



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 34 883 T2** 2007.10.11

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 077 006 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 34 883.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/10905**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 933 473.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/060806**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.05.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **25.11.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.02.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **17.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H04Q 7/20 (2006.01)**
H04B 7/216 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
80952 19.05.1998 US

(73) Patentinhaber:
Alcatel USA Sourcing, L.P., Plano, Tex., US

(74) Vertreter:
Boeters & Lieck, 80331 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB, IT

(72) Erfinder:
OHLSON, John, Mt. View, CA 94040, US; NATALI, D., Francis, Pt. Townsend, WA 98368, US

(54) Bezeichnung: **REDUZIERUNG DER FLUSSDICHTEN IN EINEM OCDMA-SATELLITENKOMMUNIKATIONSSYSTEM**

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 UND KURZE BESCHREIBUNG
DES STANDES DER TECHNIK**

[0001] Es haben sich eine Anzahl von Konsortien gebildet, um flächendeckende, satellitengestützte Persönliche Kommunikationssysteme (PCS) zu entwickeln. Zu diesen Systemen gehören unter anderem Globalstar (Anmeldung des Systems Globalstar bei der FCC durch die Local Cellular Systems, Corp., am 3. Juni 1991), Odyssey (Anmeldung von TRW, Inc. bei der FCC zum Aufbau des neuen Nachrichtensatellitensystems "Odyssey" am 31. Mai 1991), Ellipso (eingereicht im November 1990) und ECCO (eingereicht durch Constellation Communications Inc. im Juni 1991). Alle diese Systeme arbeiten mit Mehrstrahlantennen, die eine Isolierung zwischen geographischen Gebieten bereitstellen, so dass Spektrum wiederverwendet werden kann.

[0002] Mit diesen Systemen soll es einem Teilnehmer ermöglicht werden, Telefongespräche direkt über das Satellitennetz von fast jedem Ort der Erde mit einem tragbaren Handapparat ähnlich den gegenwärtigen Mobiltelefonen zu führen. Zu diesen Systemen gehören auch mobile und feste Teilnehmerendgeräte. Alle genannten Systeme müssen zwecks gemeinschaftlicher Bandnutzung mit Spreizspektrum-CDMA-Verfahren arbeiten.

[0003] 1990 wurde von Gilhousen et al der Aufsatz "Increased Capacity Using CDMA for Mobile Satellite Communication" (IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Mai 1990) veröffentlicht, aus dem hervorging, dass die Systemkapazität in einem Mehrstrahlsatellitensystem erhöht wird, indem CDMA mit einem Frequenzwiederverwendungsfaktor von 1 verwendet wird (d.h. in jedem Strahl wird das gesamte Frequenzband wiederverwendet), verglichen mit orthogonalen Systemen wie zum Beispiel FDMA oder TDMA, die typischerweise mit einer Frequenzwiederverwendung im Verhältnis 1:3 oder 1:5 arbeiten würden, je nach dem Grad der Isolierung zwischen den Strahlen.

[0004] Die Verwendung einer "marginalen Isolierung" zwecks Bereitstellung einer vollständigen Frequenzwiederverwendung in einem quasi-orthogonalen (nichtsynchronen) CDMA-System wird von Gilhousen, Jacobs und Weaver in dem US-Patent Nr. 4,901,307 vorgeschlagen (13. Februar 1990).

[0005] Die Globalstar-Anmeldung offenbart ein Signal, das im Wesentlichen mit dem terrestrischen zellularen Standard IS-95 identisch ist. Dieses System nutzt orthogonalen CDMA (OCDMA) auf den Vorwärtsverbindungen (Basis zu Mobilteil) und nichtsynchronen CDMA auf den Rückwärtsverbindungen. Im Hinblick auf die Frequenzwiederverwendung wird je-

doch nicht zwischen OCDMA-Vorwärtsverbindung und nichtorthogonaler CDMA-Rückwärtsverbindung unterschieden. Bei jedem Strahl wird sowohl auf der Vorwärts- als auch auf der Rückwärtsverbindung mit voller Frequenzwiederverwendung gearbeitet, und dies gilt als die beste Wahl.

[0006] Das grundlegende Signalformat für OCDMA wird von M.J.E. Golay in dem IDA-Report 108, Seite 110 (1965) offenbart. Das beschriebene System ist sowohl in Richtung der Vorwärtsverbindung als auch in Richtung der Rückwärtsverbindung orthogonal.

[0007] OCDMA-Vorwärts- und -Rückwärtsverbindungen werden für Satelliten-PCS-Systeme in Betracht gezogen. Verwandte Patente, die Verbesserungen offenbaren, sind zum Beispiel das US-Patent Nr. 5,375,140 von Natali mit dem Titel "Doubly Orthogonal Code and Frequency Division Multiple Access Communications System" und das US-Patent Nr. 5,668,795 von Magill et al mit dem Titel "Modulation System for Spread Spectrum CDMA Communication".

[0008] Natali offenbart ein Funksystem mit orthogonalem Codemultiplex-Vielfachzugriff (OCDMA) mit mindestens einer Basisstation und mehreren entfernten Teilnehmerendgeräten, wobei die Empfindlichkeit des OCDMA auf Zugriffsrauschen aufgrund eines Zeitbasisfehlers und einer Mehrwege-Relaisspreizung dadurch verringert wird, dass (1) die Größe des auf einem einzigen Träger eingestellten orthogonalen Signals verringert wird und (2) zusätzliche Träger mit orthogonalem Frequenzabstand für zusätzliche Anschlusskapazität bereitgestellt werden.

