



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 34 442 T2 2008.01.03**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 166 587 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H04Q 7/38 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 34 442.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/08507**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 919 916.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/059256**

(86) PCT-Anmeldetag: **28.03.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **05.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.01.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **18.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.01.2008**

(30) Unionspriorität:
280948 29.03.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FI, FR, GB, IT, SE

(73) Patentinhaber:
Qualcomm, Inc., San Diego, Calif., US

(72) Erfinder:
**SOLIMAN, Samir S., San Diego, CA 92131, US;
VAYANOS, Alkinoos Hector, San Diego, CA 92109,
US**

(74) Vertreter:
**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG DES STANDORTES EINER MOBILSTATION IN EINEM CDMA KOMMUNIKATIONSNETZWERK**

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 Erfindung bezieht sich allgemein auf Kommunikationsnetzwerke. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung und eine Technik zur Ortung einer entfernt gelegenen (kurz: entfernten) Station in einem CDMA-System unter Verwendung einer Kombination von Satelliten- und anderen Signalmessungen.

II. Beschreibung verwandter Technik

[0002] Der Einsatz von Ortungstechnologien (location technologies) in drahtlosen Netzwerken erfährt seinen Antrieb durch die Kräfte der Regelungen oder Bestimmungen und den Wunsch der Dienstanbieter (Carrier), die Umsätze zu verbessern, und zwar durch das Anbieten von Dienstleistungen, die sich von denen der Wettbewerber unterscheiden. Darüber hinaus hat im Juni 1996 die „Federal Communications Commission (FCC)“ die Unterstützung für die so genannte „Enhanced Emergency 911 (E-911)-Dienstleistung“ verpflichtend gemacht. Die Phase I dieser Anordnung macht es erforderlich, dass Sektor- und Zelleninformation zurück zu einer "Public Safety Answering Point (PSAP)-Agency" gesandt werden. Die Phase II der Anordnung macht es erforderlich, dass der Ort des zellularen Transceivers oder Zellentransceivers zurück zur PSAP gesandt wird. Um dem FCC-Mandat zu entsprechen müssen bis zum Jahr 2005 77.000 Gesamtplätze mit automatischen Ortungstechnologien (location technologies) ausgerüstet werden.

[0003] Viele Techniken werden zum Vorsehen der automatischen Lokalisierungsfähigkeit (location capability; Positionierungs- bzw. Ortungsfähigkeit) in Betracht gezogen. Eine Technik beinhaltet die Messung der Zeitdifferenz der Ankunft von Signalen von einer Anzahl von Zellenstandorten bzw. Zellenstandorten. Diese Signale werden trianguliert, um die Orts- oder Lokationsinformation zu erhalten. Unglücklicherweise erfordert dieses Verfahren oder diese Technik eine hohe Konzentration der Zellstandorte und/oder eine Erhöhung der Sendeleistung der Zellenstandorte, um effektiv zu sein. Dies ist im allgemeinen mit einem typischen CDMA-System nicht kompatibel, wo jedes Telefon nur mit genügend Signalleistung sendet, um den am nächsten gelegenen Zellenstandorte zu erreichen. Da die Triangulation die Kommunikation mit mindestens drei Plätzen erforderlich macht, müsste die Konzentration der Zellenstandorte erhöht werden oder aber die Signalleistung jeder drahtlosen Station müsste erhöht werden.

[0004] In jedem Falle besitzt jede Alternative beträchtliche Nachteile. Eine Erhöhung der Anzahl der Zellenstandorte wäre zu kostspielig. Erhöhungen der Signalleistungen würden sowohl das Gewicht als auch die Kosten jeder drahtlosen Station erhöhen und die Wahrscheinlichkeit vergrößern, dass Interferenz zwischen drahtlosen Nutzern auftritt. Zudem scheint die Triangulationslösung nicht die Genauigkeit zu bieten, die durch das FCC-Mandat gefordert wird.

[0005] Eine weitere in Betracht zu ziehende Lösungsmöglichkeit umfasst die Hinzufügung einer vollständigen GPS (Global Positioning System)-Funktionalität zum zellularen Telefon oder Handy. Obwohl diese Lösungsmöglichkeit der drahtlosen Station signifikante Kosten und Gewicht hinzufügen würde, die Erfassung von vier Satelliten benötigt und etwas langsam arbeiten würde, ist dies jedoch die genaueste Lösungsmöglichkeit, um die Ortungsdienstleistung zu unterstützen.

[0006] Um das Verfahren zu beschleunigen, sendet eine dritte Lösungsmöglichkeit Unterstützungsinformation (aiding information) zu der drahtlosen Station, und zwar zur Anzeige, wo die drahtlose Station in der Frequenz für GPS-Träger nachschauen sollte. Die meisten GPS-Empfänger verwenden einen so genannten GPS-Satelliten-Almanach, um eine durch den Empfänger durchgeführte Suche oder Recherche zu minimieren, und zwar in der Frequenz-Domäne für ein Signal von einem sichtbaren Satelliten. Der Almanach ist ein 15.000-Bitblock grober Ephemeriden – eine Tabelle, die Koordinaten eines Satelliten zu bestimmten Zeiten während einer bestimmten (spezifizierten) Zeitperiode angibt – und Zeitmodellldaten für die gesamte Konstellation. Die Information im Almanach bezüglich der Position des Satelliten und der laufenden oder derzeitigen Zeit des Tages ist nur angenähert. Ohne einen Almanach muss der GPS-Empfänger ein weitest mögliche Frequenzsuche durchführen, um ein Satellitensignal zu erfassen. Zusätzliche Verarbeitung (processing) ist erforderlich, um die zusätzliche Information zu erhalten, die bei Erfassung anderer Satelliten hilfreich ist.

[0007] Der Signalerfassungs- oder Akquisitionsprozess kann mehrere Minuten dauern, und zwar infolge der großen Anzahl der Frequenz-Bins bzw. Frequenzabschnitte, die durchsucht werden müssen. Jeder Fre-

quenz-Bin besitzt eine Mittenfrequenz und eine vordefinierte Breite. Die Verfügbarkeit des Almanachs reduziert die Unsicherheit beim Satelliten-Doppler oder Signalverschiebung und daher die Anzahl der zu durchsuchenden Bins. Der Satelliten-Almanach kann aus der GPS-Navigationsnachricht extrahiert werden oder auf dem „down (forward) Link, d.h. der Herab- oder Vorwärtsverbindung geschickt werden, und zwar als eine Daten- oder Signalisierungsnachricht zum Empfänger. Beim Empfang dieser Information führt der Empfänger die GPS-Signalverarbeitung durch, um dessen Ort zu bestimmen.

[0008] Obwohl diese Lösungsmöglichkeit etwas schneller ist hinsichtlich der Bestimmung des Orts oder der Lage der drahtlosen Station, leidet diese Lösungsmöglichkeit an dem Erfordernis, dass die entfernte Station als erstes mindestens vier Satelliten erfassen muss. Dies ist in städtischen Umgebungen problematisch. Es besteht daher eine Notwendigkeit für eine Erfindung, die das Auffinden des Orts einer drahtlosen Station beschleunigt und die Service- oder Dienstleistungsverfügbarkeit verbessert. In idealer Weise würde die Erfindung eine minimale Anzahl von Satellitensignalen benötigen, um die Bestimmung vorzunehmen.

[0009] Die Erfindung sollte mit CDMA-Modulationssystemen und -Techniken, verwendet in Telekommunikationssystemen, die eine große Anzahl von Systemnutzern bedient, kompatibel sein. Eine detailliertere Diskussion von CDMA-Systemen und -Techniken in dieser Art von Mehrfachzugriffskommunikationssystemen kann in dem US-Patent Nr. 4 901 307 gefunden werden, wobei dieses Patent den Titel „SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS“ trägt und auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen ist. Die Erfindung würde idealerweise an andere Modulationssysteme und -Techniken anpassbar sein, die in anderen Kommunikationssystemen verwendet werden, wie beispielsweise TDMA, FDMA und AM (Amplitudenmodulation).

[0010] Es sei ferner auf US 5 646 632 hingewiesen, wo ein Verfahren und eine Vorrichtung für eine tragbare Kommunikationsvorrichtung beschrieben ist, wie beispielsweise ein mobiler Funkanschluss in einem CDMA-Netzwerk, um dessen geografische Lage oder den geografischen Ort zu identifizieren. Ein Kommunikationsnetzwerk weist eine Vielzahl von Basisstationen auf, die Pilotsignale aussenden. Die Pilotsignale einer Basisstation sind gegenüber den Pilotsignalen von anderen Basisstationen versetzt, und zwar durch ganzzahlige Vielfache einer im Wesentlichen festen Dauer. Zugehörige Sync-Kanalnachrichten werden ebenfalls übertragen, aus denen der geografische Ort der Basisstationen ermittelt werden kann. Eine tragbare Kommunikationsvorrichtung identifiziert ihren Ort durch Berechnung der Verzögerung zwischen der Ankunftszeit eines Pilotsignals von einer primären Basisstation und den Ankunftszeiten der Pilotsignale von mindestens zwei anderen Basisstationen. Für jedes Paar von Basisstationen entsprechend einer der berechneten Verzögerungen spezifiziert die tragbare Kommunikationsvorrichtung anfänglich ihren Ort als auf einer ausgewählten Kurve der drei Kurven liegend. Der derzeitige oder laufende Ort der tragbaren Kommunikationsvorrichtung wird basierend auf drei Schnittpunkten der ausgewählten Kurven identifiziert. Der identifizierte Ort kann in der tragbaren Kommunikationsvorrichtung gespeichert, von dieser gesendet oder angezeigt werden.

[0011] Weiterhin sei auf WO 95/00821 hingewiesen. Dieses Dokument lehrt die Feststellung des Orts einer Teilnehmervorrichtung in einem drahtlosen zellularen Kommunikationssystem durch Übertragung von Digitaldatensignalen zu einem zellularen Digitaldatenempfänger der Teilnehmervorrichtung von mindestens drei unterschiedlichen zellularen Zellenplatz-Sendern an bekannten Stellen. Jedes Datensignal besitzt ein zeitlich synchronisiertes Synchronisationssignal, vorzugsweise synchronisiert durch die Zeitsignale des globalen Positionierungssystems. Die Ankunftszeit jedes der zeitsynchronisierten Synchronisationssignale wird bezüglich eines internen Takts des Empfängers bestimmt. Der Ort der Teilnehmervorrichtung wird aus den Orten der Zellenstandorte ermittelt und den Ankunftszeiten der Synchronisationssignale relativ zum internen Takt oder Clock.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Bestimmung eines Standorts bzw. einer Position gemäß Anspruch 1 vorgesehen, ferner ein System gemäß Anspruch 6 und einen Herstellungsgegenstand nach Anspruch 9. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen enthalten.

[0013] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Kommunikations- oder Nachrichtennetzwerk. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung und eine Technik zum Orten der Position oder des Ortes einer entfernten Station in einem CDMA-Netzwerk unter Verwendung der Ankunftszeit eines Referenzpilotsignals an der Fernstation als eine Zeitreferenz. Die Zeitdifferenz der Ankunft (TDOA = Time Difference of Arrival) der GPS-Signale und anderer Pilotsignale empfangen, von der entfernten Station werden relativ zu dieser Referenzzeit gemessen. Aus diesen Messungen wird der Ort der entfernten Station bestimmt.

