



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 17 729 T2 2005.12.29**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 183 902 B1**

(51) Int Cl.7: **H04Q 11/04**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 17 729.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/14004**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 942 639.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/72626**

(86) PCT-Anmeldetag: **19.05.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **30.11.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.03.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **26.01.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.12.2005**

(30) Unionspriorität:
316518 21.05.1999 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:
Wi-Lan Inc., Calgary, Alberta, CA

(72) Erfinder:
**STANWOOD, L., Kenneth, Cardiff by the Sea, US;
MOLLENAUER, F., James, Newton, US; KLEIN,
Jay, Isreal, San Diego, US; GILBERT, L., Sheldon,
San Diego, US**

(74) Vertreter:
**Rummler, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81669
München**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BANDBREITENZUWEISUNG**

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

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft drahtlose Kommunikationssysteme und insbesondere ein Verfahren und ein Gerät zum effizienten Zuweisen von Bandbreite zwischen Basisstationen und Kundenstandortausstattung in einem drahtlosen Breitbandkommunikationssystem. Diese Beschreibung offenbart zum Teil ein Verfahren und ein Gerät zum Zuweisen von Bandbreite in einem drahtlosen Kommunikationssystem.

2. Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Das US-Patent 5 130 983 beschreibt ein Computersystem, das einen Controller hat, der eine Reihe von Abfragerahmen an Terminals sendet. Die Antworten auf eine Abfrage werden von dem Netz logisch ODER-verknüpft, um an den Controller einen kombinierten Antwortrahmen zu liefern. Ein Abfragezyklus (bestehend aus einem Abfragerahmen und einem zugehörigen Antwortrahmen) bestimmt eine Ziffer einer ausgewählten Adresse. Die Anordnung soll von der Netztopologie unabhängig sein und ein effizientes Verzweigungsabfragen erlauben, während Probleme mit Kollisionen vermieden werden.

[0003] Das US-Patent 5 751 708 beschreibt ein Kommunikationssystem für Endbenutzergeräte, um für Zugang zu einer gemeinsamen Kommunikationsressource eines Breitband- und- /Schmalbandnetzes, wie zum Beispiel ein ATM-Netz, zu konkurrieren. Das Endbenutzergerät kann von einem Netzplaner die Erlaubnis erhalten, ein Informationspaket zu übertragen, darunter ein Huckepack-Datensymbol.

[0004] Wie im US-Patent Nr. 6 016 311 mit dem Titel „An Adaptive Time Division Duplexing Method and Apparatus for Dynamic Bandwidth Allocation Within a Wireless Communication System“ der Erfinder Gilbert, Hadar und Klein beschrieben, erleichtert ein drahtloses Kommunikationssystem die Zweiwegekommunikation zwischen einer Vielzahl von Abonnementfunkstationen oder Abonenteneinheiten (stationär und mobil) und einer stationären Netzinfrastruktur. Beispielhafte Kommunikationssysteme umfassen Mobiltelefonsysteme, persönliche Kommunikationssysteme (PCS) und schnurlose Telefone. Die Hauptaufgabe dieser drahtlosen Kommunikationssysteme besteht darin, Kommunikationskanäle auf Anfrage zwischen der Vielzahl von Abonenteneinheiten und ihren jeweiligen Basisstationen zu liefern, um einen Abonenteneinheitbenutzer mit der stationären Netzinfrastruktur (gewöhnlich ein Drahtleitungssystem) zu verbinden. In den drahtlosen Systemen mit mehrfachen Zugriffsschemata wird ein

Zeit-„Rahmen“ als die grundlegende Informationsübertragungsinformation verwendet. Jeder Rahmen ist in eine Vielzahl von Zeitschlitzen unterteilt. Einige Zeitschlitze werden zu Steuerzwecken und andere zur Informationsübertragung verwendet. Die Abonenteneinheiten kommunizieren typisch mit der Basisstation anhand eines „Duplexschemas“, was den Austausch von Information in beide Richtungen der Verbindung erlaubt.

[0005] Übertragungen von der Basisstation zu der Benutzereinheit werden gewöhnlich als „Abwärtsverbindungs“-Übertragungen bezeichnet. Übertragungen von der Abonenteneinheit zu der Basisstation werden gewöhnlich als „Aufwärtsverbindungs“-Übertragungen bezeichnet. In Abhängigkeit von den Konzeptionskriterien eines bestimmten Systems haben die drahtlosen Kommunikationssysteme des Stands der Technik typisch entweder Verfahren des Zeiteilungsduplexierens (TDD) oder des Frequenzteilungsduplexierens (FDD) verwendet, um den Austausch von Information zwischen der Basisstation und den Abonenteneinheiten zu erleichtern. Sowohl das TDD- als auch das FDD-Duplexierungsschema sind gemäß dem Stand der Technik gut bekannt.

[0006] Kürzlich wurden drahtlose „Breitband“-Kommunikationsnetze zum Liefern verbesserter Breitbanddienste vorgeschlagen, wie zum Beispiel Sprach-, Daten- und Videodienste. Das drahtlose Breitbandkommunikationssystem erleichtert die Zweiwegekommunikation zwischen einer Vielzahl von Basisstationen und einer Vielzahl stationärer Abonnenstationen oder Kundenstandortausstattungen (CPE). Ein beispielhaftes drahtloses Breitbandkommunikationssystem ist in der gleichzeitig anhängigen Anmeldung beschrieben und in dem Blockschaltbild der [Fig. 1](#) gezeigt. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, umfasst das beispielhafte drahtlose Breitbandkommunikationssystem **100** eine Vielzahl von Zellen **102**. Jede Zelle **102** enthält einen zugeordneten Zellenstandort **104**, der in der Hauptsache eine Basisstation **106** und ein aktiver Strahler **108** enthält. Jede Zelle **102** liefert drahtlose Anschlusstechnik zwischen der Basisstation **106** der Zelle und einer Vielzahl von Kundenstandortausstattungen (CPE) **110**, die an stationären Kundenstandorten **112** über den gesamten Deckungsbereich der Zelle **102** positioniert sind. Die Benutzer des Systems **100** können sowohl ansässige als auch Geschäftskunden sein. Die Benutzer des Systems haben folglich unterschiedliche und variierende Verwendungs- und Bandbreitenanforderungen. Jede Zelle kann mehrere Hundert oder mehr ansässige und Geschäfts-CPEs versorgen.

[0007] Das drahtlose Breitbandkommunikationssystem **100** der [Fig. 1](#) liefert echte „Bandbreite auf Anfrage“ für die Vielzahl von CPEs **110**. Die CPEs **110** fordern Bandbreitenzuweisungen von ihren jeweiligen

Basisstationen **106** auf dem Typ und der Qualität der Dienste basierend an, die von den Kunden, die von den CPEs versorgt werden, angefordert werden. Verschiedene Breitbanddienste haben verschiedene Bandbreiten- und Latenzanforderungen. Der Typ und die Qualität der für die Kunden verfügbaren Dienste sind veränderlich und auswählbar. Die Menge an Bandbreite, die für einen gegebenen Dienst aufgebracht wird, wird von der Informationsrate und der von diesem Service erforderten Servicequalität bestimmt (und auch unter Berücksichtigung der Bandbreitenverfügbarkeit und anderer Systemparameter). Kontinuierliche Datenservices des Typs T1 erfordern zum Beispiel typisch eine große Menge an Bandbreite mit gut gesteuerter Bereitstellungslatenz. Diese Services erfordern bis sie beendet werden konstante Bandbreitenzuweisung auf jedem Rahmen. Bestimmte Datenservicetypen, wie zum Beispiel Internetprotokoll-Datenservices (TCP/IP) sind stoßweise, oft untätig (was in jedem beliebigen Augenblick Null Bandbreite erfordert) und sind, wenn sie aktiv sind, gegenüber Fristvariationen relativ unempfindlich.

[0008] Aufgrund der großen Vielfalt der CPE-Serviceanforderungen und aufgrund der großen Anzahl von CPEs, die von jeder einzelnen Basisstation versorgt werden, kann der Bandbreitenzuweisungsprozess in einem drahtlosen Bandbreitenkommunikationssystem wie dem in [Fig. 1](#) gezeigten beschwerlich und komplex werden. Das ist insbesondere hinsichtlich der Zuweisung von Aufwärtsverbindungsbandbreite wahr. Die Basisstationen haben keine A-Priori-Information hinsichtlich der Bandbreite oder Qualität der Dienste, die eine ausgewählte CPE in einem bestimmten Zeitpunkt erfordern wird. Anfragen um Änderungen der Aufwärtsverbindungsbandbreitenzuweisung sind daher notwendigerweise häufig und variierend. Aufgrund dieser Flüchtigkeit in den Aufwärtsverbindungsbandbreitenanforderungen müssen die zahlreichen CPEs, die von einer ausgewählten Basisstation versorgt werden, ihre Bandbreitenzuweisungsanfragen häufig auslösen. Wenn sie unkontrolliert sind, wirken sich die Bandbreitenzuweisungsanfragen schädlich auf die Systemleistung aus. Wenn sie nicht überwacht wird, wird die erforderliche Bandbreite zum Berücksichtigen von CPE-Bandbreitenzuweisungsanfragen unverhältnismäßig hoch im Vergleich zu der Bandbreite, die für die Übertragung substanzieller Verkehrsdaten zugewiesen wird. Daher wird die Kommunikationssystembandbreite, die verfügbar ist, um Breitbandservices zu liefern, nachteilig reduziert.

[0009] Es besteht daher ein Bedarf an einem Verfahren und einem Gerät, die in einem drahtlosen Breitbandkommunikationssystem dynamisch und effizient Bandbreite zuweisen können. Das Verfahren und das Gerät sollten auf die Erfordernisse einer bestimmten Kommunikationsverbindung reagieren. Die Bandbreitenerfordernisse können aufgrund mehrerer

Faktoren variieren, darunter der Typ des über die Verbindung gelieferten Dienstes und der Benutzertyp. Das Verfahren und das Gerät zur Bandbreitenzuweisung sollten hinsichtlich der Menge an Systembandbreite, die von dem tatsächlichen Bandbreitenanfragen- und Zuweisungsprozess verbraucht wird, effizient sein. Das bedeutet, dass die Mehrzahl der Bandbreitenanfragen, die von der CPE erzeugt werden, einen Mindestprozentsatz an verfügbarer Aufwärtsverbindungsbandbreite verbrauchen sollte. Zusätzlich sollten das Verfahren und das Gerät zur Bandbreitenzuweisung rechtzeitig auf Bandbreitenanfragen reagieren. Die Bandbreite sollte Diensten mit hoher Priorität in einem ausreichend kurzen Zeitrahmen zugewiesen werden, um die Servicequalität aufrechtzuerhalten, die von der CPE spezifiziert wird. Ferner sollten das Verfahren und das Gerät zur Bandbreitenzuweisung in der Lage sein, eine willkürlich große Anzahl von Bandbreitenzuweisungsanfragen von einer relativ großen Anzahl von CPEs verarbeiten zu können. In dem in [Fig. 1](#) gezeigten System können zum Beispiel bis zu einhundert CPEs gleichzeitig aktiv sein, während sie ihre Übertragungen auf der Aufwärtsverbindung koordinieren. Ferner kann das System etwa eintausend CPEs auf dem physikalischen Kanal berücksichtigen. Es besteht daher Bedarf an einem Verfahren und einem Gerät zur Bandbreitenzuweisung, die die Bandbreitenzuweisungsanfragen, die von einer großen Anzahl von CPEs erzeugt werden, verarbeiten und auf sie reagieren können.

[0010] Einige Systeme des Stands der Technik haben versucht, Bandbreitenzuweisungsanforderungen in einem System zu lösen, das eine gemeinsam verwendete Systemressource hat, indem logische Warteschlangen gewartet werden, die zu den verschiedenen Datenressourcen gehören, die Zugang zu der gemeinsam genutzten Systemressource fordern. Ein derartiges System des Stands der Technik wird gelehrt von Karol et al. im US-Patent Nr. 5 675 573, erteilt am 7. Oktober 1997. Genauer genommen lehren Karol et al. ein Bandbreitenzuweisungssystem, das es Paketen oder Zellen innerhalb von Verkehrsflüssen von verschiedenen Quellen, die um Zugang zu einem gemeinsamen Verarbeitungsgefüge konkurrieren, erlaubt, Zugang zu diesem Gefüge in einer Reihenfolge zu erhalten, die hauptsächlich auf der Grundlage einzelner garantierter Bandbreitenanforderungen, die zu jedem Verkehrsfluss gehören, bestimmt wird. Zusätzlich erlaubt es das von Karol et al. gelehrt System den verschiedenen Quellen, Zugang zu dem gemeinsamen Verarbeitungsgefüge in einer Reihenfolge zu erhalten, die sekundär auf der Grundlage von Gesamtsystemkriterien bestimmt werden, wie zum Beispiel eine Ankunftszeit oder ein Fälligkeitsdatum von Paketen oder Zellen innerhalb der Verkehrsflüsse. Pakete oder Zellen von Daten von jeder Datenquelle (wie zum Beispiel ein um Bandbreite anfragendes Gerät) werden in getrennten

logischen Puffern eingereicht, während sie auf den Zugang zu dem Verarbeitungsgefüge warten.

[0011] Es besteht ein Bedarf an einem Verfahren und einem Gerät zur Bandbreitenzuweisung zum effizienten Verarbeiten und Reagieren auf Bandbreitenzuweisungsanfragen. Das Verfahren und das Gerät zur Bandbreitenzuweisung sollten eine willkürlich große Anzahl von CPEs berücksichtigen, die häufige und variierte Bandbreitenzuweisungsanfragen auf der Aufwärtsverbindung eines drahtlosen Kommunikationssystems erzeugen. Ein derartiges Verfahren und Gerät zur Bandbreitenzuweisung sollten hinsichtlich der Menge der Bandbreite, die von den Steuermeldungen für die Bandbreitenanfrage, die zwischen der Vielzahl von Basisstationen und der Vielzahl von CPEs ausgetauscht werden, verbraucht wird, effizient sein. Zusätzlich sollten das Verfahren und das Gerät zur Bandbreitenzuweisung rechtzeitig und präzise auf die Bandbreitenzuweisungsanfragen reagieren. Ein Verfahren und ein Gerät zur Bandbreitenzuweisung sollten auch in der Lage sein, eine willkürlich große Anzahl von Bandbreitenzuweisungsanfragen zu verarbeiten, die von einer relativ großen Anzahl von CPEs erzeugt werden. Die vorliegende Erfindung stellt ein derartiges Verfahren und ein Gerät zur Bandbreitenzuweisung zur Verfügung.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die vorliegende Erfindung ist ein neues Verfahren und ein Gerät zum Anfordern und Zuweisen von Bandbreite in einem drahtlosen Breitbandkommunikationssystem. Das Verfahren und das Gerät verringern die Menge an Bandbreite, die für Bandbreitenanfrage- und Bandbreitenzuweisungszwecke zugewiesen werden muss. Die Gelegenheiten, es einer CPE zu erlauben, Bandbreite anzufordern, werden sehr streng in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung gesteuert. Die vorliegende Erfindung verwendet eine Kombination einer Anzahl von Bandbreitenanfragen- und Zuweisungstechniken zum Steuern des Bandbreitenanfrageprozesses. Es gibt eine Anzahl von Mitteln anhand welcher eine CPE eine Bandbreitenanfragemeldung an eine zugehörige Basisstation übertragen kann.

[0013] Es solches Mittel verwendet eine Abfrage-technik, anhand der eine Basisstation eine oder mehrere CPEs abfragt und Bandbreite spezifisch dazu zuweist, dass es den CPEs erlaubt wird, mit einer Bandbreitenanfrage zu antworten. Das Abfragen der CPEs durch die Basisstation kann eine Reaktion auf das Setzen eines „Abfragebits“ durch eine CPE oder alternativ periodisch sein. Gemäß der vorliegenden Erfindung können bei einzelnen CPEs, Gruppen von CPEs oder jeder CPE auf einem physikalischen Kanal periodische Abfragen durchgeführt werden. Beim einzelnen Abfragen einer CPE fragt die Basisstation eine einzelne CPE ab, indem sie Aufwärtsverbin-

dungsbandbreite in einem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan zuweist, um es der CPE zu erlauben, mit einer Bandbreitenzuweisungsanfrage zu reagieren. Ähnlich fragt die Basisstation beim Gruppenabfragen mehrere CPEs ab, indem sie Aufwärtsverbindungsbandbreite in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan zuweist, um es den CPEs zu erlauben, mit einer Bandbreitenanfrage zu antworten. Die CPEs müssen für die zugewiesene Bandbreite konkurrieren, wenn eine Kollision auftritt. Die Bandbreitenzuweisungen haben nicht die Form einer expliziten Meldung, die den CPEs von der Basisstation kommuniziert wird, sondern werden vielmehr implizit durch Zuweisen von Bandbreite in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan übertragen.

[0014] Ein anderes Mittel, das von der vorliegenden Erfindung zum Verringern der Bandbreite, die von den Bandbreitenanfragemeldungen verbraucht wird, verwendet wird, ist die Technik der „Huckepack“-Bandbreitenanfragen auf der einer CPE bereits zugewiesenen Bandbreite. Gemäß dieser Technik fordern gerade aktive CPEs Bandbreite an, indem sie zuvor unbenutzte Abschnitte einer Auswärtsverbindungsbandbreite verwenden, die der CPE bereits zugewiesen ist. Alternativ können Bandbreitenanfragen auf Aufwärtsverbindungsbandbreite, die bereits zugewiesen und aktuell von einem Datenservice benutzt wird, Huckepack genommen werden. Gemäß dieser Alternative „stiehlt“ die CPE Bandbreite, die bereits für eine Datenverbindung zugewiesen wurde, indem sie Bandbreitenanfragen in Zeitschlitz einfügt, die zuvor für Daten verwendet wurden.

[0015] Die CPE ist für das Verteilen der zugewiesenen Aufwärtsverbindungsbandbreite in einer Art verantwortlich, die die Dienste berücksichtigt, die von der CPE bereitgestellt werden. Es steht der CPE frei, die Aufwärtsverbindungsbandbreite, die ihr zugewiesen wurde, anders zu verwenden als ursprünglich von der Basisstation angefordert oder gewährt. Vorteilhafterweise bestimmt die CPE, welchen Services sie Bandbreite gibt und welche Services auf die darauf folgenden Bandbreitenanfragen warten müssen. Ein Vorteil der Tatsache, dass die CPE bestimmt, wie sie ihre zugewiesene Bandbreite verteilt, besteht darin, dass es die Basisstation der Durchführung dieser Aufgabe entledigt. Zusätzlich wird der Kommunikationszuschlag, der erforderlich ist, wenn die Basisstation die CPE anweist, wie sie ihre zugewiesene Bandbreite verteilen soll, eliminiert. Durch den Gebrauch einer Kombination von Bandbreitenzuweisungstechniken nutzt die vorliegende Erfindung vorteilhafterweise die Effizienzvorteile, die mit jeder Technik verbunden sind.

[0016] Die Basisstation-Medienzugangssteuerung („MAC“) weist verfügbare Bandbreite auf einem physikalischen Kanal auf der Aufwärtsverbindung oder der Abwärtsverbindung zu. Innerhalb der Aufwärts-

verbindungs- und Abwärtsverbindungs-Unterrahmen weist das Basisstation-MAC die verfügbare Bandbreite zwischen den verschiedenen Services in Abhängigkeit von den Prioritäten und Regeln zu, die von ihrer Servicequalität („QoS“) auferlegt werden. Das Basisstation-MAC wartet eine Reihe von Warteschlangen für jeden physikalischen Kanal, den sie versorgt. Innerhalb jeder Warteschlangenreihe eines physikalischen Kanals wartet die Basisstation eine Warteschlange für jede QoS. Die Warteschlangen enthalten Daten, die zum Übertragen zu den CPEs bereit sind, die auf dem physikalischen Kanal gegenwärtig sind. Die höheren MAC-Steuerniveaus der Basisstation können alle geeigneten Fairness- oder Verkehrsformungsalgorithmen hinsichtlich des Teilens des Zugangs unter den Verbindungen für die gleichen QoS implementieren, ohne dass sich das auf die unteren MAC-Steuerniveaus der Basisstation auswirkt. Beim Bestimmen der Menge an Bandbreite, die einer bestimmten QoS für eine bestimmte CPE zuzuweisen ist, berücksichtigt die Basisstation die QoS, die Modulation und die Fairness-Kriterien, die verwendet werden, um eine einzelne CPE daran zu hindern, die ganze verfügbare Bandbreite aufzubrauchen. Bei einer Ausführungsform versucht die Basisstation, die Aufwärtsverbindungs-Abwärtsverbindungs-Bandbreitenzuweisungen auszugleichen, indem sie eine anpassungsfähige Zeitteilungs-Duplexierungstechnik (ATDD) verwendet.

