



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 28 017 T2** 2006.12.21

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 163 742 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04B 7/185** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 28 017.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/08606**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 918 519.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/059136**

(86) PCT-Anmeldetag: **29.03.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **05.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.12.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **17.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.12.2006**

(30) Unionspriorität:

**281834                      30.03.1999                      US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(73) Patentinhaber:

**Qualcomm, Inc., San Diego, Calif., US**

(72) Erfinder:

**SCHIFF, N., Leonard, San Diego, CA 92130, US**

(74) Vertreter:

**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und  
Rechtsanwälte, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **GERÄT UND VERFAHREN FÜR FUNKRUF IN EINER SATELLITEN KOMMUNIKATIONSANORD-  
NUNG MIT ORTSBESTIMMUNG DES BENUTZERS**

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

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

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****I. Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Satellitenkommunikationssysteme und insbesondere auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verringerung der Anzahl von Paging-Kanälen, die zum Pagen von Benutzerterminals verwendet werden.

**II. Verwandte Technik**

**[0002]** Herkömmliche satellitenbasierte Kommunikationssysteme beinhalten Gateways und einen oder mehrere Satelliten, um Kommunikationssignale zwischen den Gateways und einem oder mehreren Benutzerterminals zu vermitteln/weiterzuleiten. Ein Gateway ist eine Bodenstation, die eine Antenne zum Übertragen von Signalen zu und zum Empfangen von Signalen von Kommunikationssatelliten besitzt. Ein Gateway sieht Kommunikationsverbindungen vor, wobei Satelliten verwendet werden, um ein Benutzerterminal mit anderen Benutzerterminals oder Benutzern anderer Kommunikationssysteme, wie beispielsweise eines öffentlichen Telefonvermittlungsnetzwerks, zu verbinden. Ein Satellit ist ein sich auf der Erdumlaufbahn bewogender Empfänger, Repeater bzw. Verstärker und Regenerator, der verwendet wird, um Informationssignale zu weiterzuleiten. Ein Benutzerterminal ist ein drahtloses Kommunikationsgerät, wie beispielsweise, aber nicht darauf beschränkt, ein drahtloses Telefon, ein Datenempfänger und ein Paging-Empfänger. Ein Benutzerterminal kann fest, tragbar oder mobil sein, wie beispielsweise ein Mobiltelefon.

**[0003]** Ein Satellit kann Signale empfangen von und Signale übertragen zu einem Benutzerterminal, wenn der Benutzerterminal innerhalb des Empfangsbereichs bzw. Ausleuchtzone ("footprint") des Satelliten ist. Der Empfangsbereich eines Satelliten ist die geographische Region auf der Oberfläche der Erde innerhalb der Reichweite der Signale des Satelliten. Der Empfangsbereich ist gewöhnlicherweise geographisch unterteilt in "Strahlen", und zwar durch Verwendung von strahlformenden Antennen. Jeder Strahl deckt eine gewisse geographische Region innerhalb der Ausleuchtzone ab. Strahlen können so gerichtet sein, dass mehr als ein Strahl vom gleichen Satelliten die gleiche bestimmte geographische Region abdeckt.

**[0004]** Einige Satellitenkommunikationssysteme verwenden Codemultiplex-Vielfachzugriffs-(CDMA = Code Division Multiple Access)-Spreizspektrumssignale, wie veröffentlicht in US-Patent Nr. 4,901,307, veröffentlicht am 13. Februar 1990, betitelt "Spread

Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite or Terrestrial Repeaters" und in US-Patent Nr. 5,691,974, eingereicht am 25. November 1997, betitelt "Method and Apparatus for Using Full Spectrum Transmitted Power in a Spread Spectrum Communication System for Tracking Individual Recipient Phase Time and Energy", welche beide dem Anmelder der vorliegenden Erfindung zugewiesen.

**[0005]** In Satellitenkommunikationssystemen, die CDMA verwenden, werden getrennte Kommunikationsverbindungen verwendet, um Kommunikationssignale zu übertragen, wie beispielsweise Daten oder Verkehr, zu und von einem Gateway. Der Ausdruck "Vorwärtskommunikationsverbindung" bezieht sich auf Kommunikationssignale, die ihren Ursprung im Gateway haben und die zu einem Benutzerterminal übertragen werden. Der Ausdruck "Rückwärtskommunikationsverbindung" bezieht sich auf Kommunikationssignale, die ihren Ursprung in einem Benutzerterminal haben und die zu dem Gateway übertragen werden.

**[0006]** Auf der Vorwärtsverbindung wird Information von dem Gateway zu einem Benutzerterminal über einen oder mehrere Strahlen übertragen. Diese Strahlen weisen oft eine Anzahl von sogenannten Unterstrahlen auf (auf die auch als Frequenzmultiplex-Vielfachzugriffs-(FDMA = Frequency Division Multiple Access)-Kanäle Bezug genommen wird), die einen gemeinsamen geographischen Bereich abdecken, wobei jeder ein unterschiedliches Frequenzband besetzt. Insbesondere werden in einem herkömmlichen Spreizspektrumkommunikationssystem ein oder mehrere vorausgewählte Pseudozufalls-Rausch-Codesequenzen (PN-Codesequenzen, PN = Pseudorandom Noise) verwendet, um Benutzerinformationssignale zu modulieren oder über ein vorbestimmtes Spektralband zu "spreizen", bevor sie auf ein Trägersignal zur Übertragung als Kommunikationssignale moduliert werden. PN-Spreizung ist ein Verfahren zur Spreizspektrumübertragung, das in der Technik bekannt ist, und erzeugt ein Kommunikationssignal mit einer Bandbreite, die viel größer ist als die eines Datensignals. Auf der Vorwärtsverbindung werden PN-Spreizcodes oder binäre Sequenzen verwendet, um sowohl zwischen Signalen zu unterscheiden, die von verschiedenen Gateways oder über verschiedene Strahlen übertragen werden, als auch zwischen Multipfadsignalen. Diese Codes werden oft von allen Kommunikationssignalen innerhalb eines gegebenen Unterstrahls geteilt.

**[0007]** In einem herkömmlichen CDMA-Spreizspektrumkommunikationssystem werden "Kanalisierrungs"-Codes verwendet, um zwischen verschiedenen Benutzerterminals innerhalb eines Satellitenunterstrahls auf einer Vorwärtsverbindung (auf die manchmal als CDMA-Kanäle Bezug genommen

wird) zu unterscheiden. D.h., dass jeder Benutzerterminal seinen eigenen orthogonalen Kanal vorgesehen auf der Vorwärtsverbindung besitzt, und zwar durch Verwendung eines einzigartigen Kanalisierungscodes. Walsh-Funktionen werden im Allgemeinen verwendet, um Kanalisierungscodes zu implementieren, auch bekannt als Walsh-Codes. Diese Kanalisierungscodes teilen den Unterstrahl in orthogonale Kanäle, die auch als Walsh-Kanäle bekannt sind. Die Mehrzahl der Walsh-Kanäle sind Verkehrskanäle, die Nachrichtenübermittlung bzw. Messaging zwischen einem Benutzerterminal und einem Gateway vorsehen. Die verbleibenden Walsh-Kanäle beinhalten oft Pilot-, Sync- und Paging-Kanäle. Signale, die über die Verkehrskanäle gesendet werden, sollen nur von einem Benutzerterminal empfangen werden. Im Gegensatz dazu können Paging-, Sync- und Pilotkanäle von mehreren Benutzerterminals überwacht werden.

**[0008]** Wenn ein Benutzerterminal nicht an einer Kommunikationssitzung beteiligt ist (d.h. der Benutzerterminal empfängt oder sendet nicht Verkehrssignale), kann das Gateway Information zu diesem speziellen Benutzerterminal übermitteln unter Verwendung eines Signals, das als Paging-Signal bekannt ist (auf das hierin auch als ein Funkruf bzw. Page Bezug genommen wird). Paging-Signale werden oft von dem Gateway gesendet, um eine Kommunikationsverbindung aufzubauen, um einem Benutzerterminal mitzuteilen, dass ein Anruf hereinkommt, um einem Benutzerterminal zu antworten, dass versucht das System zu erreichen und zur Registrierung des Benutzerterminals. Wenn beispielsweise ein Anruf bei einem bestimmten Benutzerterminal platziert wurde, warnt das Gateway den Benutzerterminal mittels eines Paging-Signals. Zusätzlich kann, falls das Gateway eine Kurznachrichte an einen Benutzerterminal sendet, wie eine Anfrage nach einem Standort-Update des Benutzerterminals, das Gateway eine derartige Anfrage senden, und zwar mittels eines Paging-Signals. Paging-Signale werden auch verwendet, um Kanalzuweisungen und Systemoverheadinformation zu verteilen. Paging-Signale werden üblicherweise über Paging-Kanäle übertragen, die oben kurz beschrieben wurden. Jedes Paging-Signal beinhaltet eine Identitätsnummer, so dass die Benutzerterminals, die den Paging-Kanal abhören, wissen, ob das Paging-Signal an sie adressiert ist. Wenn ein Paging-Signal für mehrere Benutzerterminals bestimmt ist, beinhaltet das Paging-Signal eine Identitätsnummer, die den mehreren Benutzerterminals entspricht.

**[0009]** Ein Benutzerterminal kann auf ein Paging-Signal antworten, indem es ein Zugriffssignal oder einen Zugriffsversuch über die Rückwärtsverbindung sendet (d.h. die Kommunikationsverbindung, die ihren Ursprung im Benutzerterminal hat und bei dem Gateway endet). Das Zugriffssignal wird auch verwendet, um sich beim Gateway zu registrieren, um

einen Anruf zu veranlassen oder um eine Paging-Anfrage vom Gateway zu bestätigen. Das Zugriffssignal wird üblicherweise über Kanäle übertragen, die speziell als Zugriffskanäle ausgewiesen sind, die oben kurz beschrieben sind. Die Rückwärtsverbindung beinhaltet auch Verkehrskanäle zum Vorsehen von Messaging zwischen einem Benutzerterminal und einem Gateway.

**[0010]** Wenn ein Benutzerterminal lediglich ein Standort-Update sendet als Antwort auf eine Standort-Update-Anfrage, die vom Gateway über den Paging-Kanal empfangen wird, kann der Benutzerterminal Standort-Update-Information als ein Zugriffsversuch über einen Zugriffskanal senden. Durch die Verwendung von Paging-Kanälen und Zugriffskanälen zur Übertragung von Kurznachrichten (wie beispielsweise Standort-Update-Anfragen oder Standort-Update-Information) werden Vorwärts- und Rückwärtsverkehrskanäle für längere Kommunikationen reserviert, wie beispielsweise Sprachanrufen.

**[0011]** Wenn ein Gateway ein Paging-Signal zu einem Benutzerterminal sendet, kennt das Gateway üblicherweise den Standort des Benutzerterminals nicht. Daher sendet in heutigen Satellitenkommunikationssystemen das Gateway üblicherweise ein Paging-Signal über viele Paging-Kanäle, einen in jedem der mehreren Strahlen. Im schlimmsten Fall sendet das Gateway das Paging-Signal über einen Paging-Kanal in jedem Strahl, der vom Gateway unterstützt wird, der dem bestimmten Benutzerterminal dient. Es ist im Allgemeinen nicht nötig, einen Paging-Kanal in jedem Unterstrahl zu verwenden, da Unterstrahlüberwachungsaufgaben innerhalb von Strahlen im Allgemeinen vorher bekannt sind, obwohl dies ausgeführt werden kann wenn erwünscht. Auf dieses Senden eines Paging-Signals über mehrere Paging-Kanäle wird oft als Flood-Paging Bezug genommen. Flood-Paging ist, obwohl es ineffizient und verschwenderisch ist, relativ günstig, wenn es verwendet wird, um Sprachanrufe aufzubauen. Dies ist der Fall, weil die Ressourcen, die verwendet werden, um Flood-Paging durchzuführen, relativ klein sind im Vergleich zu den Ressourcen, die für einen typischen zwei bis drei minütigen Sprachanruf verwendet werden. Insbesondere ist die Gesamtkapazität und -leistung, die verwendet wird, um Flood-Paging durchzuführen relativ gering, verglichen mit der Gesamtleistung und -kapazität, die verwendet wird, um einen Sprachanruf zu unterstützen. Daher hat sich gezeigt, dass Flood-Paging, obwohl es nicht effizient ist, in Sprachsystemen nützlich ist. Flood-Paging kann jedoch unakzeptabel werden, wenn es verwendet wird, um Sprachanrufe einzuleiten, falls sich beispielsweise die Anzahl von Anrufaufbauanfragen erhöht bis zu dem Punkt, an dem die Paging-Kanalkapazität eine knappe Ressource wird.

**[0012]** Die Ineffizienzen des Flood-Pagings sind in

vielen anderen Typen von Messagingsystemen nicht akzeptabel, wie beispielsweise in Positionsbestimmungssystemen, in denen die Antwort auf eine Paging-Nachricht eine relativ kurze Bestätigungsnachricht und/oder eine Standort-Update-Nachricht sein kann. Dies ist der Fall, weil die Ressourcen, die für Flood-Paging verwendet werden, relativ groß sind im Vergleich zu der Information, die gesendet wird als Antwort auf das Flut-Paging. Insbesondere ist die Gesamtleistung und -kapazität, die verwendet wird um Flood-Paging durchzuführen relativ groß verglichen mit der Gesamtleistung und -kapazität die verwendet wird, um die Antwort auf das Flut-Paging zu unterstützen (zum Beispiel eine Bestätigungs- oder Standort-Update-Nachricht).

**[0013]** Ein Beispiel einer Branche, in der ein Positionsbestimmungssystem besonders nützlich ist, ist die gewerbliche Lastwagentransportbranche. In der gewerblichen Lastwagentransportbranche wird ein effizientes und genaues Verfahren zur Fahrzeugpositionsbestimmung nachgefragt. Durch einfachen Zugriff zu Fahrzeugstandortinformation erlangt der Heimatstützpunkt eines Lastwagentransportunternehmens mehrere Vorteile. Beispielsweise kann ein Lastwagentransportunternehmen einen Kunden über Standort, Route und geschätzte Zeit der Ankunft der Nutzlast auf dem Laufenden halten. Das Lastwagentransportunternehmen kann auch Fahrzeugstandortinformation zusammen mit empirischen Daten über die Effektivität der Streckenführung verwenden, um damit die wirtschaftlich effizienteste Streckenwahl und Verfahren zu bestimmen.

**[0014]** Um die Leistung und die Kapazität zu minimieren, die verwendet werden um den Standort eines Lastwagens nachzuverfolgen, kann eine Standort-Update-Anfrage periodisch zu einem Benutzerterminal (auf das in der Lastwagentransportbranche oft als Mobilkommunikationsterminal oder MCT (MCT = Mobile Communications Terminal) Bezug genommen wird) innerhalb eines Lastwagens gesendet werden (beispielsweise jede Stunde). Um weiter Ressourcen einzusparen, sollte das Sammeln von Standort-Updates durchgeführt werden, ohne die Verwendung von Verkehrskanälen. Um dies zu erreichen kann eine Standort-Update-Nachricht als ein Paging-Signal über einen Paging-Kanal gesendet werden. Um weiter die Leistung und die Kapazität zu minimieren, die verwendet werden, sollte die Anzahl der Paging-Kanäle, die verwendet werden um Paging-Signale zu übertragen, aus den oben erläuterten Gründen minimiert werden.

