

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5581867号  
(P5581867)

(45) 発行日 平成26年9月3日 (2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日 (2014.7.25)

(51) Int.Cl.

F I

|              |           |              |       |
|--------------|-----------|--------------|-------|
| HO 4 W 28/18 | (2009.01) | HO 4 W 28/18 | 1 1 O |
| HO 4 W 72/04 | (2009.01) | HO 4 W 72/04 | 1 1 1 |
| HO 4 W 72/12 | (2009.01) | HO 4 W 72/12 | 1 1 O |
| HO 4 J 11/00 | (2006.01) | HO 4 J 11/00 | Z     |

請求項の数 6 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2010-160536 (P2010-160536)  
 (22) 出願日 平成22年7月15日 (2010.7.15)  
 (65) 公開番号 特開2012-23602 (P2012-23602A)  
 (43) 公開日 平成24年2月2日 (2012.2.2)  
 審査請求日 平成25年5月7日 (2013.5.7)

(73) 特許権者 000005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号  
 (74) 代理人 100092152  
 弁理士 服部 毅巖  
 (72) 発明者 和知 浩幸  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号 富士通株式会社内  
 (72) 発明者 篠崎 敦  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号 富士通株式会社内  
 審査官 廣川 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信装置及びデータ割り当て方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の無線キャリアにおいて適応変調を行う無線通信装置において、  
 受信側の無線通信装置から無線キャリアごとの回線品質を受信する受信部と、  
 前記受信部によって受信された回線品質から、変調方式を変更する際の基準となる回線品質までの回線品質の差を示すマージンを無線キャリアごとに算出する算出部と、  
 前記算出部によって算出されたマージンの大きい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てる割り当て部と、  
 を有することを特徴とする無線通信装置。

【請求項 2】

変調方式ごとにおいて所定の誤り率を確保するための前記基準となる回線品質を記憶した記憶部をさらに備え、

前記算出部は、前記記憶部を参照して現在適用されている変調方式における予め設定された誤り率を確保するための前記基準となる回線品質を取得し、取得した前記基準となる回線品質と前記受信部によって受信された回線品質との差を算出してマージンを算出することを特徴とする請求項 1 記載の無線通信装置。

【請求項 3】

前記算出部によって算出されたマージンの変動率を算出する変動率算出部をさらに備え、  
 前記割り当て部は、マージンが大きくかつ変動率の小さい無線キャリアにサービス品質

10

20

の高いデータを優先して割り当てる

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無線通信装置。

【請求項 4】

前記受信部によって受信される回線品質には、C/N と受信レベルとが含まれ、前記算出部は、前記 C/N と前記受信レベルとのそれぞれにおいてマージンを算出し、

前記算出部によって算出された前記 C/N と前記受信レベルとのマージンを合成する合成部をさらに有し、

前記割り当て部は、前記合成部によって合成されたマージンの大きい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てる

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無線通信装置。

10

【請求項 5】

前記合成部によって合成されたマージンの変動率を算出する合成変動率算出部をさらに備え、

前記割り当て部は、合成されたマージンが大きくかつ変動率の小さい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てる

ことを特徴とする請求項 4 に記載の無線通信装置。

【請求項 6】

複数の無線キャリアにおいて適応変調を行う無線通信装置のデータ割り当て方法において、

受信側の無線通信装置から無線キャリアごとの回線品質を受信し、

受信した回線品質から、変調方式を変更する際の基準となる回線品質までの回線品質の差を示すマージンを無線キャリアごとに算出し、

算出したマージンの大きい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てる、

ことを特徴とするデータ割り当て方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件は、複数の無線キャリアにおいて適応変調を行う無線通信装置及びそのデータ割り当て方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

無線通信技術の 1 つに、2 以上の異なる周波数の無線キャリアを束ね、これを仮想的に 1 つの回線とみなしてデータ伝送する LA (Link Aggregation) 技術がある。例えば、無線通信装置はパケットを、周波数  $f_1$  の無線キャリア  $W_1$  と、周波数  $f_2$  の無線キャリア  $W_2$  とによって対向局へ無線送信する。この LA 技術により、無線通信装置は、通信帯域を拡大することができる。

【0003】

無線通信装置の送受信する電波の品質は、無線区間の回線品質の影響を受け、特に周波数選択性フェージングや天候状況等の電波伝搬環境に大きく左右される。このため、無線通信装置は、有線回線の場合とは異なり、一定の通信品質を確保することが困難である。

40

【0004】

そこで、近年、ACM (Adaptive Code Modulation) 技術を適用した無線通信装置がある。例えば、無線通信装置は、回線品質がよい場合、データ伝送容量の大きい 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation) によってパケットデータを変調し、回線品質が悪い場合、データ伝送容量は小さくなるが安定した無線通信が可能となる 4QAM によってパケットデータを変調する。このように、ACM を適用した無線通信装置は、回線品質に適した変調方式を選択し、効率のよいデータ伝送を行うことができる。

【0005】

50

なお、従来、上り回線のパケット通信において、上り回線でデータ情報を通知し、通知されたデータ情報に基づいてリソースを効率よく用いたスケジューリングを行う無線通信システムが提案されている（例えば、特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開２００４－１２９０８５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

10

ところで、パケットには、ＱｏＳ（Quality of Service）を有するものがある。ＱｏＳの優先度の高いパケットは、例えば、通信が途切れないよう安定した伝送が求められる。

しかし、従来の無線通信装置は、無線送信するパケットをラウンドロビンで複数の無線キャリアに割り当てる。そのため、無線通信装置は、ＱｏＳの高いパケットを回線品質の悪い無線キャリアに割り当てるときもあり、ＱｏＳの高いパケットを安定して無線伝送できない場合があるという問題点があった。

【０００８】

また、回線品質は、短時間で劣化する場合がある。この場合、無線通信装置は、回線品質の劣化に追従して変調方式を切替えることができず、ＱｏＳの高いパケットをデータ伝送容量の大きい変調方式のままで伝送し、ＱｏＳの高いパケットを安定して無線伝送できない場合があるという問題点があった。

20

【０００９】

本件はこのような点に鑑みてなされたものであり、ＱｏＳの高いデータを安定して無線伝送することができる無線通信装置及びデータ割り当て方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

上記課題を解決するために、複数の無線キャリアにおいて適応変調を行う無線通信装置が提供される。この無線通信装置は、受信側の無線通信装置から無線キャリアごとの回線品質を受信する受信部と、前記受信部によって受信された回線品質の変調方式を変更するまでのマージンを無線キャリアごとに算出する算出部と、前記算出部によって算出されたマージンの大きい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てる割り当て部と、を有する。

30

【発明の効果】

【００１１】

開示の装置及び方法によれば、ＱｏＳの高いデータを安定して無線伝送することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】第１の実施の形態に係る無線通信装置を示した図である。

40

【図２】第２の実施の形態に係る無線通信装置を適用した無線通信システムを示した図である。

【図３】無線通信装置のハードウェア構成例を示した図である。

【図４】無線通信装置の機能図である。

【図５】各変調方式に対するエラー耐性を示した図である。

【図６】エラー耐性のデータテーブルを示した図である。

【図７】変調方式の変更を説明する図である。

【図８】パケットの無線キャリアへの割り当てを説明する図である。

【図９】耐性パラメータの算出動作を示したフローチャートである。

【図１０】パケットを受信して無線処理する動作を示したフローチャートである。

50

【図 1 1】パケットの無線キャリアへの割り当て動作を示したフローチャートである。

【図 1 2】パケットの無線キャリアへの割り当て動作を示したフローチャートである。

【図 1 3】パケットの無線キャリアへの割り当て動作を示したフローチャートである。

【図 1 4】第 3 の実施の形態に係る無線通信装置の機能図である。

【図 1 5】無線キャリア状態管理テーブルのデータ構成例を示した図である。

【図 1 6】パケットの割り当てを説明する図である。

【図 1 7】耐性パラメータと変動率の算出動作を示したフローチャートである。

【図 1 8】第 4 の実施の形態に係る無線通信装置の機能図である。

【図 1 9】レベルエラー耐性のデータテーブルを示した図である。

【図 2 0】C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータの合成動作を説明するフローチャートである。 10

【図 2 1】耐性パラメータの算出動作を示したフローチャートである。

【図 2 2】第 5 の実施の形態に係る無線通信装置の機能図である。

【図 2 3】無線キャリア状態管理テーブルのデータ構成例を示した図である。

【図 2 4】耐性パラメータと変動率の算出動作を示したフローチャートである。

【図 2 5】第 6 の実施の形態に係る無線通信装置の機能図である。

【図 2 6】パケットの無線キャリアへの割り当てを説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。 20

〔第 1 の実施の形態〕

図 1 は、第 1 の実施の形態に係る無線通信装置を示した図である。図 1 には、周波数  $f_1$ 、 $f_2$  の複数の無線キャリア  $W_1$ 、 $W_2$  において適応変調を行う無線通信装置 1、2 が示してある。無線通信装置 1、2 は、大容量のデータ通信を行うとともに、所定の誤り率を確保するよう、無線キャリア  $W_1$ 、 $W_2$  のそれぞれにおいて変調方式を変更して無線通信を行う。変更する変調方式には、例えば、64QAM、16QAM、及び 4QAM がある。以下では、無線通信装置 1 を送信側とし、無線通信装置 2 を受信側として説明する。