[0017] Das Verfahren zum Aufwärtsverbindungsbandbreitenzuweisen ist dem Abwärtsverbindungsbandbreitenzuweisen sehr ähnlich mit der Ausnahme, dass die Datenwarteschlangen statt von der Basisstation gewartet zu werden über jede einzelne CPE verteilt und von dieser gewartet werden. Statt den Zustand der Warteschlange direkt zu prüfen, empfängt die Basisstation vorzugsweise Bandbreitenanfragen von den CPEs, die die oben beschriebenen Techniken benutzen.

[0018] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird daher ein Verfahren zum Zuweisen von Bandbreite in einem drahtlosen Breitbandkommunikationssystem wie in Anspruch 1 dargelegt bereitgestellt.

[0019] Gemäß einem zweiten Aspekt wird ein Gerät zum Zuweisen von Bandbreite in einem drahtlosen Breitbandkommunikationssystem wie in Anspruch 24 dargelegt bereitgestellt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] [Fig. 1](#) zeigt ein drahtloses Breitbandkommunikationssystem, das für den Einsatz mit der vorliegenden Erfindung geeignet ist.

[0021] [Fig. 2](#) zeigt eine TDD-Rahmen- und Multi-Rahmenstruktur, die von dem Kommunikationssystem

der [Fig. 1](#) zum Durchführen der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann.

[0022] [Fig. 3](#) zeigt ein Beispiel eines Abwärtsverbindungsunterrahmens, der von den Basisstationen verwendet werden kann, um Daten zu der Vielzahl von CPEs in der drahtlosen Kommunikation der [Fig. 1](#) zu übertragen.

[0023] [Fig. 4](#) zeigt einen beispielhaften Aufwärtsverbindungsunterrahmen, der für den Gebrauch mit der vorliegenden Bandbreitenzuweisungserfindung geeignet ist.

[0024] [Fig. 5](#) ist ein Flussdiagramm, das die Informationsaustauschsequenz zeigt, die beim Durchführen der Technik zum einzelnen Abfragen der vorliegenden Erfindung angewandt wird.

[0025] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm, das die Technik zum einzelnen Abfragen der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0026] [Fig. 7](#) zeigt einen beispielhaften Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan, der verwendet wird, um die vorliegende Multicast-/Rundsendebandbreitenzuweisung zu erleichtern.

[0027] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, das die Multicast- und Rundsendeabfragetechnik der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0028] [Fig. 9](#) ist ein Flussdiagramm, das den Einsatz eines „Abfragebits“ zeigt, um das Abfragen einer CPE in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung auszulösen.

[0029] [Fig. 10](#) zeigt die Meldungssequenz, die von der vorliegenden Erfindung beim Anfordern von Abfragen anhand des Abfragebits verwendet wird.

[0030] [Fig. 11](#) ist ein Flussdiagramm, das das Verfahren des Huckepack-Bandbreitenanfragens der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0031] [Fig. 12](#) zeigt das Verfahren zur Abwärtsverbindungsbandbreitenzuweisung, das von der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

[0032] [Fig. 13](#) zeigt das Verfahren zur Aufwärtsverbindungsbandbreitenzuweisung, das von der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

[0033] Gleiche Bezugszeichen und Bezeichnungen geben in den verschiedenen Zeichnungen gleiche Elemente an.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0034] In dieser Beschreibung sollten die gezeigten bevorzugten Ausführungsformen und Beispiele als beispielhaft und nicht als Einschränkungen der vorliegenden Erfindung betrachtet werden.

[0035] Die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren und ein Gerät zur Bandbreitenzuweisung in einem drahtlosen Breitbandkommunikationssystem. Ein sehr wichtiges Leistungskriterium eines drahtlosen Breitbandkommunikationssystems und eigentlich jedes Kommunikationssystems, bei dem das physikalische Kommunikationsmedium von einer Vielzahl von Benutzern gemeinsam verwendet wird, besteht darin, wie effizient das System das physikalische Medium nutzt. Da drahtlose Kommunikationssysteme mediengeteilte Kommunikationsnetze sind, müssen der Zugriff und die Übertragung durch die Abonnenten zum Netz gesteuert werden. Bei drahtlosen Kommunikationssystemen steuert ein Media Access Control („MAC“)-Protokoll typisch die Benutzerzugriffe auf das physikalische Medium. Das MAC bestimmt, wann es Benutzern erlaubt wird, auf dem physikalischen Medium zu übertragen. Wenn Konkurrenzen erlaubt sind, steuert das MAC zusätzlich das Konkurrenzverfahren und löst eventuelle auftretende Kollisionen.

[0036] In dem in [Fig. 1](#) gezeigten System kann das von der in den Basisstationen **106** gegenwärtige Softwareprogramm ausgeführte MAC (in manchen Ausführungsformen kann die Software auf Prozessoren sowohl in der Basisstation als auch in der CPE ausführen) die Übertragungszeit für alle CPEs **110** steuern. Die Basisstationen **106** empfangen Anfragen um Übertragungsrechte und gewähren diese Anfragen innerhalb der verfügbaren Zeit, wobei sie Prioritäten, Servicetypen, Servicequalität und andere Faktoren berücksichtigen, die mit den CPEs **110** verbunden sind. Wie oben im allgemeinen Stand der Technik der Erfindung beschrieben, sind die von den CPEs **110** bereitgestellten Services TDM-Information, wie zum Beispiel Sprachverbindungen von einer PBX. Am anderen Ende des Servicespektrums können die CPEs stoßweise und doch fristtolerante Computerdaten für die Kommunikation mit dem gut bekannten World Wide Web oder Internet aufwärts verbinden.

[0037] Das Basisstations-MAC plant und weist Bandbreite sowohl für die Aufwärtsverbindungs- als auch für die Abwärtsverbindungskommunikationsverbindungen zu. Diese Pläne werden von der Basisstation entwickelt und gewartet und werden Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenpläne oder Abwärtsverbindungs-Unterrahmenpläne genannt. Das MAC muss ausreichend Bandbreite zuweisen, um den Bandbreitenanforderungen zu entsprechen, die von

Services mit konstanter Bitrate mit hohem Vorrang (CBR) wie zum Beispiel T1, E1 und ähnlichen Services mit konstanten Bitraten auferlegt werden. Zusätzlich muss das MAC die restliche Bandbreite über die Dienste mit niedrigerer Priorität zuweisen, wie zum Beispiel für Internet-Protokoll (IP)-Datendienste. Das MAC verteilt Bandbreite unter diesen Diensten mit niedrigerer Priorität anhand verschiedener QoS-abhängiger Techniken, wie zum Beispiel fair gewichtete Warteschlangenbildung und Round-Robin-Warteschlangenbildung.

[0038] Die Abwärtsverbindung des Kommunikationssystems, das in [Fig. 1](#) gezeigt ist, funktioniert auf einer Punkt-zu-Multipunkt-Basis (das heißt von der Basisstation **106** zu der Vielzahl von CPEs **110**). Wie in der verwandten gleichzeitig anhängigen Anmeldung beschrieben, enthält die zentrale Basisstation **106** einen aktiven Strahler **108** in Sektoren, der gleichzeitig zu mehreren Sektoren übertragen kann. Bei einer Ausführungsform des Systems **100** überträgt der aktive Strahler **108** an sechs unabhängige Sektoren gleichzeitig. Innerhalb eines gegebenen Frequenzkanals und Strahlersektors empfangen alle Stationen die gleiche Übertragung. Die Basisstation ist der einzige Sender, der in die Abwärtsverbindungsrichtung funktioniert, sie überträgt daher ohne mit anderen Basisstationen koordinieren zu müssen, mit Ausnahme des Gesamtzeiteilungsduplexierens, das Zeit in Aufwärts- und Abwärtsverbindungsübertragungsperioden unterteilt. Die Basisstation sendet an alle der CPEs in einem Sektor (und einer Frequenz). Die CPEs überwachen die Adressen in den empfangenen Meldungen und berücksichtigen nur die, die ihnen adressiert sind.

[0039] Die CPEs **110** teilen die Aufwärtsverbindung auf einer Nachfragebasis, die von dem Basisstation-MAC gesteuert wird. In Abhängigkeit von der Serviceklasse, die von einer CPE verwendet wird, kann die Basisstation einer ausgewählten CPE kontinuierliche Rechte zum Übertragen auf der Aufwärtsverbindung zuteilen, oder das Recht zu übertragen kann von einer Basisstation nach dem Empfang einer Anfrage von der CPE gewährt werden. Zusätzlich zu einzeln adressieren Meldungen können auch Meldungen von der Basisstation zu Multicast-Gruppen (Steuermeldungen und Videoverteilung sind Beispiele für Multicast-Anwendungen) sowie zu allen CPEs gesendet werden.

[0040] Innerhalb jedes Sektors müssen die CPEs in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung ein Übertragungsprotokoll einhalten, das die Konkurrenz zwischen CPEs minimiert und es erlaubt, den Dienst an die Frist- und Bandbreitenanforderungen jeder Benutzeranwendung anzupassen. Wie unten detaillierter beschrieben, wird dieses Übertragungsprotokoll anhand des Einsatzes eines Abfragemechanismus verwirklicht, wobei Konkurrenzvorgehensweisen

als Backup-Mechanismus verwendet werden, wenn ungewöhnliche Bedingungen das Abfragen aller CPEs angesichts der gegebenen Frist- und Reaktionszeitaufgaben undurchführbar machen. Die Konkurrenzmechanismen können auch verwendet werden, um das einzelne Abfragen von CPEs zu vermeiden, die während langer Perioden inaktiv sind. Die Abfragetechniken, die das erfindungsgemäße Verfahren und Gerät bereitstellen, vereinfachen den Zugangsprozess und garantieren, dass Serviceanwendungen Bandbreitenzuweisung auf einer deterministischen Basis erhalten, falls erforderlich. Im Allgemeinen sind Datenserviceanwendungen relativ fristtolerant. Hingegen erfordern Echtzeit-Dienstanwendungen, wie zum Beispiel Sprach- und Videodienste, dass die Bandbreitenzuweisungen rechtzeitig und unter Einhaltung sehr strikt gesteuerter Planungen erfolgen.

Rahmenpläne – Aufwärtsverbindungs- und Abwärtsverbindungs-Unterrahmenpläne

[0041] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung warten Basisstationen **106** Unterrahmenpläne der Bandbreite, die den Aufwärts- und Abwärtskommunikationsverbindungen zugewiesen werden. Wie in der gleichzeitig anhängigen verwandten Anmeldung beschrieben, werden die Aufwärts- und Abwärtsverbindung vorzugsweise in einer Zeitteilungsduplex-Art (oder „TDD“) gemultiplext. Bei einer Ausführungsform wird ein Rahmen als N aufeinander folgende Zeitperioden oder Zeitschlitze enthaltend definiert (wobei N konstant bleibt). Gemäß diesem „Rahmenbasis“-Ansatz konfiguriert das Kommunikationssystem dynamisch die ersten N_1 Zeitschlitze (wobei N größer oder gleich N_1 ist) nur für Abwärtsverbindungsübertragungen. Die restlichen N_2 Zeitschlitze werden dynamisch nur für Aufwärtsverbindungsübertragungen konfiguriert (wobei N_2 gleich $N - N_1$ ist). Bei diesem TDD-Rahmenbasisschema wird der Abwärtsverbindungsunterrahmen vorzugsweise zuerst übertragen und erhält ein Informationspräfix, das für die Rahmensynchronisation erforderlich ist.

[0042] **Fig. 2** zeigt einen TDD-Rahmen und eine Multirahmenstruktur **200**, die von einem Kommunikationssystem (wie dem in **Fig. 1** gezeigten) beim Durchführen der vorliegenden Erfindung verwendet werden können. Wie in **Fig. 2** gezeigt, ist der TDD-Rahmen in eine Vielzahl physikalischer Schlitze (PS) **204** unterteilt. In der in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform hat der Rahmen eine Millisekunde Dauer und umfasst 800 physikalische Schlitze. Alternativ kann die vorliegende Erfindung mit Rahmen verwendet werden, die längere oder kürzere Dauer haben und mehr oder weniger PSs. Die verfügbare Bandbreite wird von einer Basisstation in Einheiten einer bestimmten vorausdefinierten Anzahl von PSs zugewiesen. Eine Form digitaler Codierung, wie zum Bei-

spiel das gut bekannte Reed-Solomon-Codierungsverfahren, wird an der digitalen Information über eine vorausdefinierte Anzahl von Biteinheiten, die Informationselemente (PI) genannt werden, ausgeführt. Die Modulation kann innerhalb des Rahmens schwanken und bestimmt die Anzahl von PS (und daher die Menge Zeit), die zum Übertragen eines ausgewählten PI erforderlich sind.

[0043] Wie in der gleichzeitig anhängigen verwandten Anmeldung beschrieben, ist das TDD-Rahmenbild des in **Fig. 1** gezeigten drahtlosen Breitbandkommunikationssystems anpassungsfähig. Das heißt, dass die Anzahl der der Abwärtsverbindung im Vergleich zur Aufwärtsverbindung zugewiesenen PSs mit der Zeit variiert. Das vorliegende Verfahren und Gerät zur Bandbreitenzuweisung können sowohl für anpassungsfähige als auch fixe TDD-Systeme verwendet werden, die einen Rahmen und eine Multirahmenstruktur ähnlich der in **Fig. 2** gezeigten verwenden. Wie in **Fig. 2** gezeigt, werden zum Unterstützen periodischer Funktionen multiple Rahmen **202** in Multirahmen **206** gruppiert, und multiple Multirahmen **206** werden in Hyperrahmen **208** gruppiert. Bei einer Ausführungsform umfasst jeder Multirahmen **206** zwei Rahmen **202**, und jeder Hyperrahmen umfasst zweiundzwanzig Multirahmen **206**. Andere Rahmen-, Multirahmen- und Hyperrahmenstrukturen können mit der vorliegenden Erfindung benutzt werden. Bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst zum Beispiel jeder Multirahmen **206** sechzehn Rahmen **202**, und jeder Hyperrahmen umfasst zweiunddreißig Multirahmen **206**. Beispielhafte Abwärtsverbindungs- und Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen, die bei der Ausführung der vorliegenden Erfindung verwendet werden, sind jeweils in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt.

Abwärtsverbindungs-Unterrahmenplan

[0044] **Fig. 3** zeigt ein Beispiel eines Abwärtsverbindungs-Unterrahmens **300**, der von den Basisstationen **106** zum Übertragen von Information an eine Vielzahl von CPEs **110** verwendet werden kann. Vorzugsweise wartet die Basisstation einen Abwärtsverbindungs-Unterrahmenplan, der die Bandbreitenzuweisung der Abwärtsverbindung wiedergibt. Der Abwärtsverbindungs-Unterrahmen **300** umfasst vorzugsweise einen Rahmensteuerkopf **302**, eine Vielzahl von Abwärtsverbindungsdaten-PSs **304**, die nach Modulationstyp gruppiert sind (zum Beispiel PS **304** Daten moduliert mit einem QAM-4-Modulationschema, PS **304'** Daten moduliert mit QAM-16 usw.) und eventuell getrennt durch zugehörige Modulationsübergangsspalten (MTGs) **306**, die verwendet werden, um unterschiedlich modulierte Daten zu trennen, und eine Sende-/Empfangsübergangsspalte **308**. In jedem ausgewählten Abwärtsverbindungs-Unterrahmen können ein beliebiger oder mehrere der unterschiedlich modulierten Datenblöcke ab-

wesend sein. Bei einer Ausführungsform haben die Modulationsübergangsspalten (MTGs) **306** 0 PS Dauer. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, enthält der Rahmensteuerkopf **302** eine Präambel **310**, die von der physikalischen Protokollschicht (oder PHY) zu Synchronisations- und Ausgleichszwecken verwendet wird. Der Rahmensteuerkopf **302** enthält auch Steuerabschnitte sowohl für die PHY (**312**) als auch das MAC (**314**).

[0045] Die Abwärtsverbindungsdaten-PSs werden zum Übertragen von Daten und Steuermeldungen zu den CPEs **110** verwendet. Diese Daten sind vorzugsweise codiert (zum Beispiel anhand eines Reed-Solomon-Codierschemas) und werden mit der aktuellen Betriebsmodulation übertragen, welche die ausgewählte CPE verwendet. Die Daten werden vorzugsweise in einer vorausdefinierten Modulationssequenz übertragen: wie zum Beispiel QAM-4 gefolgt von QAM-16, gefolgt von QAM-64. Die Modulationsübergangsspalten **306** enthalten Präambeln und werden zum Trennen der Modulationen verwendet. Der PHY-Steuerabschnitt **312** des Rahmensteuerkopfs **302** enthält vorzugsweise eine Rundsendemeldung, die die Identität des PS **304** angibt, an welchem das Modulationsschema wechselt. Schließlich trennt die Tx-/Rx-Übergangsspalte **308** wie in [Fig. 3](#) gezeigt den Abwärtsverbindungs-Unterrahmen von dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen, der unten detaillierter beschrieben wird.

Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan

[0046] [Fig. 4](#) zeigt ein Beispiel eines Aufwärtsverbindungs-Unterrahmens **400**, der für den Einsatz mit der vorliegenden Bandbreitenzuweisungserfindung geeignet ist. Gemäß dem vorliegenden Verfahren und Gerät zur Bandbreitenzuweisung verwenden die CPEs **110** ([Fig. 1](#)) den Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen **400** zum Übertragen von Information (inklusive Bandbreitenanforderungen) an ihre zugehörigen Basisstationen **106**. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, gibt es drei Hauptklassen von MAC-Steuermeldungen, die von den CPEs **110** während des Aufwärtsverbindungsrahmens übertragen werden: (1) die, welche in Konkurrenzschlitzen übertragen werden, die für die CPE-Registrierung reserviert sind (Registrierungskonkurrenzschlitze **402**); (2), die, welche in Konkurrenzschlitzen übertragen werden, welche für Antworten auf Multicast- und Rundsendeabrufe um Bandbreitenzuweisung (Bandbreitenanforderungs-Konkurrenzschlitze **404**) reserviert sind, und (3) die, welche in Bandbreiten übertragen werden, die einzelnen CPEs spezifisch zugewiesen sind (CPE-Plandaten-schlitze **406**).

[0047] Die für Konkurrenzschlitze zugewiesene Bandbreite (das heißt für die Konkurrenzschlitze **402** und **404**) wird gruppiert und anhand eines vorausbestimmten Modulationsschemas übertragen. Bei der

in [Fig. 4](#) gezeigten Ausführungsform werden die Konkurrenzschlitze **402** und **404** zum Beispiel anhand einer QAM-4-Modulation übertragen. Die restliche Bandbreite wird nach CPE gruppiert. Während ihrer geplanten Bandbreite überträgt eine CPE **110** mit einer fixen Modulation, die von den Effekten der Umgebungsfaktoren auf die Übertragung zwischen CPE **110** und ihrer zugehörigen Basisstation **106** bestimmt wird. Der Abwärtsverbindungs-Unterrahmen **400** umfasst eine Vielzahl von CPE-Übergangsspalten (CTGs) **408**, die einer den Modulationsübergangsspalten (MTGs) **306**, die weiter oben unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) beschrieben sind, ähnlichen Funktion dienen. Das heißt, dass die CTGs **408** die Übertragungen von den verschiedenen CPEs **110** während des Aufwärtsverbindungs-Unterrahmens trennen. Bei einer Ausführungsform sind die CTGs **408** 2 physikalische Schlitze in Dauer. Eine übertragende CPE überträgt vorzugsweise eine Präambel zu 1 PS während des zweiten PS der CTG **408**, wobei sie es der Basisstation erlaubt, sich mit der neuen CPE **110** zu synchronisieren. Mehrere CPEs **110** können in der Registrierungskonkurrenzperiode gleichzeitig übertragen, was in Kollisionen resultiert. Wenn eine Kollision auftritt, antwortet die Basisstation eventuell nicht.

[0048] Mit dem Verfahren und dem Gerät zur Bandbreitenzuweisung der vorliegenden Erfindung wird geplanten Aufwärtsverbindungsverkehrsdaten Bandbreite zu spezifischen CPEs **110** für das Übertragen von Steuermeldungen und Servicedaten zugewiesen. Die geplanten Daten der CPE werden innerhalb des Aufwärtsverbindungs-Unterrahmens **400** auf der Grundlage des Modulationsschemas, das die CPEs **110** verwenden, eingereiht. Erfindungsgemäß und wie unten detailliert beschrieben, wird die Bandbreite von einer CPE **110** angefordert und anschließend von einer zugehörigen Basisstation **106** gewährt. Die ganze Bandbreite, die einer ausgewählten CPE innerhalb eines gegebenen TDD-Rahmens (oder alternativ je nach Fall eines anpassungsfähigen TDD-Rahmens) zugewiesen wird, wird in einen benachbarten geplanten Datenblock **406** der CPE gruppiert. Die physikalischen Schlitze, die den CTGs **408** zugewiesen sind, sind in der Bandbreitenzuweisung für eine ausgewählte CPE **110** in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan der Basisstation enthalten.