[0009] Die Kapazität eines synchronen OCDMA-Systems kann unter gewissen Umständen erhöht werden, indem ein anderer Frequenzwiederverwendungsfaktor als 1 verwendet wird und indem die orthogonalen Eigenschaften der Vielfachzugriffs-codes in einem Strahl genutzt werden, wie dies in unserem US-Patent Nr. 6,317,412 mit dem Titel "Increased Capacity in an OCDMA System by Frequency Isolation" offenbart wird. Die Gesamtkapazität des OCDMA-Systems kann zum Beispiel erhöht werden, indem mit einer Frequenzwiederverwendung im Verhältnis 1:3 und nicht mit einer vollen Frequenzwiederverwendung in jedem Strahl gearbeitet wird. In diesem Fall ist die Frequenzisolierung wichtiger als zusätzliches Spektrum, um die Kapazität zu maximieren, selbst wenn eine volle Frequenzwiederverwendung möglich ist.

[0010] Bei einer Frequenzwiederverwendung im Verhältnis 1:3 würde das verfügbare Spektrum typischerweise in 3 Teilbanden aufgeteilt, die den Strahlen in einem 3-Frequenzwiederverwendungsschema zugeordnet sind. Bei derselben Leistung der Vorwärtsverbindung hat sich nun die Leistungsflussdich-

te von dem Satelliten in dem einen Drittel des verwendeten Bandes leider verdreifacht. Dies ist von Nachteil, da in vielen Fällen die Systemkapazität durch die von der FCC/CTI vorgenommenen Beschränkung der maximalen Leistungsflussdichte des auf die Erdoberfläche auftreffenden Satellitensignals der Vorwärtsverbindung beschränkt wird. Außerdem ändert sich das Szenario der gemeinschaftlichen Bandnutzung, da das Signal nun nur 1/3 des verfügbaren Spektrums in jedem Strahl einnimmt, möglicherweise aber 5 dB stärker ist.

AUFGABEN DER ERFINDUNG

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, die Erhöhung der Kapazität in einem synchronen OCDMA-System dadurch zu erreichen, dass ein anderer Frequenzwiederverwendungsfaktor als 1 verwendet wird, wie in unserem US-Patent Nr. 6,317,412 mit dem Titel "Increased Capacity in an OCDMA System by Frequency Isolation" offenbart wird, ohne dabei die Leistungsflussdichte des Satellitensignals der Vorwärtsverbindung zu erhöhen.

[0012] Eine weitere Aufgabe dieser Erfindung ist es, die Erhöhung der Kapazität in einem synchronen OCDMA-System dadurch zu erreichen, dass ein anderer Frequenzwiederverwendungsfaktor als 1 verwendet wird und dass dennoch die Signalleistung zwecks gemeinschaftlicher Bandnutzung gleichmäßig über das verfügbare Spektrum verteilt werden kann.

MERKMALE DER ERFINDUNG

A.

[0013] Ein SS-CDMA-Kommunikationssystem, bei dem eine oder mehrere Basisstationen mit einer Vielzahl von Teilnehmerendgeräten kommunizieren, die sich in verschiedenen Strahlen eines Mehrstrahl-Satellitenrelaisystems befinden, wobei die Basisstation(en) ein Signal für jeden Strahl sendet/senden, das aus Folgendem besteht: einem Satz orthogonal beabstandeter Hilfsträger, die jeweils durch einen Satz orthogonaler oder fast orthogonaler Funktionen moduliert sind, die mit einer rauschähnlichen Sequenz (PN-Sequenz) überlagert sind, die eine codierte Spreizsequenz für ein Informationssignal bildet, wobei jede orthogonale Funktion des Satzes Daten für einen einzelnen Benutzer in dem Strahl trägt, einer Quelle ausgewählter Trägersignale und Mittel zum Modulieren der Informationssignale auf die Hilfsträger, um ein Strahlsignal und die codierte Spreizsequenz auf dem Strahlsignal zu bilden. Das verfügbare Frequenzspektrum ist in nichtüberlappende oder orthogonale Frequenzsegmente unterteilt, die verschiedenen Strahlen in einem $1:N_{ru}$ -Frequenzwiederverwendungsschema zugeordnet sind. Jedes Teilnehmerendgerät hat einen Empfänger mit Mitteln

zum kohärenten Demodulieren des Signals der Basisstation. Die Verbesserung besteht dabei in Folgendem:

- Ein PN-Spreizcode P2 mit einer Chip-Rate $N_{ru} \cdot \chi R_c$ wird auf alle Strahlsignale gleichzeitig angewandt, um die Signalenergie über eine größere Bandbreite zu streuen, um die spektrale Leistungsichte in jedem Strahl zu verringern.
- Einem Mittel in dem Empfänger zum Korrelieren des empfangenen Signals mit einer synchronisierten Replik von P2, um P2 aus dem eingehenden Signal zu entfernen, ohne die Frequenzisolierung von Strahl zu Strahl zu beeinträchtigen.

B.

[0014] Das obige System, bei dem die Hilfsträger des Strahlsignals über das verfügbare Frequenzspektrum mit einem Abstand $N_{ru} \chi R_c$ orthogonal beabstandet sind und N_{ru} verschiedene Sätze von Hilfsträgerfrequenzen gebildet werden, um in dem $1:N_{ru}$ -Strahlfrequenzwiederverwendungsschema zugeordnet zu werden.

C.

[0015] Das obige System, bei dem die für jeden Benutzer bestimmten Daten Sprachdaten sind.

D.

