



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 009 996 T2 2008.09.18**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 489 807 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H04L 27/26 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 009 996.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 013 606.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **09.06.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.12.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.09.2008**

(30) Unionspriorität:
2003167043 11.06.2003 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB

(73) Patentinhaber:
NTT DoCoMo Inc., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
**Abe, Tetsushi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-6150, JP;
Suda, Hirohito, Chiyoda-ku, Tokyo 100-6150, JP;
Tomisato, Shigeru, Chiyoda-ku, Tokyo 100-6150,
JP; Fujii, Hiromasa, Chiyoda-ku, Tokyo 100-6150,
JP; Yamada, Takefumi, Chiyoda-ku, Tokyo
100-6150, JP**

(74) Vertreter:
Bockhorni & Kollegen, 80687 München

(54) Bezeichnung: **OFDM-Signalrahmengenerator mit adaptiver Pilot- und Datenanordnung**

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

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

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf die Erzeugung eines Sendesignalrahmens in Bezug auf ein Übertragungssystem mit orthogonaler Frequenzaufteilungsmultiplexierung (nachfolgend als „OFDM“ bezeichnet); und spezieller auf einen Generator für OFDM-Signalrahmen, einen Sender, ein Sendesystem und ein Verfahren zur Erzeugung eines OFDM-Signalrahmens.

In Verbindung stehender Stand der Technik

[0002] Neuerdings wurde ein OFDM-Übertragungssystem auf ein Funk-LAN-System angewendet, wie beispielsweise IEEE.11A zur praktischen Verwendung, und gegenwärtig wird ebenso untersucht, ein OFDM-Sendesystem zur terrestrischen Funkübertragung und zur zellularen Kommunikation zu verwenden. Das System zum Senden von OFDM-Signalen erfordert keine Entzerrung der Frequenzantwort von Mehrwegeausbreitungsinterferenzen, welche durch mehrere Übertragungswege erzeugt werden und dann ist das System zur Breitbandsignalübertragung geeignet. Allgemein variieren bei der Funkkommunikation die Bedingungen für die Übertragungsstrecke abhängig vom Ort eines Empfangsendgerätes. Entsprechend wird eine adaptive Modulations-/Demodulationstechnologie eingesetzt, welche die Senderate beim Sendeteilnehmer in Übereinstimmung mit den Bedingungen der Übertragungsstrecke ändert. Wenn die adaptive Modulation/Demodulation eingesetzt wird, erhält ein Sender einen Wert über die Qualität des Empfangssignals von einem Empfangsteilnehmer, und ändert die Senderate in Übereinstimmung mit dem Qualitätswert des Empfangssignals. Der Qualitätswert des Empfangssignals wird beim Empfangsteilnehmer bestimmt, indem ein gewünschter Wert der Qualität des Empfangssignals verwendet wird (gewünschtes Rahmen-Fehler-Verhältnis), der Wert der Leistung des Empfangssignals, das Signal-Rauschverhältnis des Empfangssignals und die Dopplerfrequenz.

[0003] [Fig. 1](#) zeigt ein Beispiel eines herkömmlichen Generators für OFDM-Signalrahmen **93**, auf welchen die adaptive Modulations-/Demodulationstechnik angewendet wird. Ein Sendeabschnitt weist einen Rahmengenerator **93** auf, einen OFDM-Modulator **92** und einen RF-Abschnitt **91**. Im Rahmengenerator **93** bestimmt der Bestimmer der Rateninformation **94** die Rateninformation unter Verwendung des Qualitätswertes des Empfangssignals. Es ist dabei überflüssig, die Anzahl von Informationsbits, die Kodierate, die Modulationsreihenfolge und den Spreizfaktor zu erwähnen, wobei die Rateninfor-

mation andere Informationen enthalten kann als die obigen oder lediglich einen Teil der obigen Informationen. Ein Generator **95** einer Folge von Datensymbolen erzeugt ein Stück einer Folge von Datensymbolen in Übereinstimmung mit der Rateninformation. Wenn der Empfangsteilnehmer die Rateninformation zur Demodulation benötigt, wird die Rateninformation der Folge von Informationssymbolen beigefügt. Ein Generator **96** für Pilotsymbole erzeugt Pilotsymbole. Ein Multiplexer **97** ordnet die erzeugten Datensymbole und Pilotsymbole in einem Zeitfrequenzschlitz an und erzeugt einen Sendesignalrahmen. Ein OFDM-Modulator **92** OFDM-moduliert das Signal in dem Rahmen. Das OFDM-modulierte Signal wird einer Frequenzwandlung unterzogen und durch den RF-Abschnitt **91** übertragen.

[0004] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockdiagramm eines OFDM-Transceivers, der den herkömmlichen Rahmen-generator einsetzt. Ein Generator **95** für Datensymbole in einem Sender **90** weist einen Kodierer **85A** auf, eine Zuordnungseinheit **95B** zur Erzeugung der Modulationsreihenfolge und eine Spreizeinheit **95C**. Andererseits weist ein Empfänger **80** einen RF-Abschnitt **81** auf, einen OFDM-Demodulator **82**, einen Kanalschätzer **83**, einen Bestimmer der Qualität des Empfangssignals **85** und eine Despreiz-/Dezuordnungs-/Dekodiereinheit **84**. Das empfangene Signal wird durch einen RF-Abschnitt **81** heruntergewandelt und der OFDM-Demodulation durch einen OFDM-Demodulator **82** unterzogen. Der Kanalschätzer **83** führt die Kanalschätzung unter Verwendung des demodulierten OFDM-Signals und der Pilotsymbole aus. Der Kanalschätzer **83** schätzt den Kanalwert (Amplitude und Phase) von jedem Unterträger, der zum Senden verwendet wird und den Wert der Rauschleistung, der an einer Empfangsantenne anliegt. Der Bestimmer **85** der Qualität des Empfangssignals berechnet das Signal-Rauschleistungs-Verhältnis unter Verwendung des geschätzten Kanalwertes und des geschätzten Rauschleistungswertes. Ein Qualitätswert des Empfangssignals wird unter Verwendung dieser Werte und eines gewünschten Qualitätswertes des Empfangssignals bestimmt. Die Despreiz-/Dezuordnungs-/Dekodiereinheit **84** demoduliert die Folge von Informationssymbolen unter Verwendung des geschätzten Kanalwertes und des demodulierten OFDM-Signals.

[0005] [Fig. 3](#) zeigt ein Beispiel eines erzeugten Senderrahmens. Detaillierte OFDM-Signalparameter sind in [Fig. 12](#) gezeigt. Das der Pilot- & Datenanordnung hat eine derartige Struktur, dass für jeden Unterträger vier Pilotsymbole jeweils am Anfang und Ende des Rahmens angeordnet sind, und 12 Datensymbole in der Mitte des Rahmens angeordnet sind. [Fig. 13](#) zeigt eine entsprechende Tabelle des Qualitätswertes des Empfangssignals, der Rateninformation (Kodierate, Modulationsreihenfolge, Spreizfaktor, Anzahl von Informationsbits) und die sich ergebende

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Senderate, für den Fall, bei dem das Format der Pilot- & Datenanordnung in [Fig. 3](#) verwendet wird. Der Ratenbestimmer bestimmt die oben beschriebene Rateninformation unter Verwendung der Informationen in der entsprechenden Tabelle in [Fig. 13](#), welche dem Qualitätswert des Empfangssignals „1–3“ entsprechen, der vom Empfänger **80** zurückgeführt wird. Zum Beispiel, für den Fall, dass der Qualitätswert des Empfangssignals „1“ ist, werden in einer eingegebenen Folge von Informationssymbolen „945 Bits“, 12 Bits von CRC (zyklischer Redundanzcheck) Bits hinzugefügt, was 957 Bits ergibt (ungefähr 960 Bits). Ferner werden indem FEC (Vorwärts-Fehlerkorrektur) mit einer Kodiertrate „1/2“ durchgeführt wird und QPSK (Quadraturphasenverschiebungsverschlüsselung) mit 2 Bits/Hz, um mit einem Spreizfaktor „1“ zu spreizen, werden Datensymbole von 960 Symbolen als Symbole nach der Kodier-/Modulier-/Spreizverarbeitung erzeugt. Bei der Demodulation der OFDM-Signalübertragung ist es erforderlich, den Kanalwert von jedem Unterträger beim Empfangsteilnehmer abzuschätzen. Hier wird davon ausgegangen, dass als Kanalschätzverfahren, welches einfach ist und die höchste Schätzgenauigkeit hat, in jedem Unterträger insgesamt 8 Pilotsymbole einer synchronen Addition unterzogen werden, um den Kanal abzuschätzen (es wird davon ausgegangen, dass die Kanalvariation im Rahmen extrem klein ist).

[0006] In [Fig. 3](#) gibt P_p/P_i die Leistung des Pilot-symbols (P_p) je Unterträger an und das Leistungsverhältnis pro moduliertem Symbol nach der Entspreizung. Allgemein beträgt der Wert (P_p/P_i), um zufriedenstellende Kanalschätzgenauigkeit zu erhalten, bevorzugt ungefähr 6–10 dB. Im Fall von [Fig. 3](#) beträgt P_p/P_i ungefähr 9 dB. In dem Sendesignalrahmen, der erzeugt wird durch den obigen herkömmlichen Rahmengenerator sind das Format der Pilot- & Datenanordnung und die Anzahl der Pilotsymbole feststehend, unbeachtlich des Qualitätswerts des Empfangssignals. Eine Verfahrensweise, in der die Anzahl von Pilotsymbolen adaptiv verändert wird, um die OFDM-Kommunikation durchzuführen, wurde vorgeschlagen (Bezug nehmend auf die offengelegte japanische Patentanmeldung in der Gazette No. 2000-151548).

[0007] Die Druckschrift, veröffentlicht durch Czyliw A.: „OFDM and related methods for broadband mobile radio channels“ Broadband Communications 1998. Access in Transmission Networking. Proceedings 1998 International Zurich Seminar an Zurich, Switzerland 17.–19. Feb. 1998, New York, NY, USA, IEEE, US, 17 February 1998 (1998-02-17), auf Seiten 91–98, XP 010277036 ISBN: 0-7803-3893-6 offenbart OFDM mit adaptiver Modulation und speziell wird dort besprochen, dass die augenblickliche Übertragungsfunktion des Funkkanals beim Empfänger abgeschätzt werden kann und zum Sender über Signalisierungskanäle zurückgeführt werden kann.

[0008] Im obigen herkömmlichen Rahmengenerator jedoch ist das Format der Pilot- & Datenanordnung feststehend. Wenn das Format der Pilot- & Datenanordnung feststehend ist, ist die Genauigkeit der Kanalschätzung begrenzt. Entsprechend wohnt einem System zur OFDM-Übertragung, das den herkömmlichen Rahmengenerator einsetzt, folgende Schwierigkeit inne. Das heißt, bei einem Kanal mit extrem schlechter Qualität des Empfangssignals (das Signal-Rauschleistungs-Verhältnis ist extrem niedrig), sogar wenn versucht wird, Kommunikation mit zufriedenstellend niedriger Senderate unter Verwendung einer adaptiven Modulations-/Demodulationsmethodik einzusetzen, versagt die Kommunikation aufgrund des Fehlers bei der Kanalschätzung.

[0009] Zum Beispiel zeigt [Fig. 4](#) ein Beispiel eines Falles, bei dem unter einem extrem schlechten Qualitätswert des Empfangssignals die Senderate auf 4 kbps abgesenkt wird unter Verwendung des herkömmlichen Rahmengenerators. Bei diesem Beispiel mit einem Spreizfaktor von 240 wird die Senderate abgesenkt. In [Fig. 4](#) gibt P_i eine Erhöhung von P_i in der in [Fig. 4](#) gezeigten Struktur in Bezug auf P_i , das in der Struktur von [Fig. 3](#) gezeigt ist, an. Das heißt, indem gespreizt wird, um die Senderate abzusenken, wenn der Empfangsteilnehmer die Entspreizung durchführt, wird eine Verstärkung von ungefähr 24 dB je Modulationssymbol erhalten. Jedoch verringert sich P_p/P_i auf „minus 14 dB“; folglich wird die Kanalschätzgenauigkeit verschlechtert.

[0010] Die vorliegende Erfindung wurde vorgeschlagen, um das oben beschriebene Problem zu lösen. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Generator für OFDM-Signalrahmen bereitzustellen, einen Sender, ein System zur Signalübertragung und ein Verfahren zur Erzeugung eines OFDM-Signalrahmens, wodurch es sogar bei einem Kommunikationskanal, dessen Qualität des Empfangssignals extrem schlecht ist, möglich ist, einen derartigen Zustand zu verhindern, dass die Kommunikation versagt.