[0049] Zusätzlich zu der Bandbreite, die für das Übertragen verschiedener Typen von Breitbanddiensten zugewiesen wird (das heißt die Bandbreite, die für die geplanten Datenslitze **406** der CPE zugewiesen wird) und die Bandbreite, die für CPE-Registrierungskonkurrenzschlitze zugewiesen wird, muss von der Basisstation-MAC auch Bandbreite für Steuermeldungen zugewiesen werden, wie zum Beispiel Anfragen um zusätzliche Bandbreitenzuweisungen. wie unten detaillierter beschrieben, fordern

CPEs **110** erfindungsgemäß Änderungen ihrer Bandbreitenzuweisungen an, indem sie Bandbreitenanfragen bei ihren zugehörigen Basisstationen **106** machen. Das erfindungsgemäße Verfahren und Gerät reduzieren die Menge an Bandbreite, die für diese Bandbreitenzuweisungsanfragen reserviert werden muss. Erfindungsgemäß werden die Gelegenheiten zum Anfragen um Bandbreite sehr knapp gesteuert. Die vorliegende Erfindung verwendet vorteilhafterweise eine Kombination einer Anzahl von Techniken, um den Bandbreitenanfrageprozess knapp zu steuern. Es gibt eine Anzahl von Mitteln, anhand welcher eine CPE eine Bandbreitenanfragemeldung an ihre zugehörige Basisstation übertragen kann.

[0050] Ein solches Mittel verwendet zum Beispiel eine Abfragetechnik, anhand welcher eine Basisstation eine oder mehrere CPEs abfragt und Bandbreite spezifisch dazu zuweist, dass es der oder den CPEs erlaubt wird, Bandbreitenanfragen zu übertragen. Gemäß diesem Verfahren kann das Abfragen von CPEs durch die Basisstation als Reaktion auf das Setzen eines „Abfragebits“ durch die CPE in Aufwärtsverbindungsrichtung erfolgen oder periodisch. Erfindungsgemäß können periodische Abfragen einzelner CPEs („Abfragen auf Reservierungsbasis“ genannt), bei Gruppen von CPEs („Multicast“-Abfrage) oder bei jeder CPE auf einem physikalischen Kanal („Rundsende“-Abfrage) durchgeführt werden. Bei der Abfrage auf Reservierungsbasis fragt die Basisstation eine einzelne CPE ab und weist dann Aufwärtsverbindungsbandbreite zu, um es der CPE zu erlauben, mit einer Bandbreitenanfrage zu antworten. Ähnlich fragt die Basisstation bei der Multicast- und Rundsendeabfrage mehrere CPEs ab und weist dann Aufwärtsverbindungsbandbreite zu, um es den CPEs zu erlauben, mit einer Bandbreitenanfrage zu antworten. Die CPEs müssen jedoch für die zugewiesene Bandbreite konkurrieren, wenn Kollisionen auftreten. Vorteilhafterweise haben weder die Bandbreitenabfragen noch die Bandbreitenzuweisungen die Form expliziter Meldungen, die von der Basisstation an die CPEs übertragen werden. Die Bandbreitenabfragen umfassen vielmehr nicht verlangte Gewährungen von Bandbreite, die ausreicht, um Bandbreitenanfragen zu übertragen. Bandbreitenzuweisungen erfolgen implizit über Bandbreitenzuweisungen, die in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan auftreten. Die Abfragetechniken werden unten detaillierter unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) bis [Fig. 10](#) beschrieben.

[0051] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, kann ein Abschnitt der Aufwärtsverbindungsbandbreite periodisch für diese Bandbreitenzuweisungs- oder CPE-Verbindungsanfragen zugewiesen werden. Der Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen **400** enthält eine Vielzahl von Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitzen **404**. Eine CPE **110** muss zuerst registriert werden und eine Aufwärtsverbindungssynchronisation mit einer Basis-

station verwirklichen, bevor sie Bandbreitenzuweisung anfordern darf. Es besteht daher keine Notwendigkeit, in der Länge von Bandbreitenanfragekonkurrenzperioden Übertragungszeitungewissheiten vorzusehen. Die Bandbreitenanfragekonkurrenzperiode kann folglich so klein sein wie ein einziges PI, das bei einer Ausführungsform bei QAM-4 6 PS erfordert. Wie bei den Registrierungsanfragen, antwortet die Basisstation eventuell der CPE nicht, wenn eine Kollision auftritt. Wenn die Basisstation jedoch eine Bandbreitenanfragemeldung erfolgreich von einer CPE empfängt, antwortet sie durch Zuweisen zur CPE zusätzlicher Bandbreite für geplante Daten **406** in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen **400**. Die verschiedenen von der vorliegenden Erfindung verwendeten Abfragetechniken helfen dabei, den Bedarf an Verwendung der Konkurrenzschlitze **404** zu minimieren. Diese Techniken sind unten detaillierter beschrieben.

[0052] Ein anderes Mittel, das die vorliegende Erfindung zum Reduzieren der von den Bandbreitenanfragemeldungen verbrauchten Bandbreite benutzt, ist die Technik des „Huckepack“-Tragens von Bandbreitenanfragen auf Bandbreite, die einer CPE bereits zugewiesen ist. Gemäß dieser Technik fragen aktuell aktive CPEs um Bandbreite an, indem sie zuvor unbenutzte Abschnitte von Aufwärtsverbindungsbandbreite verwenden, die der CPE bereits zugewiesen ist. Die Notwendigkeit, die CPEs abzufragen, wird dadurch eliminiert. Bei einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden Bandbreitenanfragen auf Aufwärtsverbindungsbandbreite, die zugewiesen ist und von einem Datenservice bereits aktiv genutzt wird, Huckepack genommen. Gemäß dieser Alternative „stiehlt“ die CPE Bandbreite, die für eine Datenverbindung bereits zugewiesen war, indem sie in zuvor für Daten verwendete Zeitschlitze Bandbreitenanfragen einfügt. Die Details dieser Huckepack-Techniken sind weiter unten unter Bezugnahme auf [Fig. 11](#) detaillierter beschrieben.

[0053] Sobald einer CPE von der Basisstation Bandbreite zugewiesen wird, ist die CPE und nicht die Basisstation für die Verwendung der Aufwärtsverbindungsbandbreite in einer Art verantwortlich, die die von der CPE bereit gestellten Dienste berücksichtigen kann. Es steht der CPE frei, die Aufwärtsverbindungsbandbreite, die ihr zugewiesen wurde, in einer Art zu verwenden, die anders ist als die ursprünglich angefragte oder von der Basisstation gewährte. Die Serviceanforderungen, die zum Beispiel einer ausgewählten CPE präsentiert werden können, können sich ändern, nachdem die ausgewählte CPE Bandbreite von ihrer zugehörigen Basisstation angefragt hat. Vorteilhafterweise bestimmt die CPE welchen Diensten sie Bandbreite gibt und welche Dienste auf darauf folgende Bandbreitenanfragen warten müssen. Dazu wartet die CPE eine Prioritätsliste von Diensten. Den Diensten mit höherer Priorität (zum

Beispiel denen, die hohe Dienstqualitätsansprüche haben), wird Bandbreite vor den Diensten zugewiesen, die niedrigere Priorität haben (zum Beispiel Datendienste des IP-Typs). Hat die CPE nicht ausreichend Bandbreite, um ihren Serviceansprüchen gerecht werden, fordert die CPE zusätzliche Bandbreitenzuweisungen an, indem sie entweder ihr Abfragebit setzt oder eine Bandbreitenzuweisungsanfrage durch Huckepack sendet.

[0054] Ein Vorteil der Tatsache, dass die CPE bestimmt, wie sie ihre zugewiesene Bandbreite verteilt, besteht darin, dass es die Basisstation von der Ausführung dieser Aufgabe befreit. Zusätzlich wird dadurch der Kommunikationszuschlag, der erforderlich ist, damit die Basisstation die CPE anweisen kann, wie sie ihre zugewiesene Bandbreite verteilen soll, eliminiert, so dass die nutzbare Systembandbreite steigt. Zusätzlich kann die CPE auf die variierenden Aufwärtsverbindungsbandbreitenzuweisungserfordernisse für hochqualitative Servicedatendienste besser reagieren. Die CPE kann daher die Erfordernisse dieser Typen von Serviceansprüchen besser berücksichtigen als die Basisstation.

[0055] Die von der vorliegenden Erfindung verwendeten verschiedenen Techniken zum Verbessern der Effizienz des Prozesses der Bandbreitenzuweisungsanfrage sind unten genauer in Unterabschnitten beschrieben. Obwohl diese Techniken in getrennten Unterabschnitten beschrieben werden, verwenden das erfindungsgemäße Verfahren und Gerät alle Techniken vorteilhafterweise kombiniert, um die Bandbreite zu verringern, die von Bandbreitenzuweisungsanfragen verbraucht wird.

[0056] Daher nutzt die vorliegende Erfindung vorteilhaft die Effizienzvorteile, die mit jeder Bandbreitenzuweisungstechnik verbunden sind. Obwohl zum Beispiel eine einzelne Abfragetechnik hinsichtlich der Fähigkeit günstig ist, schnelle Reaktionszeiten auf Bandbreitenzuweisungsanfragen bereitzustellen, ist sie relativ ineffizient, wenn es um die Menge an Bandbreite geht, die von dem Bandbreitenzuweisungsprozess verbraucht wird. Hingegen ist das Gruppenabfrageverfahren relativ effizient, was die Bandbreite betrifft, die vom Bandbreitenzuweisungsverfahren verbraucht wird, ist jedoch hinsichtlich der Fähigkeit weniger effizient, auf Bandbreitenzuweisungsanfragen zu reagieren. Der Gebrauch des Abfragebits ist relativ effizient, wenn man ihn sowohl vom Standpunkt des Bandbreitenverbrauchs als auch vom Standpunkt der Reaktionszeit her betrachtet. Zusätzlich verbessert die Huckepack-Technik die Bandbreitenverbrauchseffizienz noch weiter, indem zuvor unbenutzte Abschnitte der Bandbreite verwendet werden, um Bandbreitenzuweisungsanfragen zu senden. Anders als bei den Ansätzen des Stands der Technik, verwendet die vorliegende Erfindung vorteilhafter alle diese Bandbreitenzuweisungstechniken in

Kombination, um die Effizienz zu maximieren.

Abfragen

[0057] Bei einer Ausführungsform des drahtlosen Rundsendesystems **100** der [Fig. 1](#), das für den Gebrauch mit der vorliegenden Erfindung konzipiert ist, wird einer CPE **110** ein dedizierter Verbindungsidentifikator (ID) zugeordnet, wenn sich die CPE **110** anfänglich bei dem System **100** registriert. Die ID wird verwendet, wenn die Basisstation **106** Steuermeldungen mit der Vielzahl von CPEs **110** austauscht. Wie oben beschrieben, sind Variationen in den Bandbreitenanforderungen (das heißt Steigerungen oder Verringerungen der Bandbreitenanforderungen) für alle Dienste erforderlich, die von dem System **100** transportiert werden, mit Ausnahme der Dienste mit nicht verdichtbarer konstanter Bitrate oder Diensten mit kontinuierlicher Gewährung (CG). Die Bandbreitenanforderungen der nicht verdichtbaren CG-Dienste ändern sich zwischen dem Aufbauen der Verbindung und dem Beenden der Verbindung nicht. Die Anforderungen verdichtbarer CG-Dienste, wie zum Beispiel kanalisierte T1-Dienste, steigen oder sinken je nach Verkehr.

[0058] Im Gegenteil dazu sind viele der Datendienste, die durch das System **100** der [Fig. 1](#) erleichtert werden, stoßweise und fristtolerant. Da die Bandbreite diesen Diensten auf einer Anfragezuweisungsbasis nach Bedarf bereitgestellt wird, nennt man diese Dienste gewöhnlich Demand-Assigned Multiple Access oder „DAMA“-Dienste (Dienste mit Mehrfachzugangszuweisung auf Anfrage). Wenn eine CPE **110** um Bandbreite für einen DAMA-Service anfragen muss, sendet sie eine Bandbreitenanfragemeldung zu der Basisstation **106**. Die Bandbreitenanfragemeldungen übertragen die sofortigen Bandbreitenanforderungen für den DAMA-Service. Die Bandbreitenanforderungen können sich im Laufe der Zeit ändern und tun dies typisch. Die Dienstqualität oder „QoS“ für die DAMA-Verbindung wird erstellt, wenn die CPE-Verbindung anfänglich mit der Basisstation aufgebaut wird. Die Basisstation kann daher auf die QoS für jeden DAMA-Dienst, den sie derzeit berücksichtigt, zugreifen oder sie „einsehen“.

[0059] Wie oben beschrieben, verfügen die CPEs **110** erfindungsgemäß über eine Anzahl verschiedener Techniken, um ihren zugehörigen Basisstationen Bandbreitenanfragemeldungen zu kommunizieren. Eine solche Technik besteht darin, als eine Reaktion auf das Abfragen durch eine Basisstation eine Bandbreitenanfragemeldung zu senden. Gemäß der von der vorliegenden Erfindung gelehrt Abfragetechnik, weist die Basisstation Bandbreite ausgewählten CPEs spezifisch für den Zweck zu, Bandbreitenanfragen zu machen. Die Bandbreitenzuweisungen können einzeln zu CPEs oder zu Gruppen von CPEs erfolgen. Wie unten genauer in dem Unterabschnitt

beschrieben, der die Gruppenabfragetechnik beschreibt, definieren die Zuweisungen zu Gruppen von CPEs Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitze, die zum Lösen von Bandbreitenanfragekollisionen verwendet werden. Vorteilhafterweise werden die Bandbreitenzuweisungen nicht in der Form expliziter Meldungen gemacht, sondern vielmehr in der Form von Bandbreitenzuweisungserhöhungen, die den Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen **400** (Fig. 4) beschreiben, in dem übertragenen Plan. Das Abfragen wird auf einer Basis nach einzelnen CPEs durchgeführt, die Bandbreite wird auf der Basis einer pro Verbindungs-ID angefordert, und Bandbreite wird auf der Basis einzelner CPEs zugewiesen. Diese Konzepte sind unten detaillierter beschrieben.

Abfragetechnik auf Reservierungsgrundlage (einzelnes Abfragen)

[0060] Gemäß dem vorliegenden erfindungsgemäßen Verfahren und Gerät, wird keine explizite Meldung übertragen, um die ausgewählte CPE abzufragen, wenn eine CPE einzeln abgefragt wird. Der CPE wird vielmehr Bandbreite in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan zugewiesen, die ausreicht, um es der CPE zu erlauben, mit der Bandbreitenanfrage zu antworten. Spezifisch weist die Basisstation in dem geplanten CPE-Datenblock **406** (Fig. 4) Bandbreite für die ausgewählte CPE zu, welche ausreicht, um es der ausgewählten CPE zu erlauben, mit einer Bandbreitenanfragemeldung zu antworten. Fordert die ausgewählte CPE nicht mehr Bandbreite an, sendet sie eine Anfrage um Null Byte zurück. Eine Nullbyteanfrage (an Stelle gar keiner Anfrage) wird in dem einzelnen Abfrageprozess verwendet, denn es wird explizite Bandbreite für eine Antwort zugewiesen.

[0061] Gemäß der vorliegenden Erfindung kommen nur inaktive CPEs und aktive CPEs, die explizit das Abfragen anfordern, für das einzelne Abfragen in Frage. Aktive CPEs, die ihre jeweiligen „Abfragebits“ in dem MAC-Paketkopfteil nicht setzen, werden nicht einzeln abgefragt. Diese Einschränkungen werden dem Bandbreitenanfrageprozess durch die vorliegende Erfindung auferlegt und sparen vorteilhafterweise im Vergleich zum Abfragen aller CPEs einzeln an Bandbreite. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung reagieren die aktiven CPEs auf das Abfragen, indem sie das gerade in Verwendung befindliche Modulationsschema verwenden. Inaktive CPEs können jedoch mit einem QAM-4- oder ähnlichen robusten Modulationsschema antworten, um sicherzustellen, dass ihre Übertragung ausreichend robust ist, um von der Basisstation sogar unter nachteiligen Umweltbedingungen erfasst zu werden.

[0062] Die vorliegende Erfindung stellt vorteilhafterweise rechtzeitige Antworten auf Anfragen um mehr Bandbreite für einen Service mit konstanter Bitrate,

wie zum Beispiel kanalisierter T1-Service, bei dem Kanäle dynamisch hinzugefügt oder weggelassen werden können, sicher. Um sicherzustellen, dass die Basisstation schnell auf Anfragen nach mehr Bandbreite für einen Service mit konstanter Bitrate reagiert, wird die Aufwärtsverbindungs-Bandbreite, die dem Service mit konstanter Bitrate zugewiesen wird, der derzeit nicht mit maximaler Rate in Betrieb ist, ausreichend breit gemacht, um die aktuelle Rate des Service und eine Bandbreitenanfrage zu berücksichtigen.

[0063] Die Informationsaustauschsequenz für das individuelle Abfragen ist in dem Flussdiagramm der Fig. 5 gezeigt. Wie in Fig. 5 gezeigt, hat die Basisstation vorzugsweise mehrere Schichten von Steuermechanismen oder Protokollstapeln **502**, **504** und **506**, die unter anderem den Bandbreitenanfrage- und Zuweisungsprozess steuern. Das Basisstation-MAC ist in zwei Unterdomänen unterteilt: (1) die Domäne HL-MAA MAC **504** und die Domäne LL-MAA MAC **506**. Die Domäne MAA MAC erstreckt sich genau über einen physikalischen Kanal. Jeder physikalische Kanal erfordert eine Instanz der LL-MAA MAC-Domäne. Die Domäne HL-MAA MAC überspannt mehrere physikalische Kanäle, typisch alle in dem gleichen Sektor. Eine MAC-Domäne umfasst eine HL-MAA MAC-Domäne und die LL-MAA MAC-Domänen, die den physikalischen Kanälen innerhalb der HL-MAA MAC-Domäne zugewiesen sind.

[0064] Wie in Fig. 5 gezeigt, fragt die Basisstation einzeln (wie durch den Steuerpfeil **508** angegeben) eine CPE ab, indem sie ausreichend Bandbreite zuweist, damit die CPE mit einer Bandbreitenanfragemeldung antworten kann. Diese Bandbreite wird in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen **400** zugewiesen. Wenn das CPE-MAC **510** feststellt, dass Daten für eine ausgewählte Verbindung k zu senden sind (die typisch bestimmt wird, indem sie von einer höheren CPE-Steuerschicht **512** über einen Steuerpfad **514** angewiesen wird), gibt der CPE-MAC-Steuermechanismus eine Bandbreitenanfrage **516** zu der Basisstation-MAC **506** aus. Ist nicht genügend Bandbreite für die CPE **110**, wie von der LL-MAA **506** der Basisstation festgestellt wird, verfügbar, wird die Bandbreitenanfrage nicht gewährt. Anderenfalls wird die Bandbreitenanfrage gewährt, und das wird dem CPE-MAC **510** implizit von der Basisstation mitgeteilt, indem sie der CPE in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen **400** zusätzliche Bandbreite zuweist. Das ist in Fig. 5 über den Steuerpfad **518** gezeigt. Die CPE beginnt dann mit dem Übertragen von Daten zu der Basisstation über die Aufwärtsverbindung, indem sie die Bandbreite verwendet, welche ihr zugewiesen wurde.