Die Erfindung behandelt das Ortungsproblem als ein TDOA-Problem.

[0014] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung sieht ein Verfahren vor, um einen Ort einer entfernten Station in einem Synchron-Kommunikationsnetzwerk, wie beispielsweise einem CDMA-Netzwerk zu bestimmen. Eine Vielzahl von Signalen wird an einer entfernten Station empfangen, wo die Vielzahl von Signalen, Signale von dem Global Positioning System (GPS) und Signale, gesendet von einer terrestrischen Basisstation umfassen. Eines der Signale, empfangen von der terrestrischen Basisstation wird dazu verwendet, um eine Bezugszeit festzulegen. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Netzwerkzeitsignal ein Referenzpilotsignal – wie beispielsweise ein Pilotsignal, das eine Null-Phasenpilot-PN-Sequenz gesendet von einer Basisstation in dem Kommunikationsnetzwerk umfasst, kann aber irgendeine Art eines Signals sein, welches ähnliche Sendecharakteristika teilt bzw. besitzt. Diese Pilotsequenz wird mit dem GPS-System synchronisiert. Sodann wird eine Zeitdifferenz der Ankunft für die Vielzahl der Zeitsteuersignale bestimmt, und zwar basierend auf der Referenzzeit und die Position für die entfernte Station wird bestimmt, wie dies im Einzelnen unten diskutiert wird unter Verwendung dieser TDOA's.

[0015] In einem weiteren Ausführungsbeispiel sieht die Erfindung einen Herstellungsgegenstand vor, der Digitalinformation enthält, und zwar ausführbar durch eine digitale Verarbeitungs- oder Processing-Vorrichtung und verwendet zur Bestimmung des Ortes der entfernten Station, wie oben beschrieben. In einem weiteren Ausführungsbeispiel sieht die Erfindung eine Vorrichtung vor, und zwar verwendet zur Bestimmung des Ortes einer entfernten Station. Die Vorrichtung kann eine entfernte Station aufweisen und eine Anzahl von Satelliten, die Transceiver beinhalten, und zwar verwendet teilweise, zum Senden von Signalen zu der entfernten Station. Die Vorrichtung kann auch mindestens eine Basisstation umfassen, die unter anderem einen Transceiver aufweist, und zwar verwendet zur Kommunikation von Signalen zur entfernten Station. Die Signale umfassen ein Zeitsteuersignal, synchronisiert mit den Satellitensystemen und verwendet zum Aufbau einer Referenznetzwerkzeit. Offensichtlich gilt Folgendes: Zum Empfang von Signalen weist die entfernte Station einen Transceiver auf, der kommunikationsmäßig mit der Basisstation und den Satelliten gekoppelt ist und geeignet ist, die Satellitensignale zu empfangen. Die Vorrichtung wird auch eine Digitalverarbeitungsvorrichtung aufweisen, wie beispielsweise einen Mikroprozessor, der in kommunikativer Weise mit dem Netzwerk oder einem der Komponententeile davon gekoppelt ist.

[0016] Die Erfindung liefert ihren Nutzern zahlreiche Vorteile. Ein Vorteil besteht darin, dass der Prozess der Ortung einer entfernten Station beschleunigt wird. Ein weiterer Vorteil ist der, dass die Anzahl der für die Bestimmung des Ortes benötigten Satellitenmessungen reduziert wird. Ein weiterer Vorteil ist der, dass die Erfindung auch dann arbeitet, wenn andere Techniken infolge von körperlichen Hindernissen, die den Empfang der Satellitensignale durch die entfernte Station verhindern, ausgeschlossen sind. Die Erfindung sieht auch eine Anzahl von weiteren Vorteilen vor, die sich aus der detaillierten Beschreibung der Erfindung im Folgenden ergeben.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] Die Natur, die Ziele und die Vorteile der Erfindung ergeben sich für den Fachmann deutlicher nach Betrachtung der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen, in denen die gleichen Bezugszeichen die gleichen Teile bezeichnen.

[0018] [Fig. 1](#) ist ein Diagramm, welches eine veranschaulichende Implementierung einer Basisstation und einer entfernten Station eines Synchronisationskommunikationssystem zeigt.

[0019] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm eines exemplarischen CDMA-zellularen Telefonsystems;

[0020] [Fig. 3](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer Basisstation, aufgebaut entsprechend der vorliegenden Erfindung;

[0021] [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm der entfernten Station des Systems zur Bestimmung der Position in einem drahtlosen Transceiver der vorliegenden Erfindung;

[0022] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm und zeigt eine Implementierung eines Teils des Empfängers, des Steuersignalinterfaces (bzw. der Steuersignalschnittstelle), der digitalen ZF und der drahtlosen Demodulatorschaltungen der entfernten Station der vorliegenden Erfindung;

[0023] [Fig. 6](#) veranschaulicht ein Funktionsmodell zur Bestimmung des Ortes einer entfernten Station;

[0024] [Fig. 7](#) zeigt Berechnungen der Suchfenstergröße (search window size) und der Mitte (center) in der Zeitdomäne; und

[0025] [Fig. 8](#) zeigt ein exemplarisches Beispiel eines Herstellungsgegenstandes.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0026] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 8](#) veranschaulichen Beispiele verschiedener Verfahrens- und Vorrichtungsaspekte der vorliegenden Erfindung. Zur Erleichterung der Erklärungen, aber ohne eine beabsichtigte Beschränkung, werden diese Beispiele im Zusammenhang mit einem digitalen Telekommunikationsnetzwerk beschrieben, welches drahtlose Verbindungen (wireless links) aufweist, und wobei ein Beispiel davon im Folgenden erläutert wird.

VORRICHTUNGSKOMPONENTEN UND ZWISCHENVERBINDUNGEN

[0027] Eine allgemeine Diskussion hinsichtlich der Verarbeitung von Signalen für die Übertragung in Telekommunikationssystemen kann in der folgenden Literaturstelle gefunden werden: Electronic Industry Association Standard TIA/EIA/IS-95-A mit dem Titel "Mobile Station-Based Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular Systems" und andere Sendestandards oder Sendenormen, wie sie auf diesem Gebiet der Technik bekannt sind.

[0028] [Fig. 1](#) ist ein Diagramm, welches die Implementierung einer Basisstation **10** und einer entfernten Station (entfernt gelegene Station) **20** in einem synchronen CDMA-Kommunikationsnetzwerk veranschaulicht. Das Netzwerk ist von Gebäuden **40** und auf der Erde sich befindlichen Hindernissen **50** umgeben. Die Basisstation **10** und die entfernte Station **20** sind in einer GPS-Umgebung mit mehreren GPS-Satelliten angeordnet, von denen vier bei **60**, **70**, **80** und **90** gezeigt sind. Solche GPS-Umgebungen sind wohl bekannt; siehe beispielsweise Hofmann-Wellenhof, B., et al, GPS Theory and Practice, Second Edition, New York, NY; Springer-Verlag Wien, 1993. In einer typischen bekannten GPS-Anwendung sind mindestens vier Satelliten erforderlich, damit ein GPS-Empfänger seine Position bestimmt. Im Gegensatz dazu sieht die vorliegende Erfindung ein Verfahren oder eine Vorrichtung vor, die Position einer entfernten Station **20** zu bestimmen, und zwar unter Verwendung von bis hinab zu nur einem GPS-Satelliten und im einfachsten Fall zwei anderen terrestrisch basierenden Signalen.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockdiagramm eines CDMA-Netzwerkes **30**. Das Netzwerk **30** umfasst eine Mobilvermittlungszentrale bzw. eine mobile Schalt-Zentrale; (MSC = mobile switching center) **12** mit einer Basisstationssteuervorrichtung (BSC = base station controller) **14**. Ein öffentliches Telefonvermittlungsnetzwerk (PSTN = public switch telephone network) **16** leitet Anrufe von den üblichen terrestrischen Telefonleitungen und anderen (nicht gezeigten) Netzwerken zu dem MSC **12** bzw. vom MSC **12**. Die MSC **12** leitet Anrufe von dem PSTN **16** zu einem mit einer ersten Zelle **19** assoziierten Quellenbasisstation **10** hin und von dieser weg und zu einer Zielbasisstation **11** assoziiert mit einer zweiten Zelle **21**. Zudem leitet die MSC **12** Anrufe zwischen den Basisstationen **10**, **11**. Die Quellenbasisstation **10** leitet Anrufe zu der ersten entfernten Station **20** innerhalb der ersten Zelle **19** über einen ersten Kommunikationspfad **28**. Der Kommunikationspfad **28** ist eine Zweige-Verbindung mit einer Vorwärtsverbindung **31** und einer Rückwärtsverbindung **32**. Wenn die Basisstation **10** Sprachkommunikationen mit der entfernten Station aufgebaut hat, weist die Verbindung **28** typischerweise einen Verkehrskanal auf.

[0030] Eine drahtlose Positionierungsfunktion (WPF = wireless positioning function) **18** ist in kommunikativerweise mit der BSC **14** gekoppelt, kann aber direkt oder indirekt mit anderen Netzwerkelementen, wie beispielsweise der MSC **12** gekoppelt sein. Die WPF **18** weist im Allgemeinen eine digitale Verarbeitung oder Processing-Vorrichtung auf, Speichermittel und andere Elemente (die alle nicht gezeigt sind), die üblicherweise in derartigen Vorrichtungen vorhanden sind. Die WPF **18** kann für verschiedene Zwecke eingesetzt werden, wie beispielsweise die Abschätzung einer Einweg-Zeitverzögerung für ein Signal, welches zwischen der Basisstation **10** und der entfernten Station **20** gesendet wird oder zum Überwachen bzw. Abrechnen des Zeitversatzes (time offset) zwischen einer Referenzzeit und einer Ankunftszeit von allen anderen Signalen. Die WPF **18** ist im Einzelnen weiter unten diskutiert.

[0031] Obwohl jede Basisstation **10**, **11** mit nur einer Zelle assoziiert ist, regelt oder steuert eine Basisstationssteuervorrichtung (base station controller) oftmals die Basisstationen in mehreren Zellen oder ist mit diesen assoziiert. Wenn die entfernte Station **20** sich von der ersten Zelle **19** zur zweiten Zelle **21** bewegt, beginnt die entfernte Station **20** mit der Basisstation, die mit der zweiten Zelle assoziiert ist, zu kommunizieren. Dies wird

üblicherweise als eine „Übergabe“ (hand-off) zur Zielbasisstation **11** bezeichnet. Bei einer „weichen“ Übergabe (soft hand-off) stellt die entfernte Station **20** eine zweite Kommunikationsverbindung **34** mit der Zielbasisstation **11** zusätzlich zu der ersten Kommunikationsverbindung **28** mit der Quellenbasisstation **10** her. Nachdem die entfernte Station **20** in die zweite Zelle **21** übertritt und die Verbindung mit der zweiten Zelle aufgebaut ist, kann die entfernte Station die erste Kommunikationsverbindung **28** fallen lassen.