【0014】

図 1 に示すように、無線通信装置 1 は、受信部 1a、算出部 1b、及び割り当て部 1c を有している。受信部 1a は、受信側の無線通信装置 2 から無線キャリア  $W_1$ 、 $W_2$  などの回線品質を受信する。回線品質は、例えば、C / N (Carrier to Noise) である。 30

【0015】

算出部 1b は、受信部 1a によって受信された回線品質の変調方式を変更するまでのマージンを無線キャリア  $W_1$ 、 $W_2$  ごとに算出する。

例えば、無線通信装置 1 は、受信側の無線通信装置 2 から受信した回線品質が所定値  $n$  に低下すると、予め設定された誤り率を確保するために、送信ビット数の少ない変調方式に変更する。算出部 1b は、受信した回線品質と変調方式を変更する所定値  $n$  との差を、変調方式を変更するまでのマージンとし、無線キャリア  $W_1$ 、 $W_2$  ごとに算出する。

【0016】

割り当て部 1c は、算出部 1b によって算出されたマージンの大きい無線キャリア  $W_1$ 、 $W_2$  に、サービス品質の高いデータを優先して割り当てる。 40

例えば、無線キャリア  $W_1$  の回線品質のマージンは、無線キャリア  $W_2$  の回線品質のマージンより大きいとする。この場合、割り当て部 1c は、無線キャリア  $W_1$  にサービス品質の高いデータを優先して割り当てる。

【0017】

このように、無線通信装置 1 は、回線品質を受信し、その回線品質の変調方式を変更するまでのマージンを無線キャリア  $W_1$ 、 $W_2$  ごとに算出する。そして、無線通信装置 1 は、マージンの大きい無線キャリア  $W_1$ 、 $W_2$  に QoS の高いデータを優先して割り当てるようにした。これにより、無線通信装置 1 は、QoS の高いパケットを安定して無線伝送することができる。 50

## 【 0 0 1 8 】

## [ 第 2 の実施の形態 ]

次に、第 2 の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。

図 2 は、第 2 の実施の形態に係る無線通信装置を適用した無線通信システムを示した図である。図 2 には、無線通信装置 1 1 , 1 3 が示してある。無線通信装置 1 1 は、アンテナ 1 2 を有し、無線通信装置 1 3 は、アンテナ 1 4 を有している。

## 【 0 0 1 9 】

無線通信装置 1 1 , 1 3 は、無線多重 ( L A ) により無線通信を行う。例えば、無線通信装置 1 1 , 1 3 は、図 2 に示すように、周波数  $f_1$  の無線キャリア  $W_1$ 、周波数  $f_2$  の無線キャリア  $W_2$ 、...、及び周波数  $f_n$  の無線キャリア  $W_n$  によって無線通信を行う。なお、以下では、説明を簡単にするために、無線通信装置 1 1 , 1 3 は、周波数  $f_1$  ,  $f_2$  の 2 つの無線キャリア  $W_1$  ,  $W_2$  で無線通信を行うとして説明する場合がある。

10

## 【 0 0 2 0 】

無線通信装置 1 1 は、例えば、有線ネットワークから Q o S を有するパケットを受信する。無線通信装置 1 1 は、受信したパケットを変調して周波数変換し、周波数変換したマイクロ波信号をフィード及びアンテナ 1 2 を介して無線通信装置 1 3 に送信する。

## 【 0 0 2 1 】

無線通信装置 1 1 , 1 3 は、A C M を実装しており、アンテナ 1 2 , 1 4 間の回線品質に応じて変調方式及び復調方式を変更する。例えば、送信側の無線通信装置 1 1 は、無線キャリア  $W_1$  の回線品質がよく、無線キャリア  $W_2$  の回線品質が悪い場合、無線キャリア  $W_1$  では 6 4 Q A M によって変調したパケットを無線送信し、無線キャリア  $W_2$  では 1 6 Q A M によって変調したパケットを無線送信する。受信側の無線通信装置 1 3 は、送信側の無線通信装置 1 1 の変調方式に対応した復調方式で、無線キャリア  $W_1$  ,  $W_2$  で無線送信されたパケットを復調する。

20

## 【 0 0 2 2 】

無線通信装置 1 3 は、アンテナ 1 4 及びフィードを介してマイクロ波信号を受信し、パケットを復調する。無線通信装置 1 3 は、復調したパケットを、例えば、有線ネットワークに送出する。

## 【 0 0 2 3 】

図 3 は、無線通信装置のハードウェア構成例を示した図である。図 3 に示すように、無線通信装置 1 1 は、C P U ( Central Processing Unit ) 2 1、D S P ( Digital Signal Processor ) 2 2、R A M ( Random Access Memory ) 2 3、無線処理装置 2 4、フラッシュメモリ 2 5、F P G A ( Field Programmable Gate Array ) 2 6、通信インタフェース 2 7、及びバス 2 8 を有している。

30

## 【 0 0 2 4 】

C P U 2 1 は、無線通信装置 1 1 の装置全体を制御している。C P U 2 1 には、バス 2 8 を介して D S P 2 2 などの各装置が接続されている。

D S P 2 2 は、通信インタフェース 2 7 を介して受信された有線ネットワークからのパケットを、Q o S に基づいて無線キャリア  $W_1$  ,  $W_2$  に割り当てる。

## 【 0 0 2 5 】

R A M 2 3 には、C P U 2 1、D S P 2 2、F P G A 2 6、及び無線処理装置 2 4 で処理されるデータが一時的に格納される。

40

無線処理装置 2 4 は、無線通信装置 1 3 に無線送信するパケット ( データ ) の無線処理を行う。例えば、無線処理装置 2 4 は、B B ( Base Band ) 処理、変調処理、及び周波数変換処理を行う。また、無線処理装置 2 4 は、無線通信装置 1 3 から受信した無線信号の無線処理を行う。例えば、無線処理装置 2 4 は、受信した無線信号の周波数変換処理、復調処理、及び B B 処理を行う。無線処理装置 2 4 は、例えば、1 チップの半導体装置によって形成される。

## 【 0 0 2 6 】

フラッシュメモリ 2 5 には、C P U 2 1 及び D S P 2 2 の実行するプログラムが格納さ

50

れている。また、フラッシュメモリ 25 には、CPU 21 及び DSP 22 で処理するデータ並びに CPU 21 及び DSP 22 で処理されたデータが記憶される。フラッシュメモリ 25 は、HDD (Hard Disk Drive) によって形成してもよい。

【0027】

FPGA 26 は、以下で詳細に説明するが、対向局の無線通信装置 13 から送信される回線品質によって、耐性パラメータを算出する。FPGA 26 は、算出した耐性パラメータを RAM 23 に記憶する。

【0028】

通信インタフェース 27 は、有線ネットワークと接続されている。通信インタフェース 27 は、例えば、イーサネット (登録商標) によりパケットを送受信する。通信インタフェース 27 によって受信されたパケットは、無線通信装置 13 に無線送信される。また、無線通信装置 13 から受信したパケットは、通信インタフェース 27 を介して有線ネットワークに送出される。

【0029】

なお、デバイスは、同一機能を有するものであれば代替可能である。例えば、DSP 22 は、コスト効果のため、FPGA によって形成してもよい。また、FPGA 26 を DSP 22 によって形成してもよい。

【0030】

また、無線通信装置 13 も図 3 と同様のハードウェア構成を有している。以下では、説明を簡単にするため、無線通信装置 11 を送信側とし、無線通信装置 13 を受信側として説明する。

【0031】

図 4 は、無線通信装置の機能図である。図 4 に示すように、無線通信装置 11 は、IF (InterFace) 部 31、回線品質受信部 32、耐性パラメータ算出部 33、無線キャリア状態管理テーブル 34、パケット割り当て部 35、無線部 36、及び制御部 37 を有している。

【0032】

IF 部 31 は、例えば、イーサネットによって、有線ネットワークからパケットを受信する。IF 部 31 は、例えば、図 3 で説明した通信インタフェース 27 によって実現される。

【0033】

回線品質受信部 32 は、無線キャリアごとにおける回線品質を、受信側の無線通信装置 13 から受信する。受信側の無線通信装置 13 は、送信側の無線通信装置 11 から受信した無線信号に基づいて各無線キャリアにおける回線品質を算出し、送信側の無線通信装置 11 に、例えば、周期的に無線送信する。回線品質は、例えば、無線キャリアにおけるノイズ比を示した C/N である。回線品質受信部 32 は、例えば、図 3 で説明した無線処理装置 24 によって実現される。

【0034】

耐性パラメータ算出部 33 は、回線品質受信部 32 によって受信された回線品質から、無線キャリアごとにおける耐性パラメータを算出する。耐性パラメータ算出部 33 は、無線キャリアとその無線キャリアにおいて算出した耐性パラメータとを対応づけて、無線キャリア状態管理テーブル 34 に記憶する。耐性パラメータ算出部 33 は、例えば、図 3 で説明した FPGA 26 によって実現される。