[0011] Um die obige Aufgabe zu erreichen, ist ein Generator für OFDM-Signalrahmen gemäß der vorliegenden Erfindung ein Generator für OFDM-Signalrahmen, der Mittel zur Ratenbestimmung aufweist die basierend auf einem Qualitätswert eines Empfangssignals bei einem Empfänger in Bezug auf ein OFDM-Signal, das bei dem Empfänger empfangen wird, die Rateninformation des OFDM-Signals bestimmen, Mittel zur Bestimmung des Formats der Pilot- & Datenanordnung, die basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals ein Format einer Pilot- & Datenanordnung des OFDM-Signals bestimmen, Mittel zur Bestimmung der Anzahl von Pilotsymbolen, die basierend auf dem Qualitätswert des Empfangs-

signals die Anzahl von Pilotsymbolen des OFDM-Signals bestimmen, Mittel zur Bestimmung der Leistungsverstärkungsrate, die basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals die Leistungsverstärkungsrate des OFDM-Signals bestimmen, Mittel zur Erzeugung von Datensymbolen, die basierend auf der Rateninformation und der Leistungsverstärkungsrate ein Stück einer Datensymbolfolge, die zu übertragen ist, erzeugen und Mittel zur Erzeugung eines Sendesignalrahmens, die basierend auf dem erzeugten Datensymbol, der Anzahl von Pilotsymbolen und dem Format der Pilot- & Datenanordnung einen Sendesignalrahmen des OFDM-Signals, der zu senden ist, erzeugen. Ebenso stellt ein Sender gemäß der vorliegenden Erfindung einen Sender dar, der ein OFDM-Signal überträgt, der dadurch gekennzeichnet ist, dass er den obigen Generator für OFDM-Signalrahmen enthält.

[0012] Ferner stellt ein System zur Signalübertragung gemäß der vorliegenden Erfindung ein System zur Signalübertragung dar, das einen Sender enthält, der OFDM-Signale überträgt und einen Empfänger zum Empfang des OFDM-Signals, worin der Empfänger Mittel zur Bestimmung der Qualität des Empfangssignals aufweist, um den Qualitätswert des Empfangssignals beim Empfänger in Bezug auf das empfangene OFDM-Signal zu bestimmen, und Rückführungsmittel, um den bestimmten Qualitätswert des Empfangssignals an den Sender zurückzuführen; der Sender weist auf: Mittel zur Ratenbestimmung, die basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals, der durch Rückführung erhalten wird, eine Rateninformation des OFDM-Signals bestimmen, Mittel zur Bestimmung des Formats der Pilot- & Datenanordnung, die basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals ein Format einer Pilot- & Datenanordnung des OFDM-Signals bestimmen, Mittel zur Bestimmung der Anzahl von Pilotsymbolen, die basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals die Anzahl der Pilotsymbole des OFDM-Signals bestimmen, Mittel zur Bestimmung einer Leistungsverstärkungsrate, die basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals die Leistungsverstärkungsrate des OFDM-Signals bestimmen, Mittel zur Erzeugung von Datensymbolen, die basierend auf der Rateninformation und der Leistungsverstärkungsrate eine Folge von Datensymbolen, die zu senden ist, erzeugen, und Mittel zur Erzeugung eines Sendesignalrahmens, die basierend auf dem erzeugten Datensymbol, der Anzahl von Pilotsymbolen und dem Format der Pilot- & Datenanordnung einen Sendesignalrahmen des zu sendenden OFDM-Signals erzeugen.

[0013] Darüber hinaus ist ein Verfahren zur Erzeugung eines OFDM-Signalrahmens gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung eines OFDM-Signalrahmens, bei dem in einem Sender, der das OFDM-Signal an einen Empfänger sendet, ein

Sendesignalrahmen des OFDM-Signals erzeugt wird, das einen Schritt zur Bestimmung einer Rate enthält, der basierend auf einem Qualitätswert eines Empfangssignals bei einem Empfänger in Bezug auf ein OFDM-Signal, das bei dem Empfänger empfangen wird, die Rateninformation des OFDM-Signals bestimmt, einen Schritt zur Bestimmung eines Formats einer Pilot- & Datenanordnung, der basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals ein Format einer Pilot- & Datenanordnung des OFDM-Signals bestimmt, einen Schritt der Bestimmung einer Anzahl von Pilotsymbolen, der basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals eine Anzahl von Pilotsymbolen des OFDM-Signals bestimmt, einen Schritt zur Bestimmung einer Leistungsverstärkungsrate, der basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals eine Leistungsverstärkungsrate des OFDM-Signals bestimmt, einen Schritt zur Erzeugung von Datensymbolen, der basierend auf der Rateninformation und der Leistungsverstärkungsrate eine zu übertragende Datensymbolfolge erzeugt, und einen Schritt zur Erzeugung eines Sendesignalrahmens, der basierend auf dem erzeugten Datensymbol, der Anzahl von Pilotsymbolen und dem Format der Pilot- & Datenanordnung einen Sendesignalrahmen des zu sendenden OFDM-Signalrahmens erzeugt.

[0014] Gemäß den oben beschriebenen Erfindungen werden basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals bei einem Empfänger in Bezug auf ein OFDM-Signal, das von dem Empfänger empfangen wird, die Rateninformation des OFDM-Signals, das Format der Pilot- & Datenanordnung des OFDM-Signals, die Anzahl der Pilotsymbole des OFDM-Signals und die Leistungsverstärkungsrate des OFDM-Signals jeweils bestimmt. Ferner wird basierend auf der Rateninformation und der Leistungsverstärkungsrate eine zu sendende Folge von Datensymbolen erzeugt; und basierend auf dem Datensymbol, der Anzahl von Pilotsymbolen und dem Format der Pilot- & Datenanordnung wird der Sendesignalrahmen des zu sendenden OFDM-Signals erzeugt. Wie oben beschrieben, ist es bei der vorliegenden Erfindung möglich, den Sendesignalrahmen des OFDM-Signals zu erzeugen, indem das Format der Pilot- & Datenanordnung geändert wird, die Anzahl der Pilotsymbole und die Leistungsverstärkungsrate, in Bezug auf den Qualitätswert des Empfangssignals. Aufgrund dieser Tatsache wird bei einem Kanal mit schlechter Empfangssignalqualität die Senderate zufriedenstellend abgesenkt, unter Verwendung der adaptiven Modulationstechnologie und die Anzahl der Pilotsymbole und das Format der Pilot- & Datenanordnung wird geändert, um die Kanalschätzung in einem zufriedenstellenden Niveau zu halten. Folglich ist es möglich, einen Zustand von Kommunikationsversagen zu verhindern.

[0015] Für die Erzeugung des Sendesignalrahmens

des OFDM-Signals können folgende Verfahren eingesetzt werden. Das heißt, nach der Erzeugung der Pilotsymbole in entsprechender Anzahl wie der Anzahl von Pilotsymbolen werden die erzeugten Pilotsymbole und Datensymbole in Übereinstimmung mit dem Format der Pilot- & Datenanordnung synthetisiert; oder beim Synthetisierungsprozess werden in Übereinstimmung mit dem Format der Pilot- & Datenanordnung die Datensymbole und die Pilotsymbole in entsprechender Anzahl der Symbolanzahl synthetisiert.

[0016] In den oben beschriebenen Fällen wird es bevorzugt so vorzugehen, dass der Empfänger den Qualitätswert des Empfangssignals an den Generator für OFDM-Signalrahmen zurückführt. Indem der Qualitätswert des Empfangssignals vom Empfänger an den Generator für OFDM-Signalrahmen zurückgeführt wird, kann der Generator für OFDM-Signalrahmen das Format der Pilot- & Datenanordnung und die Anzahl der Pilotsymbole in Übereinstimmung mit einem geeigneten Qualitätswert des Empfangssignals abändern und einen Sendesignalrahmen des OFDM-Signals erzeugen. Es kann ebenso so vorgegangen werden, dass das Format der Pilot- & Datenanordnung in Bezug auf die verwendende Anzahl von Unterträgern bestimmt wird, der Anzahl von Pilotsymbolen in dem verwendeten Unterträger und der Anzahl von Datensymbolen. In diesem Fall ist es möglich, den Sendesignalrahmen basierend auf dem erzeugten Datensymbol, der Anzahl von Pilotsymbolen und dem Format der Pilot- & Datenanordnung zu erzeugen.

[0017] Beim oben beschriebenen Format der Pilot- & Datenanordnung kann so vorgegangen werden, dass die verwendete Unterträgernummer in spezifischen Abständen im Frequenzschlitz des Sendesignalrahmens gewählt wird. In diesem Fall, in dem eine Vielzahl von ausgewählten Unterträgern in speziellen Abständen im Frequenzschlitz ausgewählt wird, ist es möglich, einen Frequenz-Diversity Effekt zu erhalten und folglich wird die Kommunikationsqualität verbessert.

[0018] Es kann ebenso so vorgegangen werden, dass die verwendete Unterträgernummer abhängig von der Rahmennummer geändert wird. In diesem Fall, weil verschiedene Unterträger in verschiedenen Senderahmen verwendet werden (verschiedene Zeiten), kann die Frequenzverstärkung erhalten werden. Ebenso kann bei dem Format der Pilot- & Datenanordnung bevorzugt so vorgegangen werden, dass die Rahmenlänge variabel abhängig vom Qualitätswert des Empfangssignals ist. In diesem Fall erhöht sich der Freiheitsgrad bei der Erzeugung des Sendesignalrahmens; folglich ist eine flexible Steuerung möglich. Zum Beispiel, wenn die Variation des Kanals auf dem Rahmen extrem klein ist, so dass sie als feststehend angenommen werden kann (keine Variation im

Kanal), kann, indem die Rahmenlänge erhöht werden, die Leistungsverstärkung, die für das Datensymbol verwendet wird, erhöht wird. Ferner kann das Mittel zur Bestimmung des Formats der Pilot- & Datenanordnung bevorzugt Unterträger zuordnen, auf die das Format der Pilot- & Datenanordnung angewendet wird, basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals, auf Blockbasis. Um genauer zu sein kann, wenn es kaum Variation auf dem Kanal gibt, es dann so einen Zustand geben, dass zehn Rahmen unter Verwendung des gleichen geschätzten Kanalwerts empfangen werden können. In einem solchen Fall ist zum Beispiel der erste Rahmen so ausgelegt, dass er ein derartiges Format verwendet, dass er nur die Piloten enthält und jeder der zweiten Rahmen bis zum zehnten Rahmen ist so ausgelegt, dass er ein derartiges Format verwendet, das lediglich Daten enthält, so dass die Rahmeninformation in verschiedenen Rahmen bestimmt werden kann; folglich kann die Menge der Sendedaten erhöht werden.

[0019] Die verschiedenen Anordnungen im Aufbau, wie oben beschrieben, können beim Generator für OFDM-Signalrahmen gemäß der vorliegenden Erfindung oder im Sender gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] [Fig. 1](#) ist eine Ansicht, die einen Aufbau eines herkömmlichen Rahmengenerators zeigt.

[0021] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm eines OFDM-Signalrahmensystems, das einen herkömmlichen Rahmengenerator einsetzt.

[0022] [Fig. 3](#) ist eine Ansicht, die ein Beispiel des Aufbaus eines herkömmlichen Rahmens zeigt.

[0023] [Fig. 4](#) ist eine Ansicht, die ein Beispiel des Aufbaus eines herkömmlichen Niedriggeschwindigkeitsrahmens zeigt.

[0024] [Fig. 5](#) ist eine Ansicht, die den Aufbau eines Rahmengenerators in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0025] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm eines Systems zur OFDM-Signalübertragung, das einen Rahmengenerator gemäß der Ausführungsform der Erfindung einsetzt.

[0026] [Fig. 7](#) ist eine Ansicht, die ein erstes Beispiel eines Formats der Pilot- & Datenanordnung zeigt.

[0027] [Fig. 8](#) ist eine Ansicht, die ein zweites Beispiel eines Formats einer Pilot- & Datenanordnung zeigt.

[0028] [Fig. 9](#) ist eine Ansicht, die ein drittes Beispiel

eines Formats einer Pilot- & Datenanordnung zeigt.

Aufbau der Vorrichtung

[0029] [Fig. 10](#) ist eine Ansicht, die ein viertes Beispiel des Formats der Pilot- & Datenanordnung zeigt.

[0030] [Fig. 11](#) ist eine Ansicht, die ein fünftes Beispiel des Formats der Pilot- & Datenanordnung zeigt.

[0031] [Fig. 12](#) ist eine Tabelle, die ein erstes Beispiel von Parametern des OFDM-Signals zeigt.

[0032] [Fig. 13](#) ist eine Tabelle, die ein Beispiel des Verhältnisses zwischen dem Qualitätswert des Empfangssignals und der Rateninformation, welche im herkömmlichen Bestimmer der Rate verwendet wird, zeigt.

[0033] [Fig. 14](#) ist eine Tabelle, die ein Beispiel des Verhältnisses zwischen dem Qualitätswert des Empfangssignals und der Rateninformation zeigt, welche beim Bestimmer der Rate gemäß der Ausführungsform verwendet wird.