[0032] Bei einer harten Übergabe (hard hand-off) ist der Betrieb der Quellenbasisstation **10** und der Betrieb der Zielbasisstation **11** typischerweise unterschiedlich genug, so dass die Kommunikationsverbindung **34** zwischen der Quellenbasisstation abgebrochen werden muss bevor die Verbindung mit der Zielbasisstation aufgebaut werden kann. Wenn beispielsweise eine Quellenbasisstation sich innerhalb eines CDMA-Systems befindet, welches ein erstes Frequenzband benutzt und die Zielbasisstation sich in einem zweiten CDMA-System befindet, welches ein zweites Frequenzband benutzt, so wird die entfernte Station nicht in der Lage sein, Verbindungen mit diesen beiden Basisstationen gleichzeitig aufrecht zu erhalten, da die meisten entfernten Stationen nicht die Fähigkeit besitzen, sich gleichzeitig auf zwei unterschiedliche Frequenzbänder abzustimmen. Wenn die erste entfernte Station **20** sich von der ersten Zelle **19** zur zweiten Zelle **21** bewegt, so wird die Verbindung **28** zur Quellenbasisstation **10** fallen gelassen und eine neue Verbindung wird mit der Zielbasisstation **11** gebildet.

[0033] [Fig. 3](#) ist eine vereinfachte Darstellung einer Basisstation **10** gemäß der vorliegenden Erfindung. In einem alternativen Ausführungsbeispiel weist die Basisstation **10** eine zusätzliche Funktionalität auf, die gestattet, dass die Basisstation die Position einer entfernten Station **20** bestimmt, was sich auf der folgenden Beschreibung deutlich ergibt. Eine konventionelle Basisstation **10** umfasst eine CDMA-Empfangsantenne **42** zum Empfangen von CDMA-Signalen und eine CDMA-Sendeantenne **43** zum Senden oder Übertragen von CDMA-Signalen. Durch die Antenne **42** empfangene Signale werden zu einem Empfänger **44** geleitet. In der Praxis weist der Empfänger **44** Demodulatoren, Entschachteler bzw. De-Interleaver, Decoder und andere Schaltungen auf, was dem Fachmann bekannt ist. Das empfangene Signal wird einem entsprechenden Kanal zugewiesen, mit dem ein Raten- bzw. Geschwindigkeitsdetektor **61** assoziiert ist. Ein Steuerprozessor **62** verwendet die Rate des detektierten Signals, um Sprache zu detektieren. Wenn in einem empfangenen Rahmen Sprache detektiert wird, so schaltet der Steuerprozessor **62** den empfangenen Rahmen über einen Schalter **63** auf einen Vocoder **64**. Der Vocoder **64** decodiert das mit der variablen Rate codierte Signal und liefert ein digitalisiertes Ausgangssignal ansprechend darauf. Das digitalisierte de-vocodierte Signal wird in Sprache umgewandelt, und zwar durch einen Digital-zu-Analog-Converter oder Umwandler **65** und eine Ausgangsvorrichtung, wie beispielsweise einen (nicht gezeigten) Lautsprecher.

[0034] Von einem Mikrofon oder einer anderen (nicht gezeigten) Eingabevorrichtung eingegebene Sprache wird durch einen Analog-zu-Digital-Umwandler **66** digitalisiert und durch einen Vocoder-Codierer **68** vocodiert. Die vocodierte Sprache wird in einen Sender **69** eingegeben. In der Praxis weist der Sender **69** Modulatoren, Interleaver und Codierer auf, was dem Fachmann bekannt ist. Die Ausgangsgröße des Senders **69** wird in die Sendeantenne **43** eingespeist.

[0035] Die Basisstation **10** ist auch mit einer GPS-Antenne **76**, einem Empfänger **74** und einer Zeitsteuer und Frequenzeinheit **72** ausgerüstet. Die Zeitsteuer- und Frequenzeinheit akzeptiert Signale von der GPS-Einheit (GPS engine) des GPS-Empfängers und verwendet diese zur Erzeugung von Zeitsteuer- und Frequenzreferenzen für den ordnungsgemäßen Betrieb des CDMA-Systems.

[0036] Demgemäß gilt in vielen derartigen CDMA-Systemen Folgendes: Jeder Zellenort verwendet eine GPS-Zeitbasisreferenz, aus der alle zeitkritischen CDMA-Sendungen (einschließlich Pilotsequenzen, Rahmen und Walsh-Funktionen) abgeleitet werden. Derartige konventionelle Zeitsteuer- und Frequenzeinheiten und GPS-Einheiten sind in CDMA-Systemen üblich und auf diesem Gebiet bekannt. Konventionelle Zeitsteuer- und Frequenzeinheiten sehen Frequenz-Impulse und Zeitsteuerinformation vor. Im Gegensatz dazu gilt Folgendes: Die Zeitsteuer- und Frequenzeinheit **72** der vorliegenden Erfindung gibt vorzugsweise Folgendes auf: Den Höhenwinkel (elevation angle), die Pseudo-Entfernung (pseudo range), Satellitenidentifikation (d.h. Pseudo-Rauschen (PN)-Versatz assoziiert mit jedem Satelliten) und die Dopplerverschiebung assoziiert mit jedem Satelliten, um die entfernte Station **20** bei der Erfassung der Satelliten zu unterstützen (d.h. Verringern der zur Erfassung eines Satelliten erforderlichen Zeitmenge). Diese Information ist typischerweise innerhalb der konventionellen Zeitsteuer- und Frequenzeinheiten verfügbar, aber wird typischerweise nicht benötigt und nicht an externe Vorrichtungen geliefert. Die durch die Zeitsteuer- und Frequenzeinheit **72** gelieferte zusätzliche Information kann mit dem BSC **14** in der gleichen Weise kommuniziert werden, wie dies hinsichtlich der Frequenz- und Zeitsteuerinformationen in einer Basisstation der Fall ist.

[0037] [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm der entfernten Station **20** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die entfernte oder fern gelegene Station **20** weist vorzugsweise eine bi-direktionelle Antenne **92** auf, und zwar geeignet zum Empfang von CDMA-Sendungen, wie auch von GPS-Signalen. In einem alternativen Ausführungsbeispiel können gesonderte Antennen zum Empfang und zum Senden der GPS-Signale, der CDMA-Signale und andere Signale, wie beispielsweise alternative Systemsignale verwendet werden. Die Antenne **92** speist vorzugsweise einen Duplexer **94**. Der Duplexer **94** speist vorzugsweise einen Empfänger **100** und ist vorzugsweise durch einen Sender **200** gespeist. Ein Zeitfrequenz-Subsystem **102** liefert analoge und digitale Referenzsignale für den Empfänger **100**, ein Steuersignalinterface **300** und den Sender **200**, wie dies der Fachmann erkennt. Die CDMA-Leistungssteuerung wird durch eine Verstärkungssteuerschaltung **104** vorgesehen.

[0038] In einem Ausführungsbeispiel ist das Steuersignalinterface **300** ein digitaler Signalprozessor (DSP = digital signal processor). Alternativ kann das Steuersignalinterface eine andere Schaltung sein, die in der Lage ist, Verstärkungssteuerfunktionen auszuführen. Das Steuersignalinterface **300** liefert Steuersignale für die entfernte Station **20**. Der Empfänger **100** sieht die Funkfrequenz-(RF)-Herabwandlung und eine erste Stufe der Zwischenfrequenz (ZF)-Wandlung vor. Eine digitale ZF-anwendungsspezifische Schaltung (ASIC = application specific integrated circuit) **400** sieht eine zweite Stufe der ZF-zu-Basisband-Herabwandlung, Tastung (sampling) und A/D-Umwandlung vor. Ein mobiler Demodulator ASIC **500** sucht und korreliert digitale Basisbanddaten von dem digitalen ZF-ASIC **400** um Pseudoentfernungen (pseudo-ranges; Pseudobereiche) festzustellen, was unten im Einzelnen erläutert wird.

[0039] Die Pseudo-Entfernungen zusammen mit irgendwelcher Sprache oder Daten werden durch den mobilen Demodulator **500** zum digitalen ZF-Modulator **400** geleitet. Der digitale ZF-Modulator **400** sieht eine erste Stufe der ZF-Heraufkonvertierung der Daten vor, die vom mobilen Demodulator **500** empfangen wurden. Eine zweite Stufe der ZF-Heraufkonvertierung und der HF-Heraufkonvertierung dieser Signale wird durch die Senderschaltung **200** vorgesehen. Diese Signale werden sodann zur Basisstation **10** übertragen und entsprechend dem unten diskutierten erfindungsgemäßen Verfahren verarbeitet. Es sei bemerkt, dass die zwischen der entfernten Station **20** und dem BSC **14** zu übertragende Ortsinformation, wie beispielsweise Pseudo-Entfernungen, empfangen durch die entfernte Station **20**, vorzugsweise durch die entfernte Station **20** zur Basisstation **10** kommuniziert oder übertragen werden, und zwar über eine bündelartige Datennachricht (Datennachricht des Burst-Typs), wie beispielsweise SMS (= short message service = Kurznachrichtendienst), definiert durch den Industriestandard TIA/EIA/IS-167, veröffentlicht durch die Telephone Industry Association. Derartige Nachrichten werden durch die Basisstation **10** zu dem BSC **14** übertragen. Alternativ könnte die neu definierte Nachricht des Burst-Typs durch die entfernte Station **20** zur Basisstation **10** übertragen werden.

[0040] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm einer veranschaulichenden Implementierung eines Teils des Empfängers, des Steuersignalinterface-Digital-ZF und Mobildemodulator-Schaltungen der entfernten Station **20** der vorliegenden Erfindung. Der Senderteil der entfernten Station **20** ist im Wesentlichen identisch zum Senderteil einer konventionellen entfernten Station und wird daher nicht im Einzelnen aus Gründen der Kürze diskutiert. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Empfänger **100** mit ersten bzw. zweiten Pfaden **103**, **105** implementiert, die mit der Antenne **92** über Duplexer **94** über einen ersten Schalter **106** verbunden sind. Der Fachmann erkennt, dass mehr Integration zwischen der Zweizeige-Kommunikationsvorrichtung und dem GPS-Empfänger vorgesehen sein könnte. Alternativ könnten zwei gesonderte Empfänger mit einem entsprechenden Interface das Ziel der vorliegenden Erfindung erreichen.

[0041] Der erste Pfad **103** wandelt die empfangenen CDMA-Signale herab und liefert konventionelle CDMA-HF-umgewandelte oder herabkonvertierte Ausgangssignale. Der erste Pfad **103** weist ein geringes Rauschen besitzenden Verstärker **108**, einen Bandpassfilter **112**, einen ersten Mischer **118** und einen zweiten Bandpassfilter **126** auf. Der zweite Pfad **105** konvertiert die GPS-Signale von dem GPS-Satelliten **60**, **70**, **80** oder **90** der [Fig. 1](#) herab. Der zweite Pfad **105** weist einen zweiten niedrigen Rauschen aufweisenden Verstärker **110** auf, der ein drittes Bandpassfilter **114** speist. Die Ausgangsgröße des Bandpassfilters **114** wird in einen zweiten Mischer **120** eingegeben. Die Ausgangsgröße des zweiten Mixers wird in einen vierten Bandpassfilter **128** eingespeist. Die ersten und zweiten Mischer werden durch erste und zweite örtliche Oszillatoren **122** bzw. **124** gespeist. Die ersten und zweiten örtlichen Oszillatoren **122**, **124** arbeiten auf unterschiedlichen Frequenzen unter der Steuerung einer dualen Phasenregelschleife (PLL) **116**. Die Dual-PLL stellt sicher, dass jeder örtliche Oszillator **122**, **124** eine Bezugsfrequenz beibehält, die effektiv ist, um entweder ein empfangenes CDMA-Signal im Falle des ersten Mixers **118** oder ein empfangenes GPS-Signal im Falle des zweiten Mixers **120** herab zu konvertieren. Die Ausgangsgrößen der zweiten und vierten Bandpassfilter **126**, **128** sind mit einem ersten ZF-Abschnitt **130** konventioneller Konstruktion gekoppelt.