【0035】

耐性パラメータについて説明する。まず、変調方式の変更について説明する。変調方式は、無線キャリアごとにおいて変更されるが、以下では、説明を簡単にするために無線キャリアを区別しないで説明する。

【0036】

図 5 は、各変調方式に対するエラー耐性を示した図である。図 5 に示すグラフの横軸は C/N (dB) を示し、縦軸は誤り率を示す。図 5 に示す直線 L1 は 4QAM におけるエ

10

20

30

40

50

ラー耐性を示し、直線 L 2 は 1 6 Q A M におけるエラー耐性を示し、直線 L 3 は 6 4 Q A M におけるエラー耐性を示している。

【 0 0 3 7 】

直線 L 1 ~ L 3 に示すように、各変調方式において、C / N が大きくなるほど誤り率は小さくなっている。すなわち、雑音電力に対する無線キャリアの電力が大きいほど ( C / N が大きいほど )、誤り率が小さくなっている。また、無線送信するビット数が大きいほど ( x Q A M の x が大きいほど )、誤り率は大きくなっている。

【 0 0 3 8 】

送信側の無線通信装置 1 1 は、受信側の無線通信装置 1 3 において、所定値以下の誤り率が確保されるように変調方式を変更してデータを無線送信する。

10

例えば、送信側の無線通信装置 1 1 は、受信側の無線通信装置 1 3 において、 $10^{-6}$  以下の誤り率が確保されるように無線通信を行うとする。また、送信側の無線通信装置 1 1 は、現在、1 6 Q A M による無線通信を行っているとする。

【 0 0 3 9 】

この場合、送信側の無線通信装置 1 1 は、受信側の無線通信装置 1 3 から受信する C / N が 2 1 . 0 より小さくなると、図 5 の直線 L 2 より、変調方式を 1 6 Q A M から 4 Q A M に変更する。すなわち、送信側の無線通信装置 1 1 は、無線送信するビット数は少なくなるが、 $10^{-6}$  以下の誤り率が確保されるように、変調方式を 1 6 Q A M から 4 Q A M に変更する。

【 0 0 4 0 】

20

耐性パラメータについて説明する。耐性パラメータは、変調方式が変更されるまでの回線品質のマージンを示す。すなわち、耐性パラメータは、変調方式が変更されるまでの回線品質の耐性度を示す。

【 0 0 4 1 】

例えば、上記例と同様に、送信側の無線通信装置 1 1 は、受信側の無線通信装置 1 3 において、 $10^{-6}$  以下の誤り率が確保されるように無線通信を行うとする。また、送信側の無線通信装置 1 1 は、現在、1 6 Q A M による無線通信を行っているとする。従って、上記例より、送信側の無線通信装置 1 1 は、受信側の無線通信装置 1 3 から受信する回線品質の C / N が 2 1 . 0 より小さくなると、変調方式を 4 Q A M に変更することになる。

【 0 0 4 2 】

30

この場合において、受信側の無線通信装置 1 3 から受信した C / N が 2 3 . 0 であったとすると、図 5 の両矢印 A 1 に示すように、変調方式が変更されるまでの回線品質のマージンは、2 3 . 0 - 2 1 . 0 により、2 . 0 となる。すなわち、変調方式が変更されるまでの回線品質の耐性度を示す耐性パラメータは、2 . 0 となる。

【 0 0 4 3 】

図 6 は、エラー耐性のデータテーブルを示した図である。図 6 に示すように、エラー耐性テーブルは、B E R ( Bit Error Rate ) と各変調方式における C / N の欄を有している。B E R の欄には、誤り率が格納され、各変調方式における C / N の欄には、対応する B E R を確保するための C / N が格納されている。

【 0 0 4 4 】

40

例えば、6 4 Q A M の変調方式において、 $10^{-6}$  以下の誤り率を確保するには、図 6 のエラー耐性テーブルより、C / N は 2 7 . 3 以上を要することが分かる。また、1 6 Q A M の変調方式において、 $10^{-6}$  以下の誤り率を確保するには、図 6 のエラー耐性テーブルより、C / N は 2 1 . 0 以上を要することが分かる。

【 0 0 4 5 】

なお、図 6 のエラー耐性テーブルをグラフ化したのが図 5 のグラフである。無線通信装置 1 1 は、図 6 に示すエラー耐性テーブルを R A M 2 3 又はフラッシュメモリ 2 5 に記憶し、これを参照して、変調方式を変更する。

【 0 0 4 6 】

図 4 の説明に戻る。耐性パラメータ算出部 3 3 は、次の式 ( 1 ) によって耐性パラメー

50

タを算出する。

耐性パラメータ = 受信 C / N - オフセット ... ( 1 )

ここで、式 ( 1 ) の受信 C / N は、受信側の無線通信装置 1 3 によって測定された C / N を示し、受信側の無線通信装置 1 3 から送信される回線品質より取得できる。

【 0 0 4 7 】

また、オフセットは、無線通信装置 1 1 , 1 3 間の無線通信において設定されている誤り率に対応する C / N であり、現在無線通信を行っている変調方式に基づいてエラー耐性テーブルを参照することにより取得できる。

【 0 0 4 8 】

例えば、無線通信装置 1 1 , 1 3 間の無線通信の誤り率は、 $10^{-6}$ 以下となるように設定されているとする。また、無線通信装置 1 1 は、現在 1 6 Q A M によって無線通信を行っているとする。この場合、耐性パラメータ算出部 3 3 は、誤り率  $10^{-6}$  と 1 6 Q A M とに基づき、図 6 のエラー耐性テーブルを参照することにより、オフセット 2 1 . 0 を取得することができる。また、無線通信装置 1 1 は、現在 6 4 Q A M によって無線通信を行っているとするれば、図 6 のエラー耐性テーブルを参照することにより、オフセット 2 7 . 3 を取得することができる。

【 0 0 4 9 】

無線キャリア状態管理テーブル 3 4 には、各無線キャリアにおける耐性パラメータが記憶される。例えば、図 4 に示すように、無線キャリア状態管理テーブル 3 4 には、無線キャリア W 1 の耐性パラメータは A 1、無線キャリア W 2 の耐性パラメータは A 2 と記憶される。無線キャリア状態管理テーブル 3 4 は、例えば、図 3 で説明した R A M 2 3 によって実現される。

【 0 0 5 0 】

パケット割り当て部 3 5 は、Q o S チェック部 3 5 a、バッファ 3 5 b a ~ 3 5 b c、及び S E L (セレクタ) 3 5 c を有している。パケット割り当て部 3 5 は、無線キャリア状態管理テーブル 3 4 を参照し、I F 部 3 1 によって受信されたパケットを複数の無線キャリアに割り当てる。パケット割り当て部 3 5 は、例えば、図 3 で説明した D S P 2 2 によって実現される。

【 0 0 5 1 】

Q o S チェック部 3 5 a は、I F 部 3 1 によって受信されたパケットの Q o S のレベルをチェックする。Q o S チェック部 3 5 a は、Q o S のレベルに応じて、受信されたパケットをバッファ 3 5 b a ~ 3 5 b c に出力する。

【 0 0 5 2 】

バッファ 3 5 b a ~ 3 5 b c は、Q o S チェック部 3 5 a から出力されるパケットを一時記憶して S E L 3 5 c に出力する。バッファ 3 5 b a ~ 3 5 b c は、Q o S のレベルに対応している。

【 0 0 5 3 】

例えば、パケットの Q o S は、優先度が高、中、小の 3 つのレベルに区別されるとする。バッファ 3 5 b a は、高レベルに対応し、バッファ 3 5 b b は、中レベルに対応し、バッファ 3 5 b c は、小レベルに対応する。Q o S チェック部 3 5 a は、受信されたパケットの Q o S を高、中、小のレベルで区別し、高レベルの Q o S のパケットについてはバッファ 3 5 b a に出力し、中レベルの Q o S のパケットについてはバッファ 3 5 b b に出力し、小レベルの Q o S のパケットについてはバッファ 3 5 b c に出力する。

【 0 0 5 4 】

S E L 3 5 c は、無線キャリア状態管理テーブル 3 4 を参照し、耐性パラメータの大きい無線キャリアに、レベルの高い Q o S のパケットが優先して割り当てられるよう、バッファ 3 5 b a ~ 3 5 b c に記憶されているパケットを無線部 3 6 に出力する。

【 0 0 5 5 】

例えば、S E L 3 5 c は、バッファ 3 5 b a に記憶されているパケットについては、耐性パラメータの最も大きい無線キャリアに優先して割り当てられるよう無線部 3 6 に出力

10

20

30

40

50

する。また、SEL35cは、バッファ35bbに記憶されているパケットについては、バッファ35baにパケットが記憶されていなければ、耐性パラメータの最も大きい無線キャリアに割り当てられるよう無線部36に出力する。ただし、SEL35cは、バッファ35baにパケットが記憶されていれば、2番目に大きい耐性パラメータを持つ無線キャリアに割り当てられるよう無線部36に出力する。