[0034] [Fig. 15](#) ist eine Tabelle, die ein Beispiel des Verhältnisses zwischen dem Qualitätswert des Empfangssignals und dem Format der Pilot- & Datenanordnung zeigt, welches in einem Bestimmer der Pilot- & Datenanordnung gemäß der Ausführungsform verwendet wird.

[0035] [Fig. 16](#) ist eine Tabelle, die ein Beispiel des Verhältnisses zwischen dem Qualitätswert des Empfangssignals und der Anzahl von Pilotsymbolen zeigt, welche im Bestimmer der Anzahl von Pilotsymbolen gemäß der Ausführungsform verwendet wird.

[0036] [Fig. 17](#) ist eine Tabelle, die ein Beispiel des Verhältnisses zwischen dem Qualitätswert des Empfangssignals und der Leistungsverstärkungsrate zeigt, welche im Bestimmer der Leistungsverstärkungsrate gemäß der Ausführungsform verwendet wird.

[0037] [Fig. 18](#) ist eine Tabelle, die ein zweites Beispiel von Parametern des OFDM-Signals zeigt.

[0038] [Fig. 19](#) ist ein Ablaufdiagramm, das den Inhalt der Verarbeitung der Erzeugung des OFDM-Signalrahmens zeigt.

[0039] [Fig. 20](#) ist eine Ansicht, die ein Beispiel zeigt, bei dem lediglich das Format der Datenanordnung variabel ist.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0040] Nachfolgend werden Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben werden.

[0041] [Fig. 5](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Generators für OFDM-Signalrahmen **13** in dieser Ausführungsform. Unterschiede zum herkömmlichen Signalrahmengenerator **93**, der in [Fig. 1](#) gezeigt ist, werden nachfolgend beschrieben. Das heißt, der Rahmengenerator **13**, der in [Fig. 5](#) gezeigt ist, weist einen Bestimmer **20** für das Format der Pilot- & Datenanordnung auf, so dass das Format der Pilot- & Datenanordnung abhängig vom Qualitätswert des Empfangssignals geändert werden kann. Ebenso hat der Rahmen-generator **13** einen Bestimmer **19** der Anzahl von Pilotsymbolen, so dass er die Anzahl von Pilotsymbolen abhängig vom Qualitätswert des Empfangssignals ändern kann. Ferner weist der Rahmen-generator **13** einen Bestimmer **18** zur Bestimmung der Leistungsverstärkungsrate auf, so dass er die Leistungsverstärkungsrate abhängig vom Qualitätswert des Empfangssignals ändern kann.

[0042] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm, das ein System **1** zur OFDM-Signalübertragung zeigt, welches den oben beschriebenen Rahmengenerator **13** einsetzt. Das System **1** zum Übertragen des OFDM-Signals besteht aus einem Sender **10** der mit dem Rahmengenerator **13**, in [Fig. 5](#) ausgestattet ist, und einem Empfänger **30**. Weil der Aufbau des Empfängers **30** der gleiche ist wie jener des oben beschriebenen Empfängers **80** in [Fig. 2](#), wird die Beschreibung desselben hierin unterlassen. Das System **1** zum Übertragen des OFDM-Signals ist im Aufbau des Rahmengenerators **13** gekennzeichnet, der im Sender **10** bereitgestellt ist. Ebenso wie der herkömmliche Typ bestimmt der Bestimmer **14** der Rate im Rahmengenerator **13** ein Stück von Rateninformation (Kodierrate, Modulationsreihenfolge, Spreizfaktor) abhängig vom Qualitätswert des Empfangssignals. Zu diesem Zeitpunkt wird eine entsprechende Tabelle zwischen dem Qualitätswert des Empfangssignals und der Rateninformation, die in [Fig. 14](#) gezeigt ist, verwendet. In dieser [Fig. 14](#) wird, weil die Rateninformation, die dem Qualitätswert des Empfangssignals entspricht, 0 ist, ein Stück von Niedriggeschwindigkeitsrateninformation von 4 kbps hinzugefügt.

[0043] Der Bestimmer **20** des Formats der Pilot- & Datenanordnung bestimmt ein Format einer Pilot- & Datenanordnung unter Verwendung einer entsprechenden Tabelle zwischen dem Qualitätswert des Empfangssignals und einem Format einer Pilot- & Datenanordnung, die in [Fig. 15](#) gezeigt ist. Wie in [Fig. 15](#) dargestellt, wird, wenn der Qualitätswert des Empfangssignals 0 beträgt (ein Fall von Niedrigratenübertragung) ein Format einer Pilot- & Datenanordnung verwendet, das verschieden ist von dem Fall, in dem der Qualitätswert des Empfangssignals verschieden von 0 ist (das Empfangssignal ist eines von 1–3). Der Bestimmer **19** der Anzahl von Pilotsymbolen bestimmt die Anzahl von Pilotsymbolen unter Ver-

wendung einer entsprechenden Tabelle zwischen Qualitätswert des Empfangssignals und der Anzahl von Pilotsymbolen, die in [Fig. 16](#) gezeigt ist. Wenn der Qualitätswert des Empfangssignals 0 beträgt (ein Fall von Niedrigratenübertragung) wird die Anzahl von Pilotsymbolen, die von jenen verschieden ist in dem Fall, in dem der Qualitätswert des Empfangssignals von 0 verschieden ist (der Wert kann irgendeiner von 1–3 sein), verwendet.

[0044] Der Bestimmer **18** der Leistungsverstärkungsrate bestimmt die Leistungsverstärkungsrate unter Verwendung einer entsprechenden Tabelle zwischen dem Qualitätswert des Empfangssignals und der Leistungsverstärkungsrate, die in [Fig. 17](#) gezeigt ist. Die Leistungsverstärkungsrate wird verwendet, wenn nur ein Teil des Unterträgers als Format einer Pilot- & Datenanordnung verwendet wird (eine Beschreibung im einzelnen wird später abgegeben). Zum Beispiel, wenn nur die Hälfte der Unterträger verwendet wird und die gesamte Sendeleistung der Hälfte von Unterträgern zugewiesen wird, wird die Leistungsverstärkungsrate „2“ betragen. Wenn die Leistungsverstärkung nicht durchgeführt wird, wird die Leistungsverstärkungsrate auf „1“ festgestellt.

Die Verarbeitung bei der Erzeugung des OFDM-Signalrahmens

[0045] Nun wird mit Bezug auf [Fig. 19](#) die Verarbeitung bei der Erzeugung des OFDM-Signalrahmens, welche im Signalrahmengenerator **13** in [Fig. 5](#) ausgeführt wird, beschrieben werden.

[0046] Zuerst wird in S1 basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals beim Empfänger in Bezug auf ein beim Empfänger **30** empfangenes OFDM-Signal die Rateninformation eines zu sendenden OFDM-Signals, das Format einer Pilot- & Datenanordnung des OFDM-Signals, die Anzahl von Pilotsymbolen des OFDM-Signals und die Leistungsverstärkungsrate des OFDM-Signals jeweils bestimmt. Hier wird die Rateninformation durch den Bestimmer **14** für Rateninformation bestimmt; das Format der Pilot- & Datenanordnung wird durch den Bestimmer **20** für das Format der Pilot- & Datenanordnung bestimmt; die Anzahl von Pilotsymbolen wird durch den Bestimmer **19** für die Anzahl von Pilotsymbolen bestimmt; und die Leistungsverstärkungsrate wird durch den Bestimmer **18** für die Leistungsverstärkungsrate jeweils bestimmt. Der obige Qualitätswert des Empfangssignals wird an den Sender **10** vom Empfänger **30** zurückgeführt. Dann werden in S2 ein Stück einer Folge von Datensymbolen und Pilotsymbolen jeweils erzeugt. Hier führt der Generator **15** für die Folge von Datensymbolen eine Verarbeitung der eingegebenen Folge von Informationssymbolen abhängig von der Rateninformation und der Leistungsverstärkungsrate durch, welche in S1 bestimmt werden, um die Folge von Datensymbolen zu erzeugen.

Der Symbolgenerator **16** erzeugt so viele Pilotsymbole, wie als Anzahl von Pilotsymbolen bestimmt sind. In S3 werden basierend auf dem Format der Pilot- & Datenanordnung die erzeugten Datensymbole und Pilotsymbole synthetisiert, um einen Sendesignalrahmen des OFDM-Signals zu erzeugen. Wie oben beschrieben, kann gemäß dieser Ausführungsform durch Änderung des Formats der Pilot- & Datenanordnung, der Anzahl von Pilotsymbolen und der Leistungsverstärkungsrate abhängig vom Qualitätswert des Empfangssignals der Sendesignalrahmen für das OFDM-Signal erzeugt werden. Aufgrund dessen wird sogar in einem Kanal, bei dem die Empfangsqualität schlecht ist, die Sendeleistung verringert, indem die adaptive Kalkulationsmethodik eingesetzt wird und die Kanalschätzgenauigkeit wird ebenso in einem zufriedenstellenden Zustand aufrechterhalten, indem die Anzahl von Pilotsymbolen und das Format der Pilot- & Datenanordnung geändert wird. Dadurch ist es möglich, einen Zustand des Kommunikationsversagens zu verhindern.

[0047] Verschiedene Beispiele des Formats der Pilot- & Datenanordnung für Niedriggeschwindigkeits-senden entsprechend dem Qualitätswert des Empfangssignals 0.

[0048] Nachfolgend werden verschiedene Beispiele von Formaten der Pilot- & Datenanordnung für Niedriggeschwindigkeitsübertragung (4 kbps) beschrieben werden, die dem Qualitätswert des Empfangssignals von „0“ entsprechen. Hier wird unter den folgenden Annahmen eine Richtlinie zur Bestimmung des Formats der Pilot- & Datenanordnung, um Niedriggeschwindigkeitsübertragung durchzuführen, angegeben werden.

Annahmen

Annahme 1: Pilotsymbole werden in jedem Träger, der zum Senden verwendet wird, eingefügt, um Kanalschätzung durchzuführen

Annahme 2: Die Sendeleistung, die zum Senden eines Rahmens verwendet wird, beträgt P

Annahme 3: Die Anzahl von Datensymbolen nach der Symbolzuordnung vor der Spreizung, die durch eine Rahmenübertragung zu senden ist, beträgt N.

Annahme 4: Die Leistung, die je Datensymbol verwendet wird, beträgt P_i

Annahme 5: Die Leistung, die für Pilotsymbole verwendet wird, beträgt $P_p = P - P_i$.

Annahme 6: Die Anzahl der Unterträger, die zum Senden verwendet wird, beträgt K.

[0049] Wie oben beschrieben, ist es allgemein bei der Signalübertragung erforderlich, um eine zufriedenstellende Genauigkeit bei der Kanalschätzung zu erhalten, das Leistungsverhältnis zwischen der Leistung der Pilotsymbole, die je Träger verwendet wer-

den, und der Leistung für eine Modulation eines Datensymbols vor der Spreizung auf einem festen Niveau aufrechtzuerhalten (ungefähr 8 dB). Ausgehend davon, dass das Leistungsverhältnis D beträgt, können die obigen Zustände durch die folgende Formel (1) beschrieben werden:

$$\left(\frac{P - P_i}{K}\right) / \left(\frac{P_i}{N}\right) = D \dots (1)$$

[0050] Wenn die Formel (1) für P_i aufgelöst wird, kann die folgende Formel (2) erhalten werden.

$$P_i = \frac{N \cdot P}{D \cdot K + N} \dots (2)$$

[0051] Bei einem Kanal, bei dem die Qualität des Empfangssignals schlecht ist (Leistung des Empfangssignals zu Rauschleistungsverhältnis), muss P_i erhöht werden. Entsprechend wird aus Formel (2) verstanden, dass die kleinere Anzahl von Unterträgern K mehr zu bevorzugen ist. Jedoch ergibt sich beim Fading-Kanal, wenn die Anzahl der Unterträger K klein ist, eine derartige Wechselwirkung; das heißt die Qualitätsverbesserung aufgrund der Frequenz-Diversity wird durch Demodulation kaum erhalten. Entsprechend wird es gemäß der obigen Überprüfung bei der Niedriggeschwindigkeitsübertragung bevorzugt, den Sendesignalrahmen wie nachfolgend anzuordnen; das heißt, die Anzahl der verwendeten Unterträger wird bis zu einem Ausmaß verringert, dass der Frequenz-Diversity Effekt erhalten wird, um die Leistung der geringen Anzahl von Unterträgern zuzuordnen.

[0052] [Fig. 7](#) zeigt ein erstes Beispiel eines Formats der Pilot- & Datenanordnung für Niedriggeschwindigkeitsübertragung, welche unter Verwendung der oben beschriebenen Richtlinie bereitgestellt wird. Hier ist der Demodulationsablauf der Folge von Informationssymbolen zum Beispiel wie nachfolgend beschrieben. „2 Bits“ einer zugeführten Folge von Informationssymbolen werden zwei Bits von CRC-Bits hinzugefügt, was zu 4 Bits führt. Die zugeführte Folge von Informationssymbolen werden der FEC unterzogen mit einer Kodiertrate von „4/7“ unter Verwendung eines BCH-Codes einer Rate von „4/7“ und dem „QPSK“ von zwei Bit/Hz und dieselben werden mit einem Spreizfaktor von „4“ gespreizt. Folglich werden Datensymbole von 16 Chips als Symbole nach der Kodierung/Modulation/Spreizung erzeugt.