[0065] Fig. 6 ist ein Flussdiagramm, das die einzelne Abfragetechnik **600** darstellt, die von der vorlie-

genden Erfindung bereitgestellt wird. Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, startet das Verfahren im Beschlussfassungs-SCHRITT **602**, um zu bestimmen, ob Bandbreite zum Zweck des einzelnen Abfragens der CPEs verfügbar ist. Ist zum einzelnen Abfragen der CPEs **110** keine Bandbreite mehr verfügbar, geht das Verfahren zu SCHRITT **604** weiter und löst ein Multicast- oder Rundsendeabfrageverfahren aus. Dieses Multicast- und Rundsendeabfrageverfahren ist detailliert im Unterabschnitt weiter unten beschrieben. Ist jedoch zum Zweck des einzelnen Abfragens der CPEs ausreichend Bandbreite verfügbar, geht das Verfahren zu einem Beschlussfassungs-SCHRITT **606** weiter, bei dem festgelegt wird, ob es irgendwelche nicht abgefragte aktive CPEs gibt, die ihr „Abfragebit“ gesetzt haben. Ist das der Fall, geht das Verfahren weiter zu einem Steuerpunkt **608**. Anderenfalls geht das Verfahren weiter zu einem Beschlussfassungs-SCHRITT **610**, in welchem es bestimmt, ob es irgendwelche inaktive nicht abgefragte CPEs gibt. Ist das der Fall, geht das Verfahren zu dem Steuerpunkt **608** über. Anderenfalls geht das Verfahren zu einem Steuerpunkt **612** weiter.

[0066] Das vorliegende erfindungsgemäße Verfahren geht von einem Steuerpunkt **608** zu SCHRITT **614** weiter, um die ausgewählte CPE einzeln abzufragen. Dadurch stellt das Verfahren sicher, dass nur nicht abgefragte aktive CPEs, die mehr Bandbreite anfordern (indem sie ihr jeweiliges „Abfragebit“ setzen) und inaktive CPEs einzeln abgefragt werden. Das verringert die Bandbreite im Vergleich zu einem Abfrageverfahren, das alle CPEs einzeln abfragt.

[0067] Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, löst die Basisstation in SCHRITT **614** das Abfragen der ausgewählten CPE aus und kennzeichnet die CPE als abgefragt. Das ist in Diagrammform in [Fig. 6](#) in dem Textfeld **614'** gezeigt. Das Textfeld **614'** der [Fig. 6](#) zeigt einen Abwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **300**, der oben in [Fig. 3](#) beschrieben ist. Der MAC-Steuerabschnitt **314** des MAC-Rahmensteuerekopfs **302** umfasst vorzugsweise einen Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400'**. Der Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400'** wird an das CPE-MAC kommuniziert, wenn die Basisstation diese Information an die CPE über die Abwärtsverbindung überträgt. Wie in [Fig. 6](#) gezeigt und als Reaktion auf das Abfragen des SCHRITTS **614**, weist das Basisstation-MAC der ausgewählten CPE zusätzliche Bandbreite in der Aufwärtsverbindung zu (in [Fig. 6](#) wird diese CPE CPE „k“ genannt). Diese erhöhte Bandbreitenzuweisung wird der CPE k über den Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400'** mitgeteilt. Es ist daher keine zusätzliche Bandbreite erforderlich, um dem Erfordernis, die ausgewählte CPE abzufragen, stattzugeben.

[0068] Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, kehrt das Verfahren dann zum Beschlussfassungs-SCHRITT **602** zurück, um zu bestimmen, ob mehr Bandbreite für das indivi-

duelle Abfragen der CPEs verfügbar ist. Wenn bestimmt wird (jeweils in den Beschlussfassungs-SCHRITTEN **606** und **610**), dass es keine aktiven CPEs gibt, die ein Abfragebit gesetzt haben, und dass es keine nicht abgefragten inaktiven CPEs gibt, geht das Verfahren weiter zu einem Beschlussfassungs-SCHRITT **616**. In dem Beschlussfassungs-SCHRITT **616** bestimmt das Verfahren, ob irgendwelche einzelne Abfragen durchgeführt wurden. Wenn nicht, geht das Verfahren weiter zu einem Steuerpunkt **618**, und das Verfahren endet darauf im Endschrift **620**. Wurden jedoch individuelle Abfragen durchgeführt, geht das Verfahren weiter zu einem SCHRITT **622**, um auf die einzelnen Bandbreitenanfragen der CPE, die abgefragt wurde (zum Beispiel CPE „k“) zu warten. Wie in dem Text **622'** der [Fig. 6](#) gezeigt, wird die Bandbreitenanfrage **430** von der abgefragten CPE (zum Beispiel CPE „k“) während des geplanten CPE-Datenblocks **406** erzeugt, der für die ausgewählte CPE in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen **400** geplant ist. Bei einer Ausführungsform enthalten alle Daten einen Kopfteil, der den Typ der Daten angibt, die übertragen werden. Bei dieser Ausführungsform haben die Steuermeldungen zum Beispiel zugeordnete CPE-eigene Verbindungsidentifikatoren, die ihnen zugewiesen werden, wenn sich die CPE registriert. Der Aufbau der Steuermeldungen erlaubt es der Basisstation zu bestimmen, dass eine Steuermeldung eine Bandbreitenanfrage ist.

[0069] Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, geht das Verfahren von SCHRITT **622** zu einem Beschlussfassungs-SCHRITT **624** weiter, um zu bestimmen, ob irgendwelche Bandbreitenanfragen empfangen wurden. Wenn nicht, endet das Verfahren. Wenn ja, geht das Verfahren weiter zu einem SCHRITT **626**, bei dem ein Bandbreitenweisungsverfahren ausgelöst wird. Wie unten detaillierter beschrieben, verwendet die Basisstation ein bevorzugtes Bandbreitenzuweisungsverfahren, um der anfordernden CPE Bandbreite zuzuweisen. Die Bandbreitenzuweisung wird der CPE angegeben, indem entsprechende Änderungen an dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400'** vorgenommen werden. Das Verfahren endet dann im SCHRITT **620**.

Abfragetechnik auf Konkurrenzbasis (Multicast- und Rundsendeabfrage)

[0070] Wie oben unter Bezugnahme auf SCHRITT **604** des einzelnen Abfrageverfahrens der [Fig. 6](#) beschrieben, kann die vorliegende Erfindung verwendet werden, wenn nicht ausreichend Bandbreite für den Zweck des einzelnen Abfragens der CPEs vorhanden ist, um die CPE in Multicast-Gruppen abzufragen, und eine Rundsendeabfrage kann von der Basisstation ausgegeben werden. Einige CPEs können in Multicast-Gruppen abgefragt werden, und eine Rundsendeabfrage kann ausgegeben werden, wenn es mehr inaktive CPEs gibt als Bandbreite vorhanden

ist, um sie einzeln abzufragen.

[0071] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erfolgt das Adressieren von CPEs vorzugsweise wie folgt: jeder CPE ist eine alleinige permanente Adresse zugewiesen (zum Beispiel hat die CPE bei einer Ausführungsform eine 48-Bit-Adresse), die im Registrierungsverfahren verwendet wird, und jeder CPE wird auch eine grundlegende Verbindungs-ID gegeben (zum Beispiel erhält die CPE bei einer Ausführungsform eine grundlegende Verbindungs-ID zu 16 Bit und während des Registrierungsverfahrens eine Steuerverbindungs-ID zu 16 Bit). Jeder Service, der für eine ausgewählte CPE bereitgestellt ist, erhält ebenfalls eine Verbindungs-ID. Verbindungs-IDs werden von dem Basisstation-MAC erzeugt (spezifisch von der Basisstation-HL-MAA) und sind in einer HL-MAA MAC-Domäne einzigartig. Die grundlegende Verbindungs-ID, die zugeordnet wird, wenn sich die CPE bei der Basisstation registriert, wird von dem Basisstation-MAC und dem CPE-MAC zum Austauschen von MAC-Steuermeldungen zwischen der CPE und der Basisstation verwendet. Die Steuerverbindungs-ID (die auch während der Registrierung zugeordnet wird) wird von der Basisstation und der CPE verwendet, um Steuer- und Konfigurationsinformation zwischen den höheren Steuerniveaus der Basisstation und der CPE auszutauschen.

[0072] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind bestimmte Verbindungs-IDs für Multicast-Gruppen und Rundsendemeldungen reserviert. Von allen verfügbaren Adressen kann ein Teil vorzugsweise für den Multicast-Gebrauch reserviert sein. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Adresse zum Beispiel, wenn die vier signifikantesten Bits der Verbindungs-ID auf logische Eins gesetzt sind (hex „Fxxx“) als für den Multicast-Gebrauch reserviert ausgelegt. Bei dieser Ausführungsform sind insgesamt 4K getrennte Multicast-Adressen verfügbar. Ein Beispiel für einen Multicast-Gebrauch ist das Verteilen eines Videoservice. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Verbindungs-ID, die verwendet wird, um allen Stationen eine Rundsendung anzuzeigen (0xFFFF)(das heißt, alle 16 Bits sind auf eine logische Eins gesetzt).

[0073] Ähnlich wie die oben unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) beschriebene einzelne Abfragetechnik wird die Multicast-Abfragemeldung nicht explizit von der Basisstation zu der CPE übertragen. Die Multicast-Abfragemeldung wird vielmehr implizit an die CPE übertragen, wenn die Basisstation in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan Bandbreite zuweist. Statt jedoch anschließend die zugewiesene Bandbreite einer grundlegenden Verbindungs-ID einer CPE zuzuordnen, wie das der Fall ist, wenn eine einzelne Abfrage durchgeführt wird, ordnet die Basisstation die zugewiesene Bandbreite einer Multicast- oder einer Rundsendeverbindungs-ID zu. Diese Mul-

ticast-/Rundsende-Bandbreitenzuweisung ist in dem Multicast-/Rundsende-Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400''** gezeigt, der in [Fig. 7](#) gezeigt ist. Es ist lehrreich, den Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen **400** ([Fig. 4](#)), den die Basisstation verwendet, wenn sie die CPEs einzeln abfragt, mit dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400''** der [Fig. 7](#) zu vergleichen. [Fig. 7](#) zeigt den Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan, der in dem MAC-Steuerabschnitt der Abwärtsverbindung übertragen wird.

[0074] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, umfasst der Multicast-/Rundsende-Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400''**, welchen die vorliegende Erfindung verwendet, Registrierungskonkurrenzschlitze **400''**, die die Registrierungskonkurrenzschlitze **402** der [Fig. 4](#) abbilden. Statt jedoch zugewiesene Bandbreite der grundlegenden Verbindungs-ID einer ausgewählten CPE zuzuordnen, wird die zugewiesene Bandbreite einer reservierten Registrierungs-ID zugewiesen. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, umfasst der Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400''** vorzugsweise eine Mehrzahl von Multicast-Gruppenbandbreitenanfragen-Konkurrenzschlitzen **400''**, **400'''** usw. Der Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400''** umfasst auch Rundsende-Bandbreitenanfrage-Konkurrenzschlitze **410**. Schließlich umfasst der Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan, der von der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ähnlich wie der Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen der [Fig. 4](#) zum Auslösen von Multicast- oder Rundsendeabfragen, eine Vielzahl von geplanten CPE-Datenblöcken **406''**, **406'''** usw., die zum Transportieren der Aufwärtsverbindungs-Verkehrsdaten verwendet werden.

[0075] Gemäß dem vorliegenden erfindungsgemäßen Verfahren und Gerät, fordern CPEs, die zu der abgefragten Gruppe gehören, wenn eine Abfrage zu einer Multicast- oder Rundsendeverbindungs-ID geleitet wird, Bandbreite an, indem sie Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitze verwenden (entweder die Multicast-Konkurrenzschlitze der spezifizierten Gruppe oder die Rundsende-Bandbreitenanfrage-Konkurrenzschlitze **410**), die dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400''** zugewiesen sind. Um die Wahrscheinlichkeit einer Kollision zu verringern, dürfen nur CPEs, die Bandbreite brauchen, die Multicast- oder Rundsendeabfragen beantworten. Anfragen um Bandbreite mit Null Länge werden in den Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitzen nicht zugelassen. Bei einer Ausführungsform übertragen CPEs die Bandbreitenanfragen in den Bandbreitenanfragenkonkurrenzschlitzen (zum Beispiel Konkurrenzschlitze **404**) mit QAM-4-Modulation. Bei dieser Ausführungsform sind die Konkurrenzschlitze bemessen, um eine Präambel zu 1 PS und eine Bandbreitenanfragemeldung aufzunehmen. Aufgrund physikalischer Auflösungsmerkmale erfordert die Meldung 1 PI (oder 6 PS) mit QAM-4-Modulation. Bei dieser Ausführungsform passen mehrere Bandbreitenanfragemeldungen von der

gleichen CPE in einen einzigen Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitz, ohne die Bandbreitennutzung oder die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Kollisionen zu steigern. Das erlaubt es der gleichen CPE, in dem gleichen Schlitz mehrere Bandbreitenanfragen zu stellen.

[0076] Wenn bei der Durchführung entweder eines Multicast- oder Rundsendeabfrage ein Fehler auftritt (wie zum Beispiel das Erfassen einer ungültigen Verbindungs-ID), sendet die Basisstation eine explizite Fehlermeldung zu der CPE. Antwortet die Basisstation nicht mit entweder einer Fehlermeldung oder einer Bandbreitenzuweisung innerhalb einer vorausbestimmten Zeitspanne, nimmt die CPE an, dass eine Kollision aufgetreten ist. In diesem Fall verwendet die CPE einen ausgewählten vorausdefinierten Konkurrenzauflösungsprozess. Bei einer bevorzugten Ausführungsform verwendet die CPE zum Beispiel den gut bekannten „Slotted ALOHA“-Konkurrenzauflösungsprozess, um zurückzutreten und eine andere Konkurrenzgelegenheit zu versuchen.

Konkurrenzauflösungsprozess

[0077] Konkurrenz ist erforderlich, wenn unzureichend Zeit vorhanden ist, um alle CPEs einzeln innerhalb eines geeigneten Intervalls abzufragen. Die Basisstation kann Konkurrenzperioden sowohl für Multicast-Gruppen als auch für alle CPEs allgemein (das heißt Rundsendung) festlegen. Nachdem geplante CPE-Daten, Steuermeldungen und Abfragen berücksichtigt wurden, weist die Basisstation die ganze nicht verwendete Zeit in dem Aufwärtsverbindungsteil des TDD-Rahmens der Konkurrenz zu, entweder für Bandbreitenanfragen oder für Registrierungszwecke. Typisch ist das Bandbreitenanfrageintervall viele PIs lang (zum Beispiel 1 PI=6 PS unter Verwendung von QAM-4-Modulation). Die CPEs müssen ihre Anfragen zu einer zufälligen Zeit (an Bündelgrenzen) innerhalb dieses Intervalls übertragen, um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Kollisionen zu verringern.

[0078] Gemäß der vorliegenden Erfindung wählt eine CPE, die in einem Anfrageintervall übertragen muss, vorzugsweise zufallsmäßig ein PI innerhalb des Intervalls aus und macht eine Anfrage in dem zugeordneten Start-PS. Diese Randomisierung minimiert die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen. Eine Kollision wird angenommen, wenn von der Basisstation keine Antwort auf die Anfrage innerhalb einer vorausbestimmten Zeitspanne eintrifft. Antwortet die Basisstation nicht innerhalb der vorausdefinierten Zeitspanne, wird das Kollisionsauflösungsverfahren der vorliegenden Erfindung ausgelöst.

[0079] Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet das folgende Auflösungsverfahren: Angenommen, der anfängliche

Rücktrittparameter ist i und der abschließende Rücktrittparameter ist f ,

1. Bei der ersten Kollision wartet die CPE während eines zufälligen Intervalls zwischen Null und 2^i Konkurrenzgelegenheiten und versucht dann wieder.
2. Tritt eine weitere Kollision auf, wird das Intervall verdoppelt, und die CPE versucht es wieder, und wiederholt, bis das Intervall 2^f erreicht ist.

[0080] Verzeichnet die CPE noch immer keinen Erfolg, wird an den Systemcontroller ein Fehler gemeldet, und der Konkurrenzprozess wird abgebrochen. Es können andere Konkurrenzauflösungsmechanismen verwendet werden, um die vorliegende Erfindung umzusetzen. Zum Beispiel könnte der gut bekannte Ternary-Baummechanismus verwendet werden, um Konkurrenzfälle aufzulösen.

[0081] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, das das Multicast- und Rundsendeabfrageverfahren **800** der vorliegenden Erfindung zeigt. Wie in [Fig. 8](#) gezeigt, geht das Gruppen-Abfrageverfahren **800** von einem anfänglichen SCHRITT **802** zu einem BeschlussfassungsSCHRITT **804** weiter, in welchem das Verfahren bestimmt, ob ausreichend Bandbreite für Multicast-Abfragen verfügbar ist. Ist für Multicast-Abfragen ausreichend Bandbreite verfügbar, geht das Verfahren weiter zu einem SCHRITT **806**, um die nächste Multicast-Gruppe in dem MAC-Steuerabschnitt **314** des MAC-Rahmensteuerkopfs **302** abzufragen. Ist jedoch nicht ausreichend Bandbreite verfügbar, um ein Multicast-Abfragen durchzuführen, geht das Verfahren weiter zu einem BeschlussfassungsSCHRITT **808**, in dem das Verfahren bestimmt, ob ausreichend Bandbreite verfügbar ist, um eine Rundsendeabfrage durchzuführen. Ist das der Fall, geht das Verfahren weiter zu einem SCHRITT **810**. Andernfalls geht das Verfahren weiter zu einem SCHRITT **812**.

[0082] Wie in [Fig. 8](#) gezeigt, wird im SCHRITT **810** eine Rundsendeabfrage ausgelöst, indem die Rundsendeabfrage in den MAC-Steuerabschnitt **314** des MAC-Rahmensteuerkopfteils **302** gegeben wird. Ähnlich wie bei der einzelnen Abfragetechnik wird die Multicast-Abfragemeldung der CPE implizit übertragen, indem in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan **400** Bandbreite zugewiesen wird. Die zugewiesene Bandbreite wird einer Multicast- oder Rundsendeverbindungs-ID zugeordnet.

[0083] In dem BeschlussfassungsSCHRITT **812** legt das Verfahren fest, ob eine Rundsende- oder Multicast-Abfrage ausgelöst wurde. Ist das der Fall, geht das Verfahren weiter zu SCHRITT **814**, in dem das Verfahren die entsprechenden Bandbreitenanfragekonkurrenzschnitte überwacht (wie zum Beispiel von den Bandbreitenkonkurrenzschnitzbeschreibungen **404**", **404**" und den Beschreibungen der Rund-

sende-Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitz 410 der [Fig. 7](#) definiert). Wurde keine Rundsende- oder Multicast-Abfrage ausgelöst, geht das Verfahren weiter zum Steuerpunkt 816 und endet danach in einem EndSCHRITT 818.

[0084] Das Verfahren geht von dem ÜberwachungsSCHRITT 814 zu einem BeschlussfassungsSCHRITT 820 weiter, um zu bestimmen, ob gültige (das heißt nicht kollidierende) Bandbreitenanfragen erfasst wurden. Wurden in SCHRITT 820 keine gültigen Bandbreitenanfragen erfasst, geht das Verfahren weiter zu dem Steuerpunkt 816 und endet im EndSCHRITT 818. Erkennt das Verfahren jedoch gültige Bandbreitenanfragen, geht es von SCHRITT 820 zu SCHRITT 822 weiter. Im SCHRITT 822 verwendet das Verfahren einen entsprechenden Bandbreitenzuweisungsalgorithmus, um der CPE, die um Bandbreite angefragt hat, Bandbreite zuzuweisen. Der bevorzugte Bandbreitenzuweisungsalgorithmus ist unten genauer unter Bezugnahme auf [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) beschrieben. Die Bandbreite wird in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan 400" wie in [Fig. 8](#) gezeigt zugewiesen.

Abfragebit

[0085] Wie oben unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) bis [Fig. 8](#) beschrieben und gemäß der vorliegenden Erfindung, setzt eine aktuell aktive CPE ein „Abfragebit“ oder eine „Vorrangabfrage“ in einem MAC-Paket, um der Basisstation anzuzeigen, dass sie einen Wechsel in der Bandbreitenzuweisung braucht. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung fordert eine ausgewählte CPE eine Abfrage an, indem sie ein Abfragebit („PM“) in den MAC-Kopfteil setzt. Gemäß der vorliegenden Erfindung setzt eine ausgewählte CPE in ähnlicher Weise ein Vorrangabfragebit („PPM“) in den MAC-Kopfteil, um anzuzeigen, dass sie eine vorrangige Abfrage wünscht.

[0086] Um die Bandbreitenanforderungen in Zusammenhang mit dem einzelnen Abfragen jeder aktiven CPE zu verringern, werden die aktiven CPEs ausschließlich einzeln abgefragt, wenn eines der Abfragebits von der CPE gesetzt wurde. Wenn die Basisstation eine Abfrageanfrage erfasst (wenn die CPE ihr Abfragebit setzt), wird die in [Fig. 9](#) gezeigte einzelne Abfragetechnik aktiviert, um die Anfrage zu erfüllen. Die Vorgehensweise anhand welcher eine CPE eine Basisstation veranlasst, die CPE abzufragen, ist in [Fig. 9](#) gezeigt. Bei einer alternativen Ausführungsform zeigen mehrere Pakete, die das Abfragebit gesetzt haben an, dass die CPE eine Bandbreitenzuweisungsanfrage für mehrere Verbindungen durchführen muss.