[0016] Ein SS-CDMA-Satellitenkommunikationssystem, bei dem mehr als ein Satellit dasselbe Gebiet auf der Erde beleuchtet und eine oder mehrere Basisstationen mit einer Vielzahl von Teilnehmerendgeräten kommunizieren, die sich in verschiedenen Strahlen des Mehrstrahl-Satellitenrelaisystems befinden, wobei die Basisstation(en) ein Signal für jeden Strahl sendet/senden, das aus Folgendem besteht: einem Satz orthogonal beabstandeter Hilfsträger, die jeweils durch einen Satz orthogonaler oder fast orthogonaler Funktionen moduliert sind, die mit einer rauschähnlichen Sequenz (PN-Sequenz) überlagert sind, die eine codierte Spreizsequenz für ein Informationssignal bildet, wobei jede orthogonale Funktion des Satzes Daten für einen einzelnen Benutzer in dem Strahl trägt, einer Quelle ausgewählter Trägersignale und Mittel zum Modulieren der Informationssignale auf die Hilfsträger, um ein Strahlsignal und die codierte Spreizsequenz auf dem Strahlsignal zu bilden. Das verfügbare Frequenzspektrum ist in nichtüberlappende oder orthogonale Frequenzsegmente unterteilt, die verschiedenen Strahlen in einem $1:N_{ru}$ -Frequenzwiederverwendungsschema zugeordnet sind. Jedes Teilnehmerendgerät hat einen Empfänger mit Mitteln zum kohärenten Demodulieren des Signals der Basisstation. Die Verbesserung besteht dabei in Folgendem:

- Ein PN-Spreizcode P3 mit einer Chip-Rate $N_{ru} \cdot \chi R_c$ wird auf alle Strahlsignale gleichzeitig ange-

wandt, um die Signalenergie über eine größere Bandbreite zu streuen, um die spektrale Leistungsdichte in jedem Strahl zu verringern und um die Interferenz von benachbarten Satelliten zu verringern.

- Einem Mittel in dem Empfänger zum Korrelieren des empfangenen Signals mit einer synchronisierten Replik von P2, um P2 aus dem eingehenden Signal zu entfernen, ohne die Frequenzisolierung von Strahl zu Strahl zu beeinträchtigen.

E.

[0017] Das obige System, bei dem die Hilfsträger des Strahlsignals über das verfügbare Frequenzspektrum mit einem Abstand $N_{ru} \chi R_c$ orthogonal beabstandet sind und N_{ru} verschiedene Sätze von Hilfsträgerfrequenzen gebildet werden, um in dem 1: N_{ru} -Strahlfrequenzwiederverwendungsschema zugeordnet zu werden.

F.

[0018] Das obige System, bei dem die für jeden Benutzer bestimmten Daten Sprachdaten sind.

G.

[0019] Ein SS-CDMA-Satellitenkommunikationssystem, bei dem ein weiteres Satellitenkommunikationssystem dasselbe Gebiet auf der Erde beleuchtet und eine oder mehrere Basisstationen mit einer Vielzahl von Teilnehmerendgeräten kommunizieren, die sich in verschiedenen Strahlen des Mehrstrahl-Satellitenrelaisystems befinden, wobei die Basisstation(en) ein Signal für jeden Strahl sendet/senden, das aus Folgendem besteht: einem Satz orthogonal beabstandeter Hilfsträger, die jeweils durch einen Satz orthogonaler oder fast orthogonaler Funktionen moduliert sind, die mit einer rauschähnlichen Sequenz (PN-Sequenz) überlagert sind, die eine codierte Spreizsequenz für ein Informationssignal bildet, wobei jede orthogonale Funktion des Satzes Daten für einen einzelnen Benutzer in dem Strahl trägt, einer Quelle ausgewählter Trägersignale und Mittel zum Modulieren der Informationssignale auf die Hilfsträger, um ein Strahlsignal und die codierte Spreizsequenz auf dem Strahlsignal zu bilden. Das verfügbare Frequenzspektrum ist in nichtüberlappende oder orthogonale Frequenzsegmente unterteilt, die verschiedenen Strahlen in einem 1: N_{ru} -Frequenzwiederverwendungsschema zugeordnet sind. Jedes Teilnehmerendgerät hat einen Empfänger mit Mitteln zum kohärenten Demodulieren des Signals der Basisstation. Die Verbesserung besteht dabei in Folgendem:

- Ein PN-Spreizcode P2 mit einer Chip-Rate $N_{ru} \chi R_c$ wird auf alle Strahlsignale gleichzeitig angewandt, um die Signalenergie über eine größere Bandbreite zu streuen, um die spektrale Leistungsdichte in jedem Strahl zu verringern.

tungsdichte in jedem Strahl zu verringern.

- Einem Mittel in dem Empfänger zum Korrelieren des empfangenen Signals mit einer synchronisierten Replik von P2, um P2 aus dem eingehenden Signal zu entfernen, ohne die Frequenzisolierung von Strahl zu Strahl zu beeinträchtigen.

H.

[0020] Das obige System, bei dem die Hilfsträger des Strahlsignals über das verfügbare Frequenzspektrum mit einem Abstand $N_{ru} \chi R_c$ orthogonal beabstandet sind und N_{ru} verschiedene Sätze von Hilfsträgerfrequenzen gebildet werden, um in dem 1: N_{ru} -Strahlfrequenzwiederverwendungsschema zugeordnet zu werden.

I.

[0021] Das obige System, bei dem die für jeden Benutzer bestimmten Daten Sprachdaten sind.

J.

[0022] Ein SS-CDMA-Satellitenkommunikationssystem, bei dem ein weiteres Satellitenkommunikationssystem dasselbe Gebiet auf der Erde beleuchtet und eine Vielzahl von Teilnehmerendgeräten, die sich in verschiedenen Strahlen des Mehrstrahl-Satellitenrelaisystems befinden, mit einer oder mehreren Basisstationen kommunizieren, wobei die Teilnehmerendgeräte ein Signal senden, das aus Folgendem besteht: einem Satz orthogonal beabstandeter Hilfsträger, die jeweils durch einen Satz orthogonaler oder fast orthogonaler Funktionen moduliert sind, die mit einer rauschähnlichen Sequenz (PN-Sequenz) überlagert sind, die eine codierte Spreizsequenz für ein Informationssignal bildet, wobei die orthogonale Funktion des Satzes in dem Strahl Daten zur Übertragung zu der Basisstation trägt, einer Quelle des ausgewählten Hilfsträgersignals und Mittel zum Modulieren des Informationssignals auf den Hilfsträger, um ein Rückwärtsverbindungssignal und die codierte Spreizsequenz auf dem Rückwärtsverbindungssignal zu bilden. Das verfügbare Frequenzspektrum ist in nichtüberlappende oder orthogonale Frequenzsegmente unterteilt, die verschiedenen Strahlen in einem 1: N_{ru} -Frequenzwiederverwendungsschema zugeordnet sind. Jede Basisstation hat einen oder mehrere Empfänger mit Mitteln zum kohärenten Demodulieren der Signale der Teilnehmerendgeräte. Die Verbesserung besteht dabei in Folgendem:

- Ein PN-Spreizcode P2 mit einer Chip-Rate $N_{ru} \chi R_c$ wird auf das gesendete Signal des Teilnehmerendgeräts angewandt, um die Signalenergie über eine größere Bandbreite zu streuen, um die gesendete spektrale Leistungsdichte zu verringern.
- Einem Mittel in dem Empfänger der Basisstation zum Korrelieren des empfangenen Signals mit einer synchronisierten Replik von P4, um P2 aus

dem eingehenden Signal zu entfernen, ohne die Frequenzisolierung von Strahl zu Strahl zu beeinträchtigen.

K.

[0023] Das obige System, bei dem die Hilfsträger in einem Strahl über das verfügbare Frequenzspektrum mit einem Abstand $N_{ru} \times R_c$ orthogonal beabstandet sind und N_{ru} verschiedene Sätze von Hilfsträgerfrequenzen gebildet werden, um in dem 1: N_{ru} -Strahlfrequenzwiederverwendungsschema zugeordnet zu werden.

L.

[0024] Das obige System, bei dem die für jeden Benutzer bestimmten Daten Sprachdaten sind.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0025] Die obigen und weitere Ziele, Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nun im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen ersichtlich. In den Zeichnungen zeigen:

[0026] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines satellitengestützten OCDMA-Kommunikationssystems gemäß der Erfindung,

[0027] [Fig. 2](#) eine graphische Darstellung von vier orthogonalen Hilfsträgern, die mit der Chip-Rate voneinander beabstandet sind,

[0028] [Fig. 3](#) ein Blockschaltbild der Erzeugung von OCDMA-Hilfsträgern,

[0029] [Fig. 4](#) eine graphische Darstellung von Hilfsträgern, die über das verfügbare Spektrum um $3 \cdot R_c$ voneinander beabstandet sind,

[0030] [Fig. 5](#) eine graphische Darstellung von drei Sätzen von Hilfsträgern, die zueinander orthogonalen Schlitten in verschiedenen Strahlen zugeordnet sind,

[0031] [Fig. 6](#) ein typisches Mehrstrahlantennenschema mit Bandsegmenten, die in einem 1:3-Frequenzwiederverwendungsschema zugeordnet sind,

[0032] [Fig. 7](#) eine Darstellung von Strahlsignalen, wobei der Spreizcode P2 mit der dreifachen Chip-Rate der orthogonalen Codes angewandt wird,

[0033] [Fig. 8a](#) eine graphische Darstellung des normalisierten Leistungsspektrums von Strahlsignalen vor Spreizung mit dem PN-Code P2 ($N_{ru} = 3$), und

[0034] [Fig. 8b](#) eine graphische Darstellung des nor-

malisierten Leistungsspektrums von Strahlsignalen nach Spreizung mit dem PN-Code P2, getaktet mit der dreifachen Chip-Rate der orthogonalen Codes.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0035] Die Erfindung betrifft ein Satellitenkommunikationssystem, bei dem der Satellit ein OCDMA-Signal sendet, das die Vorwärtsverbindung (FL) bereitstellt, um mit einer Vielzahl von Teilnehmerendgeräten zu kommunizieren, wie in [Fig. 1](#) gezeigt. Das Satellitensignal kann von einer Basisstation weitergeleitet werden, oder es kann auf dem Satelliten erzeugt werden.

[0036] Das FL-OCDMA-Signal enthält vorzugsweise die Verbesserungen des US-Patents Nr. 5,623,487 von Natali mit dem Titel "Doubly Orthogonal Code and Frequency Division Multiple Access Communication System", bei dem eine Vielzahl von Trägern (genannt "Hilfsträger") hinsichtlich der Frequenz mit der Chip-Rate R_c des OCDMA-Codes orthogonal beabstandet sind, wie in [Fig. 2](#) gezeigt. Jeder Hilfsträger ist mit bis zu N_u orthogonalen Binärsequenzen moduliert, die jeweils unterschiedliche Daten tragen. Typischerweise trägt jede orthogonale Funktion die Daten für einen anderen Benutzer, doch kann auch eine Vielzahl von Funktionen einem einzigen hochratigen Benutzer zugeordnet sein. Die orthogonalen Codes sind mit einem längeren PN-Code P1 überlagert, den alle Benutzer in einem Strahl gemeinsam haben. Unterschiedliche Strahlen können unterschiedliche PN-Codes nutzen oder, falls gewünscht, zeitversetzte Versionen desselben Codes. Um die Orthogonalität beizubehalten, müssen die orthogonalen Signale zeitsynchron am Empfänger ankommen (dies ist auf der Vorwärtsverbindung FL eine triviale Anforderung, da alle Signale von derselben Basisstation bzw. vom Satelliten stammen). Der Prozess der Erzeugung des Hilfsträgersignals ist in [Fig. 3](#) als Blockdiagramm dargestellt.