[0053] Im Fall von [Fig. 7](#) werden zuvor 4 Unterträger, welche zum Senden verwendet werden, ausgewählt, und die 4 Unterträger werden nur zum Senden eines Rahmens verwendet. In diesem Fall, weil die gesamte Leistung den 4 Unterträgern zugewiesen wird, beträgt die Leistungsverstärkungsrate „20“. Indem ebenso berücksichtigt wird, dass der Spreizfaktor „4“ in diesem Fall beträgt, kann eine P_i -Verstärkung im Vergleich zu [Fig. 3](#) von 80 (= 20 × 4), welche

ungefähr 19 dB beträgt, betragen, und das P_p/P_i wird auf ungefähr 6 dB gehalten. Ebenso, indem die 4 Unterträger verwendet werden, kann eine Frequenz-Diversity Verstärkung erhalten werden. Die Anzahl der obigen zu verwendenden Träger kann mehr als 4 betragen. [Fig. 8](#) zeigt ein Beispiel eines Formats der Pilot- & Datenanordnung für niedrige Geschwindigkeiten, das von der vorliegenden Erfindung bereitgestellt wird. Im Falle von [Fig. 8](#) ist der für die Übertragung verwendete Unterträger lediglich einer; und dem einzigen Unterträger wird die gesamte Sendeleistung zugewiesen (die Leistungsverstärkungsrate beträgt „80“). Der Modulationsfluss der Folge von Informationssymbolen ist in diesem Fall zum Beispiel wie nachfolgend beschrieben. Den „2 Bits“ der zugeführten Folge von Informationssymbolen werden 2 Bits der CRC-Bits hinzugefügt, was zu 4 Bits führt. Die Folge von Informationssymbolen werden der FEC unterzogen mit einer Kodiertrate von „4/7“ unter Verwendung eines BCH-Codes einer Rate von „4/7“ und der „QPSK“ von 2 Bit/Hz, um dieselben mit einem Spreizfaktor von „2“ zu spreizen. Dadurch werden als Symbole nach Kodierung/Modulation/Spreizung Datensymbole von 8 Chips erzeugt. In diesem Fall wird die P_i -Verstärkung auf ungefähr 22 dB erhöht, und das P_p/P_i wird ebenso auf ungefähr 8 dB erhöht. Jedoch in diesem Fall, weil ein einziger Unterträger verwendet wird, wird keine Frequenz der Demodulation erhalten. Weil jedoch der Empfänger eine Vielzahl von Empfangsantennen aufweist, wird der Verlust der Frequenz-Diversity durch die Empfangs-Diversity Verstärkung kompensiert.

[0054] [Fig. 9](#) zeigt ein drittes Beispiel eines Formats einer Pilot- & Datenanordnung für niedrige Geschwindigkeit, das durch die vorliegende Erfindung bereitgestellt wird. In [Fig. 9](#) wird die Anzahl der Unterträger (in [Fig. 9](#) ein Unterträger), welche beim Senden verwendet wird, in Übereinstimmung mit der Rahmennummer geändert. Als Änderungsreferenz kann ein Muster, das dem Empfänger zuvor bekannt ist, verwendet werden. Durch Verwendung dieses Aufbaus wird, weil verschiedene Unterträger in verschiedenen Senderahmen (verschiedener Zeitpunkt) verwendet werden, der Frequenz-Diversity Effekt erwartet. In diesem Beispiel ist der Modulationsfluss der Folge von Informationssymbolen der gleiche wie jener des oben beschriebenen zweiten Beispiels. [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) zeigen jeweils vierte und fünfte Beispiele des Formats der Pilot- & Datenanordnung, welche durch die vorliegende Erfindung bereitgestellt werden. Im Vergleich zu den oben beschriebenen ersten bis dritten Beispielen (Aufbau der in [Fig. 7](#) bis [Fig. 9](#) gezeigt ist) werden die OFDM-Signalparameter geändert. Mit Bezug auf [Fig. 18](#), welche die Einzelheiten zeigt, ist es zu verstehen, dass die P_i -Verstärkung durch Verlängerung der Rahmenlänge erhöht werden kann. In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass die Veränderung eines Kanals aufgrund der Phasierung eines Rahmens extrem ge-

ring ist. Der Modulationsfluss der Folge von Informationssymbolen im vierten Beispiel, der in [Fig. 10](#) gezeigt ist, zum Beispiel, wird nachfolgend beschrieben. Den „8 Bits“ der zugeführten Folge von Informationssymbolen werden 3 Bits des CRC-Bits hinzugefügt, was zu 11 Bits führt. Die zugeführte Folge von Informationssymbolen werden der FEC unter Verwendung des BCH-Codes von 4 Bits unterzogen und des „QPSK“ von 2 Bit/Hz, und durch Spreizung derselben mit einem Spreizfaktor von „8“ werden Datensymbole von 64 Chips erzeugt, als Symbole nach Kodierung/Modulation/Spreizung. Andererseits ist der Modulationsfluss der Folge von Informationssymbolen im vierten Beispiel in [Fig. 11](#) zum Beispiel wie nachfolgend beschrieben. Den „8 Bits“ der zugeführten Folge von Informationssymbolen werden 3 Bits des CRC-Bits hinzugefügt, was zu 11 Bits führt. Die zugeführte Folge von Informationssymbolen werden dem FEC unter Verwendung des BCH-Codes von 4 Bits unterzogen und des „QPSK“ von 2 Bit/Hz, und dieselben werden mit einem Spreizfaktor von „4“ gespreizt. Folglich werden Datensymbole von 32 Chips als Symbole nach der Kodierung/Modulation/Spreizung erzeugt.

[0055] Aus den ersten bis fünften Beispielen ([Fig. 7](#) bis [Fig. 11](#)) sind als mögliche Rahmenaufbauten zur Niedriggeschwindigkeitsübertragung mehrere Rahmenaufbauten verfügbar. Entsprechend wird einer von ihnen ausgewählt, und das Format der Pilot- & Datenanordnung in [Fig. 15](#) wird als „0“ bestimmt. Ebenso ist es beim Format der Pilot- & Datenanordnung „0“ möglich, die Modulationsreihenfolge zu diversifizieren, die Kodierrate und den Spreizfaktor, und mehrere Stücke von Rateninformationen verschieden von 4 kbps können eingeschlossen werden. Ferner kann die Anzahl der Formate der Pilot- & Datenanordnung erhöht werden.

[0056] Darüber hinaus, wie dies bei den zweiten und dritten Beispielen ([Fig. 8](#) und [Fig. 9](#)) gezeigt wurde, kann im Fall, bei dem die Variation des Kanals im Rahmen extrem klein ist, so dass sie als fest angenommen werden kann (keine Veränderung im Kanal), die Pi-Verstärkung erhöht werden, indem die Rahmenlänge verlängert wird. Es ist entsprechend möglich, ein Format einer Pilot- & Datenanordnung zu verwenden, dass eine unterschiedliche Rahmenlänge in [Fig. 15](#) aufweist. Die Anzahl von Pilotsymbolen wird an einem Punkt bestimmt, an dem das Format der Pilot- & Datenanordnung bestimmt wird. Zum Beispiel wenn das Format der Pilot- & Datenanordnung zu „0“ bestimmt wird, wie in Bezug auf [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) gezeigt, ist der Qualitätswert des Empfangssignals „0“ und die Anzahl der Pilotsymbole ist „48“. Bei dem Format der Pilot- & Datenanordnung, das in den obigen Ausführungsformen beschrieben wurde, kann unter allen Unterträgern ein Teil von Unterträgerblöcken zugewiesen werden (zum Beispiel, Blöcke der Unterträger Nr. 1–5). Zum Beispiel kann

so vorgegangen werden, dass die Unterträger vorab in verschiedene Blöcke gruppiert werden und auf Blockbasis zugewiesen werden. Um genauer zu sein, wenn es geringe Variationen auf der Übertragungstrecke gibt, kann es einen derartigen Zustand geben, dass Rahmen empfangen werden können, indem der gleiche geschätzte Kanalwert verwendet wird. In einem solchen Fall ist zum Beispiel der erste Rahmen so angeordnet, dass er ein Format verwendet, das nur die Piloten enthält und jeder vom zweiten Rahmen bis zum zehnten Rahmen ist so angeordnet, dass er ein Format verwendet, das nur Daten enthält, so dass die Rahmeninformation in mehreren Rahmen bestimmt werden kann; folglich kann die Menge der Sendedaten erhöht werden. Wie oben beschrieben, ist es entsprechend der vorliegenden Erfindung möglich, das Format der Pilot- & Datenanordnung zu ändern, die Anzahl der Pilotsymbole und die Leistungsverstärkungsrate abhängig vom Qualitätswert des Empfangssignals, um den Sendesignalrahmen des OFDM-Signals zu erzeugen. Aufgrund dessen kann sogar bei einem Kanal mit niedriger Empfangsqualität die Senderate zufriedenstellend verringert werden, indem die adaptive Modulationsmethodik verwendet wird, und indem die Anzahl von Pilotsymbolen und das Format der Pilot- & Datenanordnung verändert wird, kann ebenso die Kanalschätzgenauigkeit auf einem zufriedenstellenden Niveau gehalten werden. Folglich ist es möglich, einen derartigen Zustand des Kommunikationsversagens zu verhindern. Die oben beschriebenen Ausführungsformen zeigen Beispiele, bei denen sowohl das Format der Pilotanordnung und das Format der Datenanordnung variabel sind, aber es können weitere Beispiele, bei denen nur das Format der Datenanordnung variabel ist, wie in [Fig. 20](#) gezeigt, implementiert werden. Darüber hinaus zeigen die oben beschriebenen Ausführungsformen Beispiele basierend auf der Rahmenstruktur, die sowohl Kopf- als auch Heckpiloten verwendet, aber die vorliegende Erfindung kann einfach an die Rahmenstruktur angepasst werden, die lediglich Kopf- oder Heckpiloten verwendet, oder an die Rahmenstruktur, die einen gestreuten Piloten verwendet.

Patentansprüche

1. OFDM Signalrahmengenerator (13) aufweisend:
Mittel zur Bestimmung einer Rate (14), die basierend auf einem Wert einer Empfangssignalqualität an einen Empfänger (30) in Bezug auf ein OFDM-Signal, das durch den Empfänger empfangen wird, eine Rateninformation des OFDM-Signals besteht; gekennzeichnet durch Mittel (20) zur Bestimmung des Formats von Pilot & Datenanordnung, die basierend auf dem Wert der Qualität des Empfangssignals ein Format einer Pilot & Datenanordnung des OFDM-Signals bestimmen;
Mittel (19) zur Bestimmung einer Anzahl der Pilotsymbole, die basierend auf dem Wert der Qualität

des Empfangssignals die Anzahl der Pilotsymbole des OFDM-Signals bestimmen;

Mittel (18) zur Bestimmung der Leistungsverstärkungsrate, die basierend auf dem Wert der Qualität des Empfangssignals die Leistungsverstärkungsrate des OFDM-Signals bestimmen;

Mittel (15) zur Datensymbolerzeugung, die basierend auf der Rateninformation und der Leistungsverstärkungsrate zu sendende Datensymbolfolgen erzeugen; und

Mittel (17) zur Erzeugung eines Sendesignalrahmens, die basierend auf den erzeugten Datensymbolfolgen, der Anzahl von Pilotsymbolen und dem Format der Pilot & Datenanordnung einen Sendesignalrahmen des zu sendenden OFDM-Signals erzeugen.

2. OFDM Signalrahmengenerator (13) nach Anspruch 1, worin der Wert der Qualität des Empfangssignals durch den Empfänger (30) an den OFDM Signalrahmengenerator zurückgeführt wird.

3. OFDM Signalrahmengenerator (13) nach Anspruch 1, worin bei dem Format der Pilot & Datenanordnung die Rahmenlänge abhängig vom Qualitätswert des Empfangssignals variabel ist.

4. OFDM Signalrahmengenerator (13) nach Anspruch 1, worin das Mittel (20) zur Bestimmung des Formats zur Pilot & Datenanordnung die Unterträger, auf welche das Format zur Pilot & Datenanordnung angewendet wird, basierend auf dem Qualitätswert des Empfangssignals blockweise zuordnet.