[0087] [Fig. 9](#) ist ein Flussdiagramm, das zeigt, wie das Abfragebit verwendet wird, um das Abfragen erfindungsgemäß auszulösen. Wie in [Fig. 9](#) gezeigt,

bestimmt das Verfahren zuerst in einem BeschlussfassungsSCHRITT 902, ob die Huckepack-Technik, die unten detaillierter beschrieben ist, zur Gänze genutzt wurde. Ist das nicht der Fall, geht das Verfahren auf SCHRITT 904 weiter und versucht zuerst, das „Huckepack“ durchzuführen. Das Verfahren geht dann zu einem SCHRITT 906 weiter, bei dem die Verbindung mit einer ersten Verbindung gleich gesetzt wird. Auf diese Art werden die Abfragebits für jede Verbindung innerhalb der CPE abgetastet. Das in [Fig. 9](#) gezeigte Verfahren geht dann zu einem BeschlussfassungsSCHRITT 908 weiter, um zu bestimmen, ob irgendwelche Bandbreitenerfordernisse existieren. Ist das nicht der Fall, geht das Verfahren zu einem SCHRITT 916 weiter und tastet für die nächste Verbindung ab. Besteht ein Bandbreitenerfordernis, geht das Verfahren zu einem BeschlussfassungsSCHRITT 910 weiter. Im SCHRITT 910 bestimmt das Verfahren, ob irgendwelche weitere Pakete zur Berücksichtigung des Abfragebits verfügbar sind. Ist das nicht der Fall, endet das Verfahren mit dem SCHRITT 910. Sind jedoch Pakete verfügbar, geht das Verfahren weiter zu einem SCHRITT 912 und setzt ein Abfragebit in ein verfügbares Paket.

[0088] [Fig. 10](#) zeigt die Meldungssequenz, die von der vorliegenden Erfindung zum Anfragen um Abfragebits unter Gebrauch des oben beschriebenen Abfragebits verwendet wird. Wie in [Fig. 10](#) gezeigt, löst die CPE bei einer Datenverbindung 930 eine Abfragesequenz aus, indem sie ihr zugeordnetes Abfragebit in den MAC-Kopfteil setzt. Das Basisstation-MAC antwortet über die Datenmeldung 932, indem er die ausgewählte CPE einzeln abfragt. Diese Antwort erfolgt durch Zuweisen von Bandbreite zu der ausgewählten CPE in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan wie in [Fig. 10](#) gezeigt. Die ausgewählte CPE antwortet danach mit einer Bandbreitenanfrage wie im Kommunikationspfad 934 gezeigt. Als Antwort auf die Bandbreitenanfrage der CPE gewährt die Basisstation Bandbreite und weist der CPE in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan wie im Kommunikationspfad 936 gezeigt Bandbreite zu. Die ausgewählte CPE überträgt dann ihre Daten zu der Basisstation über eine zugeordnete Anschlussverbindung.

Huckepack-Technik

[0089] Wie oben unter Bezugnahme auf das vorliegende erfindungsgemäße Verfahren und Gerät beschrieben, können aktuell aktive CPEs zum weiteren Verringern der Zuschlagbandbreite, die für den Bandbreitenzuweisungsprozess erforderlich ist, eine Bandbreitenanfrage (oder irgendeine andere Steuermeldung) auf ihren aktuellen Übertragungen „Huckepack nehmen“. Die CPEs vollziehen dieses Huckepacknehmen der Bandbreite, indem sie nicht benutzte Bandbreite in TC/PHY-Paketen existierender Bandbreitenzuweisungen benutzen. Die Vorgehensweise zum Benutzen überschüssiger Bandbreite in

dieser Art ist in [Fig. 11](#) gezeigt.

[0090] Wie in [Fig. 11](#) gezeigt, startet das Verfahren den Huckepackprozess in SCHRITT 950. Das Verfahren geht weiter zu einem Beschlussfassungs-SCHRITT 952, um zu bestimmen, ob die CPE zusätzliche Bandbreite braucht. Ist das der Fall, geht das Verfahren weiter zu einem Beschlussfassungs-SCHRITT 954, anderenfalls geht das Verfahren zu einem EndSCHRITT 964 weiter, mit dem das Verfahren endet. Im BeschlussfassungsSCHRITT 954 legt das Verfahren fest, ob irgendwelche ungenutzte Bytes in der aktuellen Zuweisung existieren. Ist das der Fall, setzt das Verfahren mit dem Einfügen von Bandbreitenanfragen in die unbenutzten Bytes in SCHRITT 956 fort. Anderenfalls geht das Verfahren weiter zu einem BeschlussfassungsSCHRITT 958. In dem BeschlussfassungsSCHRITT 958 bestimmt das Verfahren, ob überhaupt irgendwelche Pakete der CPE zugewiesen sind. Findet es keine Pakete im BeschlussfassungsSCHRITT 958, geht das Verfahren zu SCHRITT 960 weiter. Sind jedoch Pakete zugewiesen, geht das Verfahren zu einem SCHRITT 962 weiter, in dem die CPE ihr Abfragebit setzt. Dann geht das Verfahren weiter zu SCHRITT 960, in dem die CPE auf das Abfragen durch die zugeordnete Basisstation wartet. Dann endet das Verfahren im SCHRITT 964.

Bandbreitenzuweisung

[0091] Wie oben beschrieben, ist das Basisstation-MAC für das Zuweisen der verfügbaren Bandbreite zu einem physikalischen Kanal auf der Aufwärtsverbindung und der Abwärtsverbindung verantwortlich. Innerhalb der Aufwärtsverbindungs- und Abwärtsverbindungs-Unterrahmen weist der Planer der Basisstation-MAC die verfügbare Bandbreite den verschiedenen Diensten in Abhängigkeit von ihren Vorrängen und Regeln zu, die von ihrer Servicequalität (QoS) auferlegt werden. Zusätzlich weisen die höheren Steuerunterschichten des Basisstation-MAC über mehr als einen physikalischen Kanal zu.

Abwärtsverbindungs-Bandbreitenzuweisung – eine Ausführungsform

[0092] Die Abwärtsverbindungsbandbreite wird wie in [Fig. 12](#) gezeigt zugewiesen. Die Basisstation-MAC wartet einen Satz von Warteschlangen für jeden physikalischen Kanal, den sie versorgt. Innerhalb jedes Satzes Warteschlangen des physikalischen Kanals wartet die Basisstation eine Warteschlange für jede QoS. Die Warteschlangen enthalten Daten, die bereit sind, um zu den CPEs gesendet zu werden, die auf dem physikalischen Kanal gegenwärtig sind. Die höheren Schichten des Basisstationprotokollstapels sind für die Reihenfolge verantwortlich, in welcher Daten in die einzelnen Warteschlangen gegeben werden. Die höheren Steuerschichten der Basisstati-

on können jeden geeigneten Fairness- oder Verkehrsformungsalgorithmus hinsichtlich des Teilens des Zugangs unter den Verbindungen mit einer gleichen QoS implementieren, ohne sich auf die niedrigeren MAC-Steuerschichten der Basisstation auszuwirken. Sobald Daten in den Warteschlangen gegenwärtig sind, sind die niedrigeren Steuerniveaus der Basisstation (zum Beispiel BS LL-MAA der [Fig. 5](#) und [Fig. 10](#)) dafür verantwortlich, die Bandbreite auf der Grundlage der QoS zuzuweisen.

[0093] Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung berücksichtigt die Basisstation beim Festlegen der Menge Bandbreite, die einer bestimmten QoS für eine bestimmte CPE zuzuweisen ist, die QoS, die Modulation und Fairnesskriterien, die verwendet werden, um eine einzelne CPE daran zu hindern, die gesamte verfügbare Bandbreite aufzubrechen. Die Bandbreite wird vorzugsweise in der QoS-Reihenfolge zugewiesen. Besteht eine Warteschlange, die innerhalb eines bestimmten TDD-Rahmens nicht ganz übertragen werden kann, wird innerhalb dieser Warteschlange ein QoS-spezifischer Fairnessalgorithmus verwendet, wie zum Beispiel ebenbürtig gebeitetes Warteschlangengebilden. Jede Verbindung erhält einen Teil der restlichen verfügbaren Bandbreite auf der Grundlage ihres relativen Gewichts. Die Ableitung von Gewichten hängt von der QoS ab. ATM-Verkehr kann zum Beispiel auf der Grundlage vertraglicher Bandbreitenlimits oder Garantien gewichtet werden, während IP-Verbindungen alle ein identisches Gewicht erhalten. Sobald die Bandbreite zugewiesen ist, werden die Daten in einer Art übertragen, durch welche die Daten durch Modulationstyp sortiert werden.

Aufwärtsverbindungs-Bandbreitenzuweisung – eine Ausführungsform

[0094] Das Aufwärtsverbindungs-Bandbreitenzuweisungsverfahren ist dem Abwärtsverbindungs-Bandbreitenzuweisungsverfahren, das oben unter Bezugnahme auf [Fig. 12](#) beschrieben wurde, sehr ähnlich. Statt jedoch von der Basisstation gewartet zu werden, werden die Datenwarteschlangen über jede einzelne CPE verteilt und gewartet. Statt den Zustand der Warteschlange direkt zu prüfen, erhält die Basisstation vorzugsweise Bandbreitenanfragen von den CPEs, die die oben unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) bis [Fig. 11](#) beschriebenen Techniken benutzen. Anhand dieser Bandbreitenanfragen rekonstruiert die Basisstation ein logisches Bild des Zustands der CPE-Datenwarteschlangen auf. Auf der Grundlage dieser logischen Übersicht des Satzes von Warteschlangen weist die Basisstation Aufwärtsverbindungsbandbreite gleich zu wie sie Abwärtsverbindungsbandbreite zuweist. Diese Technik zur Aufwärtsverbindungsbandbreitenzuweisung ist in [Fig. 13](#) gezeigt.

[0095] Wie oben beschrieben, wird die einer ausgewählten CPE zugewiesene Bandbreite der ausgewählten CPE in Form von Bandbreite übertragen, die in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan zugewiesen wird. Ausgehend von einem Punkt in dem TDD weist der Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan der ausgewählten CPE eine bestimmte Menge an Bandbreite zu. Die ausgewählte CPE weist diese Bandbreite dann ihren Verbindungen zu. Das erlaubt es der CPE, die Bandbreite in einer anderen Art als angefragt zu verwenden, wenn sie Daten mit höherem Vorrang empfängt, während sie auf die Bandbreitenzuweisung wartet. Wie oben beschrieben, befinden sich die Bandbreitenzuweisungen aufgrund der dynamischen Beschaffenheit der Bandbreitenanforderungen in ständigem Wandel. Eine ausgewählte CPE kann folglich nicht erbetene Änderungen für die Bandbreite empfangen, die auf einer rahmenweisen Basis gewährt werden. Wenn die ausgewählte CPE weniger Bandbreite für einen Rahmen erhält als notwendig ist, um alle wartenden Daten zu übertragen, muss die CPE QoS- und Fairnessalgorithmen verwenden, um ihre Warteschlangen zu bedienen. Die CPE kann Bandbreite von Verbindungen mit niedriger QoS „stehlen“, um eine Anfrage um mehr Bandbreite Huckepack zu nehmen, indem sie die oben beschriebene Huckepack-Technik verwendet. TDM-Verbindungen, die nicht bereits die maximale Bandbreite haben, erhalten genug Extradbandbreite in der Aufwärtsverbindung, um eine Anfrage um zusätzliche Bandbreite Huckepack zu nehmen.

QoS-spezifische Fairnessalgorithmen

[0096] Daten zum Übertragen auf der Aufwärtsverbindung und der Abwärtsverbindung werden vorzugsweise nach Servicequalitätsbezeichnungen (QoS) eingereiht. Die Daten werden in der Reihenfolge einer QoS-Warteschlangenvorität wie oben beschrieben übertragen. Bei dem Übertragen von Warteschlangendaten kann es eine QoS-Warteschlange geben, für die die Bandbreite nicht reicht, um alle Warteschlangendaten während des aktuellen TDD-Rahmens zu übertragen. Wenn diese Situation auftritt, wird ein QoS-spezifischer Fairnessalgorithmus ausgelöst, um die faire Handhabung der Daten sicherzustellen, die mit dieser QoS in Warteschlangen sind. Es gibt drei grundlegende Fairnessalgorithmen, die implementiert werden können: (1) kontinuierliche Gewährung, (2) faire gewichtete Datenwarteschlangenbildung und (3) Round Robin.

[0097] Vorzugsweise überwacht das MAC Verbindungen auf den Bandbreitengebrauch nicht. Die Überwachung sollte durch höhere Steuerschichten erfolgen. Das MAC geht davon aus, dass alle anhängigen Daten den vertraglichen Einschränkungen entsprechen und übertragen werden können. Warteschlangen mit kontinuierlicher Gewährung haben den einfachsten Fairnessalgorithmus. Alle Daten in

diesen Warteschlangen müssen bei jedem TDD-Rahmen gesendet werden. Unzureichende Bandbreite weist auf einen Fehler in der Bereitstellung hin.

Datenwarteschlangen mit fairer Gewichtung

[0098] Datenslangen mit fairer Gewichtung erfordern, dass allen Verbindungen mit einer gegebenen QoS ein Gewicht zugeordnet wird, um den Prozentsatz der verfügbaren Bandbreite, für deren Empfang sie in Frage kommen, zu bestimmen. Dieser Gewichtungswert wird vorzugsweise von einem der drei Datenratenparameter in Abhängigkeit von den vertraglichen Parametern der bereitgestellten Verbindung abgeleitet. Diese drei Parameter sind: (1) anhängige Daten, (2) garantierte Rate, und (3) Durchschnittsrate.

[0099] Echtzeit-VBR-Verbindungen werden als DAMA-Verbindungen mit Datenwarteschlangen mit fairer Gewichtung auf der Grundlage der anhängigen Daten erstellt. Damit eine QoS-Warteschlange dieses Typs in einem TDD-Rahmen ausreichend Bandbreite hat, um alle der Daten in der Warteschlange zu übertragen, wird für jede Verbindung in der Warteschlange ein Gewicht bestimmt. Bei einer Ausführungsform entspricht dieses Gewicht dem Betrag der anhängigen Daten für die Verbindung ausgedrückt als ein Prozentsatz der gesamten anhängigen Daten in der Warteschlange. Da die Menge der anhängigen Daten dynamisch ist, müssen diese Gewichte für diese Warteschlangentypen in jedem TDD-Rahmen bestimmt werden, in dem unzureichend Bandbreite besteht, um alle Daten in der betreffenden Warteschlange zu senden.

[0100] Für DAMA-Verbindungen, die einen Vertrag mit garantierter Rate haben, werden die Gewichte auf der Grundlage der garantierten Rate berechnet. In diesem Fall wird das Gewicht vorzugsweise als ein Prozentsatz der gesamten garantierten Rate aller Verbindungen mit anhängigen Daten in der Warteschlange ausgedrückt. Da die garantierte Rate bereitgestellt wird, brauchen die Gewichte nicht in jedem TDD-Rahmen, in dem sie verwendet werden, bestimmt zu werden. Die Gewichte für eine Warteschlange werden vielmehr nur bestimmt, wenn eine Änderung in der Bereitstellung auftritt (das heißt eine neue Verbindung, eine Änderung in den Verbindungsparametern oder ein Verbindungsende) für eine der Verbindungen in der Warteschlange.

[0101] Für DAMA-Verbindungen, die einen Vertrag mit einer Durchschnittsrate haben, werden die Gewichte vorzugsweise auf der Grundlage der Durchschnittsrate berechnet. Das Gewicht ist die Durchschnittsrate ausgedrückt als Prozentsatz der gesamten Durchschnittsrate aller Verbindungen mit anhängigen Daten in der Warteschlange. Da die Durch-

schnittsrate bereitgestellt wird, brauchen die Gewichte nicht bei jedem TDD-Rahmen, in dem sie verwendet werden, bestimmt zu werden. Die Gewichte für eine Warteschlange werden vielmehr nur neu berechnet, wenn eine Änderung in der Bereitstellung für eine der Verbindungen in der Warteschlange auftritt.

[0102] In allen oben beschriebenen Fällen kann die Granularität der Bandbreitenzuweisungen zu grob sein, um eine perfekte gewichtete auf Prozentsatz basierende Zuweisung auf die Verbindungen in der Warteschlange bereitzustellen. Das kann dazu führen, dass einige Warteschlangen in einem bestimmten TDD-Rahmen überhaupt keine Bandbreite erhalten. Um sicherzustellen, dass das Auftreten dieses Zustands auf die Verbindungen in der Warteschlange fair verteilt ist, erhält die Verbindung, die keine Bandbreite erhalten hat, beim nächsten Mal, wenn der Zustand unzureichender Bandbreite für die Warteschlange besteht, den Vorrang. Bei Warteschlangen mit Gewichten, die auf garantierten oder Durchschnittsraten basieren, können einige Verbindungen nicht ausreichend anhängige Daten haben, um die ganze Bandbreite zu nutzen, auf die sie auf der Grundlage ihres berechneten Gewichts Anspruch haben. In diesen Fällen wird die nicht benutzte Bandbreite der Verbindung fair auf die Verbindungen verteilt, die überschüssige anhängige Daten haben.

[0103] Bestimmte QoSs erfordern, dass die Daten ein Alter haben. Bei Warteschlangen mit diesen QoSs gibt es eine zugeordnete Warteschlange mit einem Vorrang, der um einen Schritt höher ist. Werden die Daten nicht durch den bereitgestellten Altersparameter übertragen, werden die Daten in die höhere QoS-Warteschlange gegeben und erhalten vor neuen Daten in der Originalwarteschlange ungeachtet der relativen Gewichte der Verbindungen den Vorrang.

Round Robin

[0104] Der Round Robin-Fairnessalgorithmus wird für so genannte Best Effort-Verbindungen verwendet, bei welchen alle Verbindungen das gleiche Gewicht haben. Besteht unzureichend Bandbreite, um alle Daten in der Warteschlange in einem bestimmten TDD-Rahmen zu übertragen, werden den Verbindungen Bandbreiten im Round Robin-Betrieb zugewiesen, wobei jede Verbindung einen Block Bandbreite bis zu einem Warteschlangen-spezifischen Maximum erhält. Verbindungen, die keine Bandbreite erhalten haben, erhalten beim nächsten Mal, wenn der Zustand der unzureichenden Bandbreite existiert, höhere Priorität.

Bandbreitenzuweisungsalgorithmus

[0105] Für jeden TDD-Rahmen weist die Basisstation den Abwärtsverbindungsteil des TDD-Rahmens

zu und führt eine Schätzung des Aufwärtsverbindungsverkehrs durch, um den CPEs Aufwärtsverbindungsbandbreite zuzuweisen. Die CPEs weisen einzeln die ihnen zugewiesene Bandbreite ihren anhängigen Datenverbindungen zu.

Basisstationabwärtsverbindung

[0106] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, hat die Basisstation in einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auf der Grundlage der ATDD-Teilung (das heißt dem Prozentsatz der Bandbreite, der der Aufwärtsverbindung und der Abwärtsverbindung zugewiesen wird) eine bestimmte Anzahl der 800 PS in dem TDD-Rahmen, die für Abwärtsverbindungsübertragungen verfügbar sind. Der Bandbreitenzuweisungsalgorithmus für die Abwärtsverbindung geht vorzugsweise wie folgt vor.

[0107] Zuerst weist die Basisstation dem PI für die PHY-Steuerung PSs zu und ausreichend PSs für mindestens 1 PI für die MAC-Steuerung. Die Basisstation führt die Aufwärtsverbindungs-Bandbreitenzuweisung vorzugsweise vor der Zuweisung der Abwärtsverbindungsbandbreite durch, um die Anzahl der PIs zu bestimmen, die für die MAC-Steuerung zuzuweisen ist. Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden die PHY-Steuerung und MAC-Steuerung immer unter Verwendung der QAM-4-Modulation gesendet.

[0108] Für Verbindungen mit Abwärtsverbindungen mit kontinuierlicher Gewährung anhängiger Daten bestimmt die Basisstation die Anzahl von PIs, die erforderlich ist, um die Daten zu übertragen. Die Anzahl wird dann in PSs als eine Funktion der Modulation umgewandelt, die für die CPE, die jeder Verbindung zugeordnet ist, verwendet wird. Für jede restliche QoS oder bis die verfügbare Bandbreite komplett zugewiesen ist, bestimmt die Basisstation, ob genug Bandbreite besteht, um den gesamten Bedarf der QoS-Warteschlange zu decken. Ist das der Fall, weist die Basisstation die geforderte Bandbreite zu. Anderenfalls, wenn nicht genug Bandbreite besteht, um die Warteschlange zufrieden zu stellen, implementiert die Basisstation den oben beschriebenen Warteschlangen-spezifischen Fairnessalgorithmus.