[0037] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein System, das die in der US-Patentanmeldung Nr. 08/989,466 mit dem Titel "Increased Capacity in an OCDMA System by Frequency Isolation" offenbarte Verbesserung enthält, um die Systemkapazität durch Bereitstellung einer Frequenzisolierung zwischen den Strahlen einer Mehrstrahlantenne zu erhöhen. Dies wird normalerweise dadurch erreicht, dass das verfügbare Spektrum in N_{ru} Teilbanden unterteilt wird und die Teilbanden unterschiedlichen Strahlen in einem 1: N_{ru} -Frequenzwiederverwendungsschema zugeordnet werden. Bei dem hier offenbarten System sind die Hilfsträger jedoch über das volle verfügbare Spektrum in Frequenzintervallen von $N_{ru} \times R_c$ voneinander beabstandet, wie in [Fig. 4](#) für $N_{ru} = 3$ gezeigt. In [Fig. 5](#) sind somit N_{ru} Sätze von disjunkten Hilfsträgerfrequenzen verfügbar und können Strahlen in ei-

nem $1:N_{ru}$ -Frequenzwiederverwendungsschema zugeordnet werden, wie in [Fig. 6](#) für $N_{ru} = 3$ gezeigt. Die Frequenzisolierung wird aufgrund des orthogonalen Abstands der Hilfsträger aufrechterhalten; die Signalleistung wird jedoch nicht gleichmäßig verteilt.

[0038] Das FL-Signal ist nun mit einer zweiten PN-Sequenz P2 moduliert, die eine Chip-Rate gleich der N_{ru} -fachen Chip-Rate der orthogonalen Sequenzen hat, wie in [Fig. 7](#) gezeigt. Diese Sequenz ist bei allen Strahlen identisch und bewirkt eine gleichmäßige Verteilung der Signalleistung, wie in [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) gezeigt.

[0039] Das empfangene FL-Signal wird mit einer synchronisierten Replik von P2 korreliert, die es effektiv aus den eingehenden Signalen entfernt, d.h. die resultierenden Signale können nun behandelt werden, als ob der PN-Code P2 niemals angewandt worden wäre.

[0040] Die benachbarten Strahlsignale werden dank des orthogonalen Frequenzabstands von dem in dem Strahl enthaltenen Signal isoliert. Die Anwendung dieser Erfindung erlaubt somit eine gleichmäßige spektrale Spreizung des FL-Signals bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Frequenzisolierung zwischen benachbarten Strahlen.

[0041] Die Erfindung wurde zwar anhand bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung beschrieben, doch werden selbstverständlich auch andere Ausführungsformen, Adaptationen und Modifikationen der Erfindung für den Fachmann offensichtlich sein.

Patentansprüche

1. CDMA-Kommunikationssystem im ausgehenden Spektrum, wobei bei dem System eine oder mehrere mit einem Empfänger ausgestattete Basisstationen mit einer Vielzahl von mit einem Empfänger ausgestatteten Teilnehmerendgeräten kommunizieren, die sich in verschiedenen Strahlen eines Mehrstrahl-Satellitenrelaissystems ([Fig. 1](#)) befinden, wobei die Basisstation(en) ein Signal für jeden Strahl sendet/senden, das aus Folgendem besteht: einem Satz orthogonal beabstandeter Hilfsträger, die jeweils durch einen Satz orthogonaler oder fast orthogonaler Funktionen moduliert sind, die mit einer rauschähnlichen Sequenz (PN-Sequenz) überlagert sind, die eine codierte Spreizsequenz für ein Informationssignal bildet, wobei jede orthogonale Funktion des Satzes Daten für einen einzelnen Benutzer in dem Strahl trägt, einer Quelle ausgewählter Trägersignale und Mittel zum Modulieren der Informationssignale auf die Hilfsträger, um ein Strahlsignal und die codierte Spreizsequenz auf dem Strahlsignal zu bilden ([Fig. 3](#)), und wobei das verfügbare Frequenzspektrum in nichtüberlappende oder orthogonale Frequenzsegmente unterteilt ist, die verschiedenen

Strahlen in einem $1:N_{ru}$ -Frequenzwiederbelegungsschema zugeordnet werden, und jedes Teilnehmerendgerät einen Empfänger mit Mitteln zum kohärenten Demodulieren des Signals der Basisstation aufweist, gekennzeichnet durch:

eine Schaltung ([Fig. 7](#)) in der Basisstation zum Anwenden eines zweiten PN-Spreizcodes P2 mit einer Chip-Rate $N_{ru} \times R_c$ auf alle Strahlsignale gleichzeitig, um die Signalenergie über eine größere Bandbreite zu streuen und so die spektrale Leistungsdichte in jedem Strahl zu verringern, wo:

P2 der zweite PN-Code ist,

N_{ru} die Zahl der Teilbanden in dem verfügbaren Spektrum ist, und

R_c die Chip-Rate des OCDMA-Codes ist.

2. System nach Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, dass die Hilfsträger des Strahlsignals über das verfügbare Frequenzspektrum mit einem Abstand $N_{ru} \times R_c$ orthogonal beabstandet sind und N_{ru} verschiedene Sätze von Hilfsträgerfrequenzen gebildet werden, um in dem $1:N_{ru}$ -Strahlfrequenzwiederbelegungsschema zugeordnet zu werden.