5. Sender (10) zum Senden von OFDM-Signalen, der einen OFDM Signalrahmengenerator nach Anspruch 1 enthält.

6. Signalübertragungssystem (1), das einen Sender (10) zum Senden eines OFDM-Signals enthält und einen Empfänger (30) zum Empfangen des OFDM-Signals im Signalübertragungssystem, wobei der Empfänger aufweist: Mittel (35) zur Bestimmung der Qualität eines Empfangssignals, um den Wert der Qualität des Empfangssignals am Empfänger in Bezug auf das empfangene OFDM-Signal zu bestimmen; und

Rückführungsmittel (35), um den bestimmten Wert der Qualität des Empfangssignals an den Sender (10) zurückzuführen; und der Sender (10) aufweist:

Mittel (14) zur Bestimmung einer Rate, die basierend auf dem Wert der Qualität des Empfangssignals, der durch Rückführung erhalten wurde, eine Rateninformation des OFDM-Signals bestimmen; wobei der Sender gekennzeichnet ist durch

Mittel (20) zur Bestimmung eines Formats der Pilot & Datenanordnung, die basierend auf dem Wert der Qualität des Empfangssignals ein Format der Pilot & Datenanordnung des OFDM-Signals bestimmen;

Mittel (19) zur Bestimmung der Anzahl von Pilotsymbolen, die basierend auf dem Wert der Qualität des Empfangssignals die Anzahl von Pilotsymbolen des OFDM-Signals bestimmen;

Mittel (18) zur Bestimmung einer Leistungsverstärkungsrate, die basierend auf dem Wert der Qualität des Empfangssignals die Leistungsverstärkungsrate des OFDM-Signals bestimmen;

Mittel (15) zur Erzeugung von Datensymbolen, die basierend auf der Rateninformation und der Leistungsverstärkungsrate eine zu sendende Datensymbolfolge erzeugen; und

Mittel (17) zur Erzeugung eines Sendesignalrahmens, die basierend auf der erzeugten Datensymbolfolge, der Anzahl von Pilotsymbolen und dem Format für die Pilot & Datenanordnung einen Sendesignalrahmen des zu sendenden OFDM-Signals erzeugen.

7. Verfahren zur Erzeugung eines OFDM Signalrahmens, bei dem in einem Sender, der ein OFDM-Signal an einen Empfänger sendet, ein Sendesignalrahmen des OFDM-Signals erzeugt wird, aufweisend:

einen Schritt zur Ratenbestimmung, um basierend auf einem Wert der Qualität eines Empfangssignals an einem Empfänger in Bezug auf ein OFDM-Signal, welches durch den Empfänger empfangen wird, Rateninformationen des OFDM-Signals zu bestimmen; gekennzeichnet durch

einen Schritt zur Bestimmung des Formats einer Pilot & Datenanordnung, um basierend auf dem Wert der Qualität des Empfangssignals ein Format einer Pilot & Datenanordnung des OFDM-Signals zu bestimmen;

einen Schritt zur Bestimmung der Anzahl von Pilotsymbolen, um basierend auf dem Wert der Qualität des Empfangssignals die Anzahl von Pilotsymbolen des OFDM-Signals zu bestimmen;

einen Schritt zur Bestimmung einer Leistungsverstärkungsrate, um basierend auf dem Wert der Qualität des Empfangssignals die Leistungsverstärkungsrate des OFDM-Signals zu bestimmen;

einen Schritt zur Erzeugung eines Datensymbols, um basierend auf der Rateninformation und der Leistungsverstärkungsrate eine zu sendende Datensymbolfolge zu erzeugen, und

einen Schritt zur Erzeugung eines Sendesignalrahmens, um basierend auf der erzeugten Datensymbolfolge, der Anzahl von Pilotsymbolen und dem Format zur Pilot & Datenanordnung einen Sendesignalrahmen des zu sendenden OFDM-Signals zu erzeugen.