【0056】

無線部36は、パケット割り当て部35によって無線キャリアごとに割り当てられたパケットの無線処理を行う。無線部36は、バッファ36aa, 36ab、BB部36ba, 36bb、変調部36ca, 36cb、及び無線処理部36da, 36dbを有している。無線部36は、例えば、図3で説明した無線処理装置24によって実現される。

10

【0057】

バッファ36aa, 36abは、パケット割り当て部35のSEL35cから出力されるパケットを一時記憶する。バッファ36aa, 36abは、複数の無線キャリアに対応して設けられている。

【0058】

例えば、図4の例の場合、バッファ36aaは無線キャリアW1に対応し、バッファ36abは無線キャリアW2に対応して設けられている。なお、図4に示すかっこ書きのW1, W2は、無線キャリアW1, W2に対応していることを示している。

【0059】

BB部36baは、バッファ36aaに一時記憶されているパケットのベースバンド処理を行う。BB部36bbは、バッファ36abに一時記憶されているパケットのベースバンド処理を行う。

20

【0060】

変調部36caは、BB部36baによってベースバンド処理されたパケットの変調処理を行う。変調部36cbは、BB部36bbによってベースバンド処理されたパケットの変調処理を行う。変調部36ca, 36cbは、制御部37からの指示に基づいて、ベースバンド処理されたパケットを、例えば、64QAM, 16QAM、及び4QAMのいずれかで変調する。

【0061】

無線処理部36daは、変調部36caによって変調されたパケットデータの周波数を、無線キャリアW1のキャリア周波数に変換する。無線処理部36dbは、変調部36cbによって変調されたパケットデータの周波数を、無線キャリアW2のキャリア周波数に変換する。

30

【0062】

制御部37は、各部のデータのやり取り及び各部の制御を行う。制御部37は、例えば、図3に示したCPU21によって実現される。

パケットの無線キャリアへの割り当てについて説明する。まず、変調方式の変更について説明する。

【0063】

図7は、変調方式の変更を説明する図である。図7には2つのグラフが時間軸を揃えて示してある。上のグラフは、受信側の無線通信装置13が受信する無線キャリアW2での無線信号の信号レベルを示している。上のグラフの横軸は時間を示し、縦軸は受信レベルを示している。

40

【0064】

下のグラフは、受信側の無線通信装置13が受信する無線キャリアW2でのデータの誤り率を示している。下のグラフの横軸は時間を示し、縦軸は誤り率を示している。

無線通信装置11, 13は、図7の点線D1に示すように、誤り率が $10^{-6}$ 以下となるように通信品質が設定されているとする。従って、送信側の無線通信装置11は、誤り率が $10^{-6}$ を超えると変調方式を変更して、 $10^{-6}$ の誤り率が確保されるようにする。

【0065】

50

例えば、図 7 に示すように、通信環境が安定期からフェージング発生期に遷移したとする。そして、図 7 の下のグラフに示すように、時刻  $t_1$  において、誤り率が  $10^{-6}$  を超えたとする。この場合、送信側の無線通信装置 11 は、図 7 に示すように、 $10^{-6}$  の誤り率が確保されるよう変調方式を 64 QAM から 16 QAM に変更する。また、時刻  $t_2$  において、誤り率が  $10^{-6}$  を超えたとする。この場合、送信側の無線通信装置 11 は、図 7 に示すように、 $10^{-6}$  の誤り率が確保されるよう変調方式を 16 QAM から 4 QAM に変更する。なお、送信側の無線通信装置 11 は、誤り率がエラーフリー以下になると、変調度を上げるように変調方式を変更する。

【0066】

図 8 は、パケットの無線キャリアへの割り当てを説明する図である。図 8 には、図 4 で説明した IF 部 31 で受信されたパケットが示してある。図 8 のパケットに示す  $Q_1 \sim Q_3$  は、パケットの QoS のレベルを示している。 $Q_1$  は高レベル、 $Q_2$  は中レベル、 $Q_3$  は小レベルを示している。図 8 に示す  $W_1, W_2$  は、パケットが割り当てられる無線キャリア  $W_1, W_2$  を示している。

【0067】

図 8 の上の図は、パケットをラウンドロビンで無線キャリア  $W_1, W_2$  に割り当てる様子を示している。下の図は、図 4 で説明したパケット割り当て部 35 がパケットを無線キャリア  $W_1, W_2$  に割り当てる様子を示している。

【0068】

図 8 に示す 2 つの図の横軸は時間を示し、図 7 の時間軸と同じ時間を刻んでいるとする。従って、図 8 に示す時刻  $t_1, t_2$  は、図 7 に示す時刻  $t_1, t_2$  と同じである。

無線キャリア  $W_2$  の誤り率は、図 7 の下の図に示すように変化するとする。また、無線キャリア  $W_1$  は、安定した無線通信を行っており、その耐性パラメータは、無線キャリア  $W_2$  より大きいものとする。

【0069】

ラウンドロビンでパケットを順番に無線キャリア  $W_1, W_2$  に割り当てると、図 8 の上の図に示すように、時刻  $t_1, t_2$  において  $10^{-6}$  の誤り率が確保されない無線キャリア  $W_2$  に、高レベルのパケットを割り当ててしまう。

【0070】

一方、図 4 のパケット割り当て部 35 は、耐性パラメータの大きい無線キャリア  $W_1$  に、高レベルのパケットを優先して割り当てる。従って、高レベルのパケットは、下の図に示すように、時刻  $t_1, t_2$  において、通信品質のよい無線キャリア  $W_1$  に割り当てられる。

【0071】

また、誤り率は、図 7 に示すように短時間で劣化する場合がある。この場合、無線通信装置 11 は、誤り率の劣化に追従して変調方式を切替えることができず、図 7、図 8 に示すように、時刻  $t_1, t_2$  に遅れて変調方式を切替える。従って、ラウンドロビンでパケットを割り当てた場合は、高レベルのパケットをデータ伝送容量の大きい変調方式のままて伝送し、通信品質を悪化させる。これに対し、パケット割り当て部 35 は、耐性パラメータによってパケットを割り当てるので、誤り率が短時間で劣化しても安定した通信品質を維持することができる。

【0072】

無線通信装置 11 の動作を、フローチャートを用いて説明する。

図 9 は、耐性パラメータの算出動作を示したフローチャートである。

[ステップ S1] 耐性パラメータ算出部 33 は、無線キャリア  $W_1, W_2$  に適用されている変調方式の情報を制御部 37 から取得する。また、耐性パラメータ算出部 33 は、無線通信で確保すべき誤り率（通信品質維持レベル）の情報を制御部 37 から取得する。

【0073】

なお、制御部 37 は、設定された通信品質維持レベルに基づいて、各無線キャリアの変調方式を変更する。例えば、制御部 37 は、無線通信の通信品質維持レベルが  $10^{-6}$  に設

10

20

30

40

50

定されている場合、無線キャリアW1, W2のそれぞれにおいて、 $10^{-6}$ の誤り率が確保されるように無線部36の変調方式を変更する。すなわち、耐性パラメータ算出部33は、現在適用されている変調方式と通信品質維持レベルの情報とを、制御部37から取得できる。

【0074】

耐性パラメータ算出部33は、取得した変調方式における、目標の通信品質維持レベルを確保するためのC/Nを取得する。すなわち、耐性パラメータ算出部33は、制御部37から取得した通信品質維持レベルと変調方式とに基づいて、図6で説明したエラー耐性テーブルを参照し、上述した式(1)のオフセットを取得する。

【0075】

10

[ステップS2] 耐性パラメータ算出部33は、回線品質受信部32によって受信された回線品質と、ステップS1で取得したオフセットとに基づいて、耐性パラメータを算出する。耐性パラメータ算出部33は、上述した式(1)によって耐性パラメータを算出する。

【0076】

[ステップS3] 耐性パラメータ算出部33は、算出した耐性パラメータを数値化する。例えば、耐性パラメータ算出部33は、算出した耐性パラメータを0~255の値に数値化する。

【0077】

[ステップS4] 耐性パラメータ算出部33は、数値化した耐性パラメータを無線キャリア状態管理テーブル34に記憶する。例えば、図4に示すように、耐性パラメータ算出部33は、数値化した耐性パラメータを無線キャリアW1, W2と対応付けて無線キャリア状態管理テーブル34に記憶する。

20

【0078】

以上の処理によって、耐性パラメータは算出され、無線キャリア状態管理テーブル34に記憶される。

図10は、パケットを受信して無線処理する動作を示したフローチャートである。

【0079】

[ステップS11] IF部31は、例えば、有線のネットワークからパケットを受信する。

30

[ステップS12] パケット割り当て部35のQoSチェック部35aは、パケットに付与されているQoSに基づいてQoSのレベルを判断し、パケットをバッファ35ba~35bcに割り当てる。例えば、QoSチェック部35aは、高レベルと判断したパケットについては、バッファ35baに割り当て、中レベルと判断したパケットについては、バッファ35bbに割り当て、小レベルと判断したパケットについては、バッファ35bcに割り当てる。