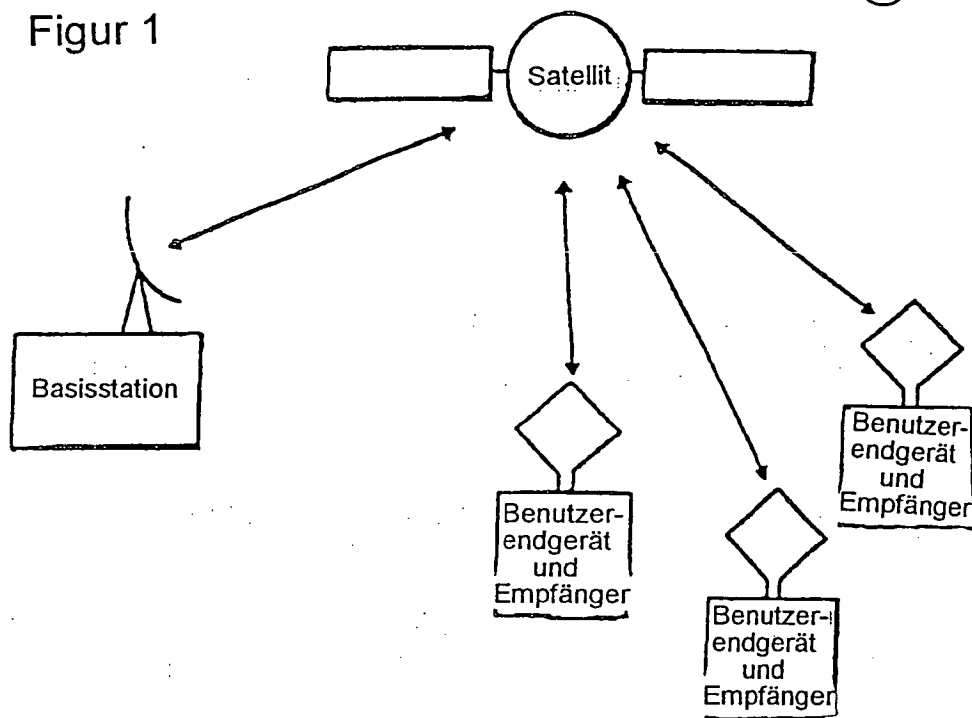
3. System nach Anspruch 1, ferner dadurch gekennzeichnet, dass die für jeden Benutzer bestimmten Daten Sprachdaten sind.

4. System nach Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch eine Schaltung in dem Empfänger zum Korrelieren eines empfangenen Signals mit einer synchronisierten Replik von P2, um P2 aus dem eingehenden Signal zu entfernen, ohne die Frequenzisolierung von Strahl zu Strahl zu beeinträchtigen.

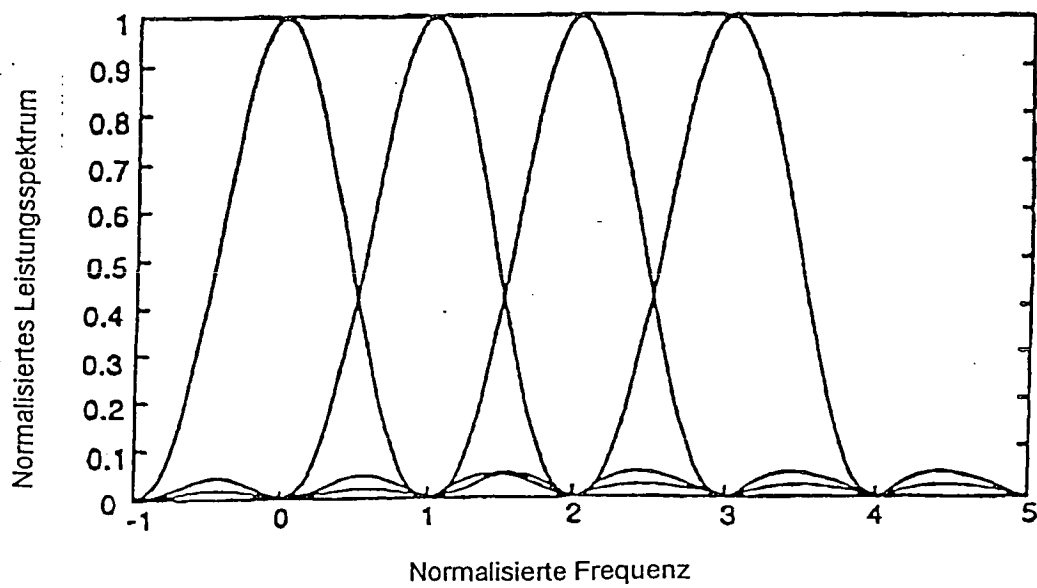
Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