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

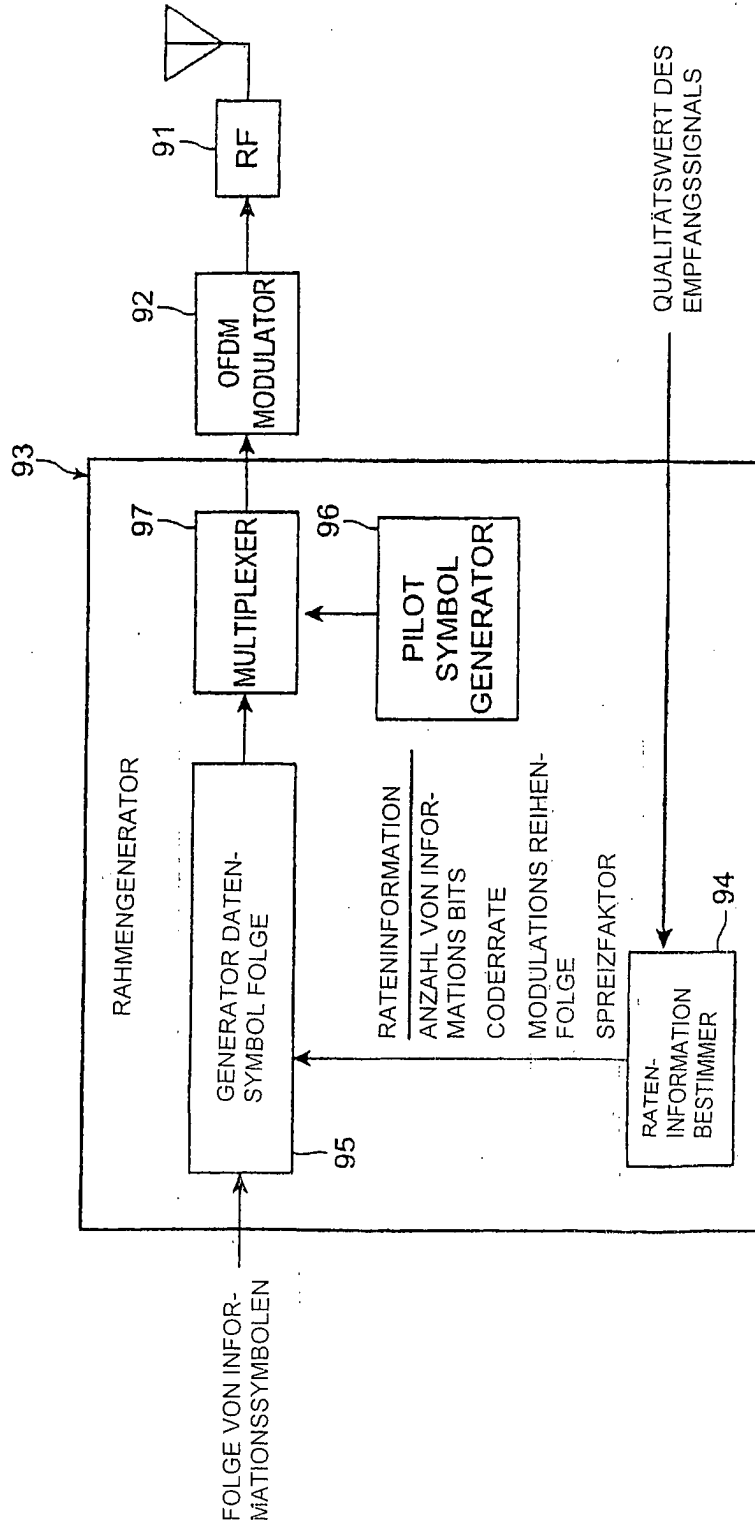


Fig.2

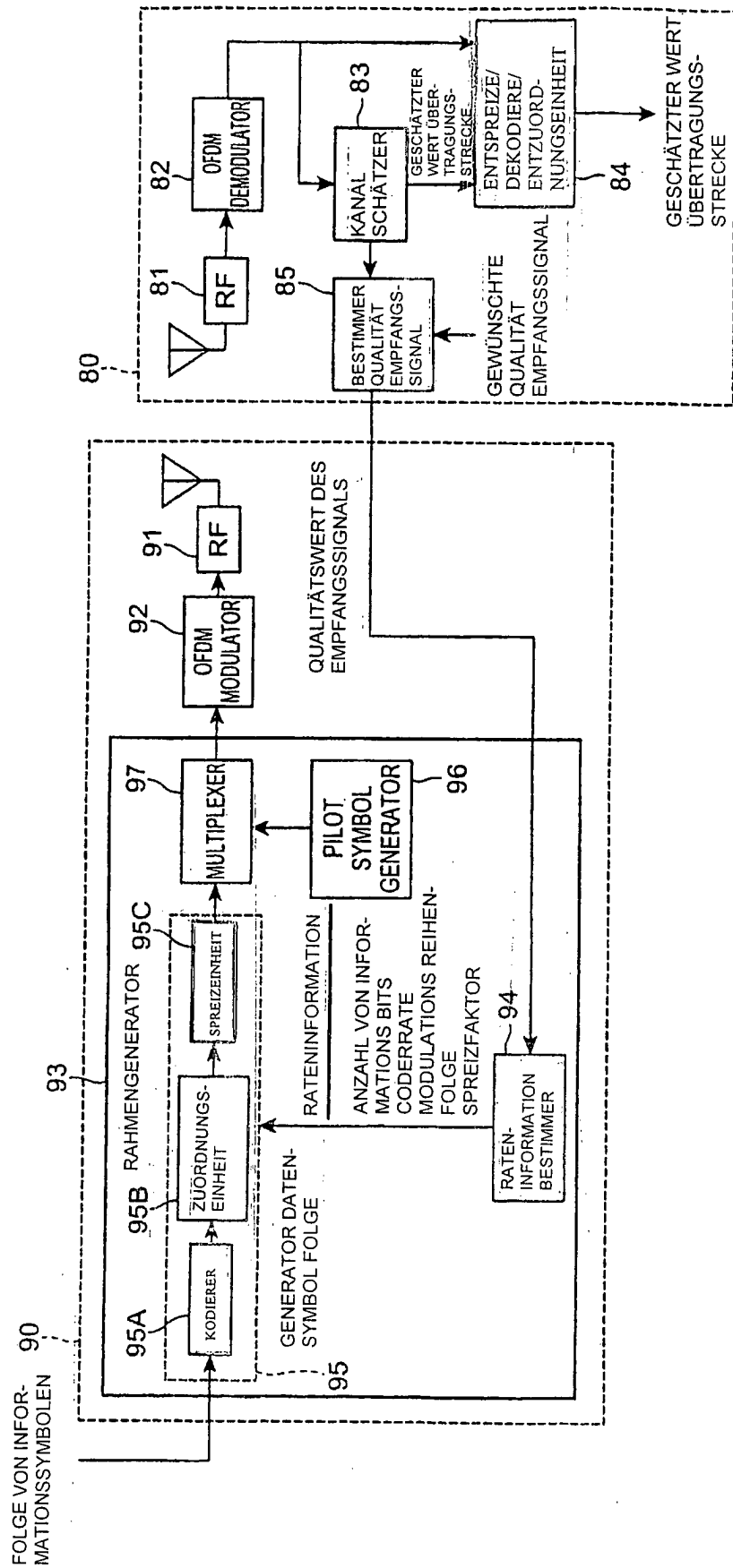


Fig.3

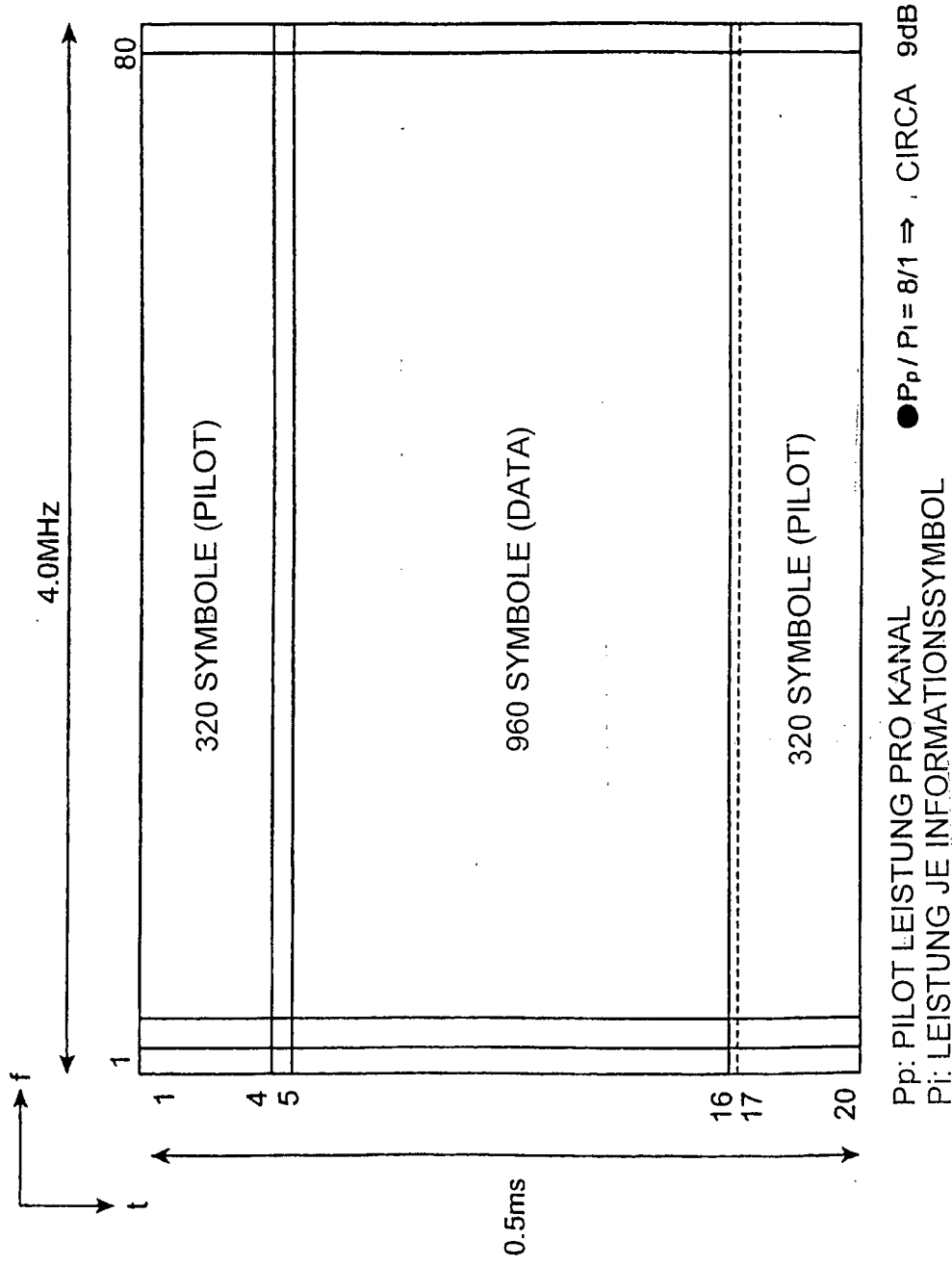
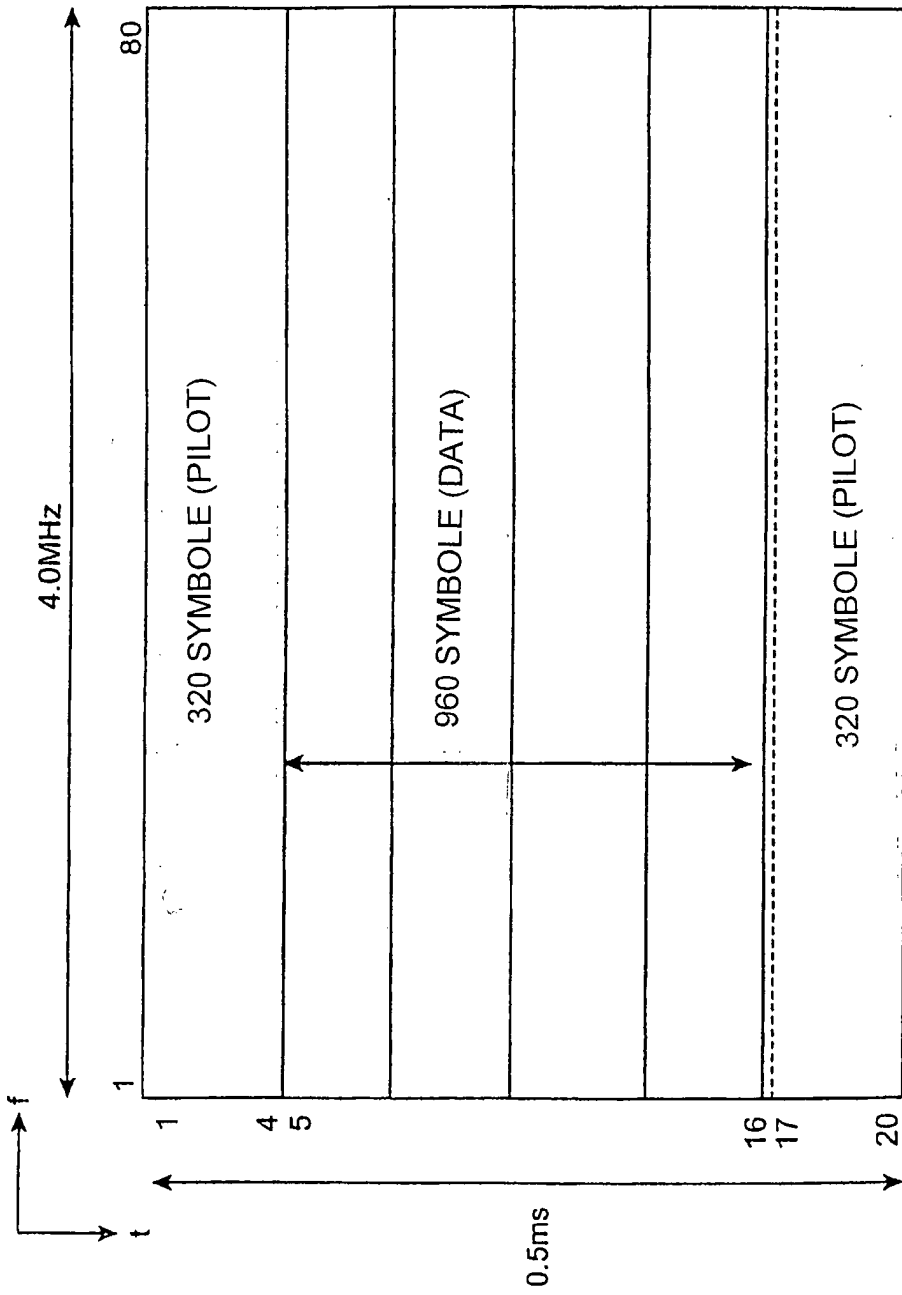


Fig.4



Pp: PILOT LEISTUNG PRO KANAL ● $P_p / P_i = 8/(240) \Rightarrow$ CIRCA -14dB
 Pi: LEISTUNG JE INFORMATIONSSYMBOL ● P_i VERSTÄRKUNG = 240 \Rightarrow CIRCA 24dB