【0080】

[ステップS13] SEL35cは、無線キャリア状態管理テーブル34を参照し、耐性パラメータの大きい無線キャリアに、高レベルのパケットが優先して割り当てられるよう、バッファ35ba~35bcに記憶されているパケットを無線部36に出力する。

40

【0081】

[ステップS14] 無線部36のBB部36ba, 36bbは、バッファ36aa, 36abに記憶されているパケットのベースバンド処理を行う。

[ステップS15] 変調部36ca, 36cbは、BB部36ba, 36bbによってベースバンド処理されたパケットの変調処理を行う。

【0082】

[ステップS16] 無線処理部36da, 36dbは、変調部36ca, 36cbによって変調されたパケットデータの周波数を、無線キャリアW1, W2のキャリア周波数に変換する。

【0083】

50

以上の処理によって、高レベルのパケットは、耐性パラメータの大きい無線キャリアW1, W2に優先して割り当てられ、受信側の無線通信装置13に無線送信される。

図11～図13は、パケットの無線キャリアへの割り当て動作を示したフローチャートである。図11～図13のフローチャートは、図10のステップS13の詳細を示している。

【0084】

[ステップS21]SEL35cは、バッファ35baにパケットが格納されたか判断する。すなわち、SEL35cは、Q1レベルのパケットがバッファ35baに格納されたか判断する。SEL35cは、Q1レベルのパケットがバッファ35baに格納された場合、ステップS22へ進む。SEL35cは、Q1レベルのパケットがバッファ35baに格納されない場合、ステップS28へ進む。

10

【0085】

[ステップS22]SEL35cは、無線キャリア状態管理テーブル34を参照し、耐性パラメータ(N)の値が最も大きい無線キャリア(CH)を取得する。

[ステップS23]SEL35cは、ステップS22で取得した無線キャリアに対応する無線部36のバッファ36aa, 36abに、データ(パケット)転送のための空きがあるか判断する。SEL35cは、バッファ36aa, 36abにデータ転送のための空きがあれば、ステップS24へ進む。SEL35cは、バッファ36aa, 36abにデータ転送のための空きがなければ、ステップS25へ進む。

20

【0086】

[ステップS24]SEL35cは、Q1レベルのパケットを、耐性パラメータの値が最も大きい無線キャリアに割り当てる。すなわち、SEL35cは、Q1レベルのパケットを、耐性パラメータの最も大きい無線キャリアに対応したバッファ36aa, 36abに割り当てる。

【0087】

[ステップS25]SEL35cは、無線キャリア状態管理テーブル34を参照し、耐性パラメータの値が2番目に大きい無線キャリアを取得する。

[ステップS26]SEL35cは、ステップS25で取得した無線キャリアに対応する無線部36のバッファ36aa, 36abに、データ転送のための空きがあるか判断する。SEL35cは、バッファ36aa, 36abにデータ転送のための空きがあれば、ステップS27へ進む。SEL35cは、バッファ36aa, 36abにデータ転送のための空きがなければ、ステップS22へ進む。

30

【0088】

[ステップS27]SEL35cは、Q1レベルのパケットを、耐性パラメータの値が2番目に大きい無線キャリアに割り当てる。すなわち、SEL35cは、Q1レベルのパケットを、耐性パラメータの2番目に大きい無線キャリアに対応したバッファ36aa, 36abに割り当てる。

【0089】

[ステップS28]SEL35cは、バッファ35bbにパケットが格納されたか判断する。すなわち、SEL35cは、Q2レベルのパケットがバッファ35bbに格納されたか判断する。SEL35cは、Q2レベルのパケットがバッファ35bbに格納された場合、ステップS29へ進む。SEL35cは、Q2レベルのパケットがバッファ35bbに格納されない場合、ステップS36へ進む。

40

【0090】

[ステップS29]SEL35cは、無線キャリア状態管理テーブル34を参照し、耐性パラメータの値が最も大きい無線キャリアを取得する。

[ステップS30]SEL35cは、ステップS29で取得した無線キャリアに対応する無線部36のバッファ36aa, 36abに、データ転送のための空きがあるか判断する。SEL35cは、バッファ36aa, 36abにデータ転送のための空きがあれば、ステップS31へ進む。SEL35cは、バッファ36aa, 36abにデータ転送のた

50

めの空きがなければ、ステップ S 3 3 へ進む。

【 0 0 9 1 】

〔ステップ S 3 1〕 S E L 3 5 c は、Q o S の高いデータの割り込みがあるか判断する。すなわち、S E L 3 5 c は、バッファ 3 5 b a に Q 1 レベルの packets が格納されたか判断する。S E L 3 5 c は、Q o S の高いデータの割り込みがあれば、ステップ S 3 3 へ進む。S E L 3 5 c は、Q o S の高いデータの割り込みがなければ、ステップ S 3 2 へ進む。

【 0 0 9 2 】

〔ステップ S 3 2〕 S E L 3 5 c は、Q 2 レベルの packets を、耐性パラメータの値が最も大きい無線キャリアに割り当てる。すなわち、S E L 3 5 c は、Q 2 レベルの packets を、耐性パラメータの最も大きい無線キャリアに対応したバッファ 3 6 a a , 3 6 a b に割り当てる。

10

【 0 0 9 3 】

〔ステップ S 3 3〕 S E L 3 5 c は、無線キャリア状態管理テーブル 3 4 を参照し、耐性パラメータの値が 2 番目に大きい無線キャリアを取得する。

〔ステップ S 3 4〕 S E L 3 5 c は、ステップ S 3 3 で取得した無線キャリアに対応する無線部 3 6 のバッファ 3 6 a a , 3 6 a b に、データ転送のための空きがあるか判断する。S E L 3 5 c は、バッファ 3 6 a a , 3 6 a b にデータ転送のための空きがあれば、ステップ S 3 5 へ進む。S E L 3 5 c は、バッファ 3 6 a a , 3 6 a b にデータ転送のための空きがなければ、ステップ S 2 9 へ進む。

20

【 0 0 9 4 】

〔ステップ S 3 5〕 S E L 3 5 c は、Q 2 レベルの packets を、耐性パラメータの値が 2 番目に大きい無線キャリアに割り当てる。すなわち、S E L 3 5 c は、Q 2 レベルの packets を、耐性パラメータの 2 番目に大きい無線キャリアに対応したバッファ 3 6 a a , 3 6 a b に割り当てる。

【 0 0 9 5 】

〔ステップ S 3 6〕 S E L 3 5 c は、無線キャリア状態管理テーブル 3 4 を参照し、耐性パラメータの値が最も大きい無線キャリアを取得する。

〔ステップ S 3 7〕 S E L 3 5 c は、ステップ S 3 6 で取得した無線キャリアに対応する無線部 3 6 のバッファ 3 6 a a , 3 6 a b に、データ転送のための空きがあるか判断する。S E L 3 5 c は、バッファ 3 6 a a , 3 6 a b にデータ転送のための空きがあれば、ステップ S 3 8 へ進む。S E L 3 5 c は、バッファ 3 6 a a , 3 6 a b にデータ転送のための空きがなければ、ステップ S 4 0 へ進む。

30

【 0 0 9 6 】

〔ステップ S 3 8〕 S E L 3 5 c は、Q o S の高いデータの割り込みがあるか判断する。すなわち、S E L 3 5 c は、バッファ 3 5 b a , 3 5 b b に Q 1 レベル又は Q 2 レベルの packets が格納されたか判断する。S E L 3 5 c は、Q o S の高いデータの割り込みがあれば、ステップ S 4 0 へ進む。S E L 3 5 c は、Q o S の高いデータの割り込みがなければ、ステップ S 3 9 へ進む。

【 0 0 9 7 】

〔ステップ S 3 9〕 S E L 3 5 c は、Q 3 レベルの packets を、耐性パラメータの値が最も大きい無線キャリアに割り当てる。すなわち、S E L 3 5 c は、Q 3 レベルの packets を、耐性パラメータの最も大きい無線キャリアに対応したバッファ 3 6 a a , 3 6 a b に割り当てる。

40

【 0 0 9 8 】

〔ステップ S 4 0〕 S E L 3 5 c は、無線キャリア状態管理テーブル 3 4 を参照し、耐性パラメータの値が 2 番目に大きい無線キャリアを取得する。

〔ステップ S 4 1〕 S E L 3 5 c は、ステップ S 4 0 で取得した無線キャリアに対応する無線部 3 6 のバッファ 3 6 a a , 3 6 a b に、データ転送のための空きがあるか判断する。S E L 3 5 c は、バッファ 3 6 a a , 3 6 a b にデータ転送のための空きがあれば、

50

ステップ S 4 2 へ進む。S E L 3 5 c は、バッファ 3 6 a a , 3 6 a b にデータ転送のための空きがなければ、ステップ S 3 6 へ進む。

【 0 0 9 9 】

[ ステップ S 4 2 ] S E L 3 5 c は、Q 3 レベルのパケットを、耐性パラメータの値が 2 番目に大きい無線キャリアに割り当てる。すなわち、S E L 3 5 c は、Q 3 レベルのパケットを、耐性パラメータの 2 番目に大きい無線キャリアに対応したバッファ 3 6 a a , 3 6 a b に割り当てる。