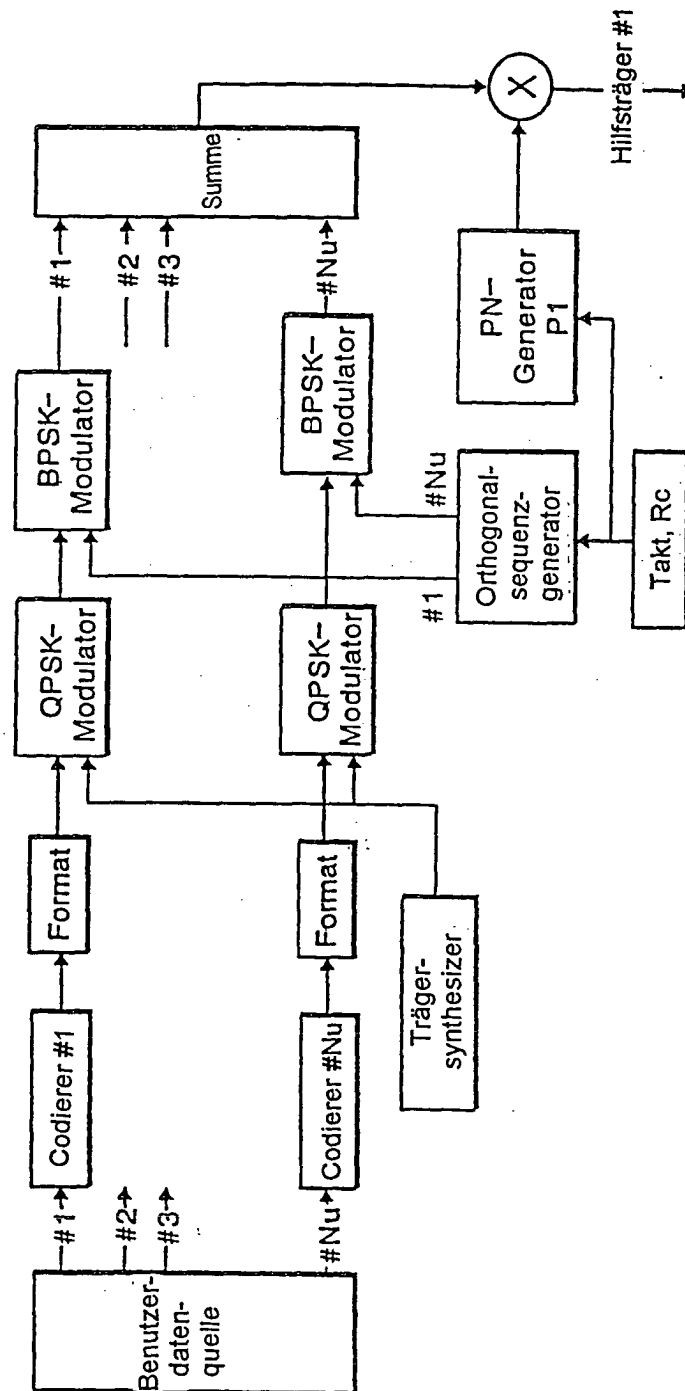
Figur 1



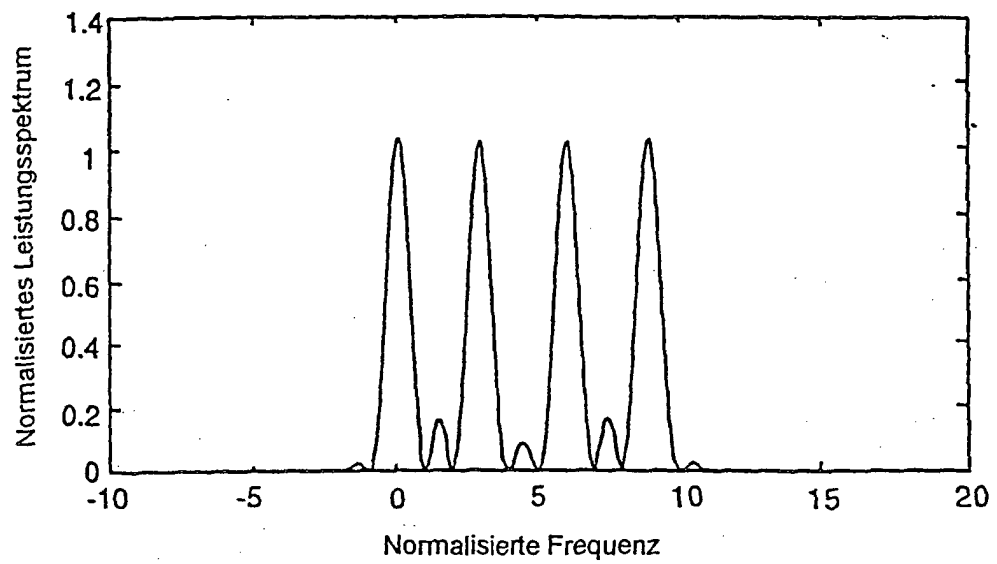
Figur 2



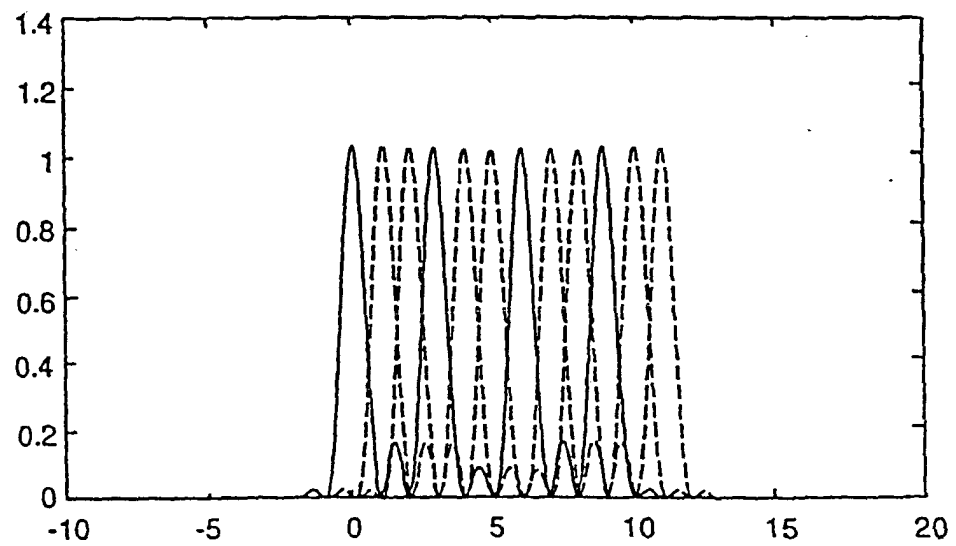
Figur 3