**[0015]** Daher besteht, wie oben diskutiert, ein Bedarf nach einer Vorrichtung und einem Verfahren, um die Anzahl der Paging-Kanäle zu reduzieren, die verwendet werden, um ein Benutzerterminal zu pagen. Auch wenn der anfängliche Bedarf nach der Verringerung des Flood-Pagings von der Verringerung des

Flood-Pagings in einem Positionsbestimmungssystem inspiriert war, sind das System und das Verfahren der vorliegenden Erfindung in jeder Art von Satellitenkommunikationssystem nützlich, das Kanäle verwendet (identisch oder ähnlich zu Paging-Kanälen) zum Übermitteln von Information zu einem Benutzerterminal, der nicht an einer Kommunikationssitzung beteiligt ist. Beispielsweise ist die vorliegende Erfindung nützlich in einem Sprachkommunikationssystem, das Paging-Signale verwendet, die über Paging-Kanäle gesendet werden, um einen Sprachanruf aufzubauen. Diese Erfindung ist insbesondere nützlich in Sprachkommunikationssystemen, in denen die Kapazität der Paging-Kanäle nahezu ausgeschöpft ist aufgrund einer steigenden Anzahl von Anruftaufbauanfragen. Zusätzlich ist diese Erfindung nützlich in einem System, in dem gemeinsame Paging-Kanäle für mehrfache Anwendungen verwendet werden, einschließlich, aber nicht darauf beschränkt, dem Aufbau von Sprachkommunikationen und dem Anfragen von Standort-Updates.

**[0016]** Weitere Aufmerksamkeit wird auf die WO94/05093 gelenkt, die ein auf Satelliten mit niedriger Umlaufbahn gestütztes Paging-Broadcastsystem und ein Verfahren offenbart, dass die Spektraleffizienz maximiert und den Leistungsaufwand des Übertragens von Nachrichten zum vom Empfänger oder Absender wählbaren Abschnitten des gesamten Systemabdeckungsbereichs. Der Empfänger wählt ein langfristig bevorzugtes geographisches Gebiet (LTPGA = long-term preferred geographic area) und wahlweise ein kurzfristig bevorzugtes geographisches Gebiet (STPGA = short-term preferred geographic area). Der Absender liefert die Empfänger-ID, die Nachricht und sieht wahlweise einen angepassten bevorzugten geographischen Bereich (CPGA = customized preferred geographic area) vor. Empfänger und Absender können einfach die wählbaren geographischen Gebiete verändern (SGA(s): LTPGA(s), STPGA(s) und CPGA(s)). falsche klammern! Das Gateway konvertiert das SGA (die SGAs) in adressierbare Abdeckungsbereiche (ACA(s)), und überträgt ein Signal, das die Paging-Information beinhaltet, und die ACA(s) zu mindestens einem ersten Kommunikationssatelliten (COM SAT = communication satellite). Der COM SAT (die COM SATs) sorgen für Querverbindung des Signals mit anderen COM SAT(s) und für das Übermitteln der Paging-Information zu den ACA(s).

**[0017]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung und ein Verfahren vorgesehen, ein Benutzerterminal zu Pagen, wie in den Ansprüchen 1 bis 7 dargelegt ist. Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0018]** Die vorliegende Erfindung ist auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Paging eines Benutzerterminals (UT = User Terminal) gerichtet, der ein Satellitenkommunikationssystem verwendet, das ein Gateway und einen oder mehrere Satelliten besitzt, in dem jeder Satellit eine Vielzahl ( $n$ ) von Strahlen erzeugt und jeder Strahl eine Vielzahl von Kanälen beinhaltet. Das Verfahren der vorliegenden Erfindung beinhaltet den Schritt des Abrufens einer ersten Position des UTs, wobei die erste Position einer Position des UT zu einer ersten Zeit  $t_1$  entspricht. In einem Ausführungsbeispiel wird dies dadurch erreicht, indem ein Nachschauen in einer Tabelle oder Datenbank durchgeführt wird, die Positionsinformation für Benutzerterminals zu verschiedenen Zeitpunkten beinhaltet. Das Verfahren beinhaltet auch den Schritt des Bestimmens oder Auswählens einer ersten Gruppe ( $g_1$ ) von Strahlen zur Verwendung zum Paging, welche die erste Position des UT zu einer zweiten Zeit  $t_2$  abdeckt, wobei  $g_1 < n$ , und die Zeit  $t_2$  zeitlich später als die Zeit  $t_1$  ( $t_2 > t_1$ ) ist. Ein Page wird dann vom Gateway zum UT auf mindestens einem Kanal, wie beispielsweise einem Paging-Kanal, von mindestens einem Strahl einer ersten Gruppe von Strahlen gesendet. In einem Ausführungsbeispiel wird das Page auf dem Paging-Kanal jeder der ersten Gruppe von Strahlen gesendet. In einem Ausführungsbeispiel beinhaltet der Schritt des Sendens eines Pages von dem Gateway zu dem UT das Anfragen eines Positions-Updates von dem UT zur zweiten Zeit  $t_2$ .

**[0019]** In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beinhaltet der Schritt des Bestimmens einer ersten Gruppe von Strahlen, die verwendet werden sollen, die Schritte des Bestimmens eines ersten Bereichs, der einen ersten Radius aufweist, der von der ersten Position ausgeht und des Bestimmens, welche Strahlen ein Abdeckungsbereich aufweisen, das sich mit dem ersten Bereich überschneidet. Der erste Radius kann ein vorbestimmter Wert sein oder kann eine Funktion einer Zeitperiode zwischen Zeit  $t_2$  und Zeit  $t_1$  sein.

**[0020]** Wenn der UT ein Page von dem Gateway empfängt, dann sendet der UT einen Nachrichtenbestätigungsempfang des Pages an das Gateway. In einem Ausführungsbeispiel beinhaltet die Nachricht Information, die sich auf die Position des UT zur zweiten Zeit  $t_2$  bezieht. In einem anderen Ausführungsbeispiel bestimmt das Gateway die Position des UT zur zweiten Zeit  $t_2$  basierend auf den Charakteristika der Bestätigungsnachricht.

**[0021]** In einem anderen Schritt der vorliegenden Erfindung wird bestimmt, ob das Gateway eine Bestätigungsnachricht von dem UT empfangen hat, die anzeigt dass der UT ein Page empfangen hat, oder nicht. Wenn das Gateway keine Bestätigungsnach-

richt von dem UT innerhalb eines vorbestimmten Zeitraums empfängt, dann wird ein zweiter Bereich, der einen zweiten Radius aufweist, bestimmt oder gewählt. Der zweite Radius ist größer als der erste Radius und daher ist der zweite Bereich größer als der erste Bereich. Eine zweite Gruppe ( $g_2$ ) von Strahlen, wobei  $g_2 < n$ , besitzt einen Abdeckungsbereich, der den zweiten Bereich schneidet, wird dann bestimmt oder gewählt. In einem Ausführungsbeispiel wird ein zweites Page von dem Gateway zu dem UT auf einem Kanal von jedem der zweiten Gruppe von Strahlen gesendet. Vorzugsweise wird das zweite Page an den UT gleichzeitig über jeden Strahl in der zweiten Gruppe und in der ersten Gruppe von Strahlen gesendet. Alternativ wird das zweite Page über jeden Strahl in der ersten Gruppe aber nicht über die erste Gruppe von Strahlen an den UT gesendet. Jedoch benötigt der letztere Ansatz im Allgemeinen kurze Antwortzeiten und kann nicht angemessen temporäre Signalblockaden berücksichtigen.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0022]** Die Merkmale, Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden offensichtlicher aus der detaillierten Beschreibung, die unten dargelegt ist, werden, wenn sie in Verbindung mit den Zeichnungen gesehen wird, in denen gleiche Bezugszeichen durchgehend gleiche Elemente bezeichnen und wobei:

**[0023]** [Fig. 1A](#) ein beispielhaftes drahtloses Kommunikationssystem darstellt, in dem die vorliegende Erfindung nützlich ist;

**[0024]** [Fig. 1B](#) beispielhafte Kommunikationsverbindungen zwischen einem Gateway und einem Benutzerterminal darstellt;

**[0025]** [Fig. 2](#) einen beispielhaften Transceiver zur Verwendung in einem Benutzerterminal darstellt;

**[0026]** [Fig. 3](#) eine beispielhafte Transceivervorrichtung zur Verwendung in einem Gateway darstellt;

**[0027]** [Fig. 4](#) eine beispielhafte Satellitenausleuchtzone darstellt;

**[0028]** [Fig. 5A–Fig. 5C](#) beispielhafte Satellitenausleuchtzonen darstellen, die nützlich sind beim Erklären eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;

**[0029]** [Fig. 6](#) ein Flussdiagramm ist, das den High-Level-Betrieb eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung abbildet; und

**[0030]** [Fig. 7](#) ein Flussdiagramm ist, das zusätzliche Merkmale des Betriebs der vorliegenden Erfindung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbei-

spiel abbildet.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

### I. Einleitung

**[0031]** Die vorliegende Erfindung ist insbesondere geeignet zur Verwendung in Kommunikationssystemen, die Satelliten in niedriger Umlaufbahn (LEO-Satelliten, LEO = Low Earth Orbit) einsetzen, in denen die Satelliten nicht stationär bezüglich eines Punktes auf der Oberfläche der Erde sind. Jedoch ist die Erfindung auch anwendbar auf Satellitensysteme, in denen die Satelliten nicht in niedriger Umlaufbahn kreisen.

**[0032]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist unten im Detail beschrieben. Während spezifische Schritte, Konfigurationen und Anordnungen diskutiert werden, soll offensichtlich sein, dass dies nur zu Veranschaulichungszwecken geschieht. Eine bevorzugte Anwendung liegt in CDMA-Drahtlosspreizspektrumkommunikationssystemen.

### II. Ein beispielhaftes Satellitenkommunikationssystem

**[0033]** Ein beispielhaftes drahtloses Kommunikationssystem, in dem die vorliegende Erfindung nützlich ist, ist in [Fig. 1A](#) dargestellt. Es wird erwogen, dass dieses Kommunikationssystem Kommunikationssignale vom CDMA-Typ verwendet, aber dies wird von der vorliegenden Erfindung nicht verlangt. In einem Abschnitt des Kommunikationssystems **100**, das in [Fig. 1A](#) dargestellt ist, sind zwei Satelliten **116** und **118** und zwei assoziierte Gateways, Basisstationen oder Hubs **120** und **122** gezeigt, und zwar zum Durchführen von Kommunikationen mit zwei entfernten Benutzerterminals **124** und **126**. Die Gesamtzahl der Gateways und Satelliten in solchen Systemen hängt von der erwünschten Systemkapazität und anderen Faktoren, die im Stand der Technik bekannt sind, ab.

**[0034]** Benutzerterminals **124** und **126** beinhalten je eine drahtlose Kommunikationsvorrichtung, wie beispielsweise, aber nicht darauf beschränkt, ein zellulares oder ein Satellitentelefon, einen Datentransceiver oder einen Paging- oder Positionsbestimmungsempfänger, und können handgehalten oder an einem Fahrzeug befestigt sein, wie erwünscht. In [Fig. 1A](#) ist ein Benutzerterminal **124** dargestellt als eine an einem Fahrzeug befestigte Vorrichtung und Benutzerterminal **126** ist dargestellt als ein handgehaltenes Telefon. Jedoch soll auch klar sein, dass die Lehren der Erfindung auf befestigte Einheiten anwendbar sind, wo drahtloser Ferndienst erwünscht ist. Auf Benutzerterminals wird, je nach Vorliebe, in einigen

Kommunikationssystemen manchmal auch als Teilnehmereinheiten, Mobilstationen, mobile Einheiten oder einfach als "Benutzer" oder "Teilnehmer" Bezug genommen.

**[0035]** Im Allgemeinen decken Strahlen von Satelliten **116** und **118** verschiedene geographische Gebiete in vordefinierten Strahlenmustern ab. Strahlen auf verschiedenen Frequenzen, auf die auch als FDMA-Kanäle oder "Unterstrahlen" Bezug genommen wird, können so gerichtet sein, dass sie das gleiche Gebiet überlappen. Es ist für Fachleute auch leicht verständlich, dass die Strahlenabdeckung oder die Dienstbereiche für mehrere Satelliten so gestaltet sein können, dass sie sich komplett überlappen oder teilweise in einem gegebenen Bereich, abhängig vom Kommunikationssystemdesign und der Art von Service, die angeboten wird, und ob Raumdiversität erreicht wird.

**[0036]** Eine Vielzahl von Multi-Satelliten-Kommunikationssystemen mit einem beispielhaften System wurde vorgeschlagen, das eine Größenordnung von 48 oder mehr Satelliten einsetzt, die sich in acht verschiedenen Umlaufebenen in niedriger Erdumlaufbahn bewegen, um eine große Anzahl von Benutzerterminals zu bedienen. Den Fachleuten wird jedoch leicht verständlich sein, wie die Lehren der vorliegenden Erfindung auf eine Vielzahl von Satellitensystemen und Gatewaykonfigurationen anwendbar sind, inklusive anderer Umlaufabständen und Konstellationen.

**[0037]** In [Fig. 1A](#) sind einige mögliche Signalpfade für Kommunikationen zwischen Benutzerterminals **124** und **126** und Gateways **120** und **122** durch die Satelliten **116** und **118** gezeigt. Die Satelliten-Benutzerterminal-Kommunikationsverbindungen zwischen den Satelliten **116** und **118** und den Benutzerterminals **124** und **126** sind durch die Linien **140**, **142** und **144** dargestellt. Die Gateway-Satelliten-Kommunikationsverbindungen zwischen den Gateways **120** und **122** und den Satelliten **116** und **118** sind durch die Linien **146**, **148**, **150** und **152** dargestellt. Die Gateways **120** und **122** können als Teil von Ein- oder Zwei-Wege-Kommunikationssystemen verwendet werden oder einfach um Nachrichten oder Daten zu den Benutzerterminals **124** und **126** zu übertragen.

**[0038]** [Fig. 1B](#) liefert zusätzliche Details der Kommunikationen zwischen dem Gateway **122** und dem Benutzerterminal **124** des Kommunikationssystems **100**. Kommunikationsverbindungen zwischen dem Benutzerterminal **124** und dem Satellit **116** werden allgemein als Benutzerverbindungen bezeichnet, und die Verbindungen zwischen dem Gateway **122** und dem Satellit **116** werden allgemein als Feeder-Links bzw. Zulieferverbindungen bezeichnet. Die Kommunikation schreitet in einer "Vorwärts"-Richtung vom dem Gateway **122** zu dem Satellit **116** auf der Vor-

wärtszulieferverbindung **160** voran und dann hinab von dem Satellit **116** zu dem Benutzerterminal **124** auf der Vorwärtsbenutzerverbindung **162**. In einer "Rückkehr"- oder "Umkehr"-Richtung schreitet die Kommunikation von dem Benutzerterminal **124** zu dem Satellit **116** auf der Rückwärtsbenutzerverbindung **164** voran und dann hinab vom Satelliten **116** zu dem Gateway **122** auf der Rückwärtszulieferverbindung **166**.

**[0039]** In einem beispielhaften Ausführungsbeispiel wird Information vom Gateway **122** auf den Vorwärtsverbindungen **160**, **162** übertragen, wobei Frequenzteilung und Polarisationsmultiplexing verwendet wird. Das Frequenzband, das verwendet wird, ist in eine vorbestimmte Anzahl von Frequenz-"Kanälen" oder "-Strahlen" aufgeteilt. Beispielsweise ist das Frequenzband in 8 individuelle 16,5 MHz "Kanäle" oder "Strahlen" aufgeteilt, die rechte Kreispolarisierung (RHCP = Right Hand Circular Polarization) und 8 individuelle 16,5-MHz-"Kanäle" oder "-Strahlen", die linke Kreispolarisation (LHCP = Left Hand Circular Polarization) verwenden. Diese "Frequenz"-Kanäle oder "Strahlen" bestehen weiter aus einer vorbestimmten Anzahl von frequenzgetrennten multiplexierten (FDM = Frequency Division Multiplexed) "Unterkanälen" oder "Unterstrahlen". Beispielsweise können die einzelnen 16,5 MHz Kanäle wiederum aus bis zu 13 FDM-"Unterkanälen" oder "Unterstrahlen" bestehen, jeder mit einer Bandbreite von 1,23 MHz. Jeder FDM-Unterstrahl kann mehrere orthogonale Kanäle beinhalten, die typischerweise Walsh-Codes verwenden (auf die auch als Walsh-Kanäle Bezug genommen wird). Eine Mehrzahl der orthogonalen Kanäle sind Verkehrskanäle, die Messaging zwischen den Benutzerterminals **124** und dem Gateway **122** vorsehen. Die übrigen orthogonalen Kanäle beinhalten Pilot-, Sync- und Paging-Kanäle.