【 0 1 0 0 】

以上の処理によって、S E L 3 5 c は、耐性パラメータの大きい無線キャリアに、高レベルのパケットを優先して割り当てる。

10

なお、上記では、Q o S のレベルが 3 つの場合について説明したが、これ以上であってもよい。例えば、Q o S のレベルが 4 つ以上の場合、図 1 1 に示すステップ S 2 1 , S 2 8 の Q o S のレベルを判定する処理が増える。そして、図 1 3 に示したステップ S 3 6 ~ S 4 2 の処理が増える。

【 0 1 0 1 】

また、上記では、無線キャリアが 2 つの場合について説明したが、これ以上であってもよい。例えば、無線キャリアが 3 つ以上の場合、図 1 1 に示すステップ S 2 5 ~ S 2 7 の処理、図 1 2 に示すステップ S 3 3 ~ S 3 5 の処理、及び図 1 3 に示すステップ S 4 0 ~ S 4 2 の処理が増える。そして、例えば、図 1 1 のステップ S 2 6 において、データ転送のための空きがなければ、耐性パラメータが 3 番目に大きい無線キャリアを取得して、その無線キャリアにパケットを割り当てるようにする。

20

【 0 1 0 2 】

このように、無線通信装置 1 1 は、受信側の無線通信装置から回線品質を受信し、その回線品質の変調方式を変更するまでのマージンを示す耐性パラメータを算出する。そして、無線通信装置 1 1 は、算出した耐性パラメータの大きい無線キャリアに、Q o S の高いパケットを優先して割り当てるようにした。これにより、無線通信装置 1 1 は、Q o S の高いパケットを安定して無線伝送することができる。

【 0 1 0 3 】

[ 第 3 の実施の形態 ]

次に、第 3 の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。第 3 の実施の形態では、耐性パラメータを所定時間記憶して、耐性パラメータの変動率を算出する。そして、算出した耐性パラメータの変動率と、現時点における耐性パラメータとに基づいて、Q o S の高いパケットを無線キャリアへ割り当てる。なお、第 3 の実施の形態に係る無線通信装置のハードウェア構成例は、図 3 と同様であり、その説明を省略する。

30

【 0 1 0 4 】

図 1 4 は、第 3 の実施の形態に係る無線通信装置の機能図である。図 1 4 において、図 4 と同じものには同じ符号を付し、その説明を省略する。

図 1 4 の無線通信装置 1 1 は、図 4 の無線通信装置 1 1 に対し、無線キャリア状態管理テーブル 4 1 とパケット割り当て部 4 3 の機能が異なる。パケット割り当て部 4 3 については、S E L 4 3 a の機能が異なる。また、図 1 4 の無線通信装置 1 1 は、変動率算出部 4 2 を有している。変動率算出部 4 2 は、例えば、図 3 で説明した F P G A 2 6 によって実現される。

40

【 0 1 0 5 】

無線キャリア状態管理テーブル 4 1 には、無線キャリアごとの耐性パラメータが所定時間記憶される。すなわち、無線キャリア状態管理テーブル 4 1 には、耐性パラメータが所定数、F I F O (First In First Out) 方式で記憶される。また、無線キャリア状態管理テーブル 4 1 には、1 つ前に記憶された耐性パラメータとの差分の絶対値 (絶対値差分) が記憶される。また、無線キャリア状態管理テーブル 4 1 には、絶対値差分の平均値を示した変動率が記憶される。

【 0 1 0 6 】

50

図 15 は、無線キャリア状態管理テーブルのデータ構成例を示した図である。図 15 に示す W1, W2 は、無線通信装置 11, 13 間で無線通信される無線キャリアを示している。図 15 の N(0), N(1), ..., N(T) は、耐性パラメータの記憶時間を示している。N(0) が最も新しく、N(T) が最も古いことを示している。

【0107】

図 15 の N(0), N(1), ..., N(T) と W1, W2 の対応する欄には、N(0), N(1), ..., N(T) の時間における無線キャリア W1, W2 の耐性パラメータが記憶される。

【0108】

例えば、現時点 (N(0)) における無線キャリア W1, W2 の耐性パラメータは、図 15 の無線キャリア状態管理テーブル 41 より、252, 53 であることが分かる。また、最も古い (N(T)) 無線キャリア W1, W2 の耐性パラメータは、222, 46 であることが分かる。

【0109】

図 15 の N(0), N(1), ..., N(T) と  $\Delta N(W1)$ ,  $\Delta N(W2)$  の対応する欄には、無線キャリア W1, W2 における時間 N(n-1) と N(n) の耐性パラメータの絶対値差分が記憶される。

【0110】

例えば、図 15 の N(1) と  $\Delta N(W1)$  の対応する欄には、無線キャリア W1 の N(0) と N(1) における耐性パラメータの絶対値差分 18 が記憶されている。図 15 の N(1) と  $\Delta N(W2)$  に対応する欄には、無線キャリア W2 の N(0) と N(1) における耐性パラメータの絶対値差分 11 が記憶されている。

【0111】

図 15 の  $\Delta N(W1)$ ,  $\Delta N(W2)$  と変動率に対応する欄には、無線キャリア W1, W2 における耐性パラメータの絶対差分値の平均値が記憶される。すなわち、変動率の欄には、無線キャリア W1, W2 の耐性パラメータの変動率が記憶される。

例えば、図 15 の  $\Delta N(W1)$  と変動率に対応する欄には、無線キャリア W1 の耐性パラメータの変動率 3.2 が記憶されている。 $\Delta N(W2)$  と変動率に対応する欄には、無線キャリア W2 の耐性パラメータの変動率 9.6 が記憶されている。

【0112】

図 14 の説明に戻る。耐性パラメータ算出部 33 によって算出された耐性パラメータは、所定時間分、無線キャリア状態管理テーブル 41 に記憶される。例えば、図 15 で説明したように、無線キャリア W1, W2 の耐性パラメータは、N(0), N(1), ..., N(T) の時間分、無線キャリア状態管理テーブル 41 に記憶される。

【0113】

変動率算出部 42 は、無線キャリア状態管理テーブル 41 に記憶されている所定時間分の耐性パラメータに基づいて、耐性パラメータの変動率を算出する。変動率算出部 42 は、算出した変動率を無線キャリア状態管理テーブル 41 に記憶する。

【0114】

変動率算出部 42 は、次の式 (2) によって各無線キャリアにおける耐性パラメータの変動率 R を算出する。

【0115】

【数 1】

$$R = \sum_{n=1}^T |N(n) - N(n-1)| \quad \cdots(2)$$

【0116】

上記式 (2) の N は、ある時間における耐性パラメータを示す。なお、図 15 では、耐性パラメータの絶対差分値の平均値を変動率としている。式 (2) の変動率は、耐性パラメータの絶対差分値の平均値を算出していないが、右辺の式を耐性パラメータの個数で割

10

20

30

40

50

っているか否かの差異でしかなく、耐性パラメータの絶対差分値の平均値と同等である。

【0117】

パケット割り当て部43のSEL43aは、無線キャリア状態管理テーブル41を参照し、変動率が小さくかつ耐性パラメータの大きい無線キャリアに、QoSの高いパケットを優先的に割り当てるようにする。

【0118】

図16は、パケットの割り当てを説明する図である。無線通信装置11のRAM23又はフラッシュメモリ25は、図16に示すような変動率の小、中、大と耐性パラメータの大、中、小とに対して番号1～9を割り当てた割り当て管理テーブルを有している。

【0119】

割り当て管理テーブルは、変動率が小さくかつ耐性パラメータ大きいほど、小さい番号を割り当てている。すなわち、割り当て管理テーブルは、回線品質が良好なほど、小さい番号を割り当てている。

【0120】

SEL43aは、無線キャリア状態管理テーブル41を参照して、各無線キャリアの変動率と現時点の耐性パラメータとを取得する。そして、SEL43aは、取得した変動率が小中大のいずれかに属するか判断し、また、取得した現時点の耐性パラメータが大中小のいずれかに属するか判断する。

【0121】

例えば、SEL43aは、変動率がある閾値Rth1より小さければ、小に属すると判断する。また、SEL43aは、変動率がある閾値Rth2 ( $Rth2 > Rth1$ ) より大きければ、大に属すると判断する。また、SEL43aは、変動率が閾値Rth1以上で閾値Rth2以下であれば、中に属すると判断する。また、SEL43aは、耐性パラメータがある閾値Nth1より大きければ、大に属すると判断する。また、SEL43aは、耐性パラメータがある閾値Nth2 ( $Nth2 < Nth1$ ) より小さければ、小に属すると判断する。また、SEL43aは、耐性パラメータが閾値Nth1以下で閾値Nth2以上であれば、中に属すると判断する。

【0122】

SEL43aは、無線キャリアごとにおいて、判断した変動率の小中大と耐性パラメータの大中小とに基づき割り当て管理テーブル44を参照し、対応する番号を取得する。そして、SEL43aは、番号の小さい無線キャリアに、QoSの高いパケットを優先的に割り当てるようにする。

