Empfangsantennenabschnitts. Zusätzlich ist das Verhältnis der Größe des Sendeantennenabschnitts zu der Größe des Empfangsantennenabschnitts gleich zu dem Kehrwert des Verhältnisses der Sendefrequenz zu der Empfangsfrequenz. Wenn die gleiche Anregungsgewichtung an dem Sendeantennenabschnitt und dem Empfangsantennenabschnitt eingestellt ist, wird somit die Form eines Sektorstrahls des Sendeantennenabschnitts die gleiche wie die Form eines Sektorstrahls des Empfangsantennenabschnitts. Somit wird die Form des Sendesektorstrahls die gleiche wie die Form des Empfangssektorstrahls. Somit kann ein Kommunikationsdefekt als Folge der Differenz zwischen einem Sektorstrahl des Sendeantennenabschnitts und einem Sektorstrahl des Empfangsantennenabschnitts verhindert werden.

[0038] **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess des Antennensteuerabschnitts 7 zeigt.

[0039] Der Antennensteuerabschnitt 7 bestimmt die Strahlrichtung und die Strahlbreite jedes Sektors, so dass die Kommunikationsmenge jedes Strahls in Übereinstimmung mit der Information der Kommunikationsmenge für jeden Strahl, die von dem Steuerabschnitt 11 empfangen wird, ausgeglichen wird. Der Antennensteuerabschnitt 7 ermittelt Anregungsgewichtungen zum Bilden von derartigen Strahlen und gibt Anregungsgewichtungen an die Gewichtungseinstellabschnitte 5 und 6 aus.

[0040] Als nächstes wird ein Beispiel des Prozesses des Antennensteuerabschnitts 7 beschrieben werden.

[0041] Es sei angenommen, dass die Strahlbreite

jedes Sektorstrahls in fünf Stufen umgeschaltet wird, die 30 Grad, 45 Grad, 60 Grad, 75 Grad und 90 Grad sind. Zusätzlich wird angenommen, dass die Strahlbreite als der anfängliche Wert (nominelle Wert) 60 Grad ist.

[0042] Zunächst wird dem Antennensteuerabschnitt 7 Information über die Kommunikationsmenge für jeden Sektor von dem Steuerabschnitt 11 eingegeben (im Schritt S1). Der Antennensteuerabschnitt 7 ermittelt den Durchschnittswert der Kommunikationsmenge pro Einheitszeit für jeden Sektor und bestimmt den am meisten belegten Sektor und den am wenigsten belegten Sektor.

[0043] Als nächstes bestimmt der Antennensteuerabschnitt 7 ein gewünschtes Muster (Strahlrichtung und Strahlbreite) von jedem Sektorstrahl entsprechend zu den folgenden Regeln (im Schritt S2).

[0044] Regel 1: Die Strahlbreite eines Sektors, dessen Kommunikationsmenge die größte ist (am meisten belegt ist), wird um eine Stufe verschmäler (z. B. wird die Strahlbreite von 60 Grad auf 45 Grad umgeschaltet).

[0045] Regel 2: Die Strahlbreite des Sektors, dessen Kommunikationsmenge die kleinste ist (am wenigsten belegt ist), wird um einen Grad verbreitert (z. B. wird die Strahlbreite von 60 Grad auf 75 Grad umgeschaltet).

[0046] Regel 3: Während die Strahlbreiten der anderen Strahlen fest sind, werden nur die Strahlrichtungen der relevanten Strahlen eingestellt.

[0047] Danach ermittelt der Antennensteuerabschnitt 7 die Antennenanregungsgewichtung für das gewünschte Muster von jedem Sektorstrahl (im Schritt S3). Der Antennensteuerabschnitt 7 gibt ein Gewichtungssteuersignal zum Einstellen der ermittelten Anregungsgewichtung an die Gewichtungseinstellabschnitte 5 und 6 aus (im Schritt S4).

[0048] Als Beispiele zur Ermittlung einer Anregungsgewichtung gibt es mehrere Verfahren. Als ein erstes Verfahren wird ein optimales Muster aus mehreren Mustern gewählt, die erstellt worden sind. Als ein zweites Verfahren wird eine Anregungsgewichtung beispielsweise durch ein Gradientenverfahren konvergieren gelassen, so dass ein mittlerer quadratischer Fehler mit einem gewünschten Muster minimal wird.

[0049] Der Schritt S2 bis der Schritt S4 werden wiederholt, bis die Differenz zwischen den Kommunikationsverkehrsmengen von Sektoren ein vorgegebener Wert oder weniger wird oder bis die Strahlbreite eines bestimmten Sektors, dessen Kommunikationen konzentriert werden, nicht verschmälert werden kann.