**[0040]** Der Pilotkanal wird durch das Gateway **122** auf der Vorwärtsverbindung **160**, **162** übertragen und wird vom Benutzerterminal **124** verwendet, um die ursprüngliche Systemsynchronisierung und Zeit-, Frequenz- und Phasen-Nachverfolgung bzw. Tracking zu erreichen, um übertragene Signale in Strahlen oder einem Unterstrahl (CDMA-Träger) zu erfassen bzw. zu akquirieren.

**[0041]** Der Sync-Kanal wird von dem Gateway **122** auf der Vorwärtsverbindung **160**, **162** übertragen und beinhaltet eine Wiederholungssequenz von Information, die der Benutzerterminal **124** lesen kann, nachdem er einen Pilotkanal gefunden hat. Diese Information wird benötigt, um den Benutzerterminal **124** mit dem Gateway **122** zu synchronisieren, das diesem Unterstrahl zugewiesen ist. Paging-Kanäle werden vom Gateway **122** auf der Vorwärtsverbindung **160**, **162** oft verwendet, um eine Kommunikationsverbindung aufzubauen, um dem Benutzerterminal **124** mit-

zuteilen, dass ein Anruf hereinkommt, um einem Benutzerterminal zu antworten, das versucht, auf das System zuzugreifen, und zur Registrierung des Benutzerterminals. Zusätzlich können, wie unten in detaillierter erläutert wird, Paging-Kanäle auch dazu verwendet werden, um Kurznachrichten zum Benutzerterminal **124** zu senden, wie beispielsweise Positions-Update-Anfragen.

**[0042]** Die Verkehrskanäle werden den Vorwärts- und Rückwärtsverbindungen zugewiesen, wenn eine Kommunikationsverbindung nachgefragt wird (beispielsweise wenn ein Anruf getätigt wird). Messaging-Übertragungen zwischen dem Benutzerterminal **124** und dem Gateway **122** während eines herkömmlichen Telefonanrufs werden erreicht, indem ein Verkehrskanal verwendet wird.

**[0043]** In die entgegengesetzte Richtung überträgt der Benutzerterminal **124** Information an den Satelliten **116** über die Benutzerverbindung **164**. Der Satellit **116** empfängt diese Signale von mehreren Benutzerterminals (über die Verbindung **164**) und frequenzteilungsmultiplexiert sie gemeinsam für die Satelliten-zu-Gateway-Zulieferverbindung **166**. Die Rückwärtsverbindung **164** enthält Verkehrs- und Zugriffskanäle.

**[0044]** Ein Zugriffskanal wird vom Benutzerterminal **124** auf der Rückwärtsverbindung **164**, **166** verwendet, um auf das Gateway **122** "zuzugreifen". Zugriffskanäle, die in der relevanten Technik bekannt sind, liefern Kommunikationen von einem Benutzerterminal zu einem Gateway, wenn der Benutzerterminal nicht einen Verkehrskanal verwendet. Dies könnte vorkommen, um sich im System zu registrieren, um eine Kommunikationsverbindung aufzubauen, um einen Anruf zu platzieren oder um ein Page anzuerkennen, das vom Gateway **122** gesendet wird. Zusätzlich kann, wie unten in größerem Detail beschrieben wird, ein Zugriffskanal auch dazu verwendet werden, um eine Kurznachricht vom Benutzerterminal **124** zum Gateway **122** zu senden, wie beispielsweise ein Positions-Update. Ein oder mehrere Zugriffskanäle werden im Allgemeinen mit einem Paging-Kanal gepaart, um effizientere Mittel für Benutzerterminals vorzusehen, Kanäle auszuwählen, um auf Pages zu antworten. In CDMA-Systemen wird jeder Zugriffskanal auf einer Rückwärtsverbindung im Allgemeinen durch einen unterschiedlichen PN-Code unterschieden, der in der Länge oder Chipping-Rate sehr verschieden von anderen PN-Codes sein kann, die in Spreizkommunikationssignalen in dem Kommunikationssystem verwendet werden. Der Benutzerterminal **124** antwortet auf eine Page-Nachricht, indem er auf einem der assoziierten Zugriffskanäle sendet. Ähnlich antwortet Gateway **122** auf eine Übertragung auf einem bestimmten Zugriffskanal durch eine Nachricht auf dem Paging-Kanal, der dem Zugriffskanal zugeordnet ist.



## III. Benutzerterminal-Transceiver

**[0045]** Ein beispielhafter Transceiver **200** zur Verwendung in den Benutzerterminals **124** und **126** ist in [Fig. 2](#) dargestellt. Der Transceiver **200** verwendet mindestens eine Antenne **210** zum Empfang von Kommunikationssignalen, die zu einem Analogempfänger **214** übertragen werden, wo sie herunterkonvertiert, verstärkt und digitalisiert werden. Ein Duplexerelement **212** wird oft verwendet, um der gleichen Antenne zu gestatten, sowohl für Übertragungs- als auch Empfangsfunktionen zu dienen. Jedoch setzen einige Systeme separate Antennen zum Betrieb bei unterschiedlichen Sende- und Empfangsfrequenzen ein.

**[0046]** Die digitalen Kommunikationssignalausgaben von dem Analogempfänger **214** werden zu mindestens einem digitalen Datenempfänger **216A** übertragen und zu mindestens einem Sucherempfänger **218**. Zusätzliche digitale Datenempfänger **216B–216N** können verwendet werden, um die gewünschten Pegel von Signaldiversität zu erhalten, abhängig vom annehmbaren Pegel der Transceiverkomplexität, wie es einem Fachmann offensichtlich sein würde.

**[0047]** Mindestens ein Benutzerterminalsteuerprozessor **220** wird an die digitalen Datenempfänger **216A–216N** und den Sucherempfänger **218** gekoppelt. Der Steuerprozessor **220** liefert, neben anderen Funktionen, die Grundsignalverarbeitung, Zeitsteuerung bzw. Timing, Leistungs- und Handoffsteuerung oder -koordination, und die Auswahl der Frequenz, die für Signalträger verwendet wird. Eine weitere grundlegende Steuerungsfunktion, die oft von dem Steuerprozessor **220** ausgeführt wird, ist die Auswahl oder Manipulation von Pseudoräusch-(PN = Pseudonoise)-Codesequenzen oder orthogonalen Funktionen, die verwendet werden sollen, um Kommunikationssignalwellenformen zu verarbeiten. Die Signalverarbeitung von dem Steuerprozessor **220** kann die Bestimmung der relativen Signalstärke und die Berechnung von verschiedenen verwandten Signalparametern beinhalten. Solche Berechnungen von Signalparametern, wie Timing oder Frequenz können die Verwendung von separaten hierfür bestimmten Schaltungen beinhalten, um gesteigerte Effizienz oder Geschwindigkeit bei Messungen vorzusehen oder um eine verbesserte Zuordnung der Steuerungsverarbeitungsressourcen vorzusehen.

**[0048]** Die Ausgaben der digitalen Datenempfänger **216A–216N** werden an die digitale Basisbandschaltung **222** innerhalb des Benutzerterminals gekoppelt. Die Benutzerdigitalbasisbandschaltung **222** schließt Verarbeitungs- und Präsentationselemente ein, die verwendet werden, um Information zu und von einem Benutzerterminal zu übertragen. D.h. Signal- oder Datenspeicherelemente, wie flüchtige oder Langzeit-

digitalspeicher; Eingabe- und Ausgabevorrichtungen wie Anzeigebildschirme, Lautsprecher, Tastenfeldterminals und Handapparate; A/D-Elemente, Vocoder und andere Sprach- und Analogsignalverarbeitungselemente; und Ähnliches bilden alle Teile von der Benutzerdigitalbasisbandschaltung **222**, wobei Elemente verwendet werden, die im Stand der Technik bekannt sind. Wenn Diversity-Signalverarbeitung eingesetzt wird, kann die Benutzerdigitalbasisbandschaltung **222** einen Diversity-Kombinierer und -Decoder einschließen. Einige dieser Elemente können auch unter der Steuerung von, oder in Kommunikation mit, einem Steuerprozessor **220** arbeiten.

**[0049]** Wenn Sprache oder andere Daten als eine Ausgabenachricht oder als ein Kommunikationssignal vorbereitet werden, die von dem Benutzerterminal stammt, wird die Benutzerdigitalbasisbandschaltung **222** verwendet, um die erwünschten Daten für die Übertragung zu empfangen, zu speichern, zu verarbeiten oder anderweitig vorzubereiten. Die Benutzerdigitalbasisbandschaltung **222** liefert diese Daten an einen Sendemodulator **226**, der unter der Steuerung des Steuerprozessors **220** arbeitet. Die Ausgabe des Sendemodulators **226** wird an eine Leistungssteuerung **228** übertragen, die eine Ausgabeleistungssteuerung an einen Sendeleistungsverstärker **230** vorsieht zur letztendlichen Übertragung des Ausgabesignals von der Antenne **210** zu einem Gateway.

**[0050]** Der Transceiver **200** kann auch ein Vorkorrekturerelement (nicht gezeigt) in dem Sendepfad einsetzen, um die Frequenz des ausgehenden Signals anzupassen. Dies kann erreicht werden, indem bekannte Techniken der Herauf- oder Herunterkonvertierung der Sendewellenform verwendet werden. Alternativ kann ein Vorkorrekturerelement (nicht gezeigt) einen Teil eines Frequenzauswahl- oder -steuerungsmechanismus der analogen Heraufkonvertierungs- und -modulationsstufe (**230**) des Benutzerterminals bilden, so dass eine in angemessener Weise angepasste Frequenz verwendet wird, um das digitale Signal in einem Schritt auf eine erwünschte Sendefrequenz zu konvertieren. Der Transceiver **200** kann auch ein Vorkorrekturerelement (nicht gezeigt) in dem Sendepfad einsetzen, um das Timing des ausgehenden Signals anzupassen. Dies kann dadurch erreicht werden, dass bekannte Techniken der Additions- oder Subtraktionsverzögerung in der Sendewellenform verwendet werden.

**[0051]** Die Digitalempfänger **216A–N** und der Sucherempfänger **218** sind mit Signalkorrelationselementen konfiguriert, um bestimmte Signale zu modulieren und zu verfolgen. Der Sucherempfänger **218** wird verwendet, um nach Pilotsignalen zu suchen, oder anderen relativ starken Signalen mit festgelegtem Muster, während die Digitalempfänger **216A–N** verwendet werden, um andere Signale zu modulieren, die mit den detektierten Pilotsignalen assoziiert



sind. Ein Datenempfänger **416** kann jedoch angewiesen sein, das Pilotsignal nach der Akquisition zu verfolgen, um das Verhältnis von Signal-Chip-Energien zu Signalrauschen genau zu bestimmen, und um die Pilotsignalstärke festzustellen. Daher können die Ausgaben dieser Einheiten überwacht werden, um die Energie in oder die Frequenz von dem Pilotsignal oder anderen Signalen zu bestimmen. Diese Empfänger verwenden ebenso Frequenz-Tracking-Elemente, die überwacht werden können, um aktuelle Frequenz- und Timinginformationen von Signalen, die demoduliert werden, an den Steuerprozessor **220** zu liefern.

**[0052]** Der Steuerprozessor **220** verwendet solche Information, um zu bestimmen, in welchem Ausmaß die empfangenen Signale von der Oszillatorfrequenz versetzt sind, wenn sie auf das gleiche Frequenzband skaliert werden, und zwar je nach Wunsch. Diese und andere Information, die mit Frequenzfehlern und Dopplerverschiebungen verwandt ist, kann wie erwünscht in einem Speicher oder Speicherelement **236** gespeichert werden.

#### IV. Gateway-Transceiver

**[0053]** Eine beispielhafte Transceivervorrichtung **300** zur Verwendung in den Gateways **120** und **122** ist in [Fig. 3](#) dargestellt. Der Teil des Gateways **120**, **122**, der in [Fig. 3](#) dargestellt ist, besitzt einen oder mehrere analoge Empfänger **314**, die mit einer Antenne **310** zum Empfang von Kommunikationssignalen verbunden ist, die dann herunterkonvertiert, verstärkt und digitalisiert werden, wobei verschiedene Schemata verwendet werden, die in der Technik bekannt sind. Mehrfachantennen **310** werden in einigen Kommunikationssystemen verwendet. Digitalisierte Signale, die von dem Analogempfänger **314** ausgegeben werden, werden als Eingaben an mindestens ein digitales Empfängermodul geliefert, das allgemein durch gestrichelte Linien bei **324** gezeigt ist.

**[0054]** Jedes digitale Empfängermodul **324** entspricht zu Signalverarbeitungselementen, die verwendet werden, um Kommunikationen zwischen einem Gateway **120**, **122** und einem Benutzerterminal **124**, **126** zu verwalten, obwohl bestimmte Variationen in der Technik bekannt sind. Ein Analogempfänger **314** kann Eingaben für viele digitale Empfängermodule **324** liefern, und eine Anzahl solcher Module wird oft in Gateways **120**, **122** verwendet, um alte Satellitenstrahlen unterzubringen und um mögliche Diversity-Modus-Signale zu jedem gegebenen Zeitpunkt zu handhaben. Jedes digitale Empfängermodul **324** hat einen oder mehr digitale Datenempfänger **316** und einen Sucherempfänger **318**. Der Sucherempfänger **318** sucht allgemein nach angemessenen Diversity-Modi von Signalen, die nicht Pilotsignale sind. Wenn sie in dem Kommunikationssystem implementiert sind, werden mehrere digitale Datenempfänger

**316A–316N** zum Empfang von Diversity-Signalen verwendet.

**[0055]** Die Ausgaben der digitalen Datenempfänger **316** werden an nachfolgende Basisbandverarbeitungselemente **322** geliefert, die Vorrichtungen aufweisen, die in der Technik bekannt sind, und hier nicht in größerem Detail dargestellt sind. Beispielhafte Basisbandvorrichtungen beinhalten Diversity-Kombinierer und -Decodierer, um Mehrfachpfadsignale in eine Ausgabe für jeden Benutzer zu kombinieren. Eine beispielhafte Basisbandvorrichtung beinhaltet auch Schnittstellenschaltungen, um Ausgabedaten an einen digitalen Schalter oder ein Netzwerk zu liefern. Eine Vielzahl von anderen bekannten Elementen, wie beispielsweise, aber nicht darauf beschränkt, Vocoder, Datenmodems und digitale Datenschnitt- und -speicherkomponenten können einen Teil von Basisbandverarbeitungselementen **322** bilden. Diese Elemente dienen dazu, die Übertragung der Datensignale zu einem oder mehreren Sendemodulen **334** zu steuern oder zu lenken.

**[0056]** Signale, die zu Benutzerterminals übertragen werden sollen, werden je an ein oder mehrere angemessene Sendemodule **334** gekoppelt. Ein herkömmliches Gateway verwendet eine Anzahl solcher Sendemodule **334** um Dienste an viele Benutzerterminals **124**, **126** zugleich vorzusehen, sowie an mehrere Satelliten und Strahlen zugleich. Die Anzahl der Sendemodule **334**, die vom Gateway **120**, **122** verwendet werden, wird von Faktoren bestimmt, die in der Technik bekannt sind, wobei die Systemkomplexität, die Anzahl der sichtbaren Satelliten, die Benutzerkapazität, der Grad der ausgewählten Diversität und Ähnliches beinhaltet sind.