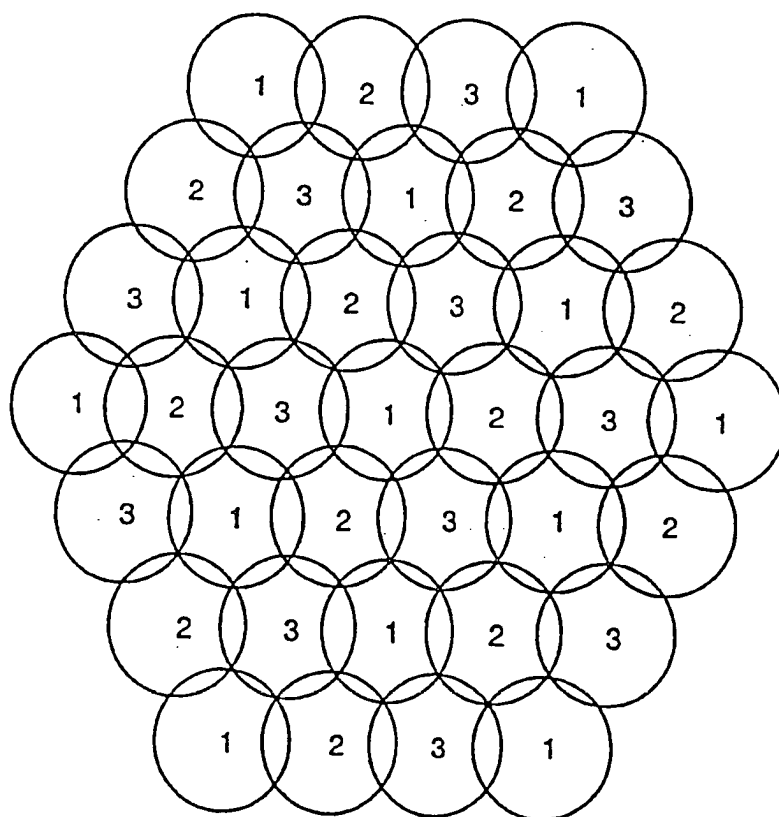
Figur 4



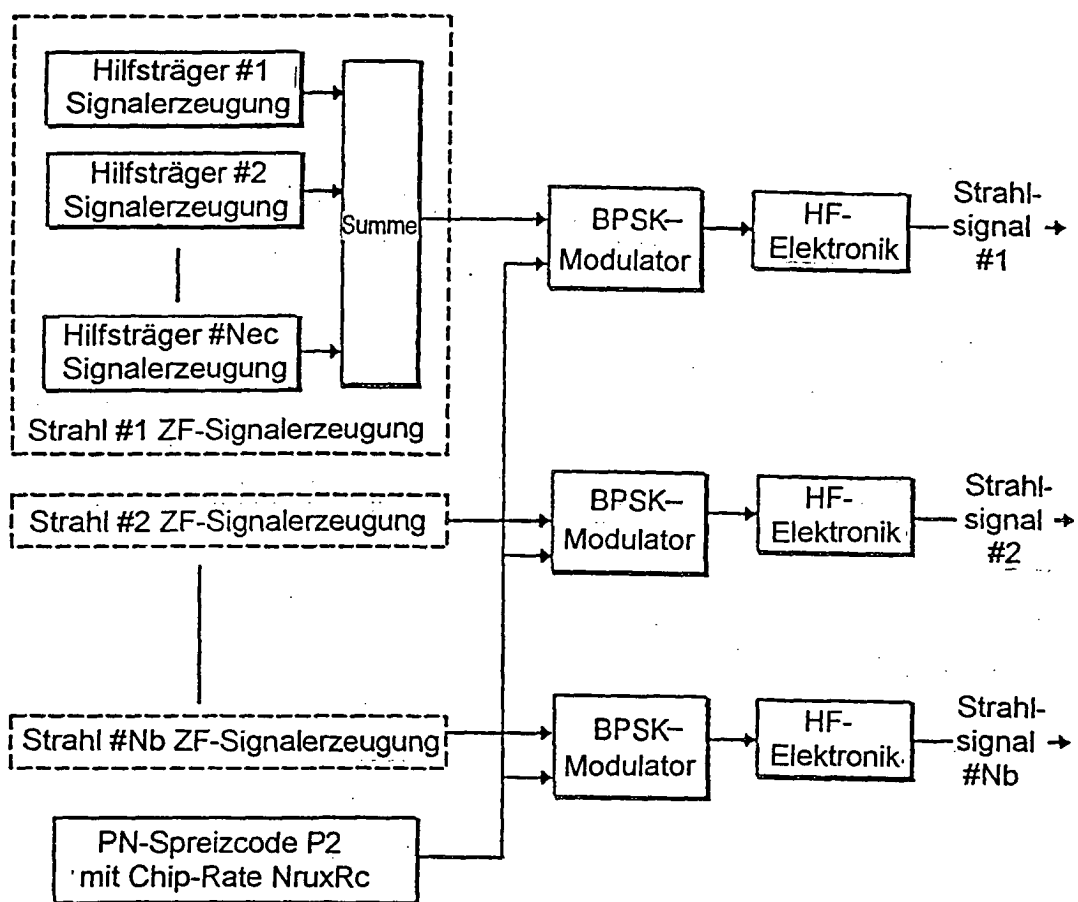
Figur 5



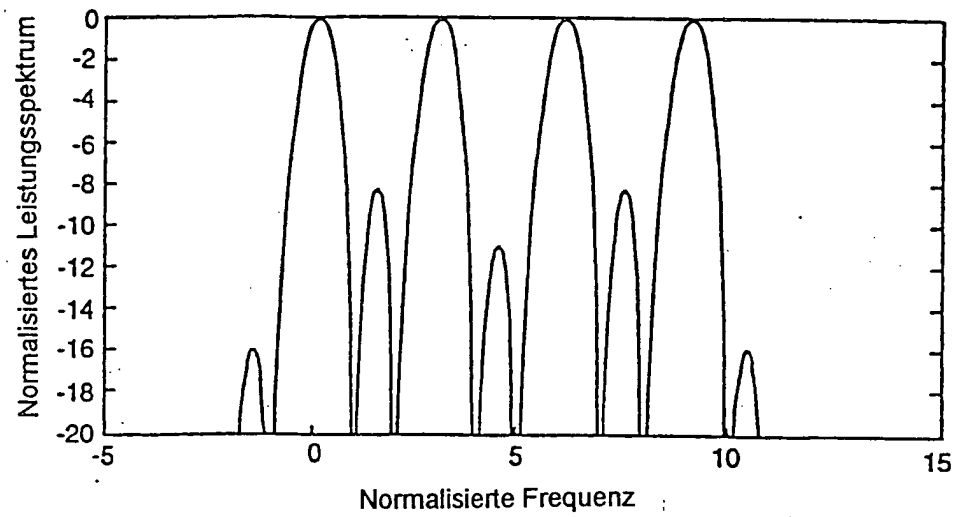
Figur 6



Figur 7



Figur 8a



Figur 8b