Basisstation-Aufwärtsverbindung

[0109] Bei einer bevorzugten Ausführungsform, die auf dem ATDD-Teilen wie oben unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) beschrieben basiert, hat die Basisstation eine vorausbestimmte Anzahl von PSs in dem TDD-Rahmen, die für Aufwärtsverbindungsübertragungen verfügbar ist. Die Basisstation muss eine Schätzung der anhängigen Daten und Steuermeldungen mit jeder QoS für die CPEs, die sie versorgt, warten. Die Basisstation schätzt den Datenverkehr auf der Grundlage der Bandbreitenanfragen, die sie

von den CPEs erhalten hat, und auf der Grundlage einer Beobachtung des tatsächlichen Datenverkehrs. Die Basisstation schätzt den Aufwärtsverbindungs-Steuerungsmeldungsverkehr auf der Grundlage der gerade engagierten Protokolle (das heißt Verbindungsaufbau, Abfragebitnutzung usw.) sowie auf der Grundlage der Abfragepolitik der Basisstation (das heißt einzeln, Multicast- und Rundsendeabfrage). Der Aufwärtsverbindungs-Bandbreitenzuweisungsalgorithmus geht wie folgt vor.

[0110] Für Verbindungen mit Aufwärtsverbindung mit kontinuierlicher Gewährung anhängiger Daten bestimmt die Basisstation vorzugsweise die Anzahl der PIs, die zum Übertragen der Daten erforderlich ist. Diese Anzahl wird dann in eine Anzahl von PSs umgewandelt, wie von der Modulation bestimmt wird, die für die CPE, die jeder Verbindung zugeordnet ist, verwendet wird. Verbindungen mit kontinuierlicher Gewährung, die eine aktuelle Bandbreite haben, die geringer ist als die maximale Bandbreite, erhalten immer Bandbreite zugewiesen, die die kleinere ist von: 1) ihrer maximalen Bandbreite oder 2) ihrer aktuellen Bandbreite plus der Bandbreite, die erforderlich ist, um eine CG-Bandbreitenwechselfeldung zu senden.

[0111] Für jede restliche QoS oder bis die verfügbare Bandbreite komplett zugewiesen ist, bestimmt die Basisstation, ob ausreichend Bandbreite vorhanden ist, um den gesamten Bedarf der QoS-Warteschlange zu decken und weist dann die angeforderte Bandbreite zu. Ist nicht ausreichend Bandbreite vorhanden, um die Warteschlange zufrieden zu stellen, implementiert die Basisstation den oben beschriebenen Warteschlangen-spezifischen Fairnessalgorithmus.

CPE-Aufwärtsverbindung

[0112] Wie oben beschrieben, wird den CPEs für jeden TDD-Rahmen ein Teil des Aufwärtsverbindungs-Unterrahmens zugewiesen, um ihre jeweiligen Daten zu übertragen. Da sich die Bandbreitenanforderungen der CPE geändert haben können, seit die Basisstation die Bandbreitenanfrageinformation erhalten hat, welche sie verwendet hat, um die Aufwärtsverbindungsbandbreite zuzuweisen, sind die CPEs selbst für das Zuweisen der ihnen zugewiesenen Bandbreite auf der Grundlage ihrer aktuellen Bandbreitenerfordernisse verantwortlich. Das bedeutet, dass die CPEs nicht gezwungen sind, zugewiesene Bandbreite ihren Datenverbindungen in der gleichen Weise zuzuweisen wie die CPE sie bei der Anfrage der Bandbreite von der Basisstation verwendet hat. Der Bandbreitenzuweisungsalgorithmus der Aufwärtsverbindung der CPE geht vorzugsweise wie folgt vor.

[0113] Für Verbindungen mit Aufwärtsverbindungen mit kontinuierlicher Gewährung anhängiger Daten

bestimmt die CPE die Anzahl der PIs, die zum Übertragen der Daten erforderlich sind. Diese Anzahl wird dann in eine PS-Anzahl auf der Grundlage des Modulationsschemas, welches die CPE benutzt, umgewandelt. Für jede restliche QoS oder bis die verfügbare Bandbreite komplett zugewiesen ist, bestimmt die CPE, ob ausreichend Bandbreite besteht, um den ganzen Bedarf der QoS-Warteschlange zu decken. Ist das der Fall, weist die CPE erforderliche Bandbreite zu. Anderenfalls, wenn die Bandbreite nicht ausreicht, um die Warteschlange zufrieden zu stellen, implementiert die CPE den oben beschriebenen Warteschlangen-spezifischen Fairnessalgorithmus.

Zusammenfassung

[0114] Zusammenfassend umfassen das Bandbreitenzuweisungsverfahren und Gerät der vorliegenden Erfindung leistungsstarke, hocheffiziente Mittel zum Zuweisen von Bandbreite in einem drahtlosen Breitbandkommunikationssystem. Das vorliegende Bandbreitenzuweisungsverfahren und Gerät verwenden eine Kombination einzelner und Gruppen-Abfrage-Techniken, das Abfragen auf Konkurrenzbasis, die Huckepack-Technik und von der CPE ausgelöste Techniken, um effizient Bandbreite in einem Kommunikationssystem zuzuweisen. Vorteilhafterweise dürfen nur die gerade aktiven CPEs (CPEs, die gerade zugeordnete Bandbreitenzuweisungen haben) mehr Bandbreite anfordern, indem sie entweder das Huckepackverfahren oder das Verfahren mit Abfragebit verwenden. Zusätzlich spart die vorliegende Erfindung an Bandbreite, indem sie implizit die CPE über zusätzliche Bandbreitenzuweisung informiert. Die Basisstation informiert die CPE implizit über zusätzliche Bandbreitenzuweisung, indem sie der CPE in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenplan zusätzliche Bandbreite zuweist. Ähnlich fragen die Basisstationen die CPEs implizit ab, indem sie in der Aufwärtsverbindung Bandbreite zuweisen, so dass die CPEs auf die Abfrage mit einer Bandbreitenanfrage antworten können.

[0115] Um den Bandbreitenanfragen nachzukommen, baut die Basisstation eine logische Warteschlange von zu übertragenden Daten auf und wartet sie. Die Warteschlangen werden von den Basisstationen auf der Grundlage der QoS entwickelt. Zusätzlich weist die Basisstation Bandbreite auf der Grundlage einer Kombination von QoS und einem QoS-spezifischen Fairnessalgorithmus zu. Die CPE selbst und nicht die Basisstation verteilt die zugewiesene Bandbreite auf ihre Dienste in der Art, die die CPE für geeignet festlegt. Die CPE kann daher die ihr zugewiesene Bandbreite anders verwenden als für den ursprünglich beabsichtigten (und angefragten) Zweck.

[0116] Natürlich können an den Ausführungsformen der vorliegend beschriebenen Erfindung verschiede-

ne Änderungen vorgenommen werden, ohne den Geltungsbereich der Erfindung zu verlassen. Das erfindungsgemäße Verfahren und Gerät können zum Beispiel für jeden Typ von Kommunikation verwendet werden, der Gebrauch ist nicht auf ein drahtloses Kommunikationssystem beschränkt. Ein solches Beispiel ist der Einsatz der Erfindung für ein Satellitenkommunikationssystem. Bei einem solchen Kommunikationssystem ersetzt der Satellit die oben beschriebenen Basisstationen. Ferner befinden sich die CPEs nicht mehr in festgelegten Entfernungen von den Satelliten. Es ist daher schwieriger, DAMA-Dienste für die CPEs zu planen. Alternativ kann die vorliegende Erfindung für ein verdrahtetes Kommunikationssystem verwendet werden. Der einzige Unterschied zwischen dem verdrahteten und dem drahtlosen System, das oben beschrieben wurde, besteht darin, dass die Kanalcharakteristiken zwischen den zwei anders sind. Die Bandbreitenzuweisungen ändern sich jedoch nicht zwischen den zwei Systemtypen. Die Erfindung ist daher nicht als auf die spezifisch dargestellte Ausführungsform eingeschränkt zu betrachten, sondern sie gilt für den weitesten Geltungsbereich, wie er von den Ansprüchen definiert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung in einem drahtlosen Breitbandkommunikationssystem, bei dem das drahtlose Kommunikationssystem eine Vielzahl von CPEs (110) in Kommunikation mit zugeordneten und entsprechenden Basisstationen (106) umfasst, wobei die Basisstationen (106) Aufwärtsverbindungs- und Abwärtsverbindungs-Unterrahmenabbilder aufrechterhalten, die die Bandbreitenzuweisungen in den Aufwärtsverbindungs- und Abwärtsverbindungs-Kommunikationsstrecken darstellen, und das Verfahren gekennzeichnet ist durch die folgenden Schritte:
 - (a) Bestimmen (606), ob ausreichende Bandbreite zum einzelnen Abfragen einer ausgewählten CPE vorhanden ist;
 - (b) wenn in Schritt (a) festgestellt wird, dass ausreichende Bandbreite verfügbar ist, Bestimmen (606), ob entweder nicht abgefragte inaktive CPEs oder nicht abgefragte aktive CPEs gegenwärtig sind, die ein Abfragen anfordern, anderenfalls Weitergehen zu Schritt (e);
 - (c) Abfragen (614) einer ausgewählten CPE durch Bandbreitenzuweisung zu der CPE in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenabbild;
 - (d) Fortsetzen des einzelnen Abfragens anderer ausgewählter CPEs durch Wiederholen der Schritte (a) bis (c), bis in einen Schritt (a) festgestellt wird, dass nicht ausreichend verfügbare Bandbreite besteht, um die CPEs einzeln abzufragen;
 - (e) Auslösen eines Multicast- und Rundsendeabrufprozesses; (f) Bestimmen (616), ob irgendwelche einzelne CPE-Abrufe im Schritt (c) ausgelöst wurden;
 - (g) wenn in Schritt (c) keine einzelnen CPE-Abrufe ausgelöst wurden, Beenden des Verfahrens (620), anderenfalls Abwarten (622) einzelner Bandbreitenanfragen von den in Schritt (c) abgerufenen CPEs;
 - (h) Empfangen einer Bandbreitenanfrage von einer ausgewählten CPE und
 - (i) Auslösen eines Bandbreitenzuweisungsprozesses (626) und Bandbreitenzuweisung in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenabbild für die ausgewählte CPE, die die in Schritt (h) übertragene Bandbreitenanfrage gesendet hat.
2. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 1, wobei die aktiven nicht abgefragten CPEs das Abfragen in Schritt (b) durch Setzen eines Abrufbits, das den CPEs zugeordnet ist, anfordern.
 3. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 1, bei dem ein Abwärtsverbindungs-Unterrahmen einen Rahmensteuerkopf (302) und eine Vielzahl von physikalischen Schlitzen für Abwärtsverbindungsdaten (304, 304' usw.) nach Modulationstyp gruppiert umfasst.
 4. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 3, wobei die Vielzahl von physikalischen Datenschlitzten durch eine Vielzahl von Modulationsübergangsspalten getrennt ist.
 5. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 3, wobei der Rahmensteuerkopf (302) eine Präambel (310), einen physikalischen Steuerabschnitt (312) und einen MAC-Abschnitt (314) umfasst.
 6. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 5, wobei der physikalische Steuerabschnitt eine Angabe eines physikalischen Schlitzes umfasst, an dem ein Modulationsschemawechsel auftritt.
 7. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 5, wobei der MAC-Steuerabschnitt das Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenabbild enthält.
 8. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 1, wobei ein Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen eine Vielzahl von Registrierungskonkurrenzschlitzen, eine Vielzahl von Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitzen und eine Vielzahl von geplanten CPE-Datenschlitzen umfasst, und wobei die Registrierungskonkurrenzschlitze, die Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitze und Datenschlitze der Vielzahl von CPEs zugeordnet sind und ihnen entsprechen.
 9. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 8, wobei die Registrierungskonkurrenzschlitze von der CPE während der Registrierung bei einer zugewiesenen und entsprechenden Basisstation verwendet werden, und wobei die Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitze von den CPEs verwendet wer-

den, um Bandbreite anzufordern.

10. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 8, wobei die geplanten CPE-Datenschlitze von den CPEs verwendet werden, um MAC-Steuermeldungen und Daten zu ihren zugewiesenen und entsprechenden Basisstationen zu übertragen.

11. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 3, wobei die Basisstation die ausgewählte CPE während des Schritts (c) abrufen, indem sie einen Rahmensteuerkopf sendet, wobei der Rahmensteuerkopf einen MAC-Steuerabschnitt umfasst, der angibt, dass die Bandbreite der ausgewählten CPE zugewiesen wurde.

12. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 10, wobei die einzelnen Bandbreitenanfragen während des Schritts (h) durch Überwachen der geplanten CPE-Datenschlitze auf Bandbreitenanfragemeldungen empfangen werden.

13. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 1, wobei der in Schritt (e) ausgelöste Multicast- und Rundsendeabrufprozess die folgenden Schritte umfasst:

(e-a) Bestimmen (**804**), ob ausreichend Bandbreite zur Durchführung eines Multicastabrufens verfügbar ist;

(e-b) wenn in Schritt (e-a) festgestellt wird, dass ausreichend Bandbreite verfügbar ist, Abrufen (**806**) einer nächsten Multicastgruppe, die abgerufen werden soll und Rückkehr zu Schritt (e-a), anderenfalls Weitergehen zu Schritt (e-c);

(e-c) Bestimmen (**808**), ob ausreichend Bandbreite zur Durchführung eines Rundsendeabrufs verfügbar ist;

(e-d) wenn in Schritt (e-c) festgestellt wird, dass ausreichend Bandbreite verfügbar ist, Setzen eines Rundsendeabrufs in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenabbild, anderenfalls Weitergehen zu Schritt (e-e)

(e-e) Bestimmen (**812**), ob ein Multicast- oder Rundsendeabruf entweder in Schritt (e-b) oder in Schritt (e-d) durchgeführt wurde;

(e-f) wenn in Schritt (e-e) entweder ein Multicast- oder Rundsendeabruf zum Durchführen bestimmt wurde, Überwachen (**814**) auf Bandbreitenanfragemeldungen in Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitzen, die durch das Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenabbild definiert sind, anderenfalls Beenden (**818**) des Multicast- und Rundsendeabrufprozesses;

(e-g) Bestimmen (**820**), ob gültige Bandbreitenanfragen empfangen wurden; und

(e-h) Ändern (**822**) des Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenabbilds, um die der Vielzahl von CPEs zugewiesene Bandbreite zu berücksichtigen.

14. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 1, wobei der in Schritt (i) ausgelöste Band-

breitenzuweisungsprozess das Bilden und Aufrechterhalten in der Basisstation eines logischen Modells einer Vielzahl von Datenwarteschlangen für die Vielzahl von CPEs umfasst, und wobei die Datenwarteschlangen auf der Grundlage der Qualität der Servicebezeichnungen geordnet sind.

15. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 14, wobei Daten von den CPEs in der Reihenfolge einer Servicequalitätswarteschlangenpriorität übertragen werden.

16. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 15, das ferner eine spezifische Fairnessmethode der Servicequalität umfasst, die initiiert wird, wenn unzureichend Bandbreite vorhanden ist, um alle Daten in der Servicequalitätswarteschlange zu übertragen.

17. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 16, wobei das logische Modell Folgendes umfasst:

(a) eine Vielzahl kontinuierlicher Gewährungsdatenwarteschlangen,

(b) eine Vielzahl fairer gewichteter Datenwarteschlangen, und

(c) eine Vielzahl Round Robin-Datenwarteschlangen.

18. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 17, wobei die Daten in einer kontinuierlichen Gewährungsdatenwarteschlange während eines Aufwärtsverbindungsrahmens übertragen werden.

19. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 17, wobei den Daten in den fairen gewichteten Datenwarteschlangen ein vordefinierter Gewichtungswert zugewiesen wird, wobei der Gewichtungswert den Prozentsatz an Bandbreite angibt, den die Daten eventuell erhalten können.

20. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 19, wobei der Gewichtungswert entweder einen Gewichtungswert anstehende Daten, garantierte Rate oder durchschnittliche Rate umfasst.

21. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 17, wobei die Round Robin-Datenwarteschlangen für Verbindungen mit besten Bemühungen verwendet werden, bei welchen alle Verbindungen die gleiche Gewichtung haben.

22. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 21, wobei den Verbindungen Bandbreite in Round-Robin-Art zugewiesen wird, wobei jede Verbindung einen Bandbreitenblock bis zu einem vorausbestimmten Maximum erhält.

23. Verfahren zur Bandbreitenzuweisung nach Anspruch 1, wobei die während des Schritts (h) emp-

fangene Bandbreitenanfrage von der ausgewählten CPE anhand einer Huckepacktechnik übertragen wird, wobei die ausgewählte CPE die Bandbreitenanfrage unter Verwenden nicht benutzter Bandbreite in TC/PHY-Paketen existierender Bandbreitenzuweisungen überträgt.

24. Vorrichtung zur Bandbreitenzuweisung in einem drahtlosen Breitbandkommunikationssystem, wobei das Breitbandkommunikationssystem eine Vielzahl von CPEs (**110**) in Kommunikation mit zugeordneten und entsprechenden Basisstationen (**106**) umfasst, wobei die Basisstationen Aufwärtsverbindungs- und Abwärtsverbindungs-Unterrahmenabbilder aufrechterhalten, die die Bandbreitenzuweisungen in den Aufwärtsverbindungs- und Abwärtsverbindungskommunikationsstrecken darstellen, gekennzeichnet durch

(a) Mittel (**606**) zum einzelnen Abrufen einer ausgewählten CPE;

(b) Gruppenabrufmittel (**604**) zum Abrufen einer ausgewählten Gruppe von CPEs, wobei die Mittel zum Gruppenabrufen nur dann verwendet werden, wenn ausreichend Bandbreite besteht, um die CPEs einzeln abzurufen;

(c) Bestimmungsmittel (**616**) die betrieblich mit den Abrufmitteln gekoppelt sind, zum Bestimmen, ob irgendwelche CPEs abgerufen wurden;

(d) Empfangsmittel (**622**) zum Empfangen von Bandbreitenanfragen von ausgewählten CPEs und
(e) Bandbreitenzuweisungsmittel (**626**) zur Bandbreitenzuweisung in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenabbild zu ausgewählte CPEs, die Bandbreitenanfragen zu einer zugewiesenen und entsprechenden Basisstation übertragen.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, wobei die Mittel zum einzelnen Abfragen Mittel zur Bandbreitenzuweisung an die ausgewählte CPE in dem Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenabbild enthalten.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, wobei ein Abwärtsverbindungs-Unterrahmen einen Rahmensteuerkopf (**302**) und eine Vielzahl physikalischer Abwärtsverbindungsdatenschlitze (**304**, **304'** usw.), die nach Modulationstyp gruppiert sind, umfasst.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, wobei die Vielzahl physikalischer Datenschlitze durch eine Vielzahl von Modulationsübergangsspalten getrennt ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 26, wobei der Rahmensteuerkopf (**302**) eine Präambel (**310**), einen physikalischen Steuerabschnitt (**312**) und einen MAC-Abschnitt (**314**) umfasst.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei der physikalische Steuerabschnitt eine Angabe eines physikalischen Schlitzes umfasst, an dem ein Modulationsschemawechsel auftritt.

30. Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei der MAC-Steuerabschnitt das Aufwärtsverbindungs-Unterrahmenabbild umfasst.

31. Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei ein Aufwärtsverbindungs-Unterrahmen eine Vielzahl von Registrierungskonkurrenzschlitzen, eine Vielzahl von Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitzen und eine Vielzahl geplanter CPE-Datenschlitze umfasst, und wobei die Registrierungskonkurrenzschlitze, Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitze und Datenschlitze der Vielzahl von CPEs zugewiesen sind und ihnen entsprechen.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, wobei die Registrierungskonkurrenzschlitze von der CPE während der Registrierung mit einer zugewiesenen und entsprechenden Basisstation verwendet werden, und wobei die Bandbreitenanfragekonkurrenzschlitze von den CPEs zum Übertragen von Bandbreitenanfragen verwendet werden.

33. Vorrichtung nach Anspruch 26, wobei die Basisstation die ausgewählte CPE durch Rundsenden eines Rahmensteuerkopfs abrufft, wobei der Rahmensteuerkopf einen MAC-Steuerabschnitt umfasst, der angibt, dass die Bandbreite der ausgewählten CPE zugewiesen wurde.