**[0057]** Jedes Sendemodul **334** beinhaltet einen Sendemodulator **326**, der Daten für die Übertragung spreizspektrummoduliert. Der Sendemodulator **326** besitzt eine Ausgabe, die an eine digitale Sendeleistungssteuerung **328** gekoppelt ist, die die Übertragungsleistung steuert, die für das ausgehende digitale Signal verwendet wird. Die digitale Sendeleistungssteuerung **328** wendet ein minimales Niveau zu Interferenzreduktionszwecken und zur Ressourcenzuordnung an, aber wendet angemessene Pegel von Leistung an, wenn dies benötigt wird, um eine Abschwächung im Sendepfad oder anderen Pfadübertragungscharakteristika zu kompensieren. Mindestens ein PN-Generator **332** wird vom Sendemodulator **326** beim Spreizen der Signale verwendet. Diese Codegenerierung kann auch einen funktionalen Teil von einem oder mehreren Steuerprozessoren bilden oder von Speicherelementen, die im Gateway **122**, **124** verwendet werden.

**[0058]** Die Ausgabe der Sendeleistungssteuerung **328** wird an einen Summierer **336** übertragen, wo sie mit den Ausgaben von anderen Sendemodulen sum-

miert wird. Diese Ausgaben sind Signale zur Übertragung an andere Benutzerterminals **124**, **126** auf der gleichen Frequenz und innerhalb desselben Strahls, wie die Ausgabe der Sendeleistungssteuerung **328**. Die Ausgabe von Summierer **336** wird an einen analogen Sender **338** zur Digital-zu-Analog-Umwandlung geliefert, zur Umwandlung auf die geeignete HF-Trägerfrequenz, zur weiteren Verstärkung und wird ausgegeben an eine oder mehrere Antennen **340** zur Ausstrahlung an die Benutzerterminals **124**, **126**. Die Antennen **310** und **340** können die gleichen Antennen sein, abhängig von der Komplexität und Konfiguration des Systems.

**[0059]** Mindestens ein Gateway-Steuerprozessor **320** ist an Empfängermodule **324**, Sendemodule **334** und Basisbandschaltungen **322** gekoppelt; diese Einheiten können physisch voneinander getrennt sein. Der Steuerprozessor **320** liefert Befehls- und Steuersignale um Funktionen zu bewirken wie beispielsweise, aber nicht darauf beschränkt, Signalverarbeitung, Timing-Signalerzeugung, Leistungssteuerung, Handoff-Steuerung, Diversity-Kombinierung und Systeminterfacing. Zusätzlich weist der Steuerprozessor **320** PN-Spreizcodes, orthogonale Codesequenzen, spezifische Sender und Empfänger zur Verwendung in Benutzerkommunikationen zu.

**[0060]** Der Steuerprozessor **320** steuert auch die Erzeugung und die Leistung von Pilot-, Synchronisations- und Paging-Kanal-Signalen, und ihre Kopplung an die Sendeleistungssteuerung **328**. Der Pilotkanal ist einfach ein Signal, das nicht von Daten moduliert ist, und kann ein sich wiederholendes, unveränderliches Muster verwenden oder eine nicht variierende Rahmenstrukturart (Muster) oder eine tonartige Eingabe an den Sendemodulator **326**. D.h., dass die orthogonale Funktion, Walsh-Code, der verwendet wird, um einen Kanal für das Pilotsignal zu bilden, im Allgemeinen einen konstanten Wert besitzt, wie beispielsweise nur 1en oder nur 0en, oder ein gut bekanntes sich wiederholendes Muster, wie beispielsweise ein strukturiertes Muster von vermischten 2en und 0en. Dies resultiert effektiv in dem Senden von nur den PN-Spreizcodes, die vom PN-Generator **332** angewendet werden.

**[0061]** Während der Steuerprozessor **320** direkt an die Elemente eines Moduls, wie beispielsweise des Sendemoduls **324** oder des Empfängermoduls **334** gekoppelt werden kann, weist jedes Modul im Allgemeinen einen modulspezifischen Prozessor auf, wie beispielsweise einen Sendeprozessor **330** oder einen Empfangsprozessor **321**, der die Elemente dieses Moduls steuert. Somit wird, in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel, der Steuerprozessor **320** an den Sendeprozessor **330** und den Empfangsprozessor **321** gekoppelt, wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Auf diese Weise kann ein einzelner Steuerprozessor **320** die Betriebe einer großen Anzahl von Modulen und Res-

sourcen effizienter steuern. Der Sendeprozessor **330** steuert die Erzeugung von, und die Signalleistung für Pilot-, Sync- und Pagingssignale, Verkehrskanalsignale und jegliche anderen Kanalsignale, und ihre jeweilige Kopplung an die Leistungssteuerung **328**. Der Empfängerprozessor **321** steuert das Suchen und das PN-Spreizen von Codes zur Demodulierung und das Überwachung von empfangener Leistung.

**[0062]** Für bestimmte Betriebsarten, wie beispielsweise geteilte Ressourcenleistungssteuerung, empfangen die Gateways **120** und **122** Information, wie die empfangene Signalstärke, Frequenzmessungen und andere empfangene Signalparameter von den Benutzerterminals in Kommunikationssignalen. Diese Information kann von den demodulierten Ausgaben der Datenempfänger **316** durch die Empfangsprozessor **321** hergeleitet werden. Alternativ kann diese Information detektiert werden, wenn sie an vordefinierten Positionen in den Signalen auftaucht, die vom Steuerprozessor **320** oder von den Empfangsprozessor **321** überwacht werden, an den Steuerprozessor **320** übertragen werden. Der Steuerprozessor **320** verwendet diese Information, um das Timing und die Frequenz der Signale, die übertragen und verarbeitet werden, zu steuern, und zwar unter Verwendung von Sendeleistungssteuerungen **328** und dem analogen Sender **338**.

## V. Satellitenstrahlenmuster

**[0063]** Im Allgemeinen decken Strahlen von den Satelliten **116** und **118** verschiedene geographische Bereiche in vordefinierten Strahlenmustern ab. Satellitenstrahlen werden beispielsweise durch eine phasengesteuerte, strahlbildende Antenne gebildet, wie es einem Fachmann des relevanten Gebiets offensichtlich wäre. [Fig. 4](#) stellt ein beispielhaftes Satellitenstrahlenmuster dar, das auch als ein Empfangsbereich bzw. Ausleuchtungszone (Footprint) bekannt ist. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, beinhaltet der beispielhaften Satellitenempfangsbereich **400** sechzehn Strahlen **401–416**. Spezieller beinhaltet der Satellitenempfangsbereich **400** einen inneren Strahl (Strahl **401**), mittlere Strahlen (Strahlen **402–407**) und äußere Strahlen (Strahlen **408–416**). Jeder Strahl **401–416** deckt einen bestimmten geographischen Bereich ab, obwohl es im Allgemeinen auch eine gewisse Strahlenüberlappung gibt. Diese spezifischen geographischen Bereiche können mehrere Hundert Meilen in der Breite ausmachen. Zusätzlich können Strahlen bei verschiedenen Frequenzen, auf die auch als FDMA-Kanäle, CDMA-Kanäle oder "Unterstrahlen" Bezug genommen wird, so gelenkt werden, dass sie die gleiche Region überlappen. Strahlenabdeckungs- oder Servicebereiche mehrerer Satelliten können so ausgebildet sein, dass sie eine gegebene Region vollständig oder teilweise überlappen, abhängig vom Kommunikationssystemdesign und der Art des Services, der angeboten wird, und davon, ob Raumdiver-

sität erreicht wird.

**[0064]** In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung werden verschiedene Strahlenmuster für Vorwärts- und Rückwärtskommunikationsverbindungen eingesetzt. Beispielhafte alternativer Vorwärts- und Rückwärtsverbindungsstrahlenmuster werden beispielsweise in US-Patent 5,920,284, veröffentlicht am 6. Juli 1999, betitelt "Ambiguity Resolution For Ambiguous Position Solution Using Satellite Beams" dargestellt, das am 30. September 1996 eingereicht wurde. Die Strahlenmuster von Vorwärts- und Rückwärtskommunikationsverbindungen können jedoch die gleichen sein ohne vom Sinn oder Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

#### VI. Bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung

**[0065]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unten im Detail beschrieben. Während spezifische Schritte, Konfigurationen und Anordnungen beschrieben werden, sollte klar sein, dass dies nur für illustrative Zwecke stattfindet. Ein Fachmann wird erkennen, dass andere Schritte, Konfigurationen und Anordnungen verwendet werden können, ohne vom Sinn und Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die vorliegende Erfindung könnte Anwendung in einer Vielzahl von drahtlosen Informations- und Kommunikationssystemen finden, inklusive jenen, die zur Positionsbestimmung gedacht sind.

**[0066]** Wie oben beschrieben, besteht ein Bedarf nach einem System und einem Verfahren zur Verringerung der Anzahl der Paging-Kanäle, die verwendet werden, um Benutzerterminals zu pagen. Wie oben beschrieben werden Paging-Kanäle dazu verwendet, Information an ein Benutzerterminal zu senden, der sich nicht in einer Kommunikationssitzung befindet. Beispielsweise werden Paging-Kanäle oft von dem Gateway **122** auf der Vorwärtsverbindung **160**, **162** verwendet, um eine Kommunikationsverbindung aufzubauen, um dem Benutzerterminal **124** mitzuteilen, dass ein Anruf hereinkommt, um einem Benutzerterminal, das versucht auf das System zuzugreifen, zu antworten und zur Registrierung von dem Benutzerterminal **124**. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Paging-Kanäle dazu verwendet, um eine Positions-Update-Anfragenachricht von dem Gateway **122** an den Benutzerterminal **124** zu senden.

**[0067]** Die erfinderische Vorrichtung und das Verfahren zur Verringerung der Anzahl der Paging-Kanäle, die verwendet werden um ein Benutzerterminal zu pagen, wird hierin mit Bezug auf [Fig. 5A–Fig. 5C](#) beschrieben. [Fig. 5A](#) stellt die Strahlabdeckungsgebiete der Satelliten **116** und **530** zu einer Zeit  $t_2$  dar. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel bewegen

sich die Satelliten **116** und **530** auf einer planmäßigen Basis und leuchten verschiedene Regionen auf der Oberfläche der Erde zu verschiedenen Zeitpunkten aus. Insbesondere sind in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Satelliten **116** und **530** zwei Satelliten aus einem System mit mehreren Satelliten, in dem die Satelliten so umlaufen, dass sie nicht stationär sind bezüglich eines Punktes auf der Oberfläche der Erde. Die vorliegende Erfindung ist auch in einem geosynchronen Satellitenkommunikationssystem nützlich, in dem die Satelliten unbestimmt lange die im Wesentlichen gleichen geographischen Regionen abdecken könnten.

**[0068]** Es sei angenommen, dass das Gateway **122** mit dem Benutzerterminal **124** zu einer Zeit  $t_1$  kommuniziert hat und dadurch die Position von dem Benutzerterminal **124** zur Zeit  $t_1$  kennt. Auf welche Weise das Gateway **122** die Position des Benutzerterminals **124** zur Zeit  $t_1$  bestimmt wird unten in größerem Detail beschrieben. Jetzt sei angenommen, dass das Gateway **122** den Benutzerterminal **124** zu einer Zeit  $t_2$  pagen muss, wobei die Zeit  $t_2$  später ist als die Zeit  $t_1$ . Der Zweck des Pagens kann irgendeiner der oben beschriebenen Verwendungen dienen, einschließlich des Informierens des Benutzerterminals **124**, dass ein Anruf hereinkommt oder um ein Standort-Update vom Benutzerterminal **124** anzufragen. Wie oben beschrieben, würde das Gateway **122** in einem herkömmlichen Satellitenkommunikationssystem flood-pagen, indem es ein Page über viele, möglichst alle, seiner Paging-Kanäle sendet, da es den Standort von Benutzerterminal **124** zur Zeit  $t_2$  nicht kennt. Das heißt, dass ein Page auf einer gegebenen Frequenz, einem Kanal, auf allen Strahlen von allen Satelliten übertragen wird, basierend auf der Kenntnis, auf welchem FDMA-Kanal ein Benutzerterminal zuhört. Die vorliegende Erfindung vermindert das Flood-Pagen, indem sie einen Vorteil daraus zieht, dass das Gateway **122** die Kenntnis über den Standort von Benutzerterminal **124** zu einem früheren Zeitpunkt, Zeit  $t_1$ , besitzt. Bevor die weiteren Details der vorliegenden Erfindung beschrieben werden, folgt unten eine kurze Beschreibung davon, wie das Gateway **122** den Standort von Benutzerterminal **124** zur Zeit  $t_1$  bestimmt haben könnte.

**[0069]** Das Gateway **122** könnte den Standort des Benutzerterminals **124** zur Zeit  $t_1$  auf eine Vielzahl von Wegen bestimmt haben. Beispielsweise könnte das Gateway **122** den Standort von Benutzerterminal **124** zur Zeit  $t_1$  berechnet haben und zwar basierend auf der Information, die vom Benutzerterminal **124** zu dem Gateway **122** gesendet wurde. Diese Information könnte vom Benutzerterminal **124** zum Gateway **122** gesendet worden sein als beispielsweise der Benutzerterminal **122** sich beim Gateway **122** registrierte, als der Benutzerterminal **122** versuchte einen Anruf zu beginnen und Ähnlichem. Beispiele von Systemen und Verfahren, die verwendet werden können,

um den Standort eines Benutzerterminals zu bestimmen, werden offenbart in US-Patent 5,126,748, erteilt am 30. Juni 1992, betitelt "Dual Satellite Navigation System And Method", US-Patent 6,327,534, veröffentlicht am 4. Dezember 2001, betitelt "Unambiguous Position Determination Using Two Low-Earth Orbit Satellites", US-Patent 6,078,284, veröffentlicht am 20. Juni 2000, betitelt "Passive Position Determination Using Two Low-Earth Orbit Satellites" und in US-Patent 6,107,959, veröffentlicht am 22. August 2000, eingereicht am 30. September 1996, betitelt "Position Determination Using One Low-Earth Orbit Satellite", von denen jedes dem Anmelder der vorliegenden Erfindung zugewiesen ist. Diese Patente und Anwendungen beschreiben die Bestimmung des Standortes eines Benutzerterminals, wobei Informationen, wie beispielsweise die Charakteristika der Kommunikationssignale, die zu und von dem Benutzerterminal übertragen werden und bekannte Positionen und Geschwindigkeiten von Satelliten, verwendet werden. Es sei bemerkt, dass der Ausdruck "Position" und "Standort" hierin austauschbar verwendet wird.

**[0070]** Alternativ könnte der Benutzerterminal **124** das Gateway **122** mit seinem Standort zur Zeit  $t_1$  beliefern haben. Der Benutzerterminal **124** könnte irgendein verfügbares Verfahren verwendet haben zur Bestimmung seines Standorts zur Zeit  $t_1$ . In einem Ausführungsbeispiel beinhaltet der Benutzerterminal **124** einen GPS-Empfänger (GPS = Global Positioning Satellite), der im Stand der Technik bekannt ist. Unter Verwendung des GPS-Empfängers kann der Benutzerterminal **124** seinen Standort bestimmen und an das Gateway **122** weiterleiten. Der Benutzerterminal **124** kann seine Position auch unter Verwendung eines anderen Systems oder Verfahrens, wie beispielsweise eines herkömmlichen LORAN-C-Systems, bestimmt haben. Der Benutzerterminal **124** kann Standortinformation an das Gateway **122** weiterleiten als eine Zugriffsprobe (access probe) auf einem Zugriffskanal, der in andere Signale eingebettet ist oder als ein separates Signal. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel leitet der Benutzerterminal **124** die Standortinformation in der gleichen Zugriffsprobe weiter, die den Empfang des Pages bestätigt. Die folgenden Merkmale der vorliegenden Erfindung finden Anwendung unabhängig davon, wie das Gateway **122** über den Standort von dem Benutzerterminal **124** zur Zeit  $t_1$  erfährt.