[0042] Die Ausgangsgröße des ZF-Demodulators **130** wird in einen zweiten Schalter **402** in dem digitalen ZF ASIC **400** eingespeist. Die ersten und zweiten Schalter **106** und **402** arbeiten unter der Steuerung des Steuerungssignalinterfaces **300**, um ein empfangenes Signal abzuleiten, und zwar für Sprache oder Datenausgabeverarbeitung in einer konventionellen CDMA-Art oder GPS-Verarbeitung durch einen dritten Mischer **404**, ein fünftes Bandpassfilter **406**, eine automatische Verstärkungssteuerschaltung **408** und einen Analog-zu-Digital-Wandler **410**. Die zweite Eingangsgröße zum dritten Mischer **404** ist eine Ausgangsgröße eines lokalen Oszillators. Der Mischer **404** wandelt das angelegte Signal um auf das Basisband. Das gefilterte verstärkungsgesteuerte Signal wird in einen Analog-zu-Digital-Wandler („A/D“) **410** eingespeist. Die Ausgangsgröße von A/D **410** weist einen ersten Digital-Strom von In-Phase-(I)-Komponenten und einen zweiten Digital-Strom von Quadratur-Komponenten (Q) auf. Diese digitalisierten Signale werden in einen Digitalsignalprozessor **520** eingespeist, der das GPS-Signal verarbeitet und Pseudo-Abstands-Information (pseudo-range; Pseudo-Bereichs) liefert, die für die Positionsbestimmung erforderlich ist.

[0043] In einem alternativen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung werden die Ausgangsgrößen von zwei Bandpassfiltern **126**, **128** in eine Basisband und anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) eingespeist, die HF-Frequenz-Signale, ausgegeben von dem Basisbandfiltern **126**, **128** in das Basisband umwandeln und einen Strom von Digitalwerten ausgeben, die die Quadratur- und In-Phase-Basisbandsignale repräsentieren. Diese Signale werden dann an einen Searcher oder Sucher angelegt. Der Searcher ist im Wesentlichen identisch zu konventionellen Searchern, wie sie in CDMA-Demodulatoren verwendet werden. Der bevorzugter Weise verwendete Searcher ist jedoch programmierbar, um zu gestatten, dass der Searcher entweder nach einem PN-Code, assoziiert mit CDMA-Signalen, übertragen von der Basisstation oder dem PN-Code, assoziiert mit GPS-Satelliten sucht. Der Searcher unterscheidet oder diskriminiert zwischen CDMA-Kanälen, wenn CDMA-Signale von der Basisstation empfangen werden und bestimmt den GPS-Satelliten, von dem empfangene GPS-Signale übertragen oder gesendet werden, wenn der GPS-Modus oder die GPS-Betriebsart vorliegt. Zusätzlich gilt Folgendes: Sobald GPS-Signale erfasst werden, zeigt der Searcher den Zeitversatz an, der mit dem PN-Code assoziiert ist, und zwar im Wesentlichen in einer konventionellen Art und Weise, um den Pseudo-Bereich zu bestimmen, der mit Satelliten assoziiert ist, von denen die Signale empfangen werden, wie dies dem Fachmann klar ist.

[0044] Der Fachmann erkennt, dass ein Doppel-Umwandlungsprozess, wie er beispielsweise in [Fig. 5](#) gezeigt ist oder alternativ eine Einfach-Umwandlung und ZF-Sampling oder Tasttechnik verwendet werden könnten, um die erforderlichen I- und Q-Tastungen bzw. Samples zu erzeugen. Ferner kann der Aufbau des in [Fig. 5](#) gezeigten Ausführungsbeispiels in vielen Arten geändert werden, die den Betrieb der vorliegenden Erfindung nicht beeinflussen. Beispielsweise könnte ein konventioneller programmierbarer Prozessor anstelle des in [Fig. 5](#) gezeigten DSP verwendet werden. Der Speicher **510** kann dann nicht erforderlich sein, wenn die Rate, mit der die Daten durch das System fließen derart ist, dass keine Puffer erforderlich sind. Der Bandpassfilter **406** und die automatische Verstärkungssteuerschaltung **408** können unter bestimmten Bedingungen weggelassen werden, unter Verwendung von Digitaltechniken oder Analogtechniken implementiert werden oder in anderer Weise geändert werden. Viele andere solche Variationen der Struktur, die in [Fig. 5](#) gezeigt ist, können ohne die Erfindung zu verändern, vorgenommen werden. Es sei ferner bemerkt, dass ein alternatives Ausführungsbeispiel eine größere oder kleinere Teilung von Hardware- und Software-Ressourcen zwischen dem GPS- und drahtlosen Empfänger vorsehen kann.

[0045] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm der Komponenten eines Kommunikationssystems gemäß der Erfindung auf einem hohen Niveau. Im Betrieb gemäß des erfindungsgemäßen Verfahrens gilt Folgendes: Die WPF **18** sammelt unter Verwendung ihres eigenen (nicht gezeigten) GPS-Empfängers Information relativ zu ihrer eigenen Position und macht eine Voraussage hinsichtlich des Wertes der Daten, relativ zur Basisstation **10**. Diese Information umfasst, ist aber nicht darauf begrenzt, alle Satelliten, die derzeit durch den GPS-Transceiver **74** ([Fig. 3](#)) gesehen werden, nämlich deren Elevations- oder Höhenwinkel, die Doppler-Verschiebung und die Pseudo-Abstände zu einer bestimmten oder spezifischen Zeit. Es sei bemerkt, dass der GPS-Empfänger an der WPF **18** eine Up-to-Date-Information (Aktualisierungsinformation) besitzt hinsichtlich der Ankunft der Frequenz und des PN-Versatzes jedes Satelliten im Sichtbereich, da er stets sämtliche Satelliten, die sich in Sicht befinden, verfolgt oder aufspürt. Alternativ könnte die WPF **18** Satelliteninformation entsprechend einem Sub-Satz von nur denjenigen Satelliten, die durch eine entfernte Station **20** gesehen, voraussagen, und zwar unter Annahme, dass die WPF gespeicherte Information bezüglich der Straßenbreite und der Höhe der umgebenden Gebäude besitzt. D.h.: Wenn die WPF **18** die Fähigkeit hat, zu bestimmen, dass die entfernte Station eine behinderte Sicht von einem oder mehreren Satelliten besitzt, dann wird die WPF **18** nicht die Satelliteninformation voraussagen, die sich auf die Satelliten bezieht, die verdeckt sind.

[0046] Es sei bemerkt, dass ein konventioneller GPS-Empfänger die Zeit aufzeichnet, zu der Satelliten-Sig-

nale empfangen werden, und zwar bezüglich des internen GPS-Takts des Empfängers. Der interne GPS-Takt (internal GPS clock) des Empfängers ist nicht genau mit der „wahren“ GPS-Zeit synchronisiert. Daher kann der Empfänger nicht den exakten Punkt in „wahrer“ GPS-Zeit kennen, bei der die Satelliten-Signale empfangen werden. Diese Situation wird ferner beschrieben und abgeschwächt gemäß US Patent-Anmeldung Nr. 09/040 501 mit dem Titel „System and Method for Determining the Position of a Wireless CDMA-Transceiver“, eingereicht am 17. März 1998 und übertragen auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung. In der vorliegenden Erfindung, wie unten diskutiert, wird die Zeitdifferenz der Ankunft (TDOA) zwischen GPS-Signalen verwendet, und zwar empfangen an der entfernten Station, gemessen relativ zu einer bestimmten oder spezifizierten Referenzzeit. Dies nimmt an, dass alle Basisstationen im Netzwerk mit dem GPS-Netzwerk synchronisiert sind.

[0047] Das hier beschriebene Netzwerk gestattet die Bestimmung der Position einer entfernten Station zu jeder Zeit unter Verwendung der WPF **18** gemäß [Fig. 2](#) solange die entfernte Station **20** sich innerhalb der HF-Abdeckfläche des Kommunikationsnetzwerks befindet und solange eine ausreichende Servicequalität im Netzwerk vorhanden ist. Alternativ kann die entfernte Station auch ihre eigene Position bestimmen. Der Prozess zur Bestimmung der Position der entfernten Station kann durch die entfernte Station **20**, das Netzwerk oder externe Mittel eingeleitet werden, wie beispielsweise eine interne Ortsanwendung (internal local application = ILA) **17**, eine externe Ortsanwendung (ELA = external local application) **15** oder eine notfalls Serviceanwendung (ESA = emergency service application) **13**, was alles in [Fig. 6](#) veranschaulicht ist. Jede dieser Komponenten **13**, **15**, **17** kann entweder als Hardware oder Software vorliegen, wobei die Hardware bzw. die Software in der Lage ist, Ortsinformation anzufordern und/oder zu empfangen. In einem Ausführungsbeispiel ist die ILA **17** ein Anschluss, gekoppelt mit der BSC **14**, der gestattet, dass ein Benutzer direkt Ortsinformation bezüglich einer entfernten Station **20** anfordert und empfängt. Alternativ ist die ILA **17** eine Softwareanwendung (software application), die durch einen Prozessor innerhalb des MSC **12** ausgeführt wird.

[0048] Die WPF **18** ist vorzugsweise ein konventioneller, programmierbarer Prozessor, der in der Lage ist, rohe Daten zu akzeptieren, wie beispielsweise die Ankunftszeit eines Referenzpilotsignals, von GPS-Signalen und anderen Signalen und der sodann eine Referenzzeit berechnet, und zwar basierend auf dem Pilotsignal und der TDOA für die GPS-Signale und andere Signale, basierend auf der Referenzzeit. Die WPF **18** würde dann diese Messungen verwenden, um die Lage (location) der entfernten Station zu bestimmen. Es kann jedoch irgendeine Vorrichtung, die in der Lage ist, die Erfordernisse der WPF **18** zu erfüllen, verwendet werden. Beispielsweise kann die WPF **18** als ein ASIC implementiert werden, als eine diskrete Logikschaltung, als eine „Statemaschine“ oder als eine Softwareanwendung innerhalb einer anderen Netzwerkvorrichtung (wie beispielsweise der BSC **14**). Ferner ist klar, dass die WPF **18** angeordnet sein kann innerhalb der Basisstation **10**, das BSC **14**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt oder anderswo im Netzwerk.

[0049] Was das Konzept anlangt, so kann gesagt werden, dass die WPF **18** eine Softwareanwendung ist, die ausgeführt werden kann durch einen zugewiesenen Prozessor, der in Verbindung mit dem BSC **14** steht. Eine konventionelle Basisstation, das BSC oder das MSC braucht nicht in signifikanter Weise modifiziert werden, um die vorliegende Erfindung zu implementieren.