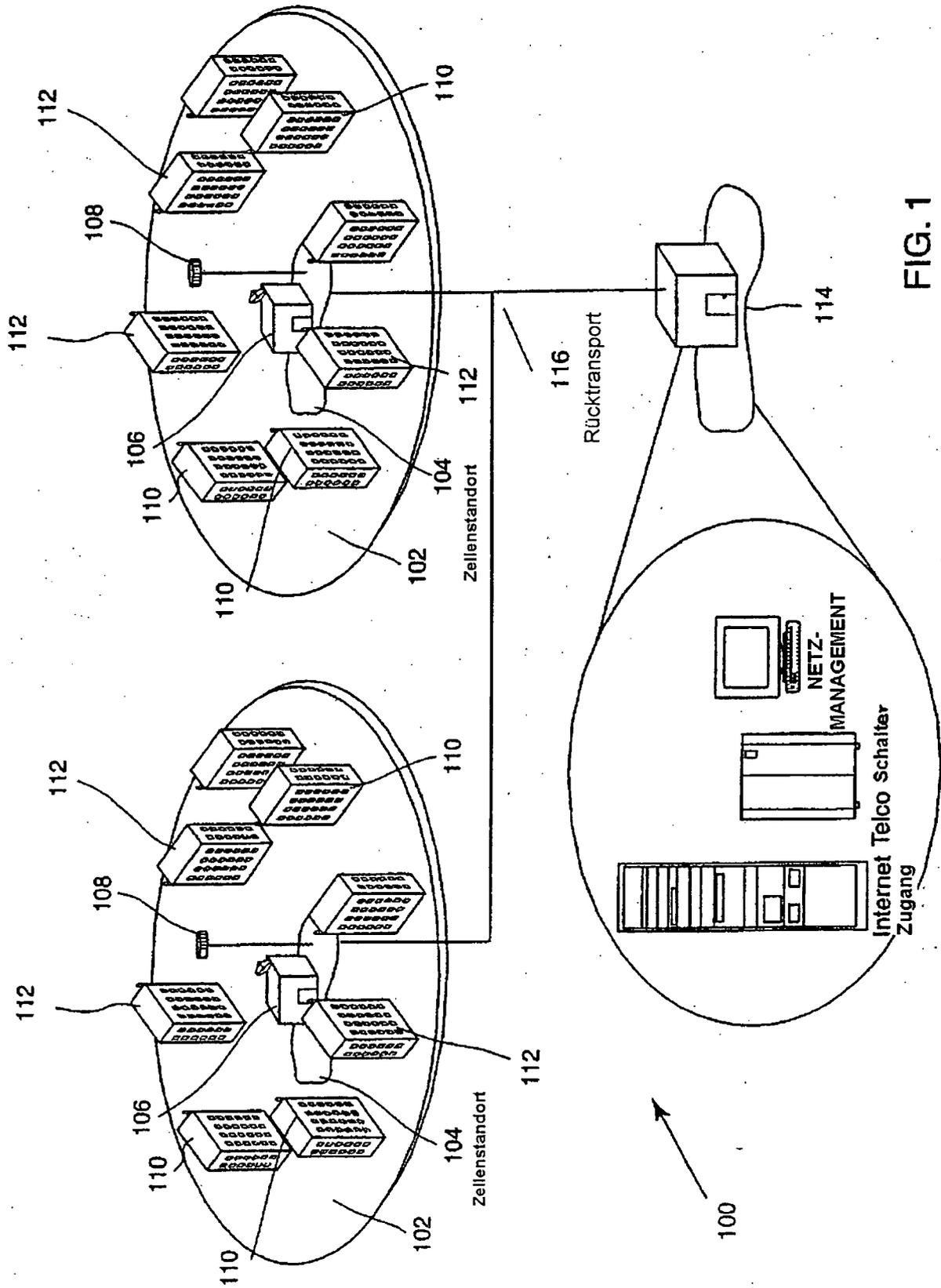
34. Vorrichtung nach Anspruch 24, wobei die Gruppenabrufmittel Mittel umfassen, um zu bestimmen, ob irgendwelche CPEs durch Setzen eines zugewiesenen und entsprechenden Abrufbits ein Abrufen anfordern.

35. Vorrichtung nach Anspruch 34, die ferner Huckepackmittel zum Übertragen einer Bandbreitenanfrage an eine ausgewählte Basisstation umfassen, wobei Bandbreite verwendet wird, die einer ausgewählten CPE zugewiesen ist.

36. Vorrichtung nach Anspruch 35, wobei die einzelnen Abrufmittel, die Gruppenabrufmittel, die Bestimmungsmittel und die Huckepackmittel verwendet werden, um für eine ausgewählte CPE effizient Bandbreite anzufordern.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



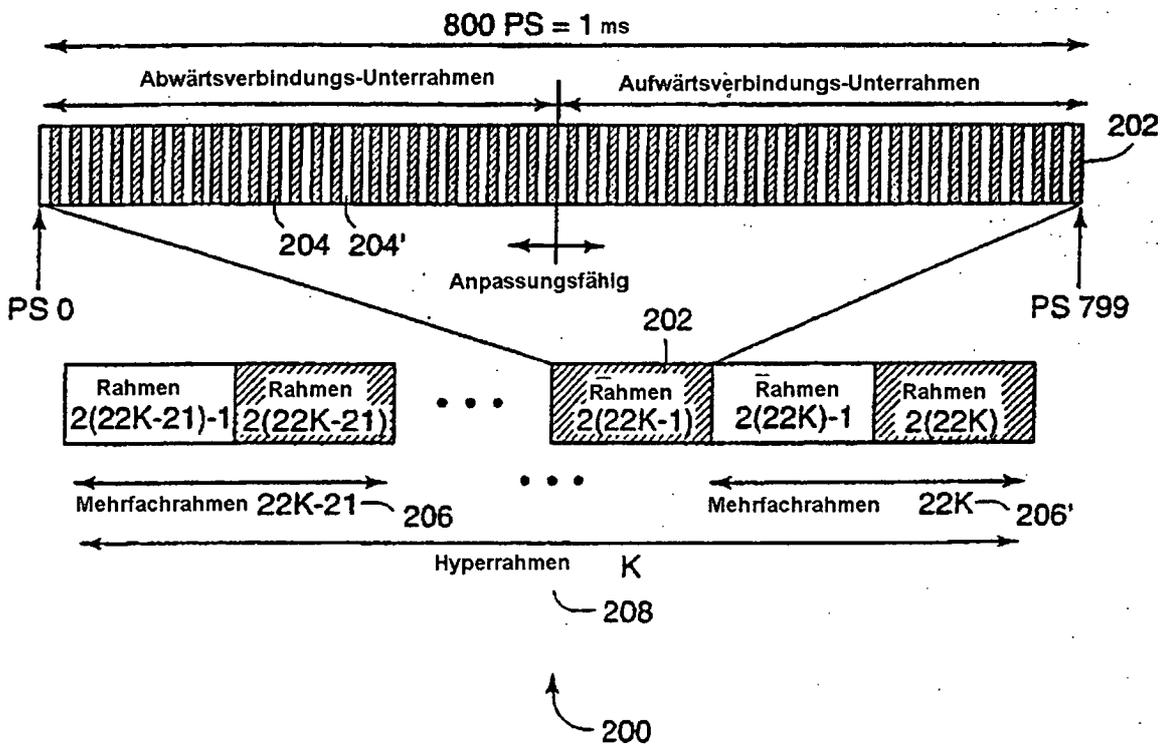


FIG. 2

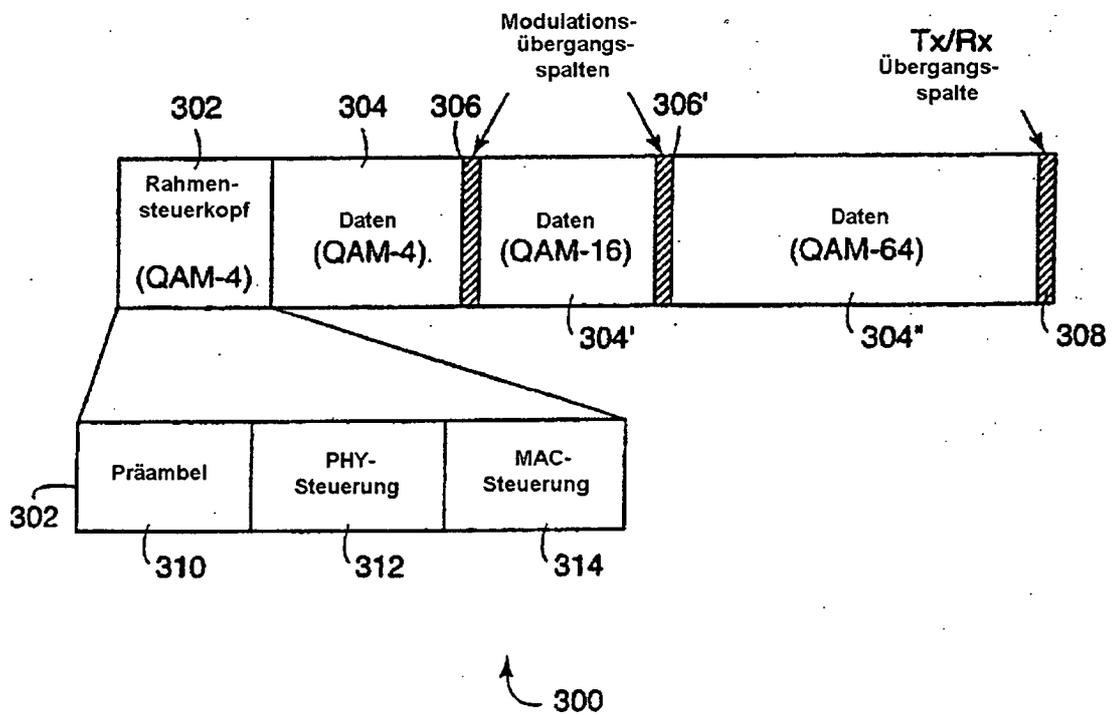


FIG. 3

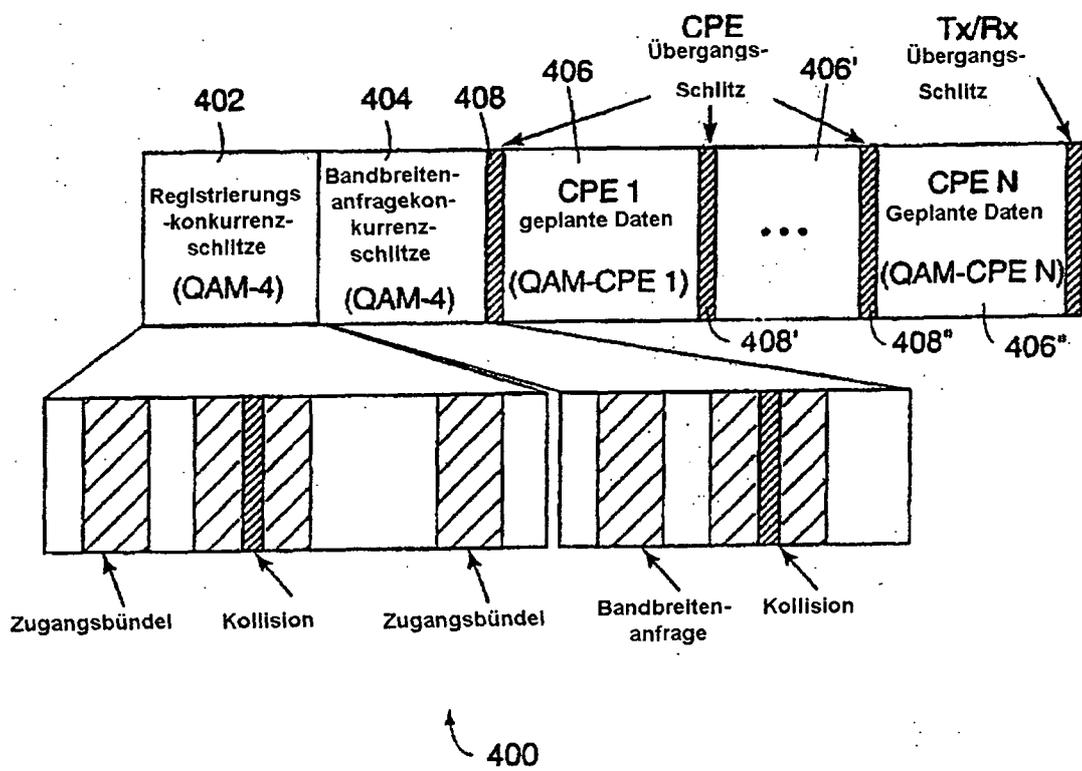


FIG. 4

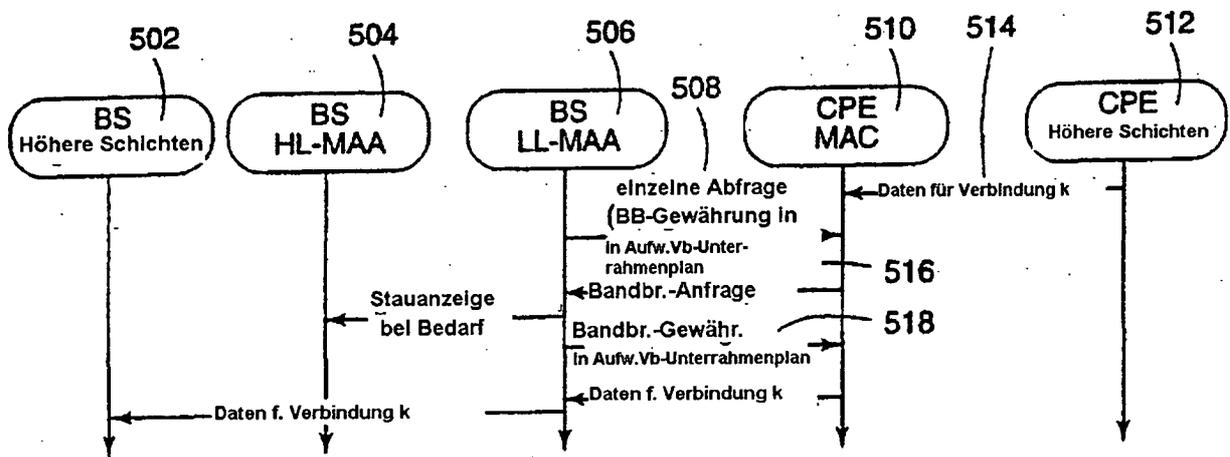
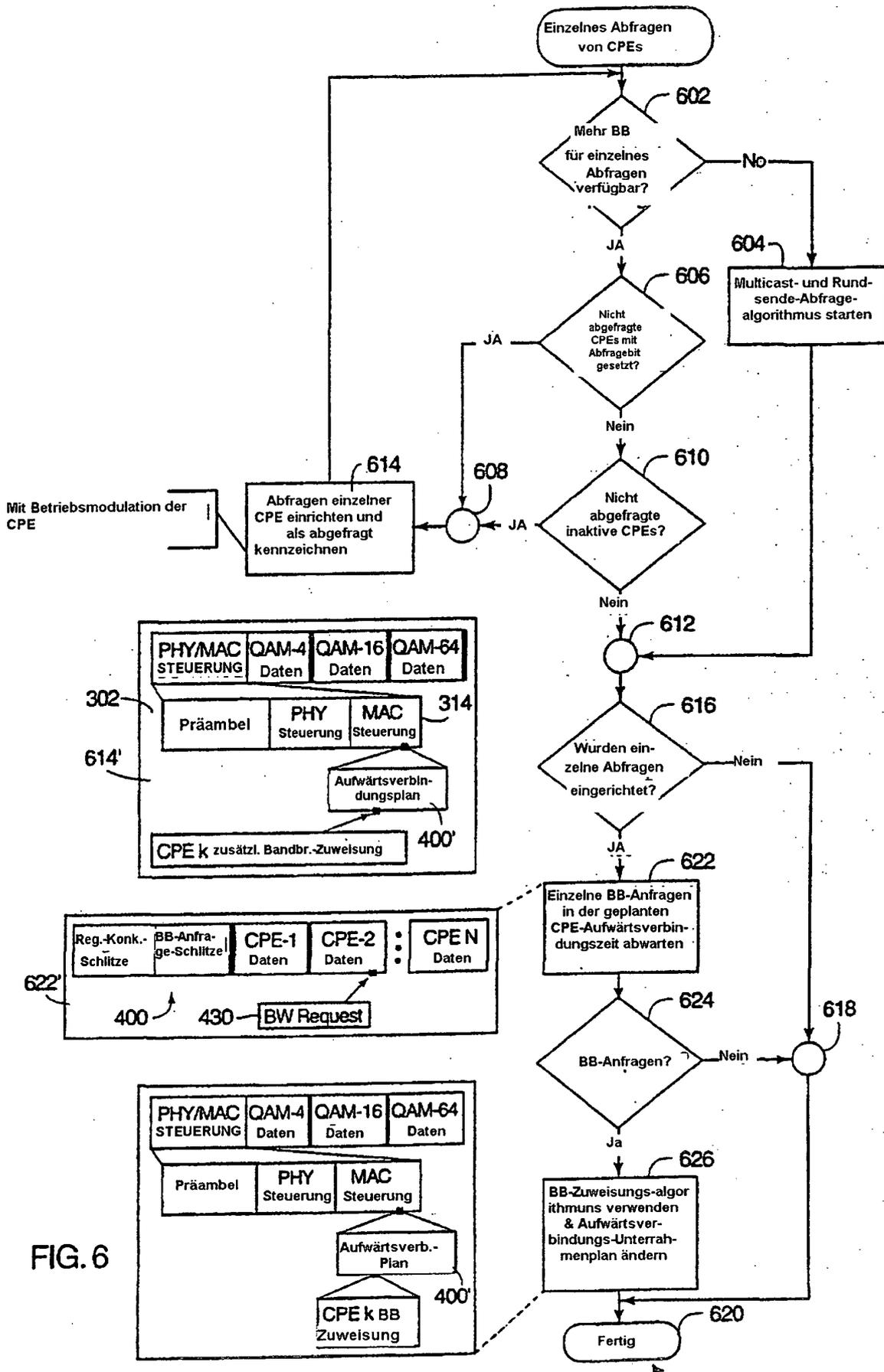