**[0071]** Wieder Bezug nehmend auf die [Fig. 5A](#) stellen die Ausleuchtungszonen bzw. Empfangsbereiche **400** und **500** die Strahlenabdeckungsbereiche der Satelliten **116** bzw. **530** zur Zeit  $t_2$  dar. Der Empfangsbereich **400** beinhaltet sechzehn Strahlen **401–416**, wie oben beschrieben, und der Empfangsbereich **500** beinhaltet sechzehn Strahlen **501–516**. Aus Gründen der Klarheit werden Teile des Empfangsbereichs **500**, die den Empfangsbereich **400** überlap-

pen, als gestrichelte Linien gezeigt. Ein Standort **520** (durch ein "X" gekennzeichnet) ist der Standort von dem Benutzerterminal **124** zur Zeit  $t_1$ . Wie oben beschrieben hat das Gateway **122** Kenntnis vom Standort  $t_1$ .

**[0072]** Wie in [Fig. 5A](#) gezeigt, ist der Standort **520** zur Zeit  $t_2$  innerhalb des Strahlenabdeckungs-bereichs von sowohl dem Strahl **405** (von Satellit **116**) als auch dem Strahl **510** (von Satellit **530**). Durch das getrennte Zeigen der Empfangsbereiche **400** und **500** machen die [Fig. 5B](#) und [Fig. 5C](#) dies sogar noch offensichtlicher. Insbesondere zeigt [Fig. 5B](#) die Abdeckung des Empfangsbereichs **400** und [Fig. 5C](#) zeigt die Abdeckung des Empfangsbereichs **500**, beide zur Zeit  $t_2$ . Wenn die Satelliten **116** und **530** geostationäre Satelliten sind, dann wäre die Abdeckung der Empfangsbereiche **400** und **500** zur Zeit  $t_1$  und  $t_2$  im Wesentlichen dieselbe. Wenn die Satelliten **116** und **530** jedoch nicht geostationäre Satelliten sind, wie oben beschrieben, dann wären die Abdeckungsbereiche der Empfangsbereiche **400** und **500** anders zur Zeit  $t_1$  als in den [Fig. 5A–Fig. 5C](#) gezeigt. Des Weiteren könnte es sein, dass, abhängig von der Zeit zwischen der Zeit  $t_1$  und der Zeit  $t_2$ , die Strahlenabdeckungsbereiche von Satellit **116** (Empfangsbereich **116**) und Satellit **530** (Empfangsbereich **500**) den Standort **520** zur Zeit  $t_1$  nicht überlappt haben.

**[0073]** Die vorliegende Erfindung zieht Vorteil daraus, dass das Gateway **122** den Standort von dem Benutzerterminal **124** zu einem früheren Zeitpunkt kennt. Insbesondere durch Kenntnis des Standorts **520** von dem Benutzerterminal **124** zur Zeit  $t_1$  und durch die Annahme, dass sich der Benutzerterminal **124** nur eine begrenzte Distanz in der Zeitperiode zwischen der Zeit  $t_1$  und der Zeit  $t_2$  bewegt haben kann, kann das Gateway **122** eine Hypothese darüber aufstellen, welche Strahlen den Benutzerterminal **124** zur Zeit  $t_2$  abdecken. Wenn beispielsweise die Zeit  $t_1$  eine Stunde vor der Zeit  $t_2$  war, kann angenommen werden, dass sich der Benutzerterminal **124** nicht weiter als 80 Meilen in irgendeine Richtung von seinem Standpunkt zur Zeit  $t_1$  bewegt hat. Durch Verwendung einer derartigen Annahme kann Gateway **122** eine Hypothese darüber aufstellen, welche Strahlen den Benutzerterminal **124** zur Zeit  $t_2$  abdecken. Speziellere Details der vorliegenden Erfindung werden mit Bezugnahme auf die Flussdiagramme in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) unten beschrieben.

**[0074]** [Fig. 6](#) liefert eine High-Level-Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung. Der erste Schritt, **604**, ist das Wiederabrufen des Standorts des Benutzerterminals **124** zur Zeit  $t_1$ . Dies kann durch Ausführen eines Nachschauens einer Tabelle, einer Datenbank, eines Informationsspeichers oder einer Speicherstelle erreicht werden, die bzw. der verwendet wird, um Standortinformation von den Benutzerterminals zu



verschiedenen Zeitpunkten zu speichern. Auf den Standort eines Benutzerterminals **124** zur Zeit  $t_1$  soll hierin als erster Standort **520** Bezug genommen werden. Der erste Standort **520** könnte bestimmt worden sein durch Verwendung irgendeines Verfahrens, einschließlich der oben beschriebenen.

**[0075]** Im Schritt **606** wird, unter Verwendung der Kenntnis der Satellitenkonstellation, einschließlich der Strahlenabdeckungsbereich der Satelliten zu verschiedenen Zeitpunkten, eine Bestimmung davon durchgeführt (beim Gateway **122** oder an einem anderen Ort, der in Kommunikation mit dem Gateway **122** steht, wie beispielsweise ein Systembefehls- oder -steuerzentrum), welche Strahlen den ersten Standort **520** zur Zeit  $t_2$  abdecken. Auf die Strahlen, die den ersten Standort **520** zur Zeit  $t_2$  abdecken, soll hierin als die erste Gruppe von Strahlen, bezeichnet mit  $g_1$ , Bezug genommen werden. Wie oben beschrieben, würden, wenn die Satellitenkonstellation geosynchron ist, die gleichen Strahlen, die den ersten Standort **520** zur Zeit  $t_1$  abdecken, auch den ersten Standort **520** zur Zeit  $t_2$  abdecken. Wenn die Satellitenkonstellation nicht geosynchron ist, dann würden wahrscheinlich unterschiedliche Strahlen den ersten Standort **520** zur Zeit  $t_2$  abdecken im Vergleich zur Zeit  $t_1$  (außer wenn die Periode zwischen der Zeit  $t_2$  und  $t_1$  kurz ist, beispielsweise ein paar Sekunden, oder so lange, um einen vollen Erdumlauf durch den Satelliten zu gestatten).

**[0076]** Im Schritt **608** sendet, sobald bestimmt ist welche Strahlen den ersten Standort **520** zur Zeit  $t_2$  abdecken (d.h., die erste Gruppe von Strahlen wird bestimmt), das Gateway **122** ein Page an den Benutzerterminal **124** über mindestens einen Kanal von mindestens einem Strahl der ersten Gruppe von Strahlen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sendet, wenn das Gateway **122** nicht weiß, welchen Paging-Kanal der Benutzerterminal **124** überwacht, das Gateway **122** einen Page über einen Kanal jedes Strahls der ersten Gruppe von Strahlen. Weiter sendet in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel das Gateway **122** dem Benutzerterminal **124** einen Page über einen Paging-Kanal von jedem der ersten Gruppe von Strahlen.

**[0077]** Die erste Gruppe von Strahlen kann aus einem Strahl oder mehreren Strahlen bestehen. Zusätzlich kann die erste Gruppe von Strahlen von demselben oder mehreren Satelliten erzeugt werden. Zum Beispiel kann die erste Gruppe von Strahlen zwei Strahlen von demselben Satelliten beinhalten, wenn der erste Standort **520** an der Kante bzw. Grenze der zwei Strahlen liegt, die von diesem Satellit produziert werden. Zudem kann, wenn sich die Empfangsbereiche von verschiedenen Satelliten überlappen, wie sie es in [Fig. 5A](#) tun, eine erste Gruppe von Strahlen Strahlen beinhalten, die von verschiedenen Satelliten produziert wurden. Genauer gesagt kann,

für das Beispiel der [Fig. 5A–Fig. 5C](#), die erste Gruppe einen Strahl **405** beinhalten (erzeugt vom Satellit **116**) und einen Strahl **510** (erzeugt vom Satellit **530**).

**[0078]** Es sei bemerkt, dass der Schritt **608** des Sendens eines Pages vom Gateway **122** zum Benutzerterminal **124** nicht den Schritt beinhaltet, dass das Benutzerterminal **124** den Page empfängt. Weiter impliziert Schritt **608** nicht, dass das Benutzerterminal **124** innerhalb einer geographischen Region liegt, wo es ihm möglich ist, den Page zu empfangen (d.h., das Paging-Signal kann außerhalb der Reichweite des Benutzerterminals liegen, oder der SignalSendepfad kann blockiert sein). Was in Schritt **608** auftritt ist, dass das Gateway **122** einen Page über einen oder mehrere Strahlenkanäle sendet, über die das Gateway **122** die Hypothese aufstellt, dass der Benutzerterminal **124** innerhalb von ihnen liegt. Daher weiß, wie unten beschrieben, das Gateway **122** nicht, ob der Benutzerterminal **124** den Page empfangen hat, bis der Benutzerterminal **124** eine Nachricht zum Gateway sendet, die den Empfang des Pages bestätigt.

**[0079]** Das Flussdiagramm der [Fig. 7](#) veranschaulicht zusätzliche Merkmale der vorliegenden Erfindung. Die Schritte **702** und **704** führen weiter aus, wie die erste Gruppe von Strahlen im Schritt **606** bestimmt wird. Mit Bezug auf die [Fig. 5A–Fig. 5C](#) wird in Schritt **702** ein erster Bereich **522** bestimmt. Ein erster Bereich **522** hat einen Radius **524**, der vom ersten Standort **520** ausgeht. Der Radius **524** kann einen festen vorbestimmten Wert haben, wie beispielsweise 100 Meilen. Alternativ kann der Radius **524** eine Funktion der Zeitperiode zwischen der Zeit  $t_1$  und der Zeit  $t_2$  sein. Ein Beispielalgorithmus zur Bestimmung des Radius **524** ist:

$$R = (t_2 - t_1) \times D$$

wobei

R der Radius **524** ist;  
 $t_2 - t_1$  die Zeitperiode (in Stunden) ist, seit der der Benutzerterminal **124** am ersten Standort **520** gelegen ist; und  
 D die maximale Distanz ist, von der angenommen wird, die sich der Benutzerterminal **124** innerhalb einer Stunde bewegt haben kann (beispielsweise bei einer Geschwindigkeit von 60 Meilen pro Stunde).

**[0080]** Bei Verwendung dieses Beispielalgorithmus, wenn die Zeitperiode zwischen der Zeit  $t_1$  und der Zeit  $t_2$  2 Stunden beträgt, und von D angenommen wird, dass es 60 Meilen in einer Stunde beträgt, beträgt R 120 Meilen. Natürlich kann D einen anderen vorbestimmten Wert annehmen oder kann spezifisch für jeden Benutzerterminal sein, wie vom Fachleuten verstanden wird.

**[0081]** Nachdem der erste Bereich bestimmt ist, werden Strahlen in Schritt **704** bestimmt, die einen Abdeckungsbereich besitzen, der den ersten Bereich schneidet. Wie oben beschrieben, wird dies bestimmt, indem die Kenntnis der Satellitenkonstellation genutzt wird, einschließlich der Strahlenabdeckungsbereiche der Satelliten zu verschiedenen Zeitpunkten. Diese Strahlen sind die erste Gruppe von Strahlen, über die ein Page in Schritt **608** gesendet werden wird. Für das Beispiel der [Fig. 5A–Fig. 5C](#) beinhaltet die erste Gruppe von Strahlen die Strahlen **405** und **510**.

**[0082]** Im nächsten Schritt **608** sendet, wie unten in größerem Detail beschrieben, das Gateway **122** einen Page über einen Kanal von mindestens einem Strahl einer ersten Gruppe von Strahlen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sendet das Gateway **122** ein Page über einen Paging-Kanal jedes Strahls der ersten Gruppe von Strahlen.

**[0083]** Wenn der Benutzerterminal **124** den Page empfängt, sendet er eine Bestätigungsnachricht an das Gateway **122**, die anzeigt, dass es den Page empfangen hat. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sendet der Benutzerterminal **124** diese Bestätigungsnachricht als eine Zugriffsprobe über einen Zugriffskanal, der mit dem Paging-Kanal assoziiert ist, über den der Benutzerterminal **124** den Page empfangen hat.

**[0084]** Im Schritt **706** wird eine Bestimmung durchgeführt, ob eine Bestätigung, die den Empfang des Pages anzeigt, vom Benutzerterminal **124** empfangen wurde. Wenn die Antwort JA ist, dann schreitet die Verarbeitung fort zu "A" und der Benutzerterminal **124** ist erfolgreich von Gateway **122** gepaged worden.

**[0085]** Wie oben beschrieben, kann das Gateway **122** den Standort vom Benutzerterminal **124** berechnen, basierend auf entweder den Charakteristika der Bestätigungsnachricht und/oder der Information, die in der Bestätigungsnachricht enthalten ist. Sobald das Gateway **122** den Standort des Benutzerterminals **122** bestimmt hat, kann eine Tabelle, die die Standorte der Benutzerterminals zu verschiedenen Zeitpunkten enthält, aktualisiert werden. Weiter kann die Standortinformation an weitere Vorrichtungen weitergeleitet werden, wie beispielsweise ein zentralisiertes Steuerzentrum oder eine Lastkraftwagenentsendungseinrichtung.

**[0086]** Natürlich könnte das Page aus einem anderen Grund als dem Anfragen eines Positions-Updates gesendet worden sein, wie beispielsweise um ein Benutzerterminal **122** davon in Kenntnis zu setzen, dass ein Sprachanruf oder eine Datenübertragung irgendeiner Art (visuelle Nachricht, Facsimile und so weiter) gesendet wird. Wenn dies der Fall ist

kann, sobald das Gateway **122** eine Bestätigung vom Benutzerterminal **124** empfängt, das Gateway **122** einen zusätzlichen Page senden, der den Benutzerterminal **124** anweist, auf einen spezifischen Verkehrskanal zu wechseln, um somit den Sprachanruf oder die Daten zu empfangen. Ein Fachmann wird erkennen, dass ein Page für verschiedene Zwecke benutzt worden sein kann, oder um das Bedürfnis anzuzeigen, eine Vielzahl von Nicht-Sprach-Signalen zu übertragen, ohne vom Sinn oder Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

**[0087]** Wenn die Antwort auf die Bestimmung, die in Schritt **706** ausgeführt wurde, NEIN ist, dann schreitet die Verarbeitung fort zu einem Schritt **708**. Im Schritt **708** wird ein zweiter Bereich **526**, der einen zweiten Radius **528** hat, bestimmt. Der zweite Bereich **528** ist größer gezeichnet als der erste Bereich **524**, um den Paging-Bereich für einen zweiten Versuch, den Benutzerterminal **124** zu pagen, auszuweiten.

**[0088]** Im Schritt **710** wird eine zweite Gruppe von Strahlen, mit  $g_2$  bezeichnet, bestimmt, die einen Abdeckungsbereich hat, der einen zweiten Bereich **528** schneidet. Da der erste Bereich **524** vollständig innerhalb des zweiten Bereichs **528** ist, wie in den [Fig. 5A–Fig. 5C](#) dargestellt ist, ist jeder Strahl in der ersten Gruppe von Strahlen in der zweiten Gruppe von Strahlen beinhaltet. Jedoch benötigt die vorliegende Erfindung nicht, dass der zweite Bereich vollständig alle der gleichen Strahlen von dem ersten Bereich beinhaltet. Da der zweite Bereich **528** größer als der erste Bereich **524** ist, können zusätzliche Strahlen in der zweiten Gruppe von Strahlen sein, die nicht in der ersten Gruppe von Strahlen sind, wie es im Allgemeinen der Fall ist. Wie oben beschrieben beinhaltet die erste Gruppe von Strahlen die Strahlen **405** und **510**. Wiederum Bezug nehmend auf die [Fig. 5A–Fig. 5C](#) beinhaltet die zweite Gruppe von Strahlen sowohl die Strahlen **405** und **510** als auch die Strahlen **401**, **404**, **414** und **502**.