Fig. 5

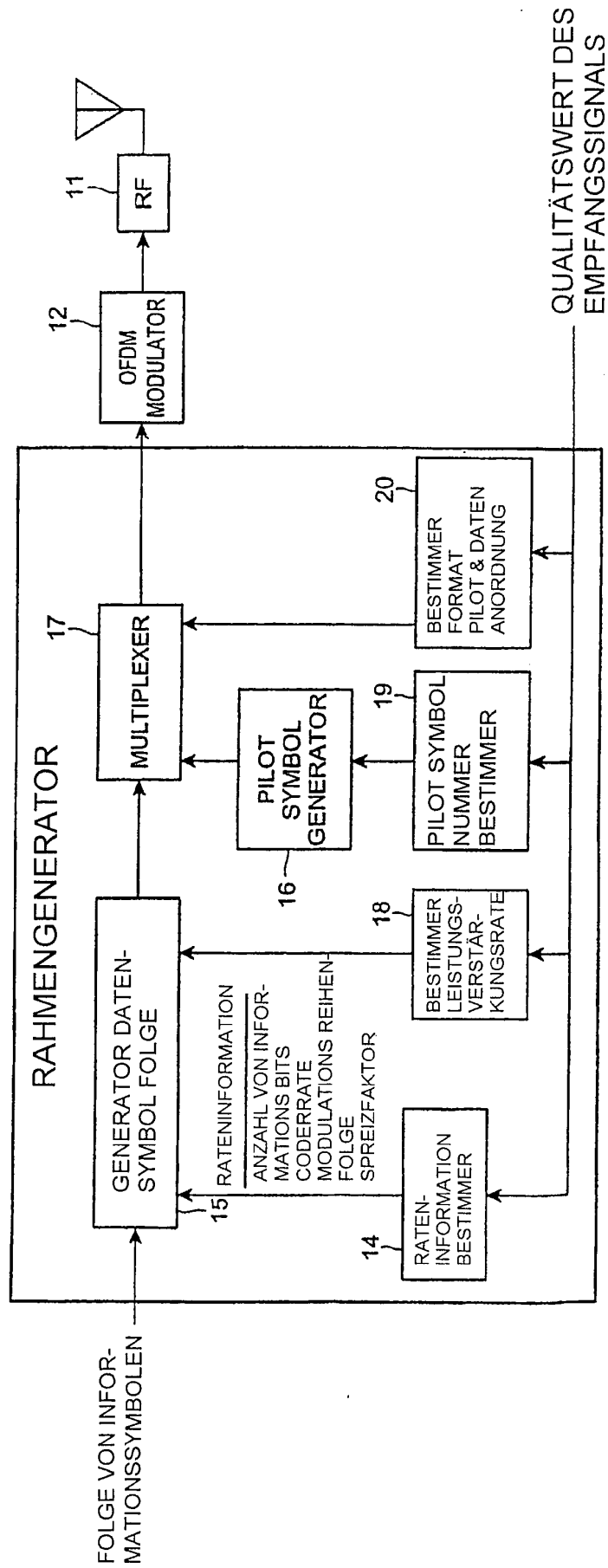


Fig.6

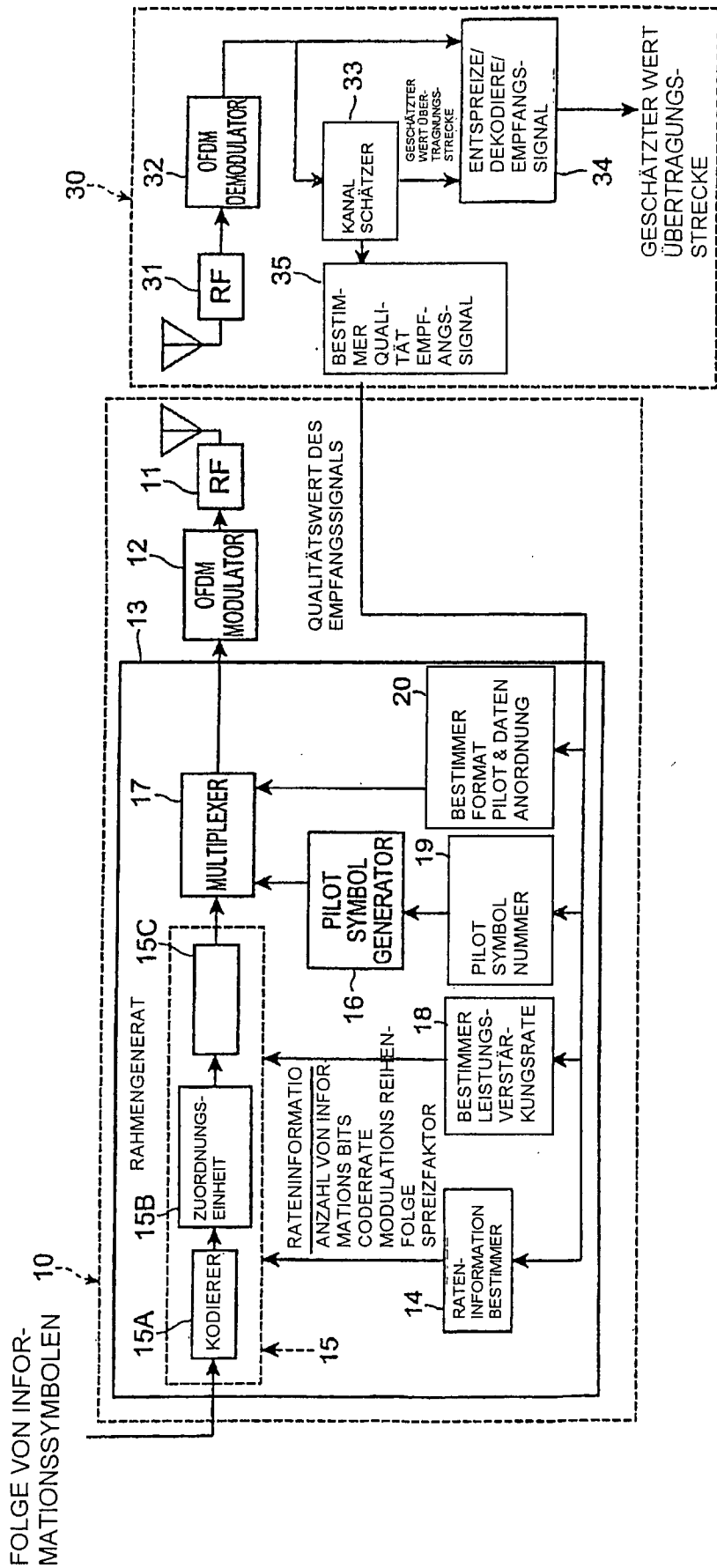
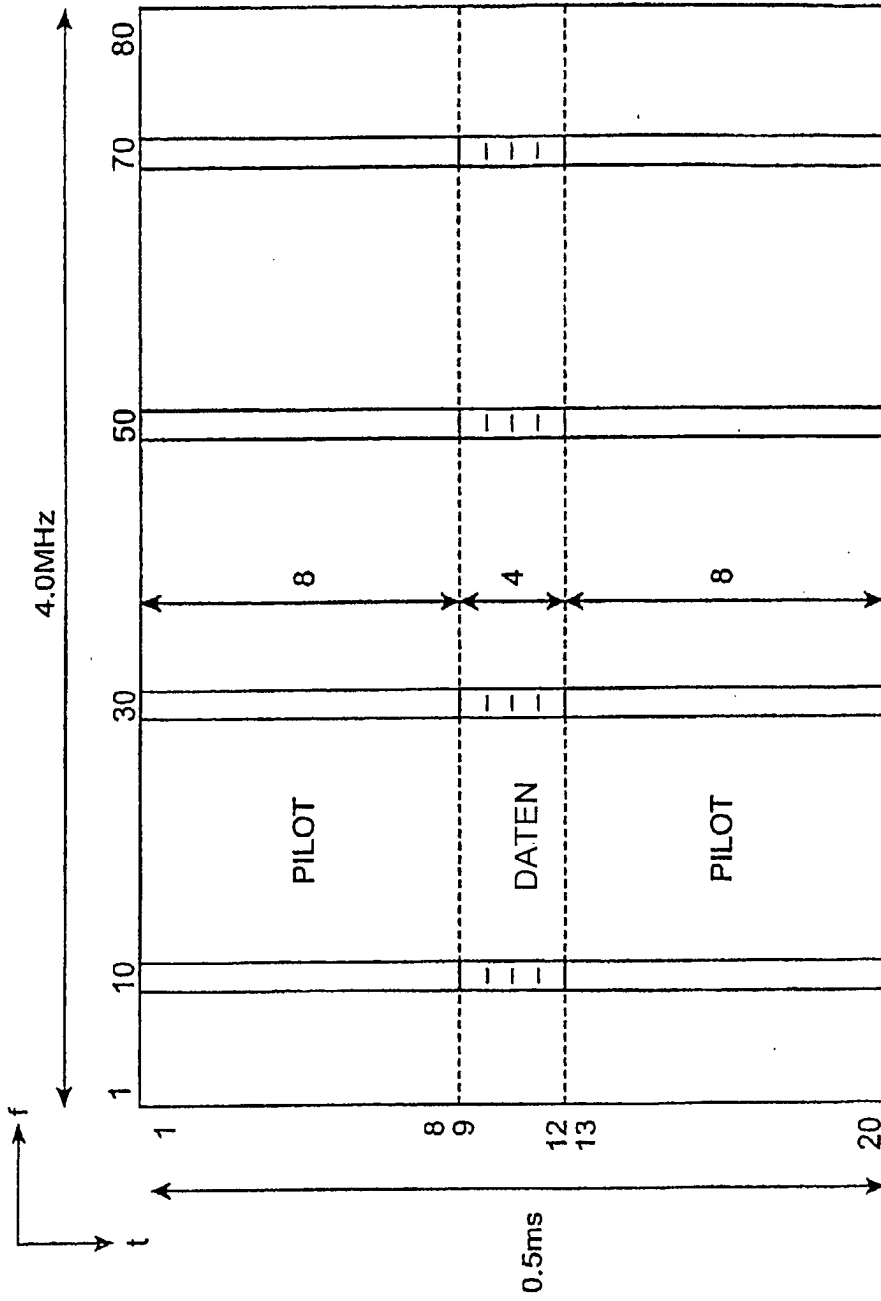
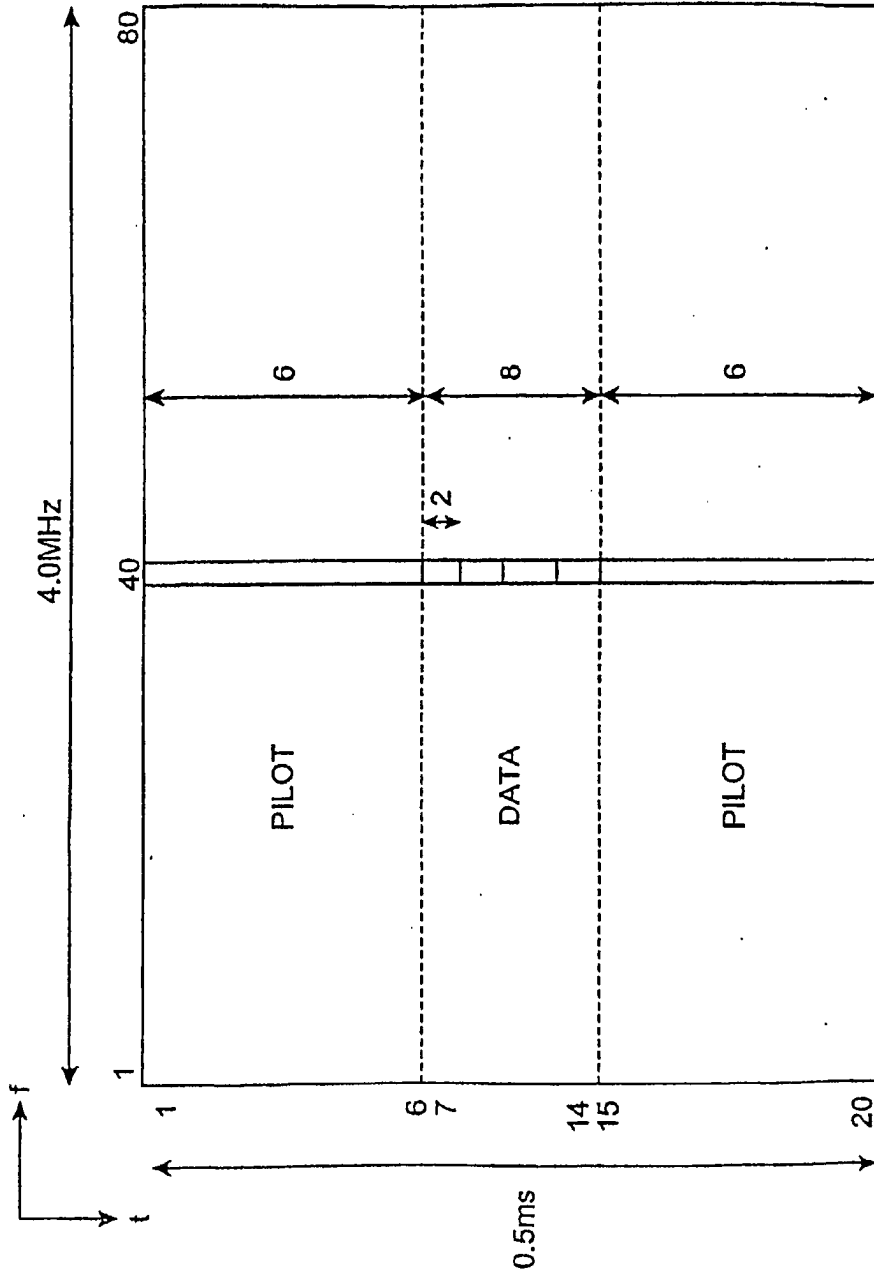


Fig.7



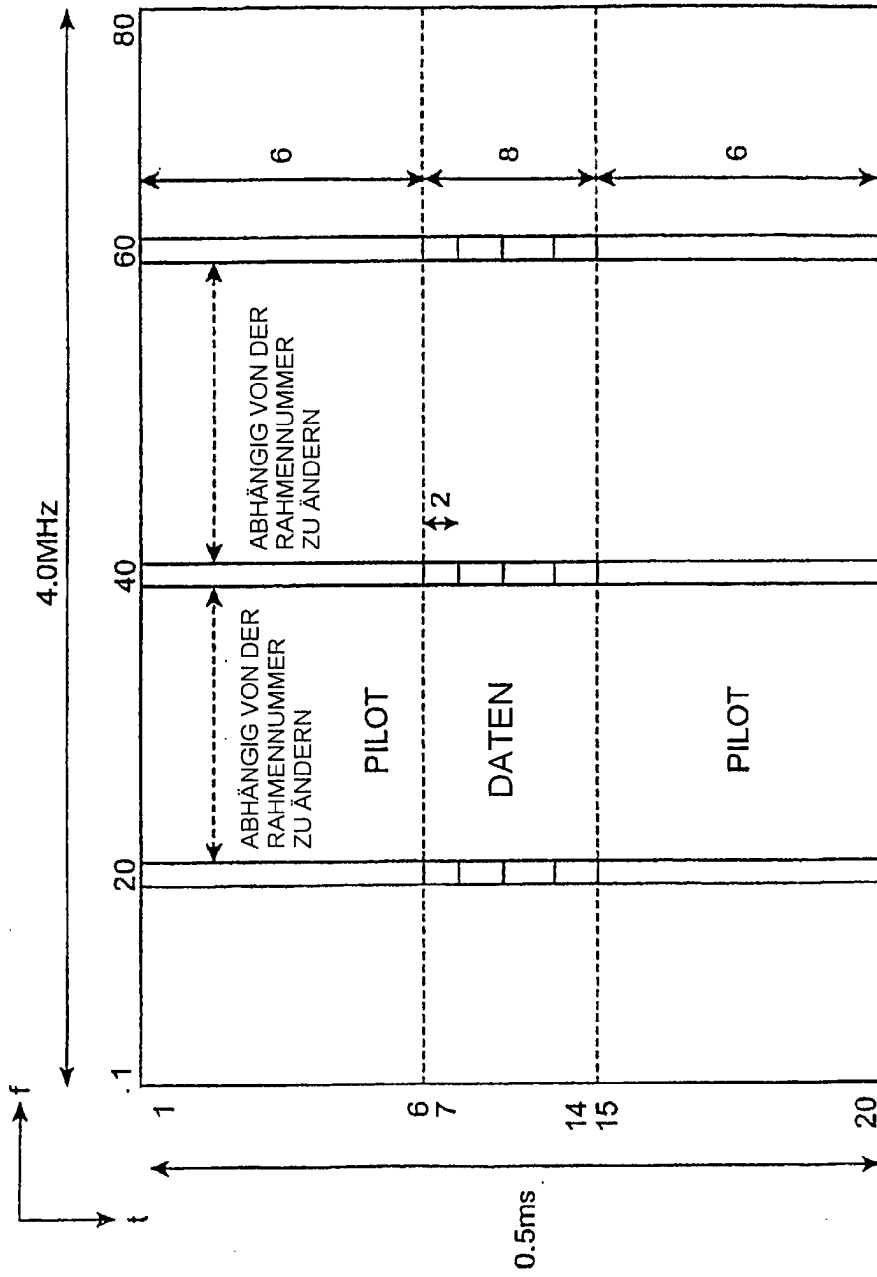
Pp: PILOT LEISTUNG PRO KANAL ● Pp/Pi = 16/4 => CIRCA 6.02dB
 Pi: LEISTUNG JE INFORMATIONSSYMBOL ● PiGain = 80 => CIRCA 19dB

Fig.8



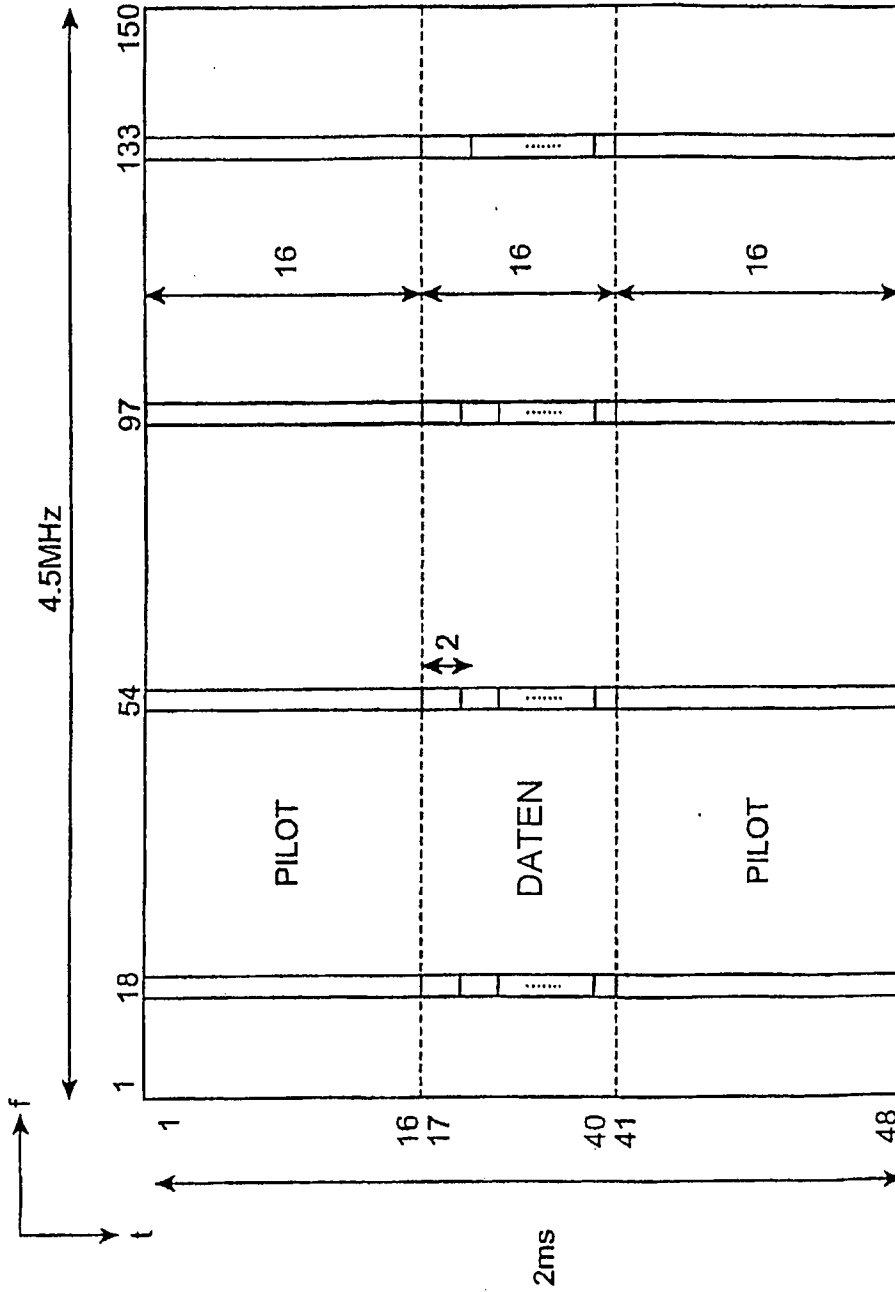
Pp: PILOT LEISTUNG PRO KANAL ● $P_p / P_i = 12/2 = 6 \Rightarrow$ CIRCA 7.8dB
 Pi: LEISTUNG JE INFORMATIONSSYMBOL ● $P_i \text{Gain} = 80 \times 2 = 160 \Rightarrow$ CIRCA 22dB