FIG. 5



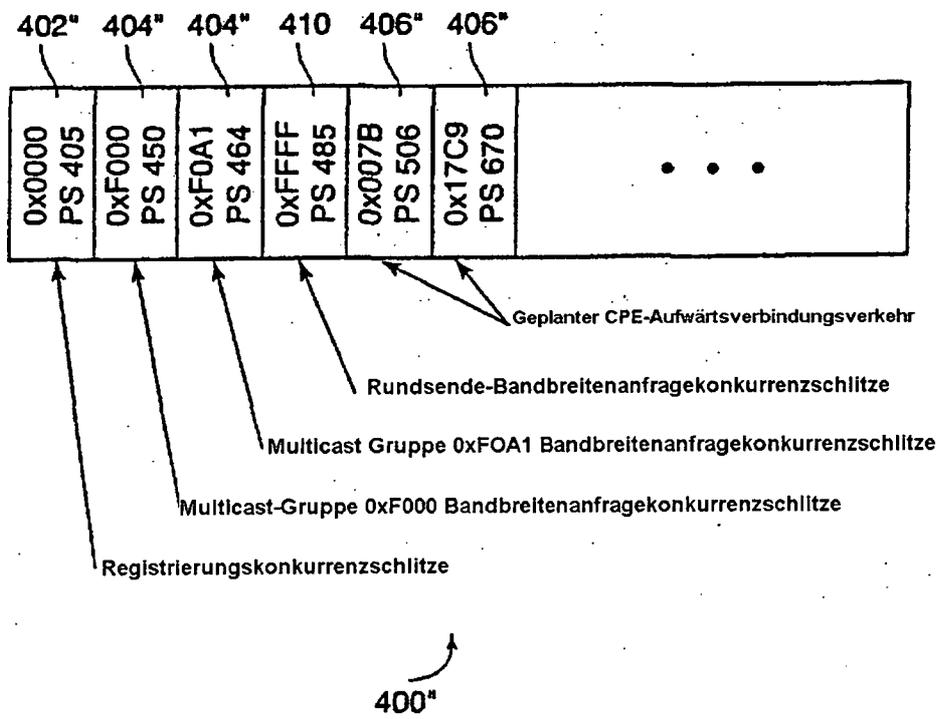


FIG. 7

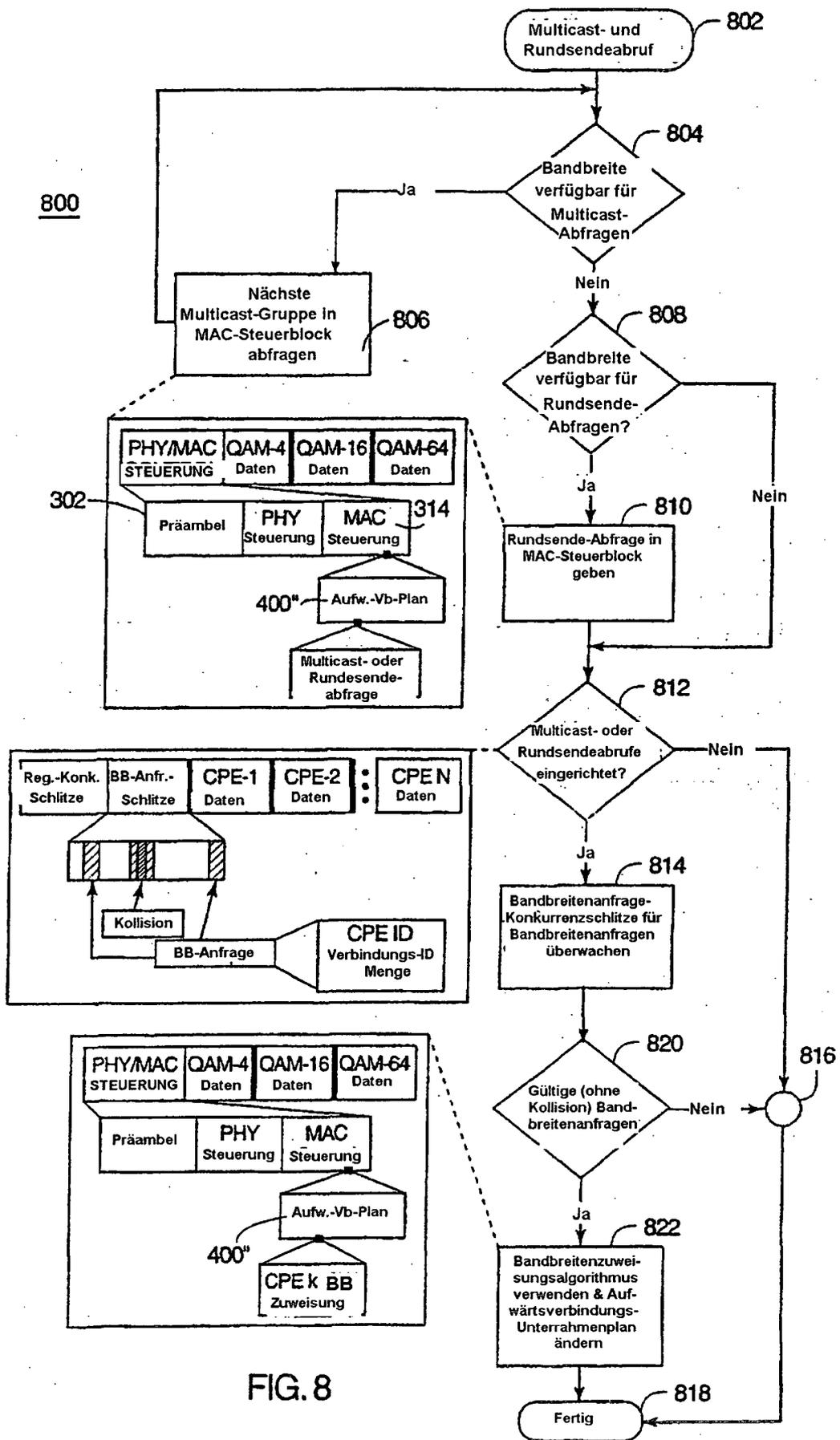


FIG. 8

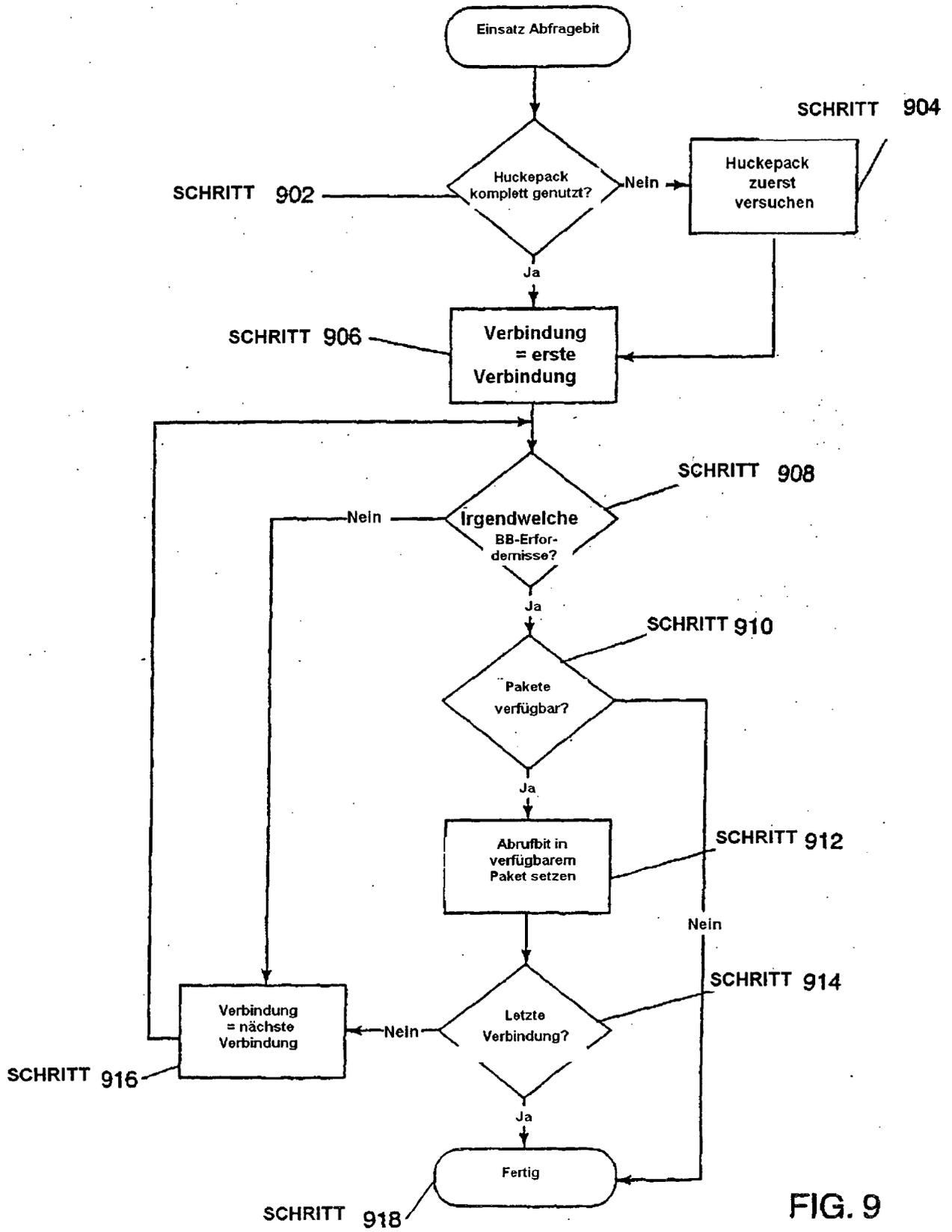


FIG. 9

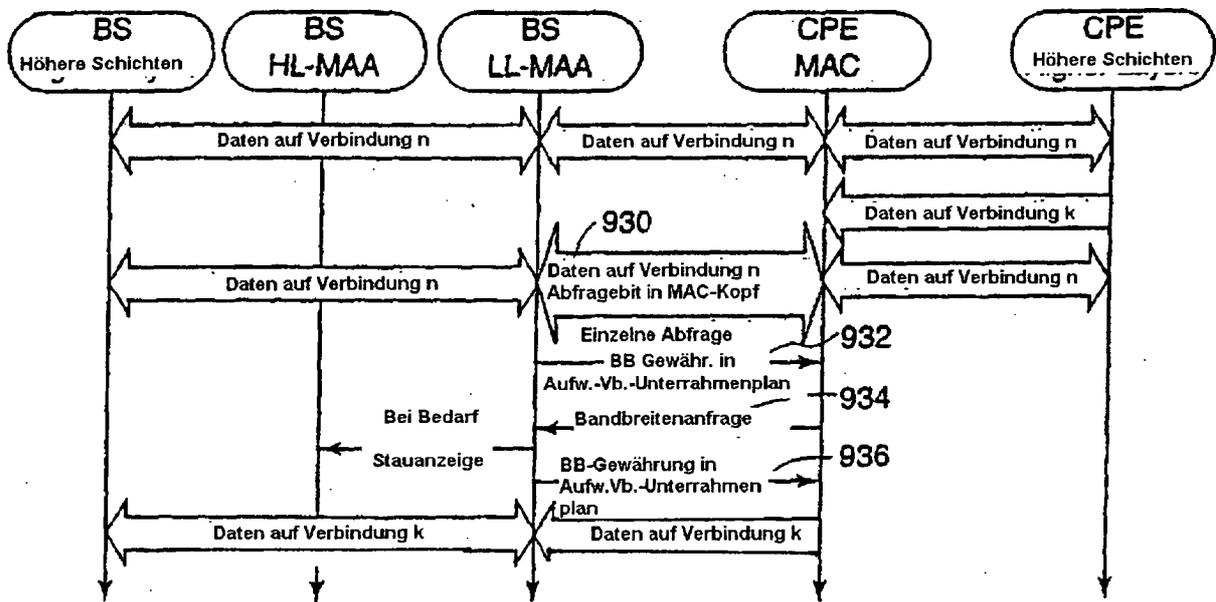


FIG. 10

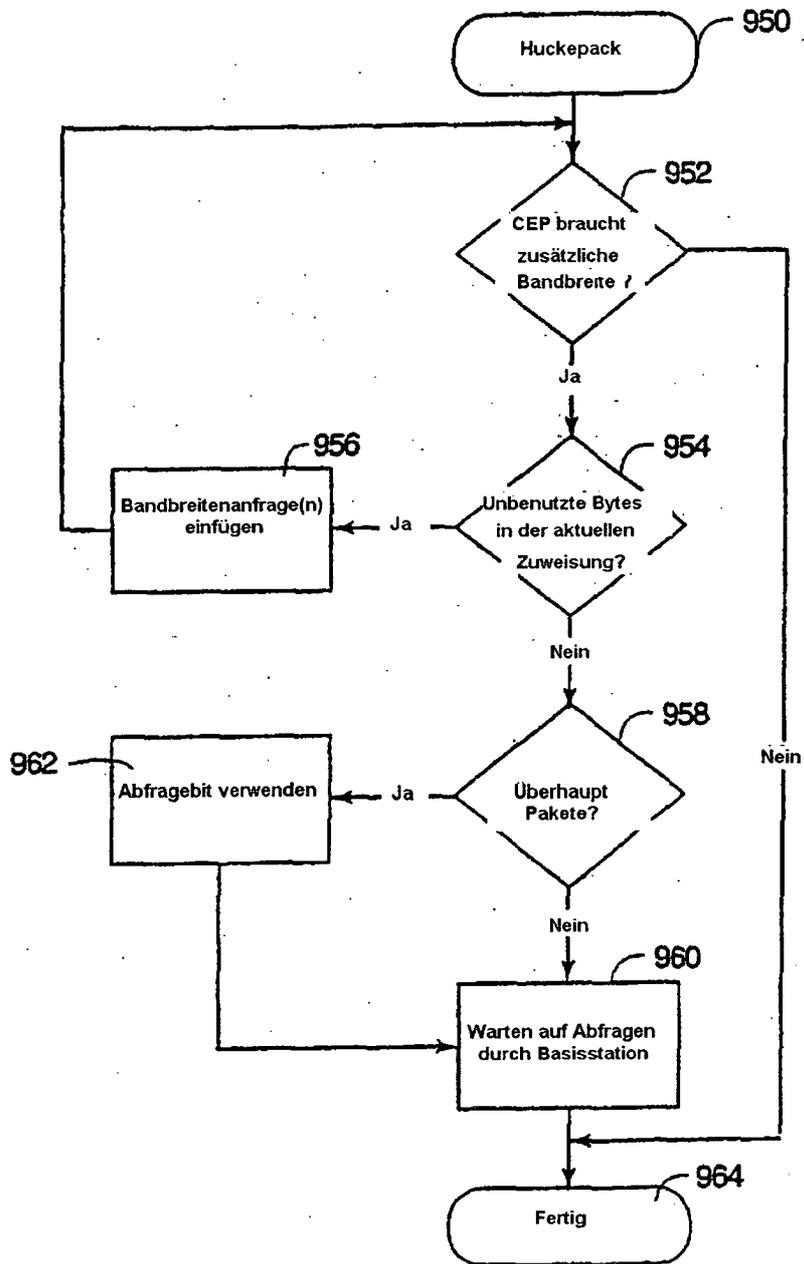


FIG. 11

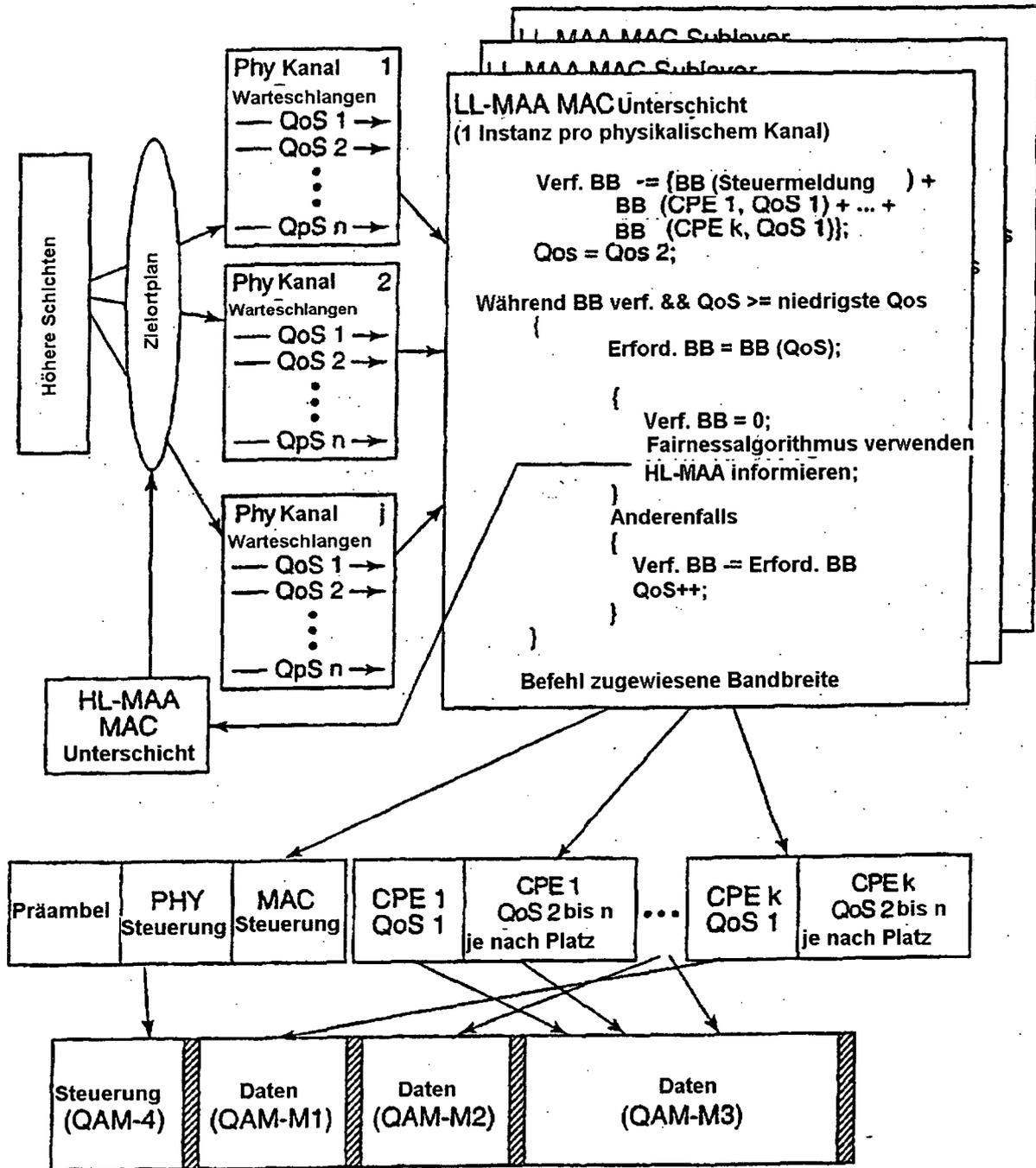


FIG. 12

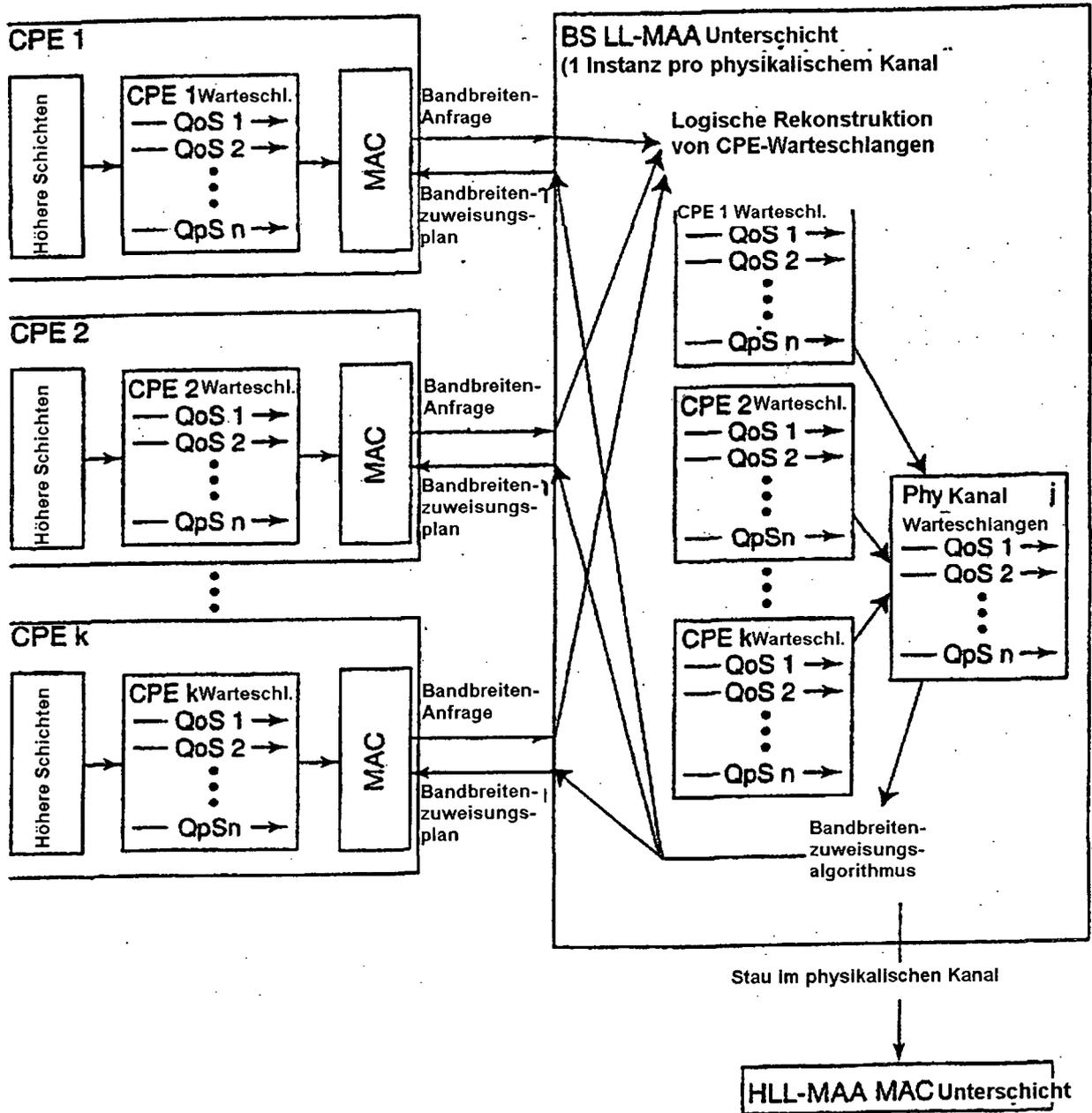


FIG. 13