**[0089]** In einem Ausführungsbeispiel wird, sobald die zweite Gruppe von Strahlen bestimmt worden ist, ein zweites Page von dem Gateway auf mindestens einem Kanal (vorzugsweise einem Paging-Kanal) von jedem der zweiten Gruppe von Strahlen, in Schritt **712**, gesendet. Wie zuvor dargelegt, verwendet jeder Strahl typischerweise einen einzelnen Paging-Kanal aus Effizienzgründen, und der Page in der zweiten Gruppe wird über einen Kanal in mindestens einem Strahl vorgenommen.

**[0090]** In manchen Situationen kann eine Annahme getroffen werden, dass, weil eine Bestätigung des ersten Pages vom Benutzerterminal **124** nicht empfangen wurde, der Benutzerterminal **124** nicht innerhalb der geographischen Region war, die von der ersten Gruppe von Strahlen abgedeckt wurde. Dies



kann dort stattfinden, wo es im Allgemeinen nicht wahrscheinlich ist, dass der Signalempfang für den Benutzerterminal einfach blockiert ist, wie beispielsweise durch physische Gegenstände, Gebäude und so weiter. Wenn diese Annahme getroffen wird, kann die Anzahl der Kanäle, die verwendet werden, um den zweiten Page zu senden, reduziert werden, indem ein Page nur über Strahlen gesendet wird, die in der zweiten Gruppe von Strahlen sind, aber nicht in der ersten Gruppe von Strahlen. Genauer wird in diesem alternativen Ausführungsbeispiel eine dritte Gruppe von Strahlen, die mit  $g_3$  bezeichnet wird, die alle Strahlen innerhalb der zweiten Gruppe von Strahlen beinhaltet und nicht in der ersten Gruppe von Strahlen beinhaltet sind, in Schritt 714 bestimmt. In dem Beispiel der [Fig. 5A–Fig. 5C](#) beinhaltet die dritte Gruppe von Strahlen nur die Strahlen 401, 404, 414 und 502. Sobald die dritte Gruppe von Strahlen bestimmt ist, wird ein zweiter Page von dem Gateway auf einem Kanal (vorzugsweise einem Paging-Kanal) von jedem der dritten Gruppe von Strahlen gesendet. Für die meisten Kommunikationssysteme jedoch ist dieser letztgenannte Ansatz nicht wünschenswert, da eine Signalblockade ein relativ wahrscheinlicher Grund ist, dass ein Benutzerterminal nicht auf ein Page antwortet. Daher kann das Ausschließen der Strahlen des ersten Bereichs den erfolgreichen Aufbau einer Verbindung ohne große Verzögerung verhindern und ohne weiter Veränderung des Paging-Prozesses.

**[0091]** Wenn das Gateway 122 keine Nachricht vom Benutzerterminal 124 empfängt, die den Empfang des zweiten Pages bestätigt, kann ein dritter größerer Bereich bestimmt werden und eine andere Gruppe von Strahlen kann verwendet werden, um den Benutzerterminal 124 zu pagen bzw. zu rufen. Zusätzlich kann das System so gestaltet sein, dass der Benutzerterminal 124 nach einer vorbestimmten Anzahl von erfolglosen Versuchen, unter Verwendung der reduzierten Anzahl von Paging-Kanälen zu pagen, floodgepaged wird.

**[0092]** Die vorliegende Erfindung kann die Anzahl der Paging-Kanäle, die verwendet werden, um ein Benutzerterminal zu rufen, erheblich bzw. bis zu einer Zehnerpotenz vermindern. Herkömmliche Satellitenkommunikationssysteme pagen ein Benutzerterminal oft über bis zu dreißig Paging-Kanäle. Die vorliegende Erfindung kann ein Benutzerterminal pagen, wobei nur in etwa zwei oder drei Kanäle verwendet werden. Natürlich hängt die genaue Anzahl der Paging-Kanäle, die verwendet werden von vielen Faktoren ab, einschließlich der Satellitenkonstellation des Kommunikationssystems und des spezifischen Zeitpunkts, zu dem ein Page gesendet wird, wie bekannt sein sollte.

**[0093]** Die vorangehende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele wird vorgesehen, um

es einem Fachmann zu ermöglichen, die vorliegende Erfindung herzustellen oder zu verwenden. Während die Erfindung insbesondere gezeigt und beschrieben wurde mit Bezug auf die bevorzugten Ausführungsbeispiele davon, wird es der Fachmann verstehen, dass verschiedene Veränderungen in Form und Details daran vorgenommen werden können, ohne vom Rahmen und Umfang der Erfindung abzuweichen, wie in den abhängigen Ansprüchen definiert ist.

### Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Paging eines Benutzerterminals (UT = User Terminal) (124) in einem Satellitenkommunikationssystem (100) mit zumindest einem Gateway (122, 120) und zumindest einem Satelliten (116), wobei der Satellit (116) eine Vielzahl (n) von Strahlen bzw. Beams erzeugt und jeder Strahl eine Vielzahl von Kanälen enthält, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Abrufen (604) einer Position des UT (124) entsprechend einer Position des UT (124) zu einem ersten Zeitpunkt  $t_1$ ;

Bestimmen einer Gruppe ( $g_1$ ) von Strahlen, die die Position des UTs (124) zu einem zweiten Zeitpunkt  $t_2$  abdeckt, wobei  $g_1 < n$  und  $t_2 > t_1$  ist, und zwar durch Bestimmen einer Fläche mit einem definierten Radius, der von der UT-Position ausgeht;

Bestimmen (704) welche Strahlen einen Abdeckungsbereich besitzen, der den definierten Radiusbereich schneidet; und

Senden (608) eines Pages bzw. Funkrufs von dem Gateway an das UT (124) auf einem Kanal von zumindest einem Strahl, der den definierten Radiusbereich schneidet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Bestimmens des definierten Radiuses Folgendes aufweist:

Bestimmen einer Zeitperiode zwischen dem Zeitpunkt  $t_1$  und dem Zeitpunkt  $t_2$ ;

Bestimmen des definierten Radiuses als eine Funktion der Zeitperiode.

3. Verfahren nach Anspruch 1, den weiteren Schritt aufweist:

Bestimmen, ob das Gateway (122, 120) eine Bestätigungsnachricht von dem UT (124) empfangen hat, die anzeigt, dass das UT den Page empfangen hat.

4. Verfahren nach Anspruch 3, das weiterhin folgende Schritte aufweist:

Bestimmen (704) eines zweiten Bereichs mit einem zweiten Radius, wenn das Gateway (122, 120) nicht die Bestätigungsnachricht von dem UT innerhalb eines vorbestimmten Zeitbetrags empfängt, wobei der zweite Radius von der UT-Position ausgeht und einen zweiten Bereich definiert, der größer ist als der erste Bereich des definierten Radiuses; und

Bestimmen (710) einer zweiten Gruppe  $g_2$  von Strah-

len mit einem Abdeckungsbereich, der den zweiten Bereich schneidet, wobei  $g_2 < n$  ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, das weiterhin folgenden Schritt aufweist:

Senden (712) eines zweiten Pages von dem Gateway an das UT auf einem Kanal eines jeden Strahls der zweiten Gruppe von Strahlen.

6. Verfahren nach Anspruch 4, das weiterhin folgende Schritte aufweist:

Bestimmen (714) einer dritten Gruppe  $g_3$  von Strahlen, wobei  $g_3 < n$  ist, wobei die dritte Gruppe alle Strahlen aus der zweiten Gruppe, die nicht in der ersten Gruppe sind, enthält; und

Senden (716) eines zweiten Pages von dem Gateway an das UT auf einem Kanal eines jeden Strahls der dritten Gruppe von Strahlen.

7. Eine Vorrichtung zum Pagen eines Benutzerterminals (UT = User Terminal) (124) in einem Satellitenkommunikationssystem (100) mit zumindest einem Gateway (122, 120) und zumindest einem Satelliten (116), wobei der Satellit eine Vielzahl ( $n$ ) von Strahlen erzeugt und jeder Strahl eine Vielzahl von Kanälen enthält, wobei die Vorrichtung Folgendes aufweist:

Mittel zum Abrufen einer Position des UTs (124) entsprechend zu einer Position des UTs (124) zu einem ersten Zeitpunkt  $t_1$ ;

Mittel zum Bestimmen einer Gruppe ( $g_1$ ) von Strahlen, die die Position des UTs (124) zu einem zweiten Zeitpunkt  $t_2$  abdeckt, wobei  $g_1 < n$  und  $t_2 > t_1$  ist, wobei die Mittel zum Bestimmen der Gruppe von Strahlen Folgendes aufweisen:

Mittel zum Bestimmen einer Fläche bzw. eines Bereichs mit einem definierten Radius, wobei der Radius von der Position ausgeht; und

Mittel zum Bestimmen, welche Strahlen einen Abdeckungsbereich haben, der den Bereich des definierten Radiuses schneidet; und

Mittel zum Senden eines Pages von dem Gateway (122, 120) zu dem UT (124) auf einem Kanal von zumindest einem Strahl, der den definierten Radiusbereich schneidet.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Mittel zum Bestimmen des definierten Radiuses Folgendes aufweisen:

Mittel zum Bestimmen einer Zeitperiode zwischen dem Zeitpunkt  $t_1$  und dem Zeitpunkt  $t_2$ ;

Mittel zum Bestimmen des definierten Radiuses als eine Funktion der Zeitperiode.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, die weiterhin Folgendes aufweist:

Mittel zum Bestimmen, ob das Gateway (122, 120) eine Bestätigungsnachricht von dem UT (124) empfangen hat, die anzeigt, dass das UT den Page empfangen hat.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, die weiterhin Folgendes aufweist:

Mittel zum Bestimmen eines zweiten Bereichs mit einem zweiten Radius, wenn das Gateway (122, 120) nicht die Bestätigungsnachricht von dem UT (124) innerhalb eines vorbestimmten Zeitbetrags empfängt, wobei der zweite Radius von der ersten Position ausgeht und einen zweiten Bereich definiert, der größer ist als der erste Bereich des definierten Radiuses; und

Mittel zum Bestimmen einer zweiten Gruppe  $g_2$  von Strahlen mit einem Abdeckungsbereich, der den zweiten Bereich schneidet, wobei  $g_2 < n$  ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, die weiterhin Folgendes aufweist:

Mittel zum Senden eines zweiten Pages von dem Gateway zu dem UT auf mindestens einen Kanal eines jeden Strahls der zweiten Gruppe von Strahlen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, die weiterhin Folgendes aufweist:

Mittel zum Bestimmen einer dritten Gruppe  $g_3$  von Strahlen, wobei  $g_3 < n$  ist, wobei die dritte Gruppe alle Strahlen aus der zweiten Gruppe enthält, die nicht in der ersten Gruppe sind; und

Mittel zum Senden eines zweiten Pages von dem Gateway zu dem UT (124) auf einem Kanal eines jeden Strahls der dritten Gruppe von Strahlen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, die weiterhin Folgendes aufweist:

Mittel zum Empfangen einer Bestätigungsnachricht, die auf dem UT (124) gesendet wird, und anzeigt, dass das UT den Page empfangen hat; und

Mittel zum Bestimmen einer zweiten Positionen des UTs (124) basierend auf der Bestätigungsnachricht, die von dem UT zu dem Gateway (122, 120) gesendet wird, wobei die zweite Position einer Position des UTs zum Zeitpunkt  $t_2$  entspricht.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Mittel zum Bestimmen der zweiten Position Folgendes aufweisen:

Mittel zum Bestimmen der zweiten Position basierend auf Charakteristiken der Bestätigungsnachricht.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Mittel zum Bestimmen der zweiten Position des UTs (124) basierend auf den Charakteristiken der Bestätigungsnachricht Folgendes aufweisen:

Mittel zum Bestimmen der zweiten Position des UTs (124) basierend auf zumindest entweder der Doppler-Verzögerung oder der Zeitverzögerung der Bestätigungsnachricht.

16. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Page, der von dem Gateway zu dem UT (124) gesendet wird, eine Positionsaktualisierungsanfrage aufweist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, die weiterhin Folgendes aufweist:  
Eine Datenbank zum Speichern der zweiten Position des UTs (**124**).

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, die weiterhin Folgendes aufweist:  
Mittel zum Weiterleiten der zweiten Position des UTs (**124**) an einen Dispatcher bzw. Verteilungselement.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