[0050] **Fig. 6** zeigt eine Anordnung von Mustern von Sektorstrahlen für den Fall, dass die Strahlbreiten davon 60 Grad sind. Wenn die Benutzer sich in der +X-Richtung konzentrierten und dadurch die Kommunikationsmenge davon zunimmt, werden Muster, wie in **Fig. 7** gezeigt, verändert. Die Strahlbreiten von Sektorstrahlen (Strahlen 1, 2 und 6), bei denen die Kommunikationsmengen zunehmen, werden

schmal. Andererseits werden die Strahlbreiten von Sektorstrahlen (Strahlen 3, 4 und 5), bei denen die Kommunikationsmengen relativ klein sind, breit. Zusätzlich weichen die Strahlrichtungen von individuellen Sektoren allgemein in der +X-Richtung ab. Derartige Muster sind für den Fall effektiv, dass ein Ort, an dem sich Personen sammeln (z. B. an einem Bahnhof, einem Bürodistrict, einer Veranstaltungshalle oder dgl.) in einer einzelnen Richtung gesehen von der Basisstation vorhanden ist.

[0051] **Fig. 8** zeigt eine Anordnung von Mustern für den Fall, dass sich die Benutzer in sowohl der +X-Richtung als auch in der -X-Richtung sammeln. Die Strahlbreiten der Sektoren in der +X-Richtung und der -X-Richtung werden schmal. Im Gegensatz dazu werden die Strahlbreiten der anderen Sektoren breit. Derartige Muster sind für den Fall effektiv, dass die Basisstation in der Mitte einer Hauptstraße mit dichtem Verkehr angeordnet ist. **Fig. 9** zeigt Muster für den Fall, dass sich Benutzer in der Richtung von $X > 0$ sammeln. Derartige Muster sind für den Fall effektiv, dass die Basisstation in der Nähe des Meeresufers oder eines Gebirgebereichs angeordnet ist und dadurch die Verteilung der Benutzer grafisch nicht stabil ist.

[0052] Wie voranstehend beschrieben, kann mit der adaptiven Antenne in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung die Verteilung der Benutzer in dem Gebiet, das die Basisstation abdeckt, kompensiert werden. Mit der adaptiven Antenne in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung können die Kommunikationsmengen von Strahlen, die als Folge der Einflüsse von geografischen und Verkehrsbedingungen nicht ausgeglichen sind, ausgeglichen werden. Zusätzlich können die Kommunikationsmengen von Strahlen, die als Folge von zeitlichen Schwankungen nicht ausgeglichen sind, kompensiert werden. Wenn ein Sektorstrahl, dessen Kommunikationen stark belegt sind, schärfer gemacht werden, nimmt die Antennenverstärkung des Gebiets, das der Sektor abdeckt, zu. Somit kann die Sendeausgangsleistung für die Erhöhung der Verstärkung verringert werden.

[0053] Wegen der voranstehend beschriebenen Gründe kann die adaptive Antenne in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung die Variation des Kommunikationszustands in dem Dienstgebiet, das die Basisstation abdeckt, sehr flexibel handhaben. Somit kann man sagen, dass die adaptive Antenne eine sehr hohe Verwendungseffizienz aufweist. Z. B. kann die adaptive Antenne in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung die Anzahl von Benutzern (Terminals), die aufgenommen werden können, äquivalent um mehrere Faktoren im Vergleich mit den derjenigen, die die herkömmliche Antenne aufweist, erhöhen.

[0054] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die voranstehend beschriebene Ausführungsform beschränkt. Mit anderen Worten, die vorliegende Erfindung weist andere Ausführungsformen auf.

[0055] Als andere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden die Muster von individuellen Strahlen in einer derartigen Weise gesteuert, dass der Betrag der Verringerung von Strahlbreiten der Sektorstrahlen, die verschmälert werden, gleich zu dem Betrag der Erhöhung der Strahlbreiten der Sektorstrahlen, die verbreitert werden, wird. Somit wird die Gesamtheit der Strahlbreiten von sämtlichen Strahlen konstant gehalten. Der Winkelbereich, der mit sämtlichen Sektorantennen abgedeckt wird, kann stabiler abgedeckt werden. Alternativ können die Strahlmuster in einer derartigen Weise gesteuert werden, dass der Betrag der Verringerung der Strahlbreiten von Sektorstrahlen, die verschmälert werden, kleiner als der Betrag der Erhöhung der Sektorstrahlen, die verbreitert werden, wird, vorausgesetzt, dass der Unterschied von jedem Wert kleiner als ein vorgegebener Schwellwert ist.

[0056] Wenn andere Strahlmuster als ein Strahl mit der größten Kommunikationsmenge und ein Strahl mit der kleinsten Kommunikationsmenge gesteuert werden, wird bevorzugt, die Strahlbreiten festzulegen und nur die Strahlrichtungen zu verändern. Somit können die Strahlmuster, die ein Dienstgebiet abdecken, effektiv beibehalten werden.