[0050] Trotz der speziellen, vorstehenden Beschreibungen wird der Fachmann aufgrund dieser Offenbarung erkennen, dass die diskutierte Vorrichtung auch in einem Synchron-Telekommunikationssystem unterschiedlicher Konstruktionen implementiert werden kann, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

BETRIEBSVERFAHREN

[0051] Verschiedene Vorrichtungsaspekte der Erfindung wurden oben erläutert. Um das weitere Verständnis der Erfindung zu erleichtern, werden in diesem Abschnitt das Verfahren und der Gegenstand zur Herstellung von Implementationen erläutert.

[0052] Konventionelle, drahtlose Kommunikationsnetzwerke unter Verwendung von GPS-Empfängern verwenden Ankunftszeit-(time of arrival = TOA)-Messungen von vier Satelliten zur Lösung der vier unbekanntes (x, y, z, t), wobei t die Zeitvorspannung (time bias) in einem Nutzeranschluss-Takt (user terminal clock) ist. Im Gegensatz dazu gilt Folgendes: Die meisten terrestrischen Netzwerke verwenden die Zeitdifferenz der Ankunft (time difference of arrival = TDOA) zur Lösung der unbekanntes x, y, z . Das Verfahren der vorliegenden Erfindung wendet die TDOA-Methodologie auf Signale, die von der einen Art oder der anderen sind oder die zu beiden Arten gehören, und zwar von Kommunikationsnetzwerken und einem GPS-Netzwerk für Ortsbestimmungszwecke.

[0053] Beispielsweise kann, wobei man die Tatsache ausnutzt, dass CDMA ein synchrones System ist, die

Ankunftszeit an einer entfernten Station eines Referenzpilotsignals als eine Zeitreferenz verwenden, um eine TDOA von GPS-Signalen oder anderen Pilotsignalen, relativ zur Referenz zu messen. Unter Verwendung dieser TDOA-Lösungsmöglichkeit, anstelle der Fokussierung auf die TOA für die Signale, wird die Anzahl von Messungen reduziert, die erforderlich ist, um die Position der entfernten Station zu berechnen. Wie oben erwähnt, macht diese Lösungsmöglichkeit es erforderlich, dass alle Basisstationen in dem Kommunikationsnetzwerk mit dem GPS-Netzwerk synchronisiert sind. Das heißt Folgendes: Die Null-Phasen-Pilot-PN-Sequenz, gesendet von der Basisstationsantenne fällt mit der GPS-Systemzeit zusammen. In einem Ausführungsbeispiel wird jedweder Zeitversatz (time Offset) zwischen zwei Netzwerken überwacht und Einstellungen werden vorgenommen durch WPF 18 gemäß Fig. 2. Der Fachmann erkennt, dass im Gegensatz zur Verwendung „round-trip-Verzögerung“ (RTD)-Messungen in TOA-Verfahren, der Mehrfachpfad von Signalen eine negative Rolle bei der vorliegenden Erfindung spielt bei der genauen Lokalisierung der entfernten Station (MS). Der Fachmann kennt jedoch Verfahren zur Dämpfung der Mehrfachpfadsignale.

[0054] In dieser Erfindung werden Basisstationen als Pseudo-Satelliten behandelt. Die WPF 18 speichert Basisstationsalmanach-Information oder hat Zugriff zu solcher Information. Ein Basisstationsalmanach enthält eine dreidimensionale Position für den Strahlungspunkt eines Sektors und kann Sendezeitsteuerinformation enthalten, wie beispielsweise P-N-Versatz (oder Verschiebungen) und Taktkorrektur relativ zu der GPS-Netzwerkzeit (GPS-Zeit). Dies gestattet, dass das Kommunikationsnetzwerk für die Ortungs- oder Lokalisierungszwecke alle Signale in Betracht ziehen kann, die durch die entfernte Station empfangen werden, da es eine gemeinsame Zeitreferenz, GPS-Zeit, in diesem Fall, verwendet. Beispielsweise kann in einem Ausführungsbeispiel das Verfahren sowohl Vorwärts- als auch Rückwärts-Verbindungs-TDOA-Messungen, wenn verfügbar verwenden.

Basis für das Verfahren

[0055] In dieser Diskussion sei angenommen, dass die Basisstation i seinen Pilot (Pilotsignal) an einer Basisstationsantenne mit einem Zeitversatz von Δ_i gegenüber der Wahren GPS-Zeit imitiert hat. Ferner seien die folgenden Bezeichnungen verwendet:

- ρ_{sk} = TOA des k^{ten} Satelliten-Signals bezüglich der MS-Systemzeit
- d_i = Einweg-Verzögerung zwischen MS und Basisstation i gemessen
- ϕ_{ij} = Pilot-Phasendifferenzen zwischen Basisstationen i und j
- T_{sk} = Verzögerung entsprechend einem Abstand zwischen dem k^{ten} Satelliten und der MS
- T_{bj} = Verzögerung entsprechend dem Abstand zwischen der j^{ten} Basisstation und der MS;
- (x_{bi}, y_{bi}, z_{bi}) = Ort der i^{ten} Basisstation
- (x_{sk}, y_{sk}, z_{sk}) = Ort des k^{ten} Satelliten; und
- (x, y, z) = Ort der MS,

wobei die entsprechenden zeitlichen Beziehungen in Tabelle 1 wie folgt diagrammartig dargestellt sind:

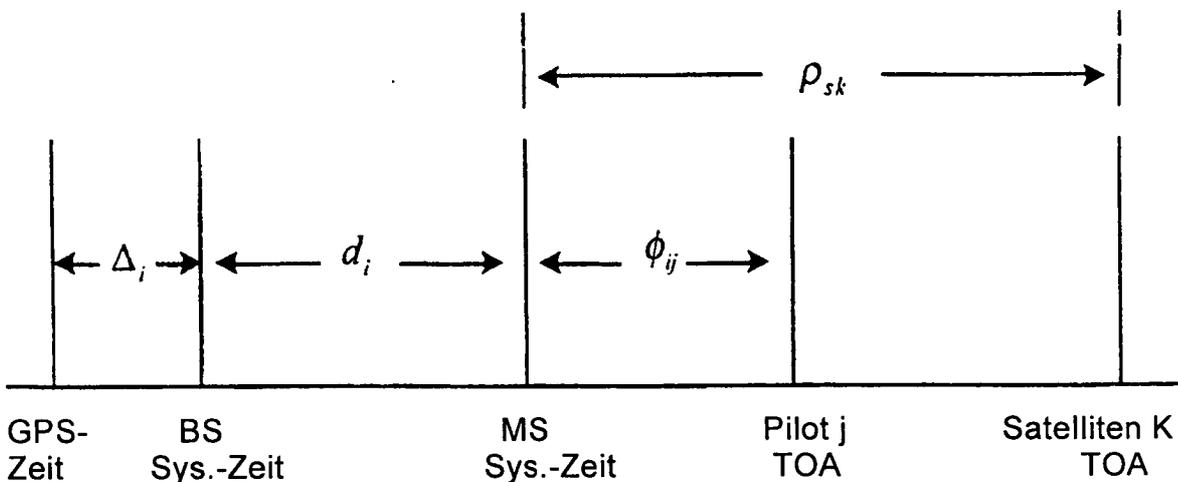


Tabelle 1. Messungen Zeitlinie

[0056] Der Abstand zwischen dem k^{ten} Satelliten und MS ist proportional zu

$$\tau_{sk} = \rho_{sk} + d_i + \Delta_i \quad (1)$$

dabei ist ρ_{sk} ein TDOA zwischen zwei Signalen, empfangen an der MS oder ein Signal von dem k^{ten} Satelliten und ein Signal von i^{ten} Basisstation. Diese TDOA kann ausgedrückt werden in MS-Koordinaten, wie folgt:

$$\rho_{sk} = \sqrt{(x_{sk} - x)^2 + (y_{sk} - y)^2 + (z_{sk} - z)^2} - \sqrt{(x_{bi} - x)^2 + (y_{bi} - y)^2 + (z_{bi} - z)^2} - \Delta_i \quad (2)$$

[0057] In ähnlicher Weise ist der Abstand zwischen der i^{ten} Basisstation und der MS proportional zu

$$\tau_{bj} = \phi_{ij}(\Delta_j - \Delta_i) + d_i \quad (3)$$

[0058] Dabei ist ϕ_{ij} ein TDOA zwischen zwei Pilotsignalen, empfangen an der MS oder ein Signal von der j^{ten} Basisstation und ein Signal von der i^{ten} Basisstation. Auch gilt: ϕ_{ij} kann in Mobilkoordinaten wie folgt ausgedrückt werden:

$$\phi_{ij} = \sqrt{(x_{bj} - x)^2 + (y_{bj} - y)^2 + (z_{bj} - z)^2} - \sqrt{(x_{bi} - x)^2 + (y_{bi} - y)^2 + (z_{bi} - z)^2} + (\Delta_j - \Delta_i) \quad (4)$$

[0059] Wenn alle Δ_j kalibriert sind, dann können die TDOA-Messungen in den Gleichungen (2) und (4) verwendet werden, um nach (x, y, z) von MS aufzulösen.

[0060] Da drei Unbekannte bestimmt werden müssen, sind minimal drei Sätze von Messungen erforderlich. Die folgenden Messungen können verwendet werden:

- 1) Drei Satellitenmessungen;
- 2) Zwei Satellitenmessungen und eine Pilotphasen-Differenz oder
- 3) eine Satellitenmessung und zwei Pilotphasen-Differenzen.

[0061] Beim Vergleich mit Verfahren gemäß dem Stand der Technik erkennt man ohne weiteres, dass das erfindungsgemäße Verfahren weniger Messungen benötigt, als die konventionellen Ortungsverfahren.

Suchfenster-Zentrum (Search Window Center)

[0062] Jeder Satellit hat sein eigenes „Search Window“-Zentrum oder Suchfenster-Zentrum. Dieses Fensterzentrum hängt davon ab, wie weit der Satellit von einer in Dienst stehenden Basisstation entfernt ist. Da ein MS und die Zeitsteuerung einer Basisstation durch eine Einweg-Verzögerung versetzt (offset) sind, und zwar in jedem Signal, übertragen oder gesendet von der einen zur anderen, ist eine Schätzung dieser Verzögerung erforderlich, um die MS zu informieren, wo das Zentrum ihres Search- oder Suchfensters ist, so dass in effizienterer Weise nach einem Satelliten gesucht werden kann. Wenn keine „Round-Trip-Verzögerungsinformation“, d.h. Hin- und Rücklaufverzögerungsinformation von dem Kommunikationsnetzwerk verfügbar ist, kann die WPF 18, gezeigt in [Fig. 2](#) eine oder mehrere Pilotstärkemessungen verwenden, um die Einweg-Verzögerung abzuschätzen. Information hinsichtlich des Abschätzens irgendeines Pfadverlustes zwischen einer Basisstation und einer MS ist in US-Patent 5 799 005 offenbart, wobei dieses Patent den Titel „System and Method for Determining Received Pilot Power and Path Loss in a CDMA-communication System“ besitzt, und wobei dieses Patent ferner auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen ist.