【0123】

例えば、SEL43aは、割り当て管理テーブル44を参照して、無線キャリアW1においては番号1を取得したとする。また、SEL43aは、無線キャリアW2においては番号3を取得したとする。この場合、SEL43aは、無線キャリアW1にQoSの高いパケットを優先して割り当てるようにする。

【0124】

なお、図16の例では、変動率と耐性パラメータを大中小の3段階に分けたが、2段階または4段階以上に分けてもよい。

また、図16の例では、変動率を耐性パラメータで細分化して番号を割り当てるようにしているが、耐性パラメータを変動率で細分化して番号を割り当てるようにしてもよい。例えば、図16において、耐性パラメータの大と変動率の中の対応する欄に2を格納し、耐性パラメータの大と変動率の最大の対応する欄に3を格納し、耐性パラメータの中と変動率の最小の対応する欄に4を格納し、以下同じようにして番号を格納する。すなわち、耐性パラメータを優先して小さい番号を割り当てるようにしてもよい。

【0125】

図17は、耐性パラメータと変動率の算出動作を示したフローチャートである。

図17のステップS51～S53の処理は、図9で説明したステップS1～S3の処理と同様であり、説明を省略する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 6 】

[ ステップ S 5 4 ] 耐性パラメータ算出部 3 3 は、数値化した耐性パラメータを所定時間分、無線キャリア状態管理テーブル 4 1 に記憶する。例えば、図 1 5 に示すように、耐性パラメータ算出部 3 3 は、数値化した耐性パラメータを無線キャリア W 1 , W 2 と対応付けて、N ( 0 ) ~ N ( T ) 分、無線キャリア状態管理テーブル 4 1 に記憶する。

## 【 0 1 2 7 】

[ ステップ S 5 5 ] 変動率算出部 4 2 は、無線キャリア状態管理テーブル 4 1 に記憶されている所定時間分の耐性パラメータに基づいて、耐性パラメータの変動率を算出する。変動率算出部 4 2 は、算出した変動率を無線キャリア状態管理テーブル 4 1 に記憶する。

## 【 0 1 2 8 】

以上の処理によって、耐性パラメータと変動率は算出されて、無線キャリア状態管理テーブル 4 1 に記憶される。

なお、パケットを受信して無線処理する動作のフローチャートは、図 1 0 のフローチャートと同様であるが、ステップ S 1 3 の処理が異なる。

## 【 0 1 2 9 】

具体的には、S E L 4 3 a は、無線キャリア状態管理テーブル 3 4 を参照して、各無線キャリアにおける変動率と現時点の耐性パラメータとを取得する。S E L 4 3 a は、R A M 2 3 又はフラッシュメモリ 2 5 に記憶されている割り当て管理テーブル 4 4 を参照し、各無線キャリアにおいて対応する番号を取得する。S E L 4 3 a は、取得した番号の小さい無線キャリアに、高レベルのパケットが優先して割り当てられるよう、バッファ 3 5 b a ~ 3 5 b c に記憶されているパケットを無線部 3 6 に出力する。

## 【 0 1 3 0 】

また、パケットを無線キャリアへ割り当てる動作のフローチャートは、図 1 1 ~ 図 1 3 のフローチャートと同様であるが、ステップ S 2 2 , S 2 9 , S 3 6 の「N の値が最も大きい C H を取得」は、「番号の最も小さい C H を取得」となる。また、ステップ S 2 5 , S 3 3 , S 4 0 の「N の値が 2 番目に大きい C H を取得」は、「番号が 2 番目に小さい C H を取得」となる。また、ステップ S 2 4 , S 3 2 , S 3 9 の「N の値が最も大きい C H に割り当て」は、「番号が最も小さい C H に割り当て」となる。また、ステップ S 2 7 , S 3 5 , S 4 2 の「N の値が 2 番目に大きい C H に割り当て」は、「番号が 2 番目に小さい C H に割り当て」となる。

## 【 0 1 3 1 】

このように、無線通信装置 1 1 は、耐性パラメータの変動率を算出し、耐性パラメータが大きくかつ変動率の小さい無線キャリアに、サービス品質の高いパケットを優先して割り当てるようにした。これにより、無線通信装置 1 1 は、Q o S の高いパケットを安定して無線伝送することができる。

## 【 0 1 3 2 】

## [ 第 4 の実施の形態 ]

次に、第 4 の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。第 4 の実施の形態では、受信側の無線通信装置から C / N と無線信号の受信レベルとを受信する。送信側の無線通信装置は、第 2 の実施の形態で述べたように、受信した C / N に基づいて耐性パラメータを算出するとともに、受信した受信レベルに基づいて耐性パラメータを算出し、これらを合成する。そして、送信側の無線通信装置は、合成した耐性パラメータに基づいて Q o S の高いパケットを無線キャリアへ割り当てる。なお、第 4 の実施の形態に係る無線通信装置のハードウェア構成例は、図 3 と同様であり、その説明を省略する。

## 【 0 1 3 3 】

図 1 8 は、第 4 の実施の形態に係る無線通信装置の機能図である。図 1 8 において、図 4 と同じものには同じ符号を付し、その説明を省略する。

図 1 8 の無線通信装置 1 1 では、図 4 の無線通信装置 1 1 に対し、回線品質受信部 5 1 、C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 、レベル耐性パラメータ算出部 5 3 、合成部 5 4 、及び無線キャリア状態管理テーブル 5 5 が異なる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 3 4 】

回線品質受信部 5 1 は、受信側の無線通信装置 1 3 から、無線キャリアごとにおける回線品質を受信する。回線品質には、第 2 の実施の形態で説明した C / N の他に受信レベルが含まれる。受信レベルは、受信側の無線通信装置 1 3 で受信される無線信号の受信電力を示す。回線品質受信部 5 1 は、例えば、図 3 で説明した無線処理装置 2 4 によって実現される。

## 【 0 1 3 5 】

C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、回線品質受信部 5 1 によって受信された回線品質に含まれる C / N に基づいて、耐性パラメータ（以下、C / N 耐性パラメータと呼ぶことがある）を算出する。C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、図 4 で説明した耐性パラメータ算出部 3 3 と同様であり、その説明を省略する。

10

## 【 0 1 3 6 】

レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、回線品質受信部 5 1 によって受信された回線品質に含まれる受信レベルに基づいて、耐性パラメータ（以下、レベル耐性パラメータと呼ぶことがある）を算出する。レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、例えば、図 3 で説明した F P G A 2 6 によって実現される。

## 【 0 1 3 7 】

レベル耐性パラメータについて説明する。まず、変調方式の変更について説明する。変調方式は、無線キャリアごとにおいて変更されるが、以下では、説明を簡単にするために無線キャリアを区別しないで説明する。

20

## 【 0 1 3 8 】

図 1 9 は、レベルエラー耐性のデータテーブルを示した図である。図 1 9 に示すように、レベルエラー耐性テーブルは、B E R と各変調方式における受信レベル（RL: Receiving Level）の欄を有している。B E R の欄には、誤り率が格納され、各変調方式における R L の欄には、対応する B E R を確保するための受信レベルが格納されている。

## 【 0 1 3 9 】

例えば、6 4 Q A M の変調方式において、 $10^{-6}$ 以下の誤り率を確保するには、図 1 9 のレベルエラー耐性テーブルより、受信レベルは - 6 9 . 0 d B m 以上を要することが分かる。また、1 6 Q A M の変調方式において、 $10^{-6}$ 以下の誤り率を確保するには、図 1 9 のレベルエラー耐性テーブルより、受信レベルは - 7 5 . 3 d B m 以上を要することが分かる。

30

## 【 0 1 4 0 】

なお、無線通信装置 1 1 は、例えば、図 1 9 に示すレベルエラー耐性テーブルを R A M 2 3 又はフラッシュメモリ 2 5 に記憶し、これを参照して、変調方式を変更する。また、無線通信装置 1 1 は、図 6 で説明したエラー耐性テーブルを参照して、変調方式を変更する。

## 【 0 1 4 1 】

図 1 8 の説明に戻る。レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、以下の式（3）によってレベル耐性パラメータを算出する。

$$\text{レベル耐性パラメータ} = \text{受信レベル} - \text{レベルオフセット} \quad \dots (3)$$

40

ここで、式（3）の受信レベルは、受信側の無線通信装置 1 3 によって測定された受信レベルを示し、受信側の無線通信装置 1 3 から送信される回線品質より取得できる。

## 【 0 1 4 2 】

また、レベルオフセットは、無線通信装置 1 1 , 1 3 間の無線通信において設定されている誤り率に対応する受信レベルであり、現在無線通信を行っている変調方式に基づいてレベルエラー耐性テーブルを参照することにより取得できる。

## 【 0 1 4 3 】

すなわち、レベル耐性パラメータは、変調方式が変更されるまでの回線品質のマージンを示す。つまり、レベル耐性パラメータは、変調方式が変更されるまでの回線品質の耐性度を示す。