[0057] Zusätzlich wird bevorzugt, die Muster von einzelnen Strahlen nur dann zu steuern, wenn die Kommunikationsmenge eines Strahls mit der größten Kommunikationsmenge eine vorgegebene Kommunikationsmenge übersteigt. Somit kann die gesamte Antenne einfach gesteuert werden.

[0058] Eine adaptive Antenne in Übereinstimmung mit einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine Speichereinheit und eine Anregungsgewichtungsinformations-Wähleinrichtung auf. Die Speichereinheit speichert eine Anregungsgewichtungsinformation von jedem Antennenelement, um so das optimale Muster jedes Strahls in Übereinstimmung mit der Kommunikationsmenge davon zu erreichen. Die Anregungsgewichtungsinformations-Wähleinrichtung wählt eine relevante Anregungsgewichtungsinformation aus der Speichereinheit. Mit der adaptiven Antenne in Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform kann die optimale Anregungsgewichtung durch Wählen einer relevanten Anregungsgewichtungsinformation in der Speichereinheit aufgebaut werden. Somit kann die optimale Anregungsgewichtung schneller erhalten werden als bei dem System, bei dem die Strahlbreite in Stufen umgeschaltet wird.

[0059] Eine adaptive Antenne in Übereinstimmung mit einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine Speichereinheit und eine Anregungsgewichtungs-Berechnungseinrichtung auf. Die Speichereinrichtung speichert eine Information von optimalen Mustern in Übereinstimmung mit Kommunikationsmengen von Strahlen. Die Anregungsgewichtungs-Berechnungseinrichtung berechnet eine Anregungsgewichtung, bei der die Differenz zwischen dem Muster jedes Strahls und einem ge-

wünschten Muster minimal wird. Somit können mit der adaptiven Antenne in Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform die optimalen Anregungsgewichtungen schneller als bei dem System erhalten werden, bei dem die Strahlbreiten in Stufen verändert werden. Die gespeicherte Information über die optimalen Muster von Strahlen entsprechend zu den Kommunikationsmengen davon kann in Übereinstimmung mit Kommunikationsumgebungen (Kommunikationsmengen von einzelnen Strahlen, die nicht ausgeglichen sind) frei verändert werden. Somit kann die adaptive Antenne flexibler verschiedene Kommunikationsumgebungen handhaben.

[0060] Die berechneten Anregungsgewichtungen können in Stufen verändert werden, um so gewünschte Anregungsgewichtungen zu ermitteln. So gar dann, wenn die Muster von Sektorstrahlen verändert werden, wird somit eine Situation, bei der eine Kommunikation eines Benutzers, der in einem Winkelgebiet anwesend ist, das der Sektor abdeckt, getrennt wird, soweit wie möglich verhindert.

[0061] Wenn eine Funktion zum Einstellen von Anregungsgewichtungen von Antennenelementen und dadurch zum Anordnen einer Vielzahl von Strahlen in der gleichen Form bereitgestellt wird, kann eine Sendelast, die sich in einem bestimmten Gebiet konzentriert, verteilt werden.

[0062] Zusätzlich sind die Anzahl von Sektoren, die eine Prismaform aufweisen, und die Anzahl von Antennenelementen nicht auf diejenigen der voranstehend beschriebenen Ausführungsform beschränkt. Ferner können Anregungsgewichtungen in einer digitalen Signalverarbeitungsschaltung aufgebaut werden, die ein digitales Signal auf dem Basisband verarbeitet.

Patentansprüche

1. Adaptive Antenne, umfassend:
eine Vielzahl von Antennenelementen (**21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32**), die eine Vielzahl von Strahlen bilden, die ein vorgegebenes Dienstgebiet abdecken;
eine Erfassungseinrichtung (**11**), die für jeden der Strahlen die Anzahl von Terminals erfasst, die jeden der Strahlen senden oder empfangen; und
eine Steuereinrichtung (**7**), die die Richtung und die Breite von jedem der Strahlen in Übereinstimmung mit der erfassten Anzahl von Terminals, die jeden der Strahlen senden oder empfangen, steuert;
wobei die Steuereinrichtung (**7**) die Breite eines ersten Strahls, der von der größten Anzahl von Terminals gesendet oder empfangen wird, verkleinert und die Breite eines zweiten Strahls derart erhöht, dass die Differenz zwischen der Anzahl von Terminals, die den ersten Strahl senden und empfangen, und der Anzahl von Terminals, die den zweiten Strahl senden und empfangen, verkleinert wird.

2. Adaptive Antenne nach Anspruch 1, wobei die

Steuereinrichtung (7) die Breite von wenigstens dem ersten Strahl und dem zweiten Strahl steuert, während die Summe der Breiten der Strahlen fast konstant gehalten wird.

3. Adaptive Antenne nach Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung (7) die Richtung von jedem der Strahlen in Übereinstimmung mit der erfassten Anzahl von Terminals so steuert, dass bewirkt wird, dass die Anzahl von Terminals, die die Strahlen senden oder empfangen, fast angepasst ist.