[0063] Sobald die WPF 18 den Pfadverlust bestimmt und die Morphologie der Funkfrequenz-(HF)-Umgebung assoziiert mit der im Dienst stehenden Basisstation, kann sie den Abstand oder die Einweg-Verzögerung (d) zwischen der Basisstation und der MS annähern. Das Auftragen des Fortpflanzungspfadverlustes, abhängig vom Abstand und schließlich abhängig von der Zeit ist, in der Technik bekannt und kann durch vorhandene Verfahren erreicht werden. Information hinsichtlich des Auftragens des Pfadverlustes, abhängig vom Abstand ist in dem US-Patent Nr. 5 710 758 offenbart. Dieses Patent trägt den Titel „Wireless Network Planning Tool“ und ist auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen. Unter Verwendung der MS-Systemzeit als Referenz, wird das Suchfensterzentrum gegeben durch

$$c_s = \rho_{hi} - d \quad (5)$$

Suchfenster-Größe

[0064] Die Suchfenster-Größe wird leicht unter Verwendung der [Fig. 7](#) erläutert. Für einen gegebenen Bereich für einen gegebenen Abstand zu einem Satelliten mit einem Höhen- oder Elevationswinkel (ϕ) von einer Basisstation BS und die Einweg-Verzögerung gilt Folgendes:

$$\rho_{m1}^2 = \rho_b^2 + d^2 - 2\rho_{m1}d\cos(\phi).$$

[0065] In ähnlicher Weise gilt:

$$\rho_{m2}^2 = \rho_b^2 + d^2 + 2\rho_{m2}d\cos(\phi)$$

[0066] Unter Verwendung von

$$\rho_{m1} + \rho_{m2} = 2\rho_b$$

[0067] Gilt sodann

$$\rho_{m2} - \rho_{m1} = 2d\cos(\phi)$$

[0068] Wenn d nicht direkt einer „Sichtliniendistanz“ oder einem Sichtlinienabstand entspricht, schätzt die obige Gleichung in konservativer Weise die Fenstergröße. In einem Ausführungsbeispiel wird das Signalsuchmuster durchgeführt unter Verwendung einer konstanten Doppler-Bin und in der Bereichs- oder Entfernungsrichtung von einer frühen Signalankunft zu einer späten Signalankunft, um Verwirrung und Ungenauigkeiten infolge von Signal-mehrfachpfad-Charakteristika zu vermeiden. Mit d als einer Schätzung der Einwegverzögerung wird die WPF **18** die Suchfenstergröße mit

$$w_s = 2\alpha d \cos\phi \quad (6)$$

bestimmen, wobei α ein bestimmter oder designierter Faktor größer als 1 ist, und das Vertrauen in der Schätzung d reflektiert.

Herstellungsgegenstand

[0069] Ein Verfahren, wie es oben beschrieben wurde, kann beispielsweise dadurch implementiert werden, dass man die WPF **18** betreibt, zur Ausführung einer Sequenz von maschinenlesbaren Instruktionen oder Befehlen. Diese Befehle können in unterschiedlichen Arten von Signal tragenden Medien untergebracht sein. Insofern betrifft ein Aspekt der vorliegenden Erfindung einen Herstellungsgegenstand der ein Signal tragendes Medium aufweist und in fassbarer Weise ein Programm von maschinenlesbaren Instruktionen oder Befehlen verkörpert, und zwar ausführbar durch einen digitalen Signalprozessor zur Durchführung eines Verfahrens zur Ortung eines Transceivers, verwendet in einem Synchron-Kommunikationsnetzwerk unter Verwendung drahtloser Verbindungen.

[0070] Dieses Signal tragende Medium kann beispielsweise (nicht gezeigtes) RAM aufweisen, und zwar enthalten innerhalb eines Kommunikationsnetzwerkes. Alternativ können die Instruktionen in einem anderen Signal tragenden Medium enthalten sein, wie beispielsweise einer magnetischen Datenspeicherdiskette **800**, wie sie in [Fig. 8](#) dargestellt ist, und zwar direkt oder indirekt zugreifbar für die in [Fig. 2](#) gezeigte WPF **18**. Unabhängig davon, ob die Befehle in dem Kommunikationsnetzwerk oder anderswo enthalten sind, können die Befehle auf einer Verschiedenheit von maschinenlesbaren Datenspeichermedien gespeichert werden, wie beispielsweise eine Direktzugriffs-Speichervorrichtung, einem Magnetband, einem elektronischen ROM, einer optischen Speichervorrichtung oder anderen geeigneten Signal tragenden Speichermedien. In einem veranschaulichenden Ausführungsbeispiel der Erfindung können die maschinenlesbaren Befehle Zeilen von kompilierten C oder C++ oder anderer geeigneter Codiersprache aufweisen, wie diese üblicherweise auf dem Gebiet der Programmierung verwendet werden.

ANDERE AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0071] Es wurden derzeit als bevorzugt angesehene Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben, wobei es aber dem Fachmann klar ist, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne den durch die Ansprüche definierten Erfindungsbereich zu verlassen.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Bestimmen eines Standortes bzw. einer Position einer entfernten Station (**20**) in einem Synchronkommunikationsnetzwerk (**30**), wobei das Verfahren Folgendes aufweist:
Empfangen eines Netzwerkzeitsignals bei einer entfernten Station (**20**), wobei der Empfang des Netzwerkzeitsignals eine Referenzzeit ermittelt;
Empfangen einer Vielzahl von Signalen an der entfernten Station (**20**), wobei die Vielzahl von Signalen mindestens ein erstes Signal gesendet von einem Globalpositionsnetzwerk bzw. GPS aufweist, wobei das mindestens eine erste Signal synchronisiert ist mit dem Netzwerkzeitsignal;
Bestimmen einer Zeitdifferenz für das Ankommen für jedes der Vielzahl von Signalen; und
Bestimmen einer Position der entfernten Station (**20**) unter Verwendung der Zeitdifferenz der Ankünfte.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Netzwerkzeitsignal ein Referenzpilotsignal ist.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei das Referenzpilotsignal eine Null-Phasen-Pilot-PN-Sequenz enthält, die von einer Basisstation (**10**) in dem Kommunikationsnetzwerk gesendet wird.
4. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die entfernte Station (**20**) ebenfalls andere Signale gesendet von dem GPS-Netzwerk und andere Pilotsignale empfängt.
5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei das Bestimmen einer Position für die entfernte Station (**20**) unter Verwendung der Zeitdifferenz von Ankünften ausgeführt wird durch eine Drahtlos-Positionsfunktion bzw. WPF (WPF = wireless positioning function), wobei die WPF einen Zeitversatz zwischen einer Null-Phasen-Pilot-PN-Sequenz und GPS-Zeit überwacht, wobei die WPF Anpassungen ausführt, wenn dies nötig ist, um das Basisstationssignaltiming synchron mit der GPS-Zeit zu halten.
6. Ein System, das verwendet wird, um eine Position eines Drahtlos-Transceivers (**20**) in einem Synchronkommunikationsnetzwerk (**30**) zu bestimmen, wobei das System Folgendes aufweist:
mindestens einen Satelliten (**60, 70, 80, 90**);
einen Satellitensender angeordnet bei jedem der mindestens einen Satelliten zum Senden von Satellitensignalen;
eine Basisstation (**10**), die eine Digitalsignalverarbeitungseinheit (**62**) enthält, wobei die Basisstation (**10**) ein Referenzpilotsignal und andere Signale sendet; und
ein Transceiver (**20**) in Drahtloskommunikation mit dem mindestens einen Satelliten und der Basisstation, wobei der Transceiver (**74**) das Referenzpilotsignal, die anderen Signale und das mindestens eine Satellitensignal empfängt, wobei das Referenzpilotsignal verwendet wird, um eine Zeitdifferenz der Ankunft bzw. TDOA (TDOA = time difference of arrival) zu messen, und zwar für ein jedes der mindestens einen Satellitensignale und der anderen Signale, wenn vorhanden, und
wobei die Digitalsignalverarbeitungseinheit (**62**) die TDOAs verwendet, um die Position des Transceivers (**20**) zu bestimmen.
7. System gemäß Anspruch 6, wobei der mindestens eine Satellit (**60, 70, 80, 90**) ein Globalpositionsnetzwerksatellit ist.
8. System gemäß Anspruch 7, wobei die Basisstation (**10**) eine Codemultiplex-Vielfachzugriffsbasisstation bzw. CDMA-Basisstation ist.
9. Ein Herstellungsartikel, der ein Programm aus maschinenlesbaren Instruktionen enthält, und zwar ausführbar durch eine Digitalsignalverarbeitungsvorrichtung, um ein Verfahren auszuführen zum Lokalisieren einer entfernten Station (**20**) verwendet in einem Synchronkommunikationsnetzwerk (**30**), welches mindestens einen Satelliten (**60, 70, 80, 90**) einsetzt, wobei das Verfahren Folgendes aufweist:
Empfangen eines Netzwerkzeitsignals, bei einer entfernten Station (**20**), wobei der Empfang des Netzwerkzeitsignals eine Referenzzeit ermittelt;
Empfangen einer Vielzahl von Signalen bei einer entfernten Station (**20**), und zwar mindestens ein erstes Signal gesendet von einem Globalpositionsnetzwerk, GPS, aufweisend, wobei das Netzwerkzeitsignal synchronisiert ist mit dem mindestens einem ersten Signal;
Bestimmen einer Zeitdifferenz der Ankunft für die Vielzahl von Signalen; und
Bestimmen einer Position für die entfernte Station (**20**) unter Verwendung der Zeitdifferenz der Ankünfte.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