Fig.9



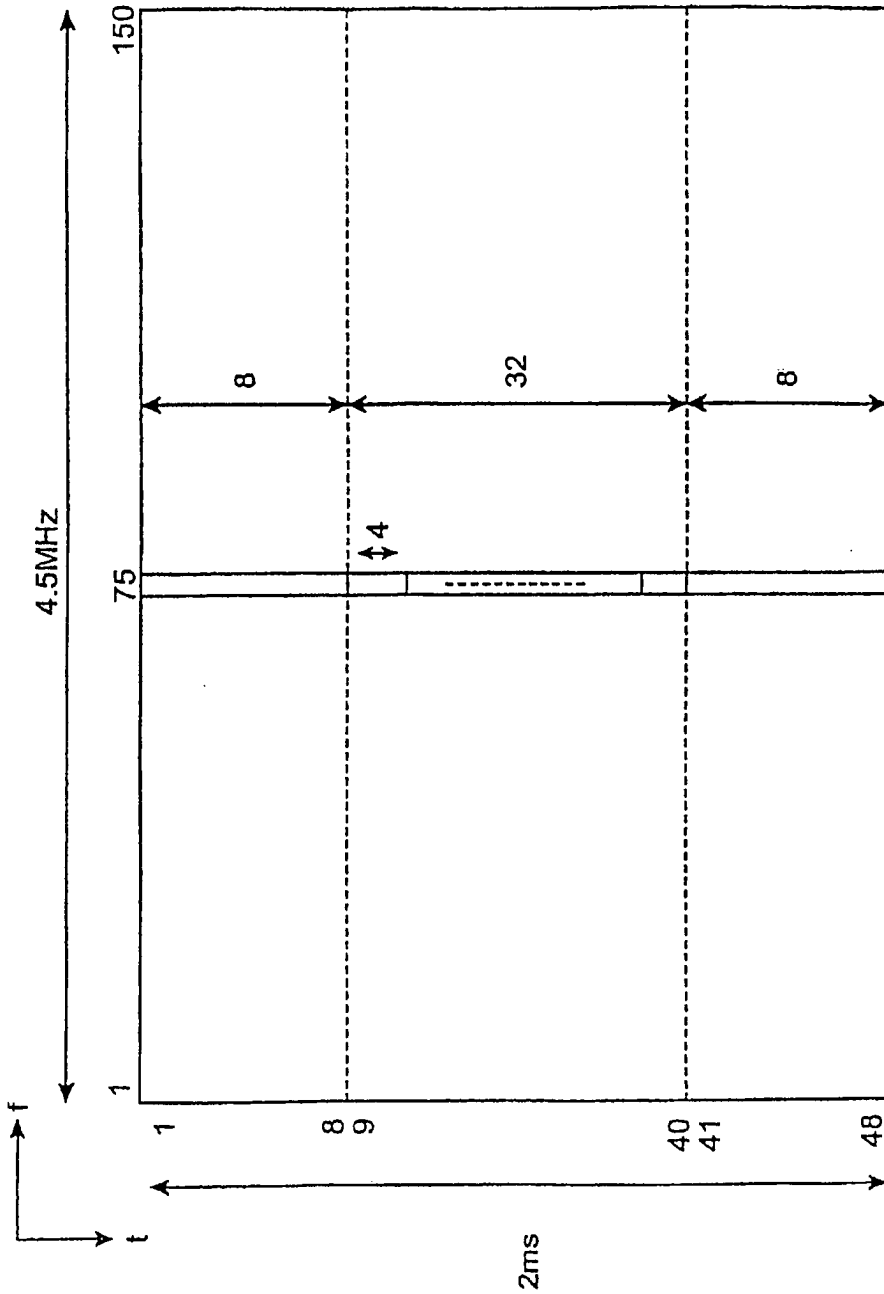
Pp: PILOT LEISTUNG PRO KANAL ● $P_p / P_i = 12/2 = 6 \Rightarrow$ CIRCA 7.8dB
 Pi: LEISTUNG JE INFORMATIONSSYMBOL ● $P_i \text{ Gain} = 80 \times 2 = 160 \Rightarrow$ CIRCA 22dB

Fig.10



Pp: PILOT LEISTUNG PRO KANAL ● $P_p / P_i = 32/8 \Rightarrow$ CIRCA 6.02dB
 Pi: LEISTUNG JE INFORMATIONSSYMBOL ● $P_i \text{Gain} = 150 \times 2 = 300 \Rightarrow$ CIRCA 24.7dB

Fig.11



Pp: PILOT LEISTUNG PRO KANAL ● P_p / P_i = 16/4 ⇒ CIRCA 6.2dB
 Pi: LEISTUNG JE INFORMATIONSSYMBOL ● P_i Gain = 150 x 4 = 290 ⇒ CIRCA 27dB

Fig.12

WIRKSAMES BETRIEBSBAND (MHz)	4 MHz
ANZAHL VON FFT PUNKTEN	128 PUNKTE
ANZAHL VON UNTERTRÄGERN	80 TRÄGER
ABSTAND DER UNTERTRÄGER (kHz)	50 kHz
OFDM SYMBOL DAUER (μs)	20 μs
GUARD INTERVAL (μs)	5 μs (32 PUNKTE)
WIRKSAME OFDM SYMBOL DAUER (μs)	25 μs (128+32 PUNKTE)
RAHMENLÄNGE	0.5 msec

Fig.13

QUALITÄTS- WERT EMPFANGS- SIGNAL	KODIER- RATE	MODULATIONS REIHENFOLGE	SPREIZ- FAKTOR	ANZAHL VON INFORMATIONEN BITS	ÜBERTRAGUNGS- GESCHWINDIGKEIT
1	1/2	4(QPSK)	1	945	1890kbps
2	3/4	4(QPSK)	1	1425	2805kbps
3	1/2	16(QAM)	1	1905	3810kbps

CRC:12bit, KODIER EINSCHRÄNKUNG LÄNGE:4

Fig.14

QUALITÄTS- WERT EMPFANGS- SIGNAL	KODIER- RATE	MODULATIONS REIHENFOLGE	SPREIZ- FAKTOR	ANZAHL VON INFORMATIONSBITS	ÜBERTRAGUNGS- GESCHWINDIGKEIT
0	3/7	4(QPSK)	2	2	4kbps
1	1/5	4(QPSK)	1	945	1890kbps
2	3/4	4(QPSK)	1	1425	2805kbps
3	1/2	16(QAM)	1	1905	3810kbps

FORMAT PILOTANORDNUNG 0:CRC:2bit

FORMAT PILOTANORDNUNG 1:CRC:12bit, KODIER EINSCHRÄNKUNG LÄNGE:4

Fig.15

QUALITÄTS- WERT EMPFANGS- SIGNAL	BESTIMMER FORMAT PILOT & DATEN ANORDNUNG
0	0
1	1
2	1
3	1

Fig.16

QUALITÄTS- WERT EMPFANGS- SIGNAL	ANZAHL VON PILOTSYM- BOLEN
0	48
1	640
2	640
3	640

Fig.17

QUALITÄTS- WERT EMPFANGS- SIGNAL	LEISTUNGS- VERSTÄRKUNGS- RATE
0	20
1	1
2	1
3	1

Fig.18

WIRKSAMES BETRIEBSBAND (MHz)	4.5 MHz
ANZAHL VON FFT PUNKTEN	256 PUNKTE
ANZAHL VON UNTERTRÄGERN	150 TRÄGER
ABSTAND DER UNTERTRÄGER (kHz)	30 kHz
OFDM SYMBOL DAUER (μ s)	33.33 μ s
GUARD INTERVAL (μ s)	8.3333 μ s
WIRKSAME OFDM SYMBOL DAUER (μ s)	41.6667 μ s
RAHMENLÄNGE	2 msec

Fig. 19

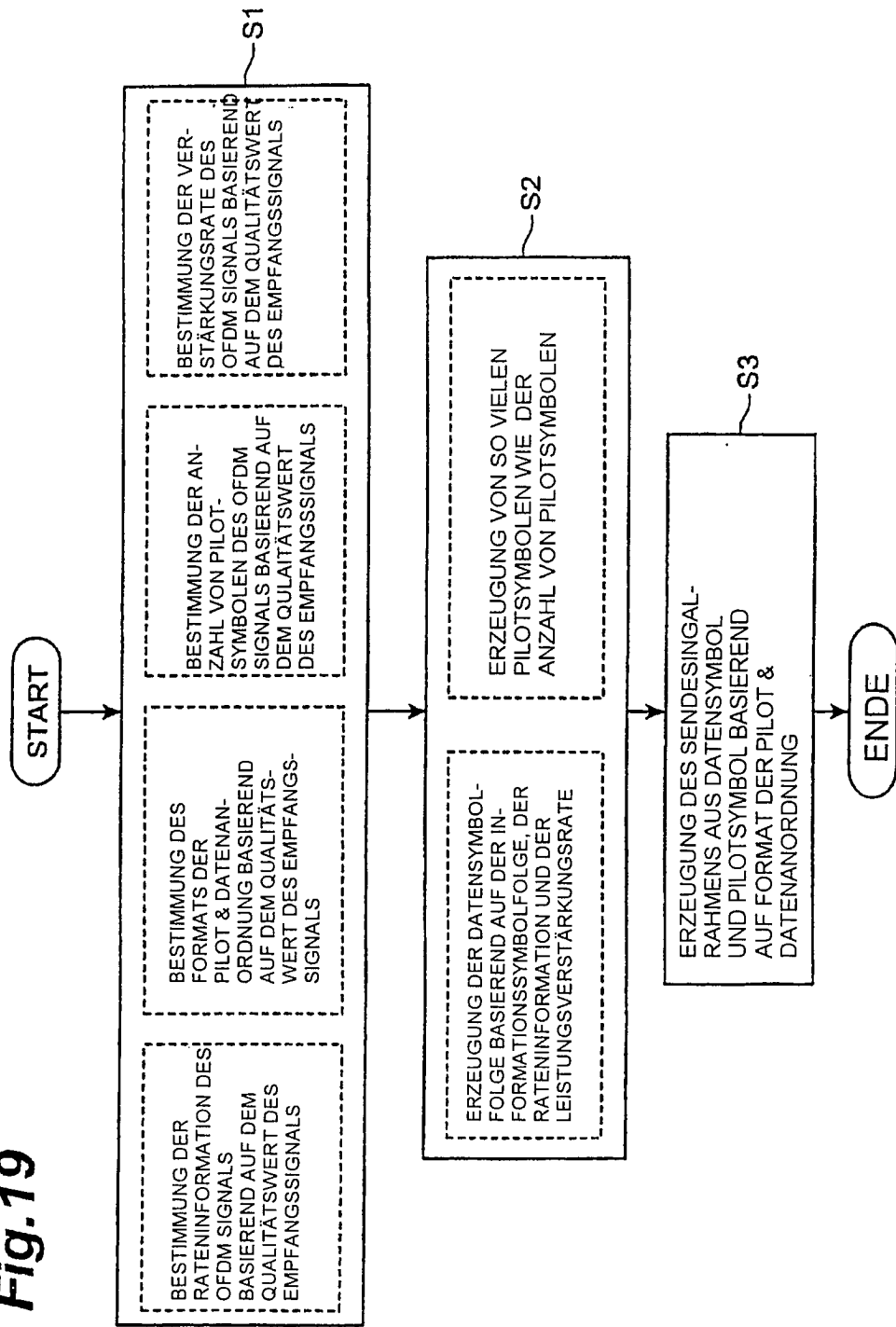


Fig. 20