4. Adaptive Antenne nach Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung (7) eine Einrichtung aufweist, die die Richtung und Breite von jedem der Strahlen steuert, wenn die Anzahl von Terminals einen vorgegebenen Wert übersteigt.

5. Adaptive Antenne nach Anspruch 1, wobei die Steuereinrichtung (7) ein Erregungsgewicht von jedem der Antennenelemente (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32) steuert, um so die Richtung und Breite von jedem der Strahlen zu steuern.

6. Adaptive Antenne nach Anspruch 5, wobei die Steuereinrichtung (7) ein Erregungsgewicht von jedem der Antennenelemente (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32) in Schritten umschaltet, um so die Richtung und Breite von jedem der Strahlen zu steuern.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

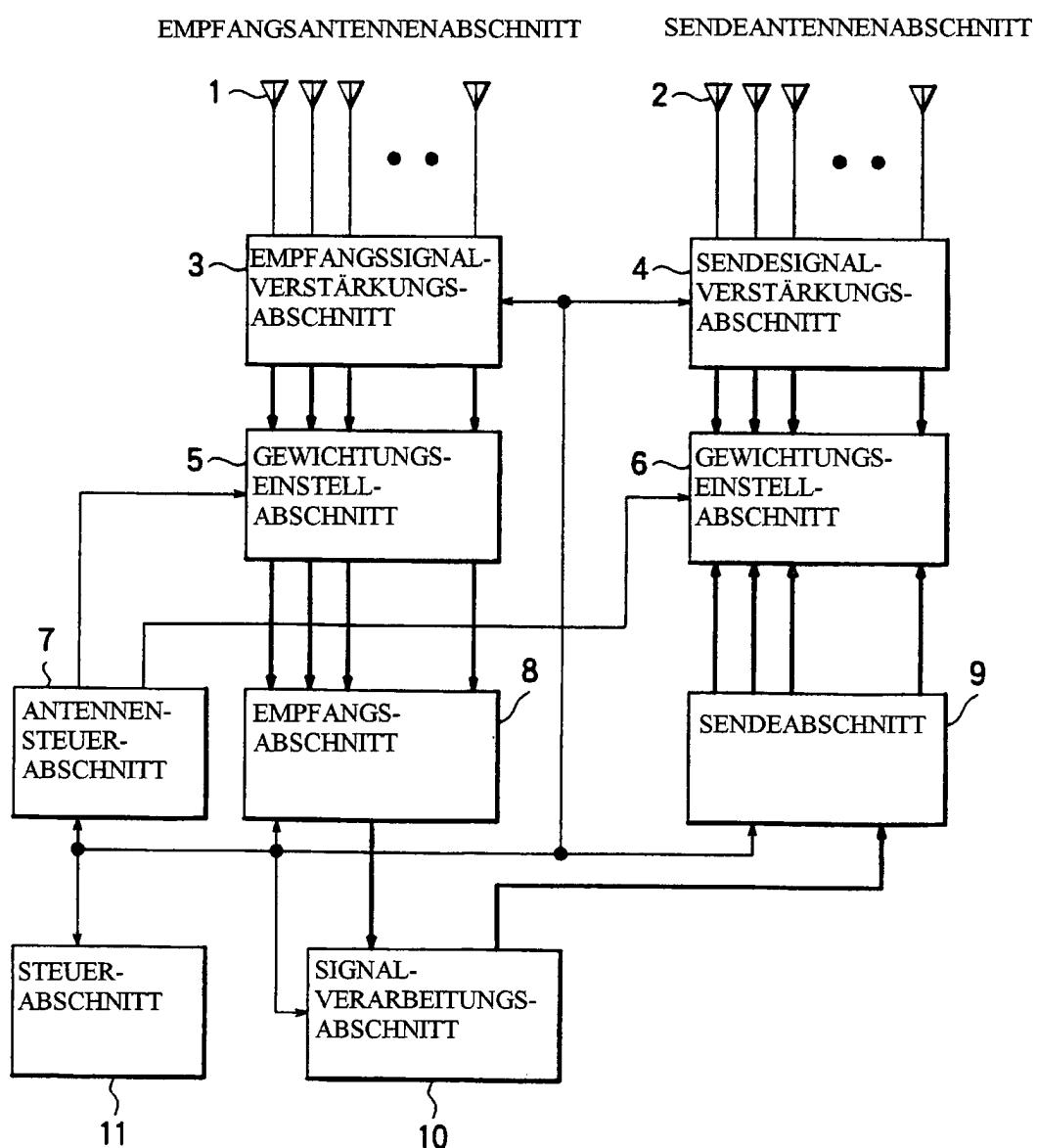


FIG. 2

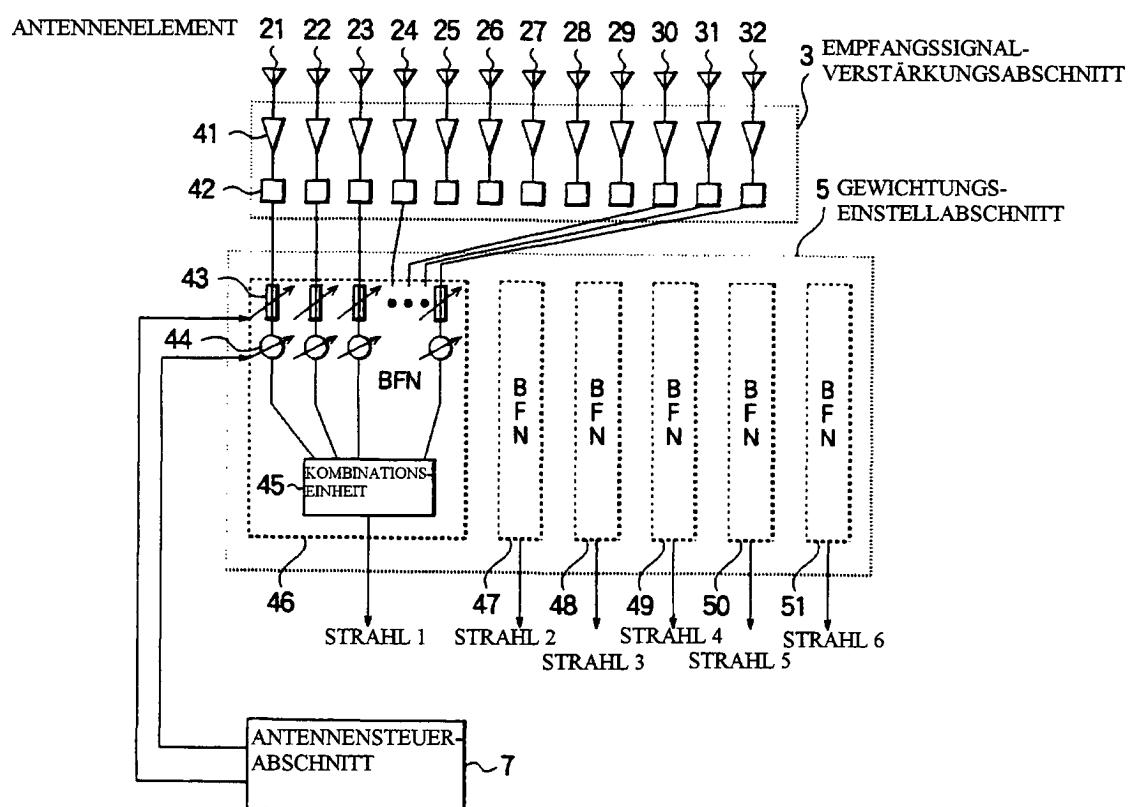


FIG. 3

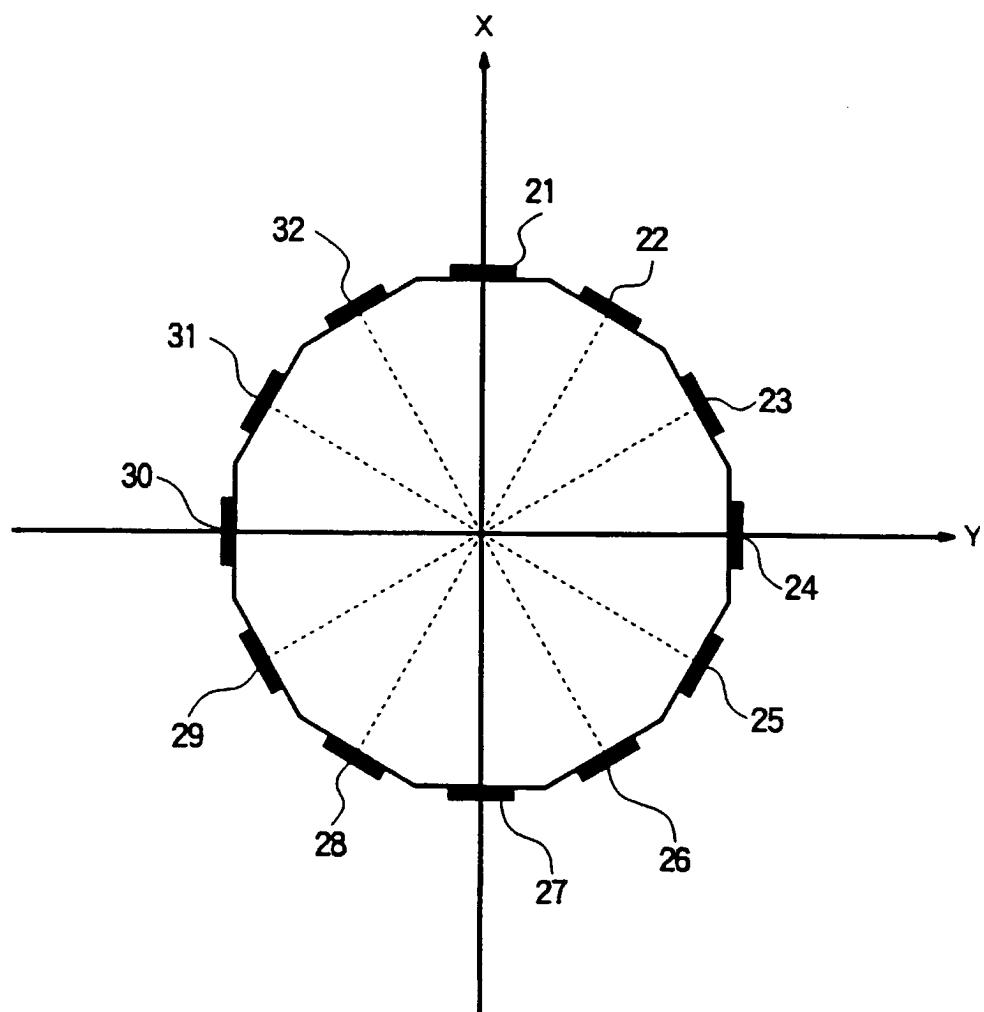


FIG. 4