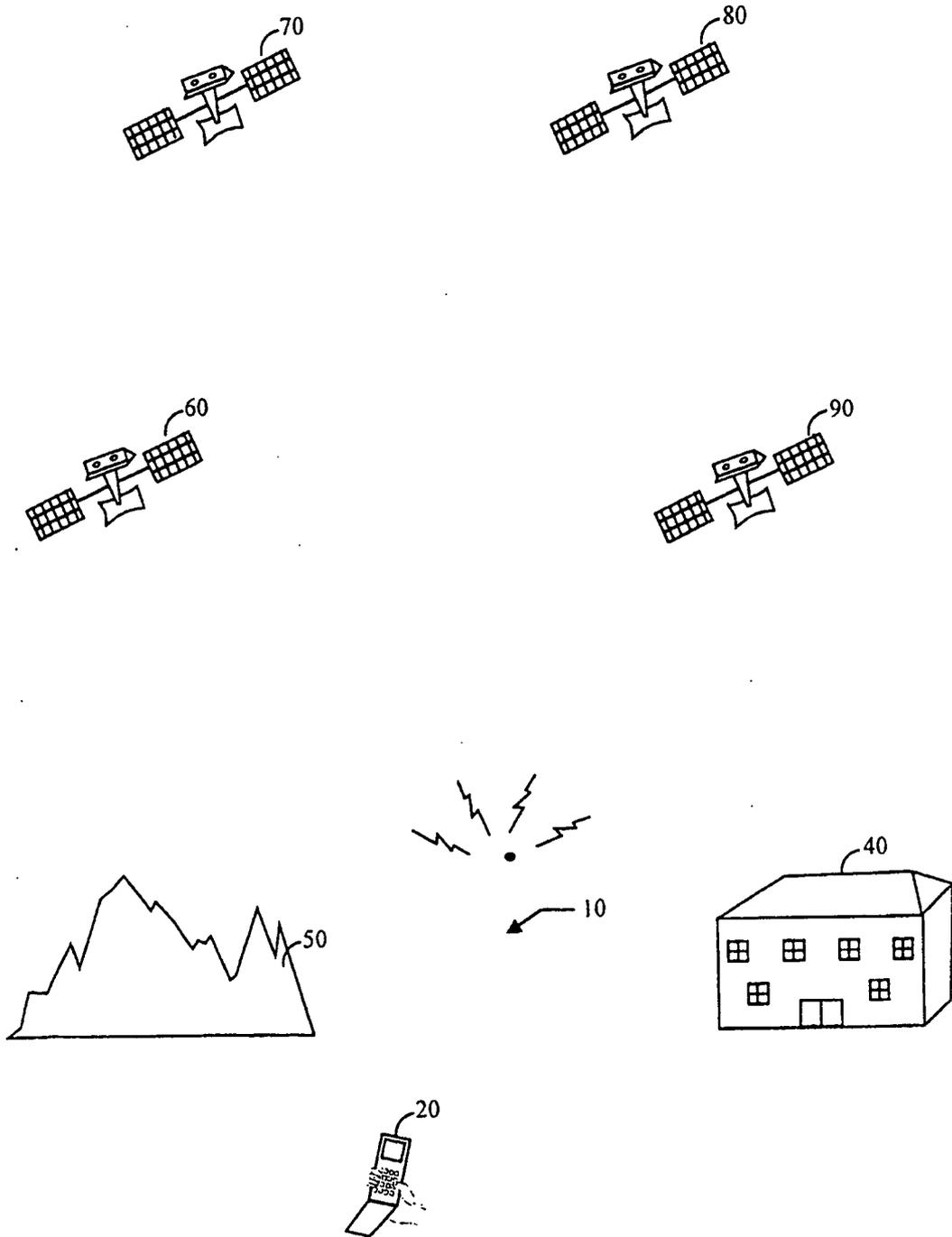


FIG. 1

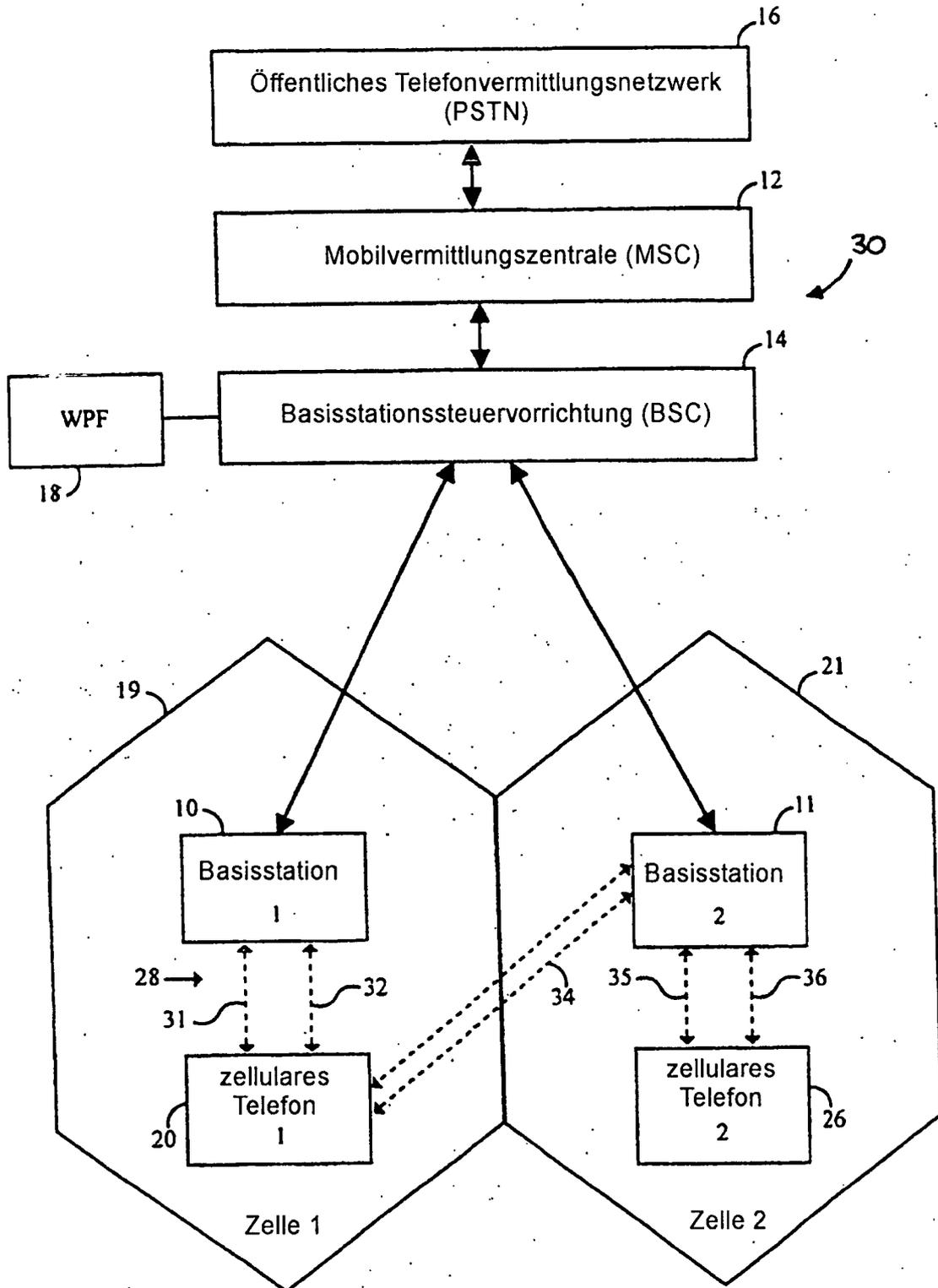


FIG. 2

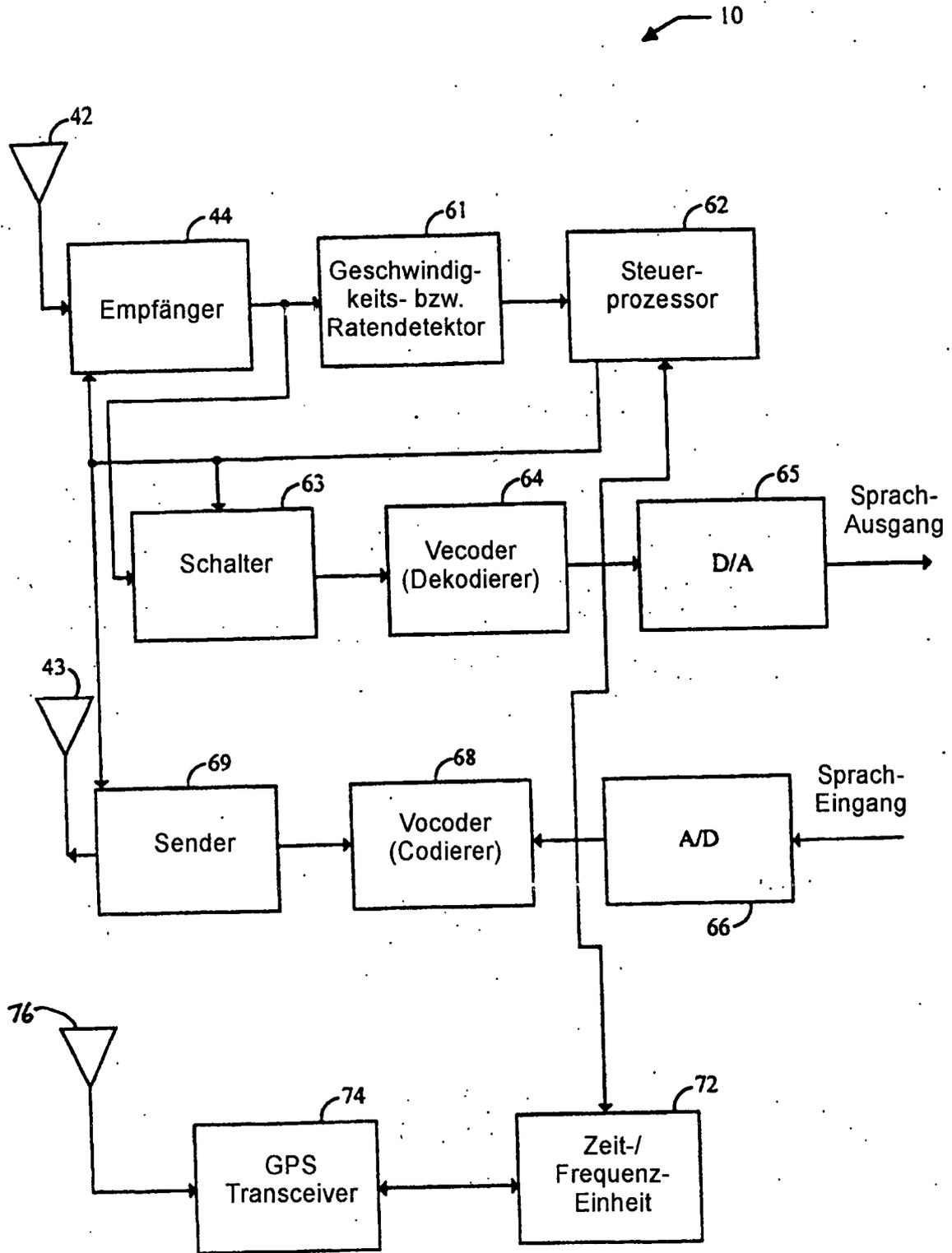


FIG. 3

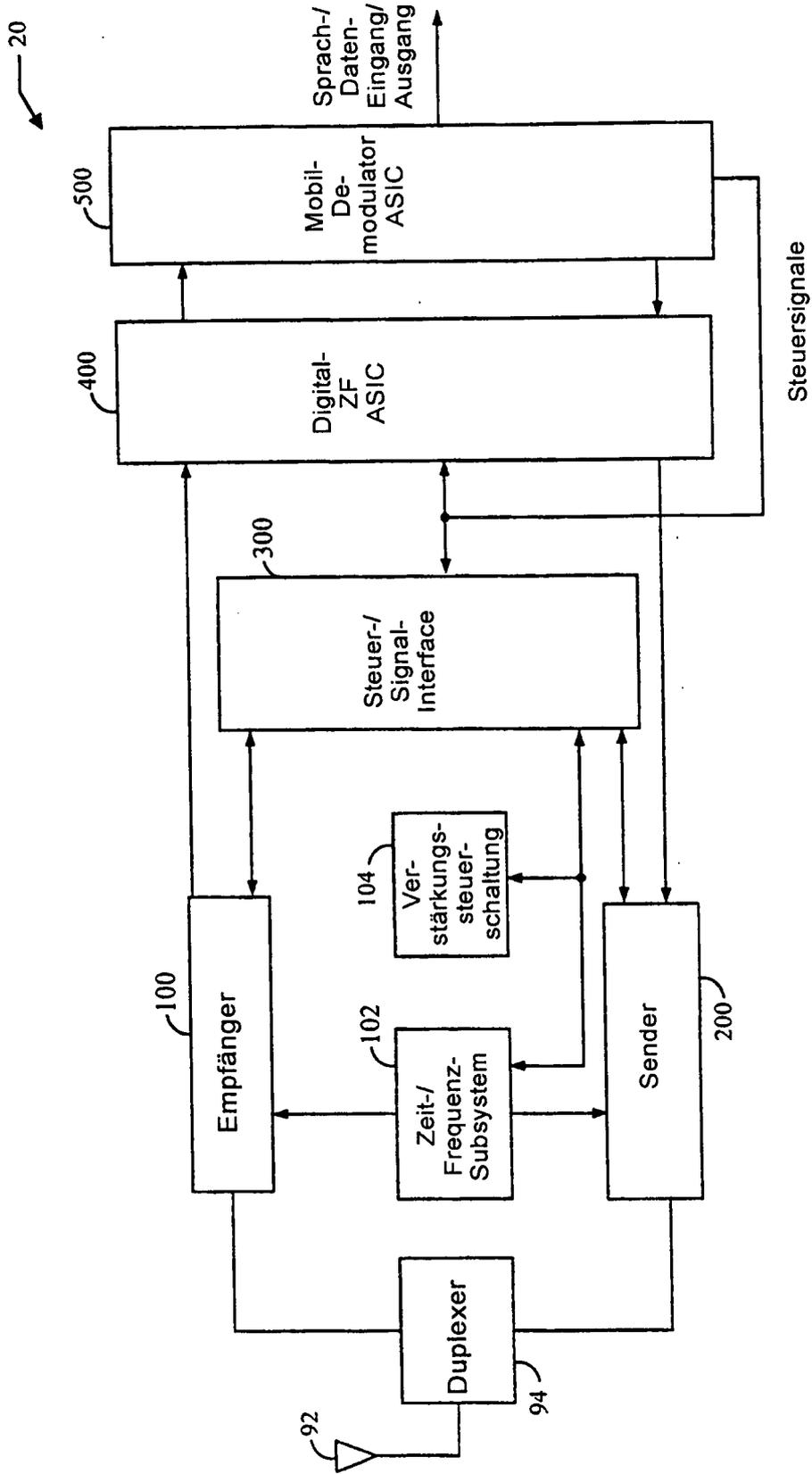


FIG. 4