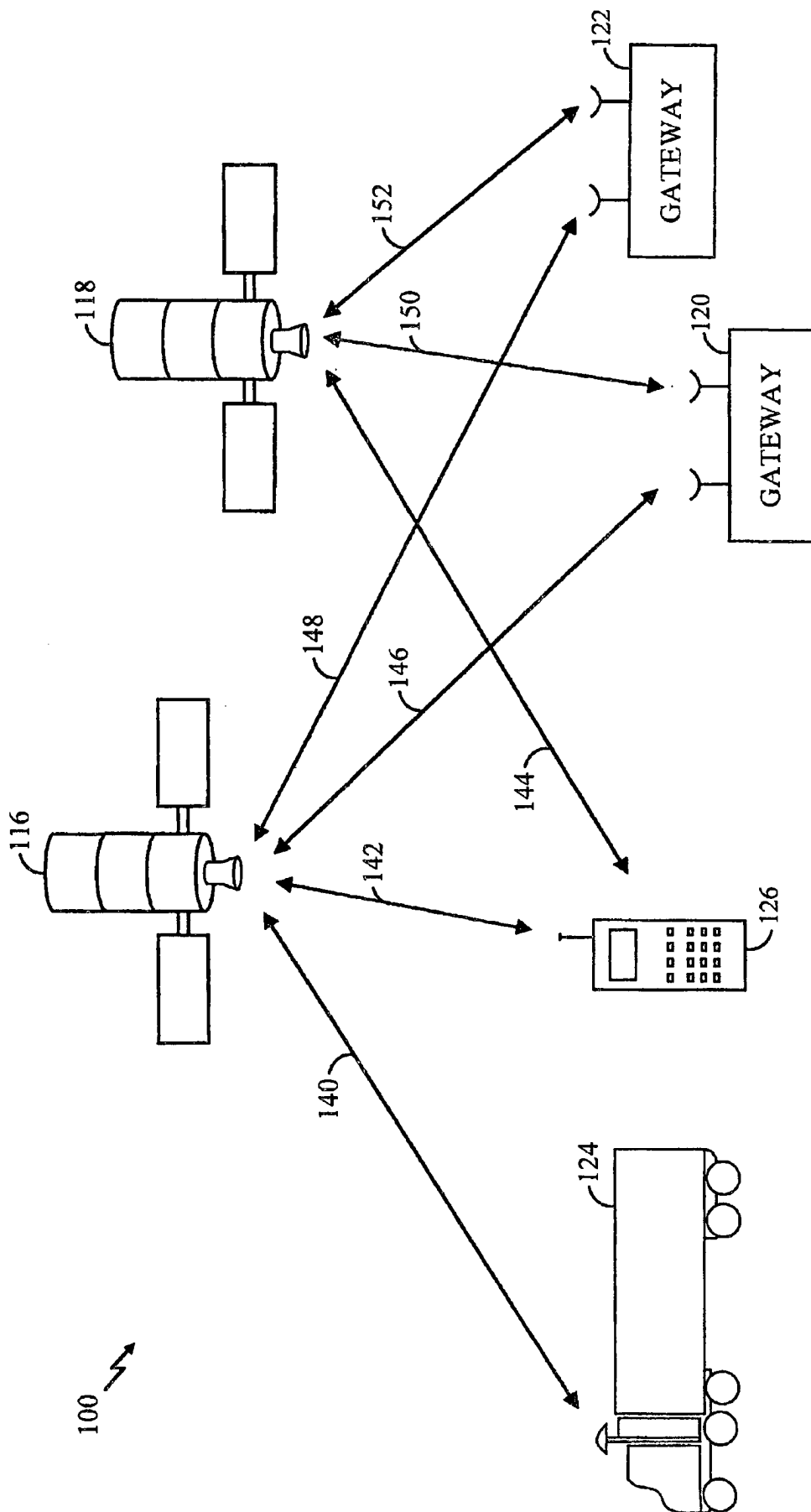


FIG. 1A

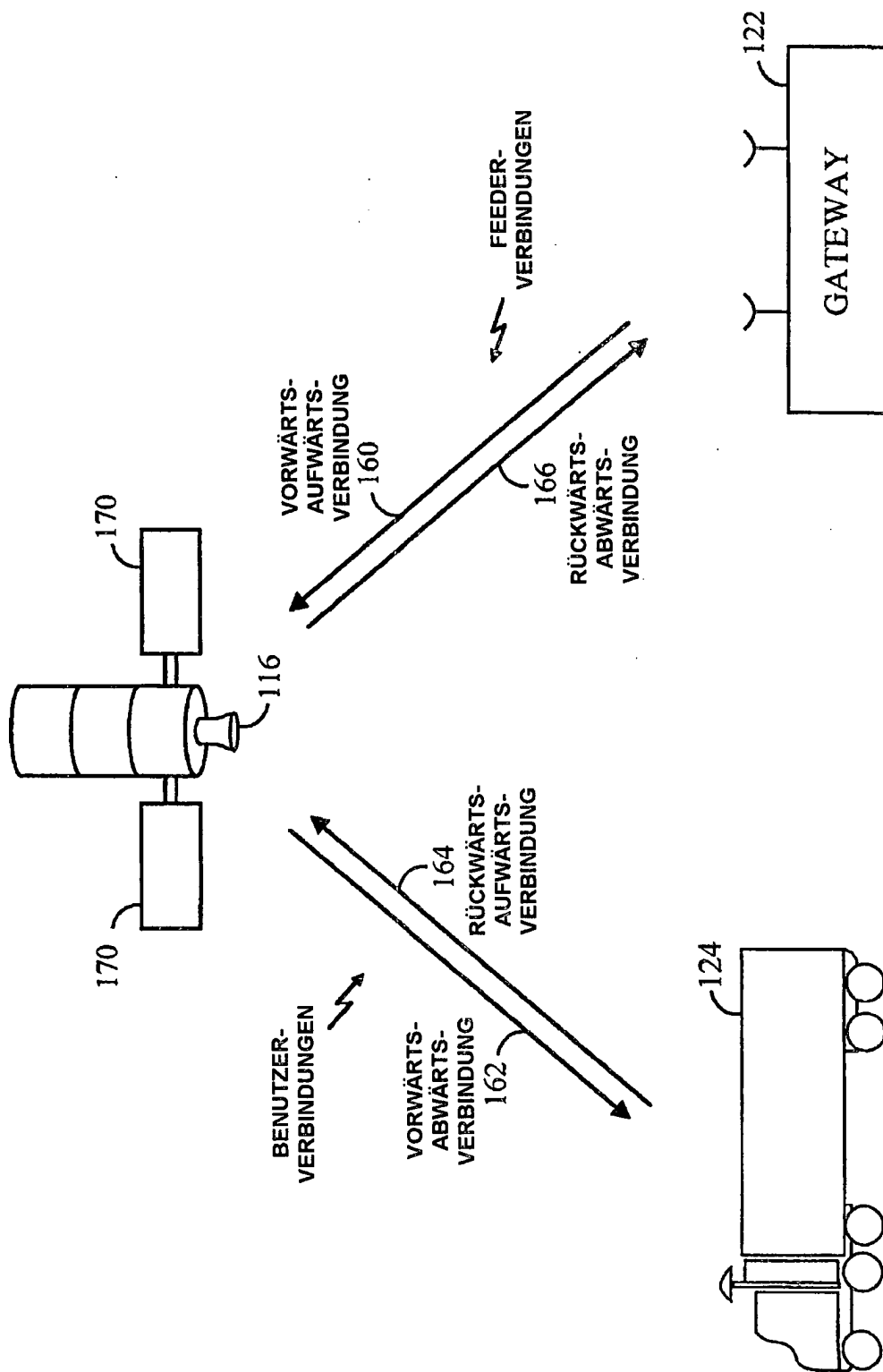


FIG. 1B

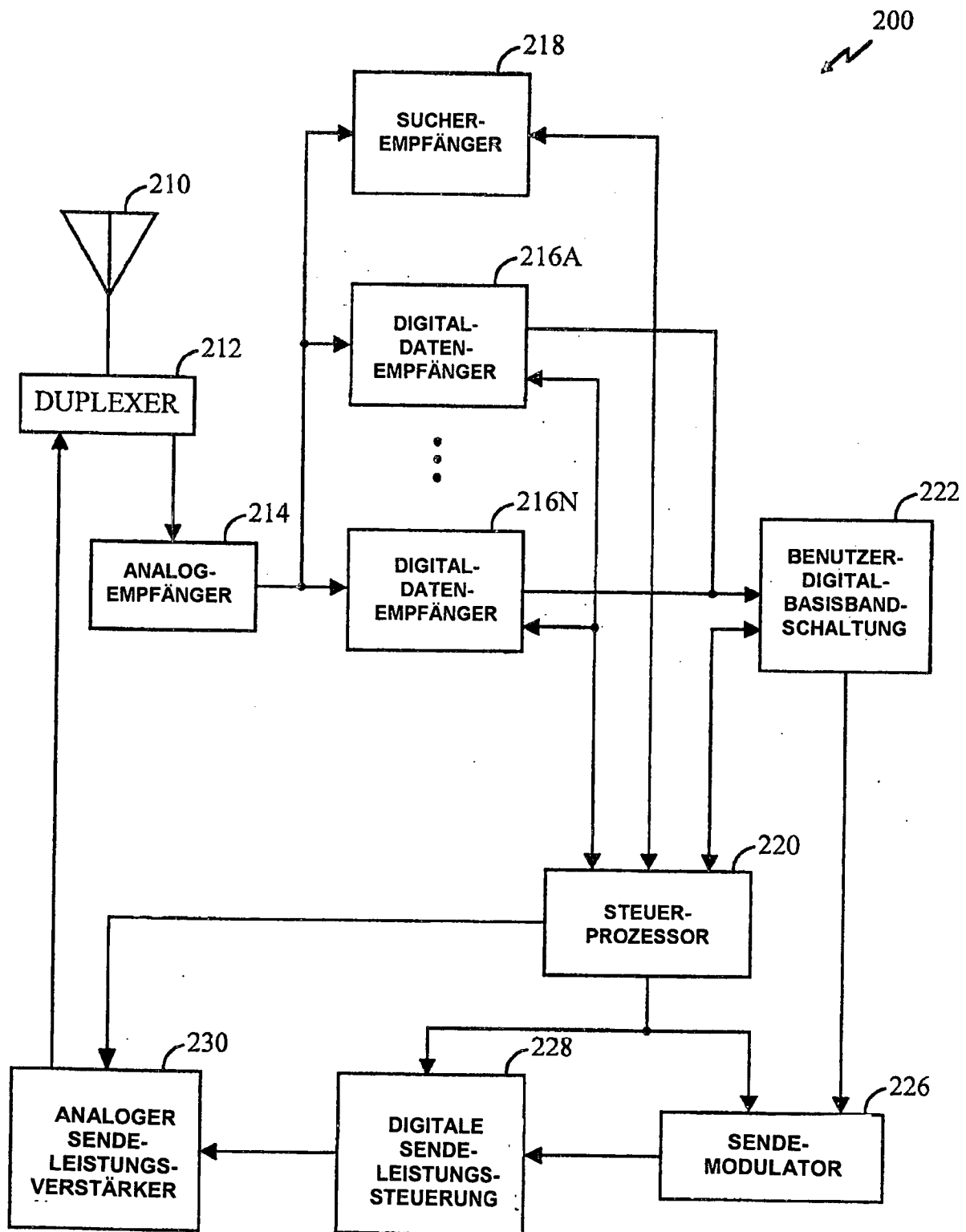


FIG. 2



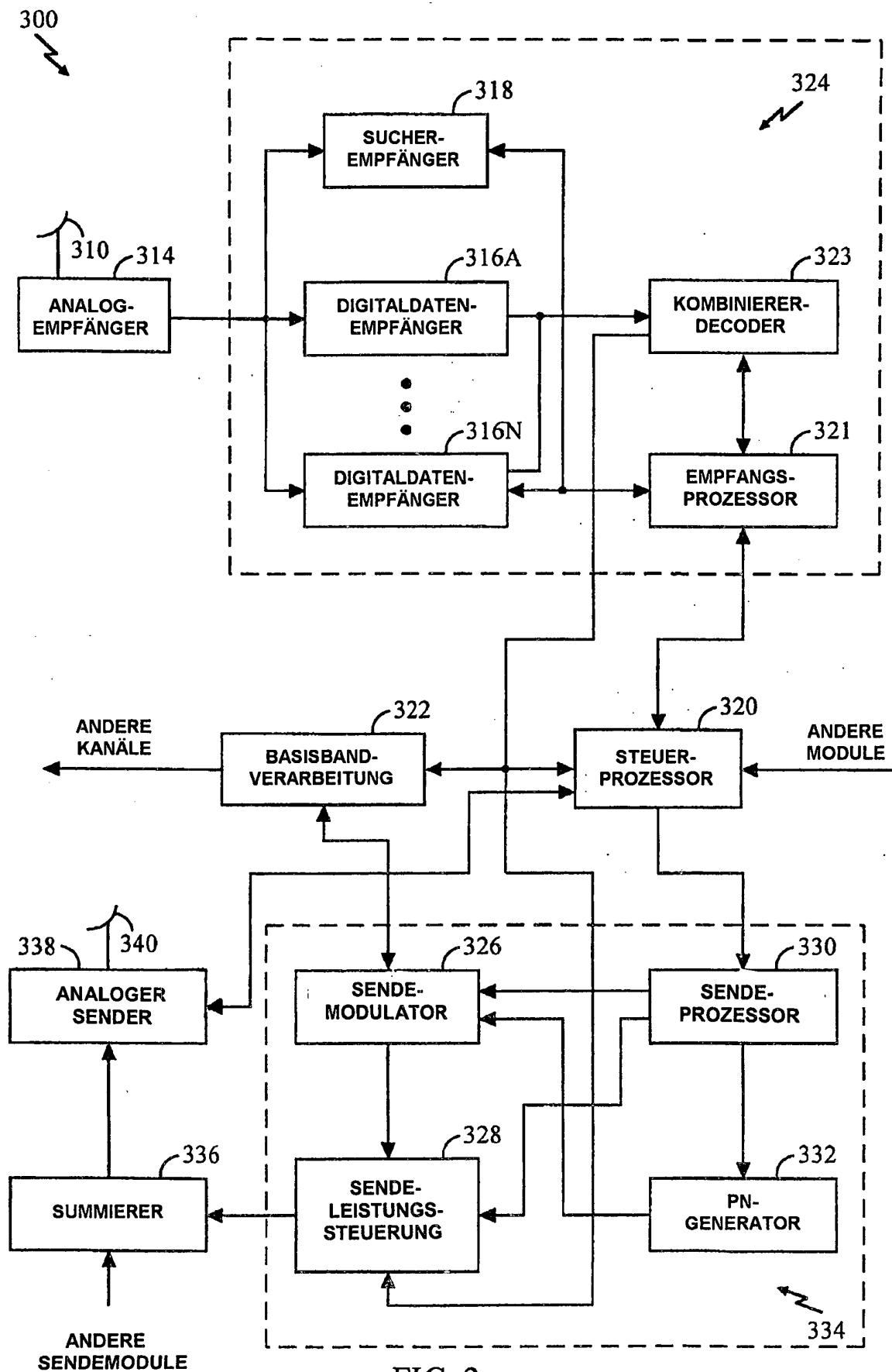


FIG. 3

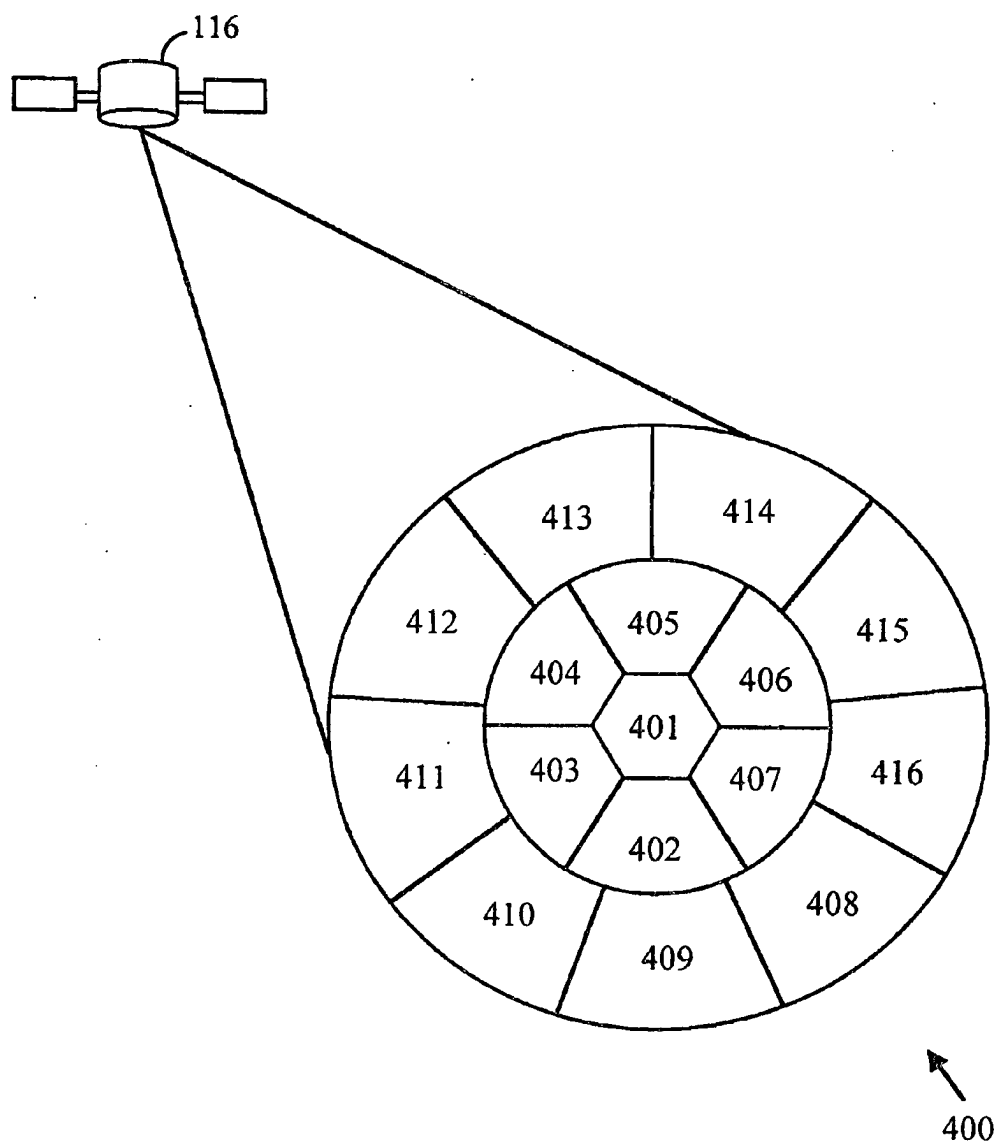


FIG. 4