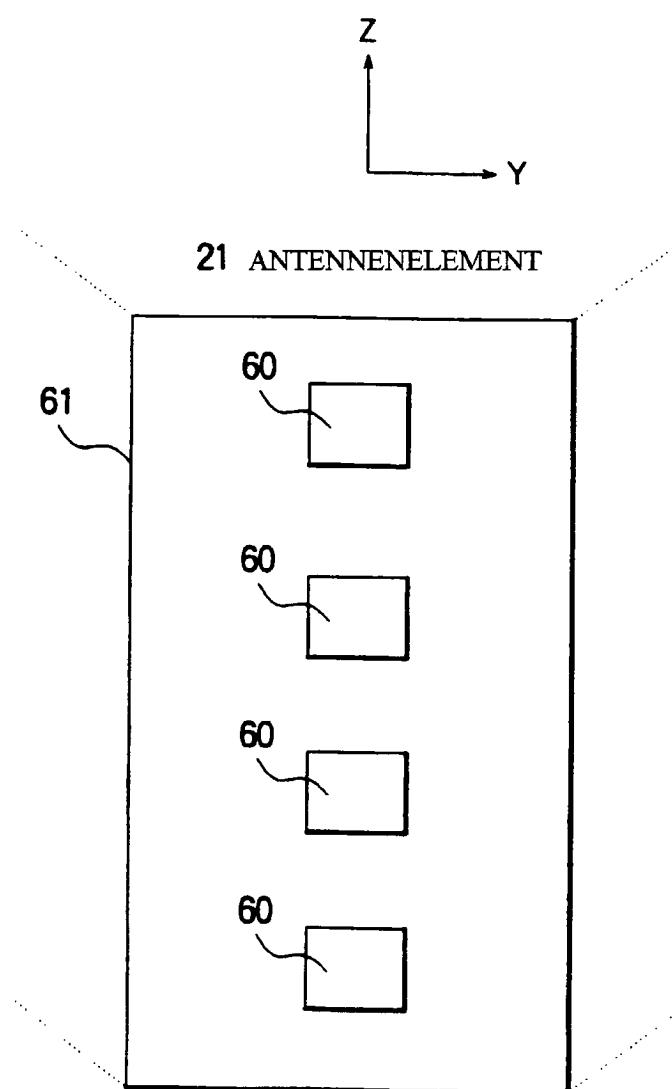


FIG. 5

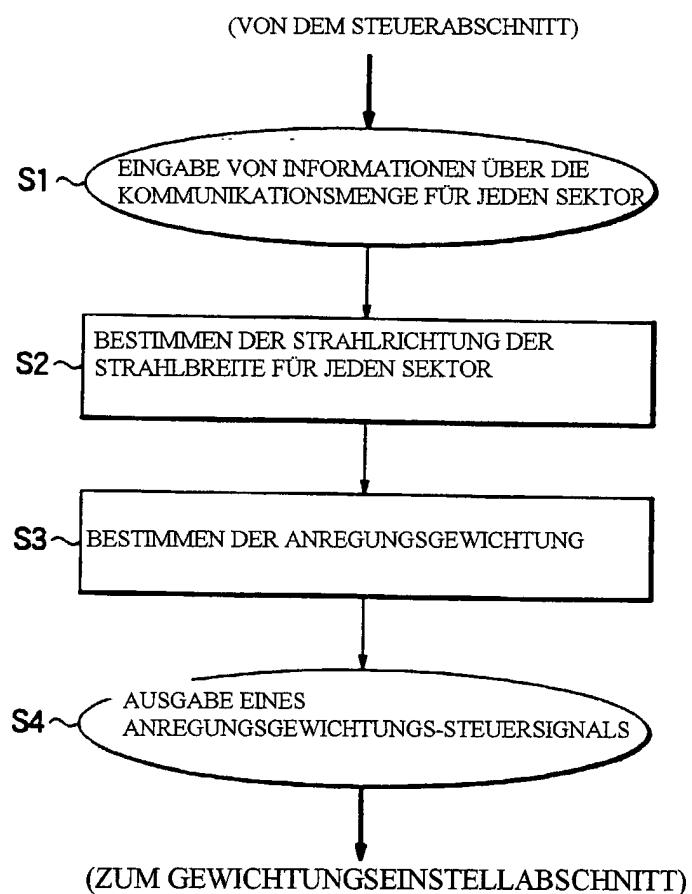


FIG. 6

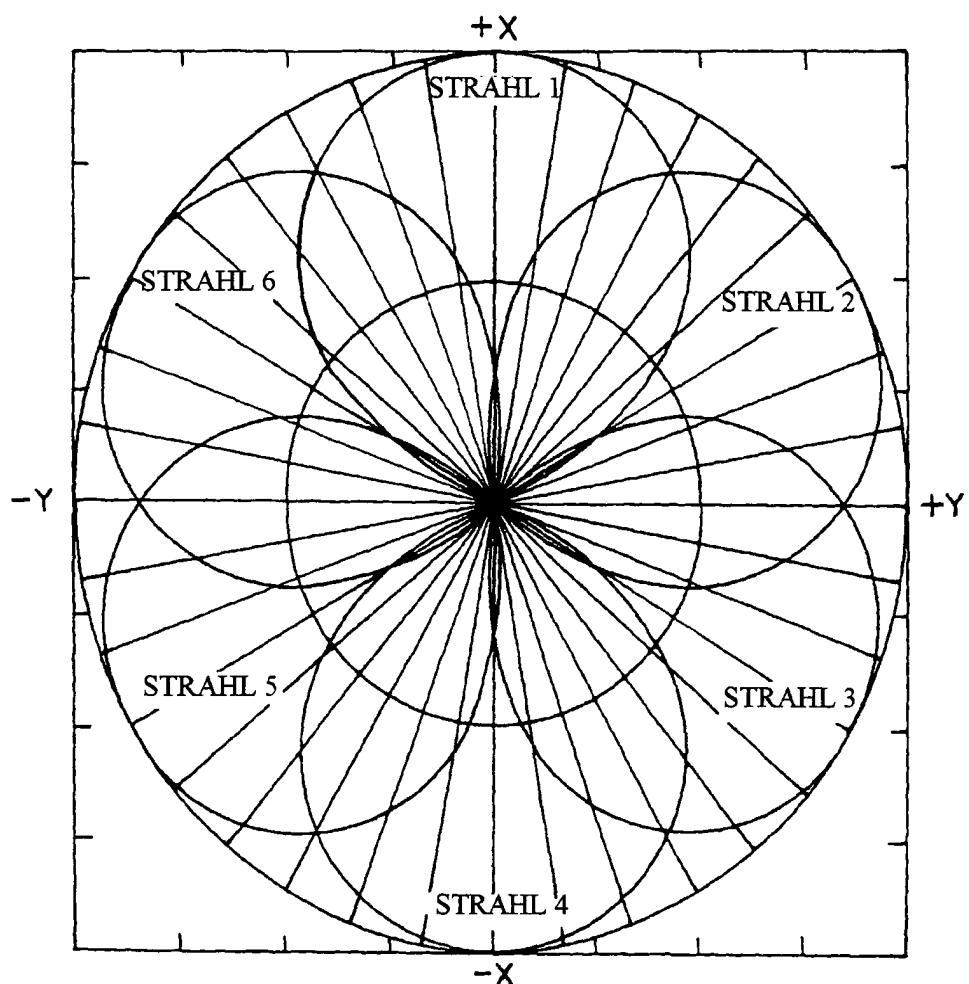


FIG. 7

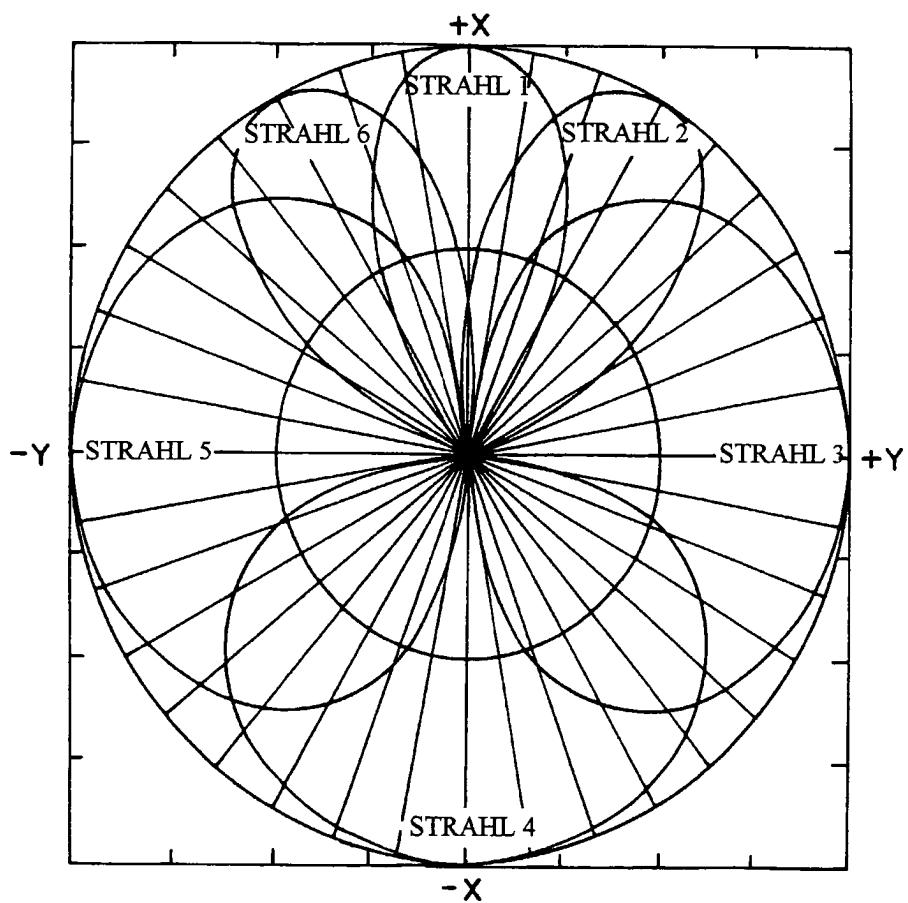


FIG. 8

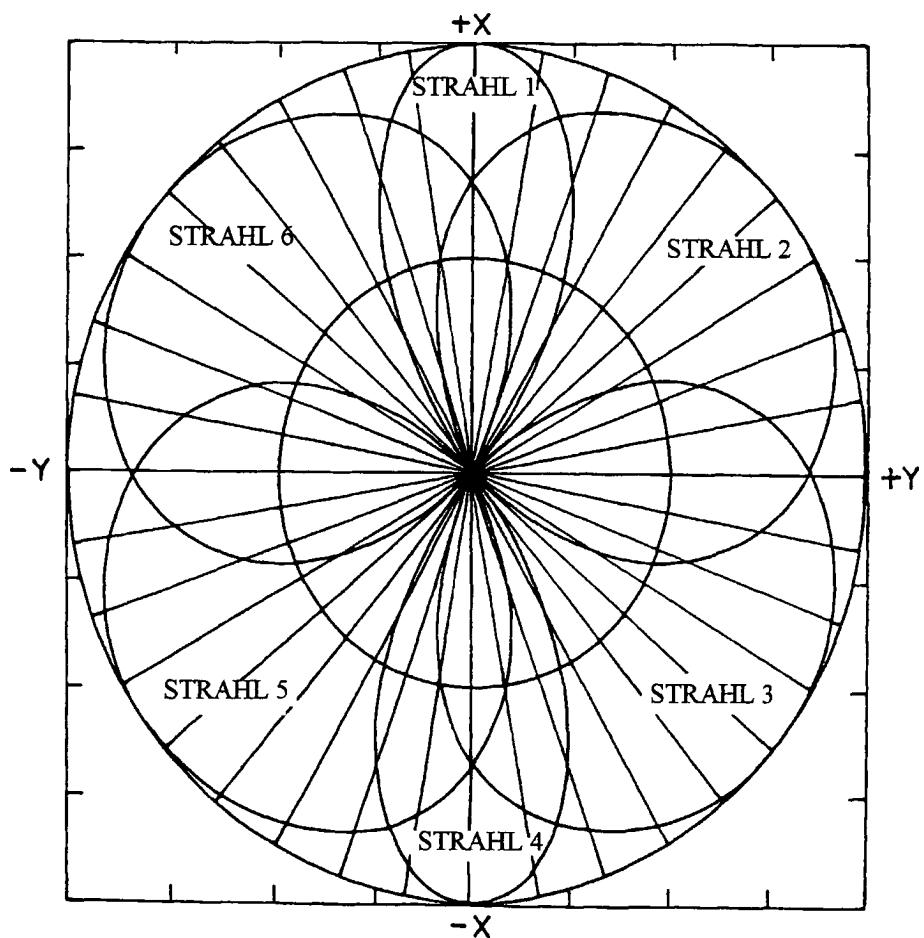


FIG. 9