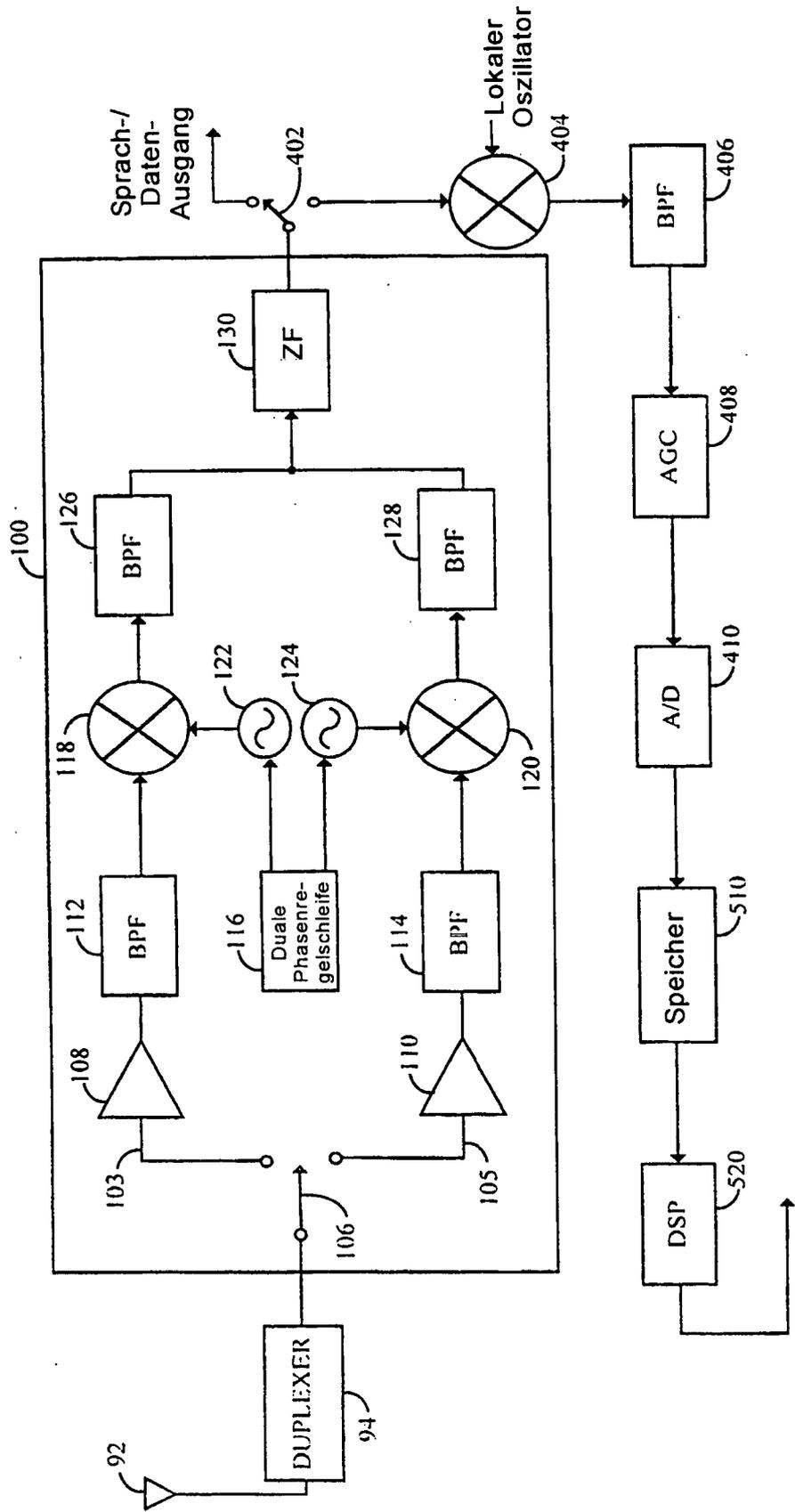


FIG. 5
Pseudo-Entfernungen (-Ranges)

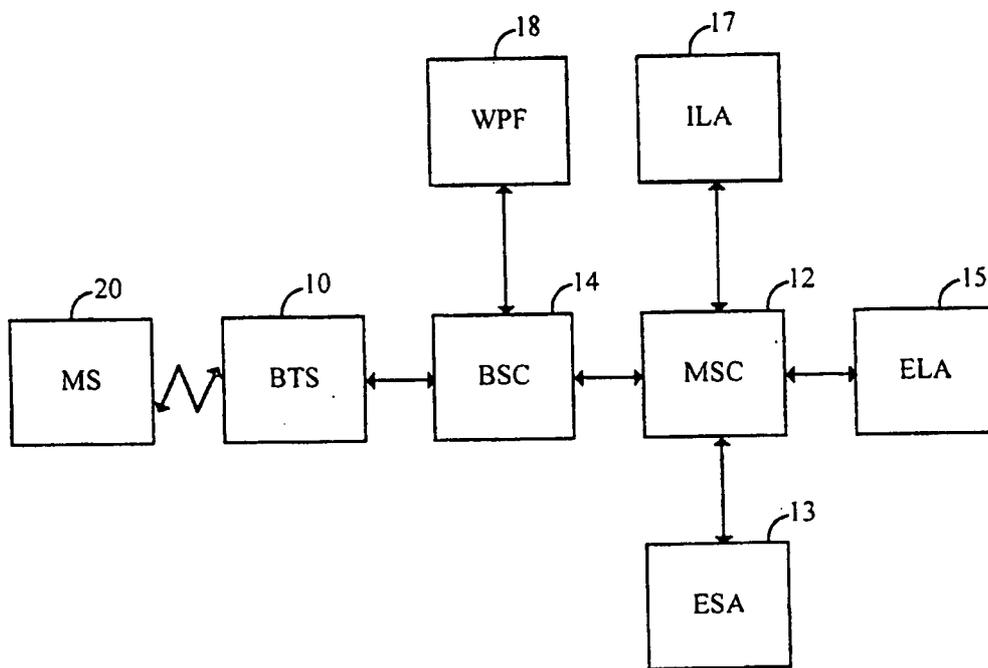


FIG. 6

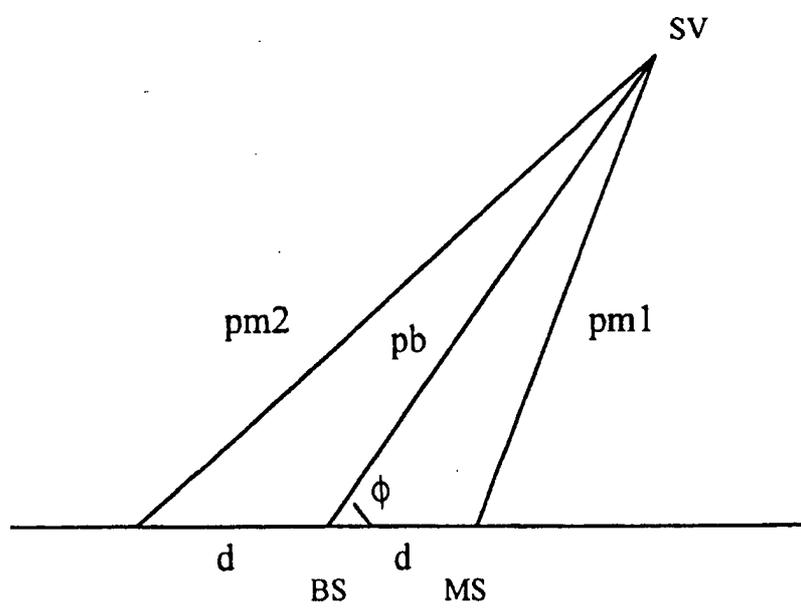


FIG. 7

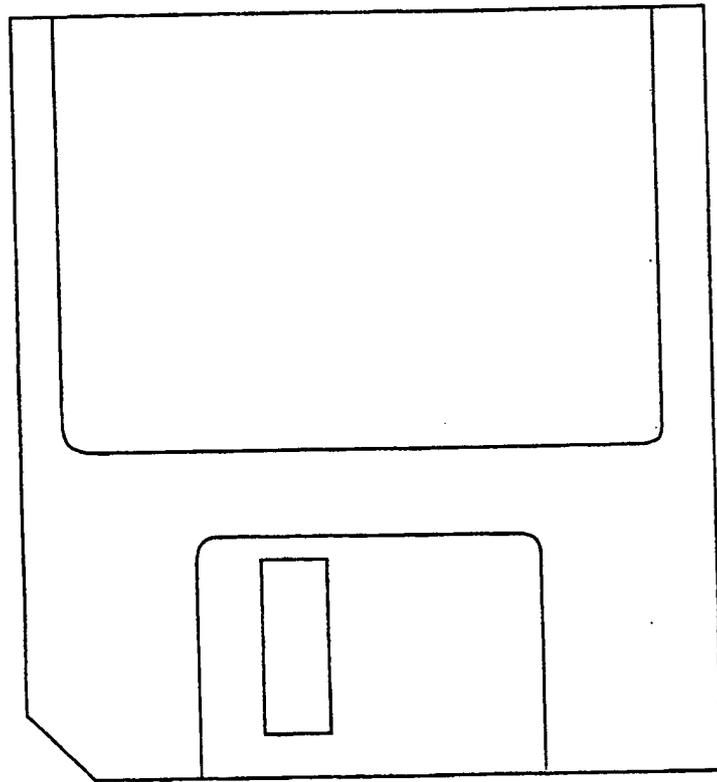


FIG. 8