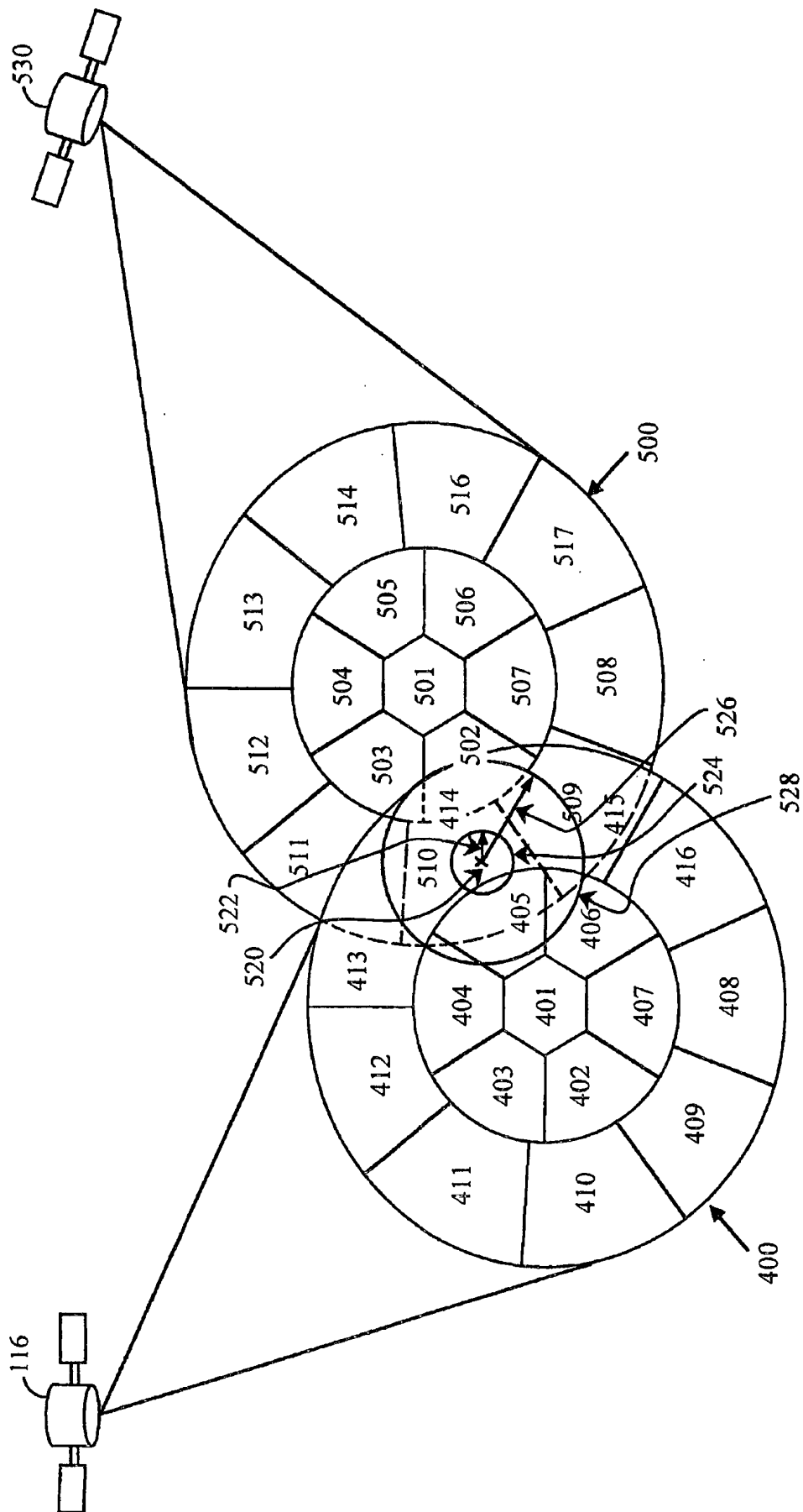


FIG. 5A

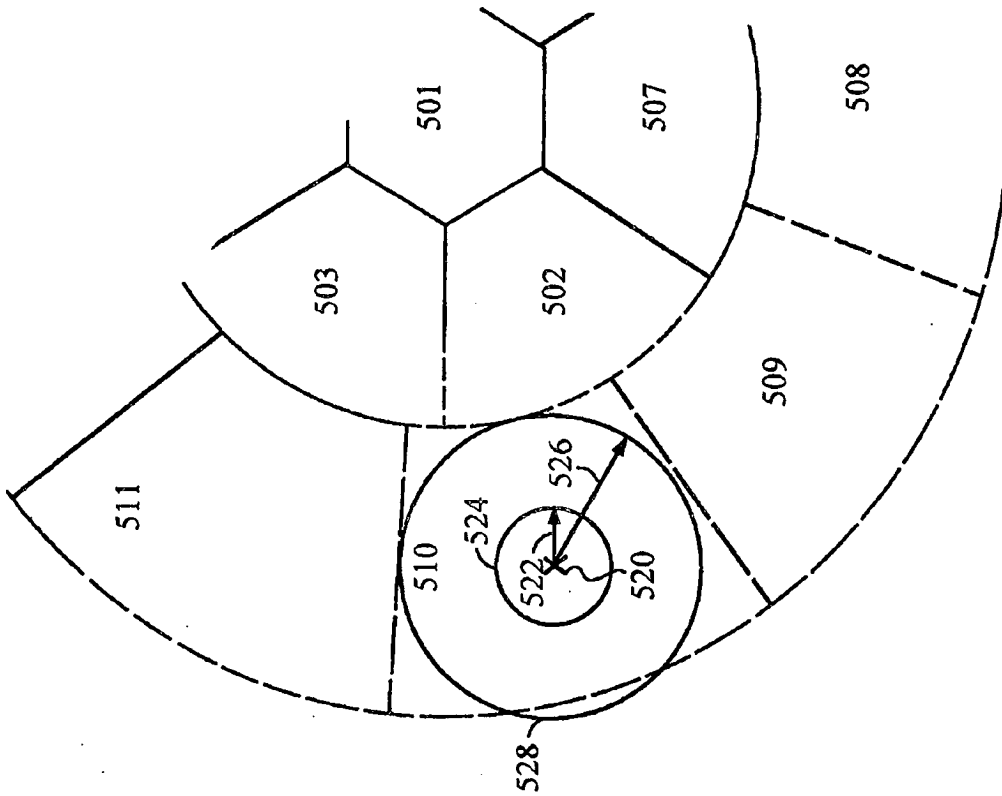


FIG. 5B

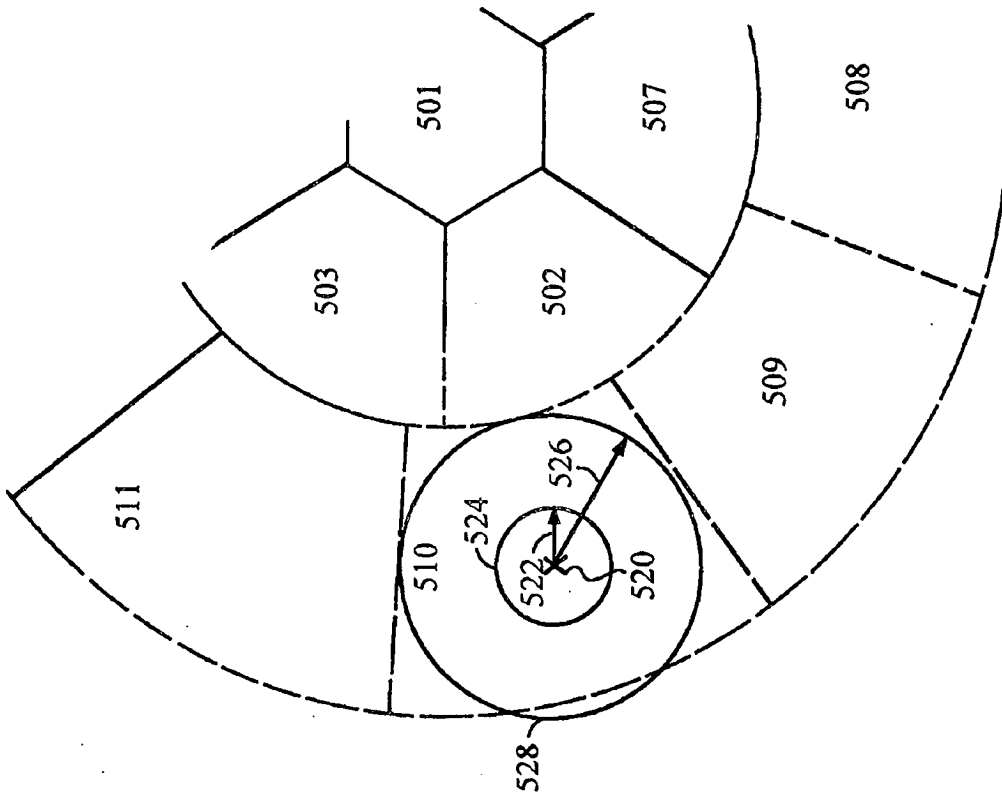


FIG. 5C

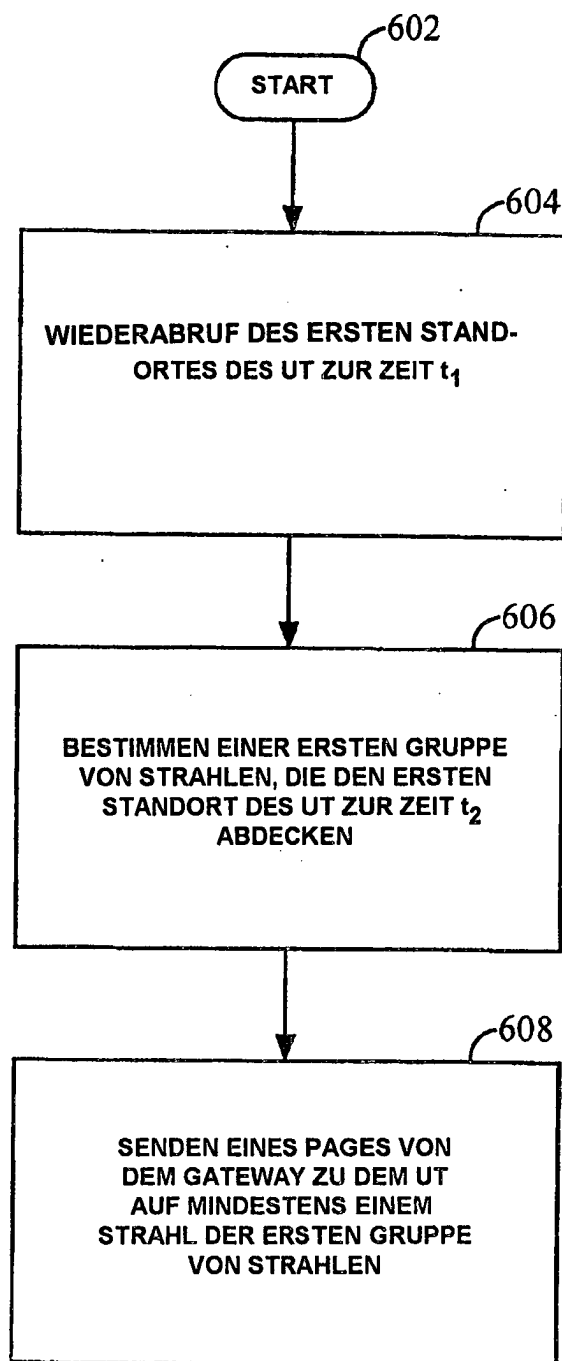


FIG. 6

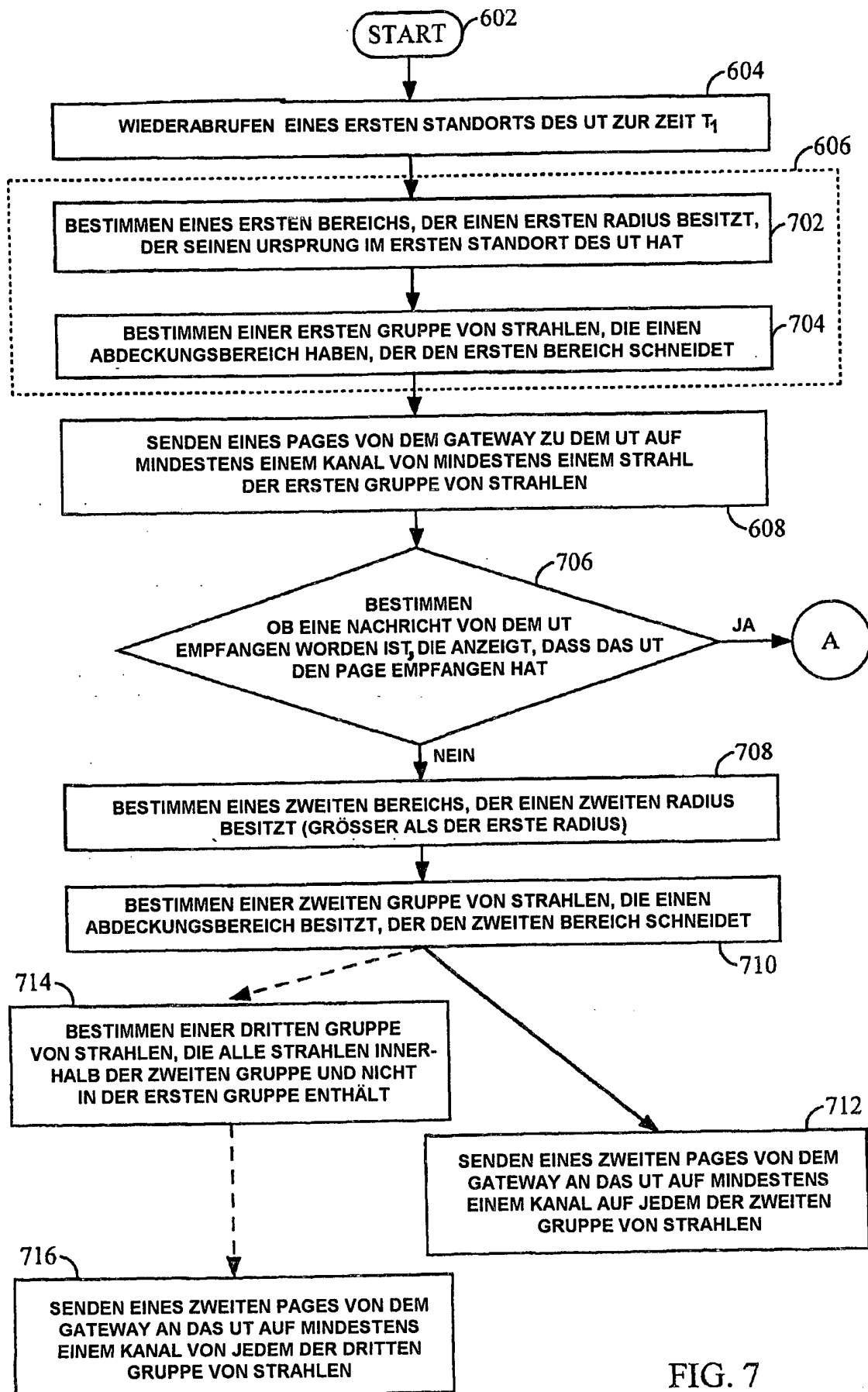


FIG. 7