50

## 【 0 1 4 4 】

合成部 5 4 は、C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 によって算出された C / N 耐性パラメータと、レベル耐性パラメータ算出部 5 3 によって算出されたレベル耐性パラメータとを合成（加算）する。合成部 5 4 は、回線品質の影響が周波数選択性フェージングによるものか、フラットフェージングによるものかを判断し、重み付けを付加して C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを合成する。合成部 5 4 は、合成した C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを（以下、合成した C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを耐性パラメータと呼ぶことがある）、無線キャリアごとに無線キャリア状態管理テーブル 5 5 に記憶する。合成部 5 4 は、例えば、図 3 で説明した F P G A 2 6 によって実現される。

10

## 【 0 1 4 5 】

周波数選択性フェージングとは、無線キャリアのある周波数範囲において受信レベルが変動することをいう。フラットフェージングは、無線キャリアの全体周波数において受信レベルが変動することをいう。C / N の低下は、一般的に周波数選択性フェージングの影響が大きく、受信レベルの低下は、フラットフェージングの影響が大きい。従って、合成部 5 4 は、例えば、無線通信装置 1 1 , 1 3 間の回線品質の影響がフラットフェージングによるものが大きいと判断した場合、C / N 耐性パラメータの重み付けが大きくなるように、C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを合成する。

## 【 0 1 4 6 】

図 2 0 は、C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータの合成動作を説明するフローチャートである。

20

〔ステップ S 6 1 〕合成部 5 4 は、C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 とレベル耐性パラメータ算出部 5 3 から、C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを受信する。

## 【 0 1 4 7 】

〔ステップ S 6 2 〕合成部 5 4 は、無線通信装置 1 1 , 1 3 間の回線品質の影響が、フラットフェージングより周波数選択性フェージングの方が大きいか判断する。合成部 5 4 は、周波数選択性フェージングの影響が大きい場合、ステップ S 6 3 へ進む。合成部 5 4 は、周波数選択性フェージングの影響が小さい場合、ステップ S 6 4 へ進む。

## 【 0 1 4 8 】

周波数選択性フェージングの影響が大きいかな否かは、例えば、受信側の無線通信装置 1 3 にスペクトルアナライザを搭載し、無線キャリアのスペクトルをモニタして判断することができる。受信側の無線通信装置 1 3 は、判断した結果を回線品質に含めて、送信側の無線通信装置 1 1 に送信する。または、合成部 5 4 は、例えば、第 3 の実施の形態で説明したように、C / N 耐性パラメータの変動率を算出する。合成部 5 4 は、C / N 耐性パラメータの変動率が所定値より大きければ、周波数選択性フェージングの影響が大きいと判断する。

30

## 【 0 1 4 9 】

〔ステップ S 6 3 〕合成部 5 4 は、C / N 耐性パラメータの割合を 7、レベル耐性パラメータの割合を 3 として合成する。

〔ステップ S 6 4 〕合成部 5 4 は、C / N 耐性パラメータの割合を 5、レベル耐性パラメータの割合を 5 として合成する。

40

## 【 0 1 5 0 】

なお、無線区間の無線伝搬状態は、海上、山岳、平野などの無線通信装置 1 1 , 1 3 を設置する場所や気候などによって異なる。従って、図 2 0 で説明した 7 : 3 や 5 : 5 などの重み付けの割合は、無線通信装置 1 1 , 1 3 を設置する条件により変更する。重み付けの変更は、制御部 3 7 によって行われる。

## 【 0 1 5 1 】

図 1 8 の説明に戻る。無線キャリア状態管理テーブル 5 5 は、合成部 5 4 によって合成された耐性パラメータを記憶する。無線キャリア状態管理テーブル 5 5 は、例えば、図 3 で説明した R A M 2 3 によって実現される。

50

## 【 0 1 5 2 】

図 2 1 は、耐性パラメータの算出動作を示したフローチャートである。

[ ステップ S 7 1 ] C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、無線キャリア W 1 , W 2 に適用されている変調方式の情報を制御部 3 7 から取得する。また、C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、無線通信で確保すべき誤り率（通信品質維持レベル）の情報を制御部 3 7 から取得する。

## 【 0 1 5 3 】

C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、取得した変調方式における、目標の通信品質維持レベルを確保するための C / N を取得する。すなわち、C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、制御部 3 7 から取得した通信品質維持レベルと変調方式とに基づいて、図 6 で説明したエラー耐性テーブルを参照し、上述した式（ 1 ）のオフセットを取得する。

10

## 【 0 1 5 4 】

[ ステップ S 7 2 ] レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、無線キャリア W 1 , W 2 に適用されている変調方式の情報を制御部 3 7 から取得する。また、レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、無線通信で確保すべき誤り率（通信品質維持レベル）の情報を制御部 3 7 から取得する。

## 【 0 1 5 5 】

レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、取得した変調方式における、目標の通信品質維持レベルを確保するためのレベルを取得する。すなわち、レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、制御部 3 7 から取得した通信品質維持レベルと変調方式とに基づいて、図 1 9 で説明したレベルエラー耐性テーブルを参照し、上述した式（ 3 ）のレベルオフセットを取得する。

20

## 【 0 1 5 6 】

[ ステップ S 7 3 ] C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、回線品質受信部 5 1 によって受信された回線品質に含まれる C / N と、ステップ S 7 1 で取得したオフセットとに基づいて、C / N 耐性パラメータを算出する。C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、上述した式（ 1 ）によって耐性パラメータを算出する。

## 【 0 1 5 7 】

[ ステップ S 7 4 ] C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、算出した C / N 耐性パラメータを数値化する。例えば、C / N 耐性パラメータ算出部 5 2 は、算出した C / N 耐性パラメータを 0 ~ 2 5 5 の値に数値化する。

30

## 【 0 1 5 8 】

[ ステップ S 7 5 ] レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、回線品質受信部 5 1 によって受信された回線品質に含まれる受信レベルと、ステップ S 7 2 で取得したレベルオフセットとに基づいて、レベル耐性パラメータを算出する。レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、上述した式（ 3 ）によって耐性パラメータを算出する。

## 【 0 1 5 9 】

[ ステップ S 7 6 ] レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、算出したレベル耐性パラメータを数値化する。例えば、レベル耐性パラメータ算出部 5 3 は、算出したレベル耐性パラメータを 0 ~ 2 5 5 の値に数値化する。

40

## 【 0 1 6 0 】

[ ステップ S 7 7 ] 合成部 5 4 は、ステップ S 7 4 で算出した C / N 耐性パラメータと、ステップ S 7 6 で算出したレベル耐性パラメータとを合成する。合成部 5 4 は、図 2 0 のフローチャートで説明したように、C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとに重み付けを付加して合成する。

## 【 0 1 6 1 】

[ ステップ S 7 8 ] 合成部 5 4 は、C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを合成した耐性パラメータを無線キャリア状態管理テーブル 5 5 に記憶する。例えば、図 4 に示す無線キャリア状態管理テーブル 3 4 と同様に、合成部 5 4 は、耐性パラメータを無線キャリア W 1 , W 2 と対応付けて無線キャリア状態管理テーブル 5 5 に記憶する。

50

## 【 0 1 6 2 】

以上の処理によって、耐性パラメータは算出され、無線キャリア状態管理テーブル 5 5 に記憶される。

なお、パケットを受信して無線処理する動作は、図 1 0 で説明したフローチャートと同様であり、その説明を省略する。また、パケットの無線キャリアへの割り当て動作は、図 1 1 ~ 図 1 3 で説明したフローチャートと同様であり、その説明を省略する。

## 【 0 1 6 3 】

このように、無線通信装置 1 1 は、C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを合成し、合成した耐性パラメータの大きい無線キャリアに、Q o S の高いパケットを優先して割り当てるようにした。これにより、無線通信装置 1 1 は、Q o S の高いパケットをフェージング状態に応じて適切に安定して無線伝送することができる。

10

## 【 0 1 6 4 】

## [ 第 5 の実施の形態 ]

次に、第 5 の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。第 5 の実施の形態では、第 2 の実施の形態、第 3 の実施の形態、及び第 4 の実施の形態を組合わせた場合の無線通信装置について説明する。なお、第 5 の実施の形態に係る無線通信装置のハードウェア構成例は、図 3 と同様であり、その説明を省略する。

## 【 0 1 6 5 】

図 2 2 は、第 5 の実施の形態に係る無線通信装置の機能図である。図 2 2 において、図 1 4、図 1 8 と同じものには同じ符号を付し、その説明を省略する。

20

図 2 2 の無線通信装置 1 1 では、図 1 4、図 1 8 の無線通信装置 1 1 に対し、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 及び変動率算出部 6 2 が異なる。

## 【 0 1 6 6 】

無線キャリア状態管理テーブル 6 1 には、無線キャリアごとの耐性パラメータ（合成部 5 4 によって合成された C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータ）が所定時間記憶される。すなわち、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 には、耐性パラメータが所定数、F I F O 方式で記憶される。また、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 には、1 つ前に記憶された耐性パラメータとの絶対値差分が記憶される。また、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 には、絶対値差分の平均値を示した変動率が記憶される。

## 【 0 1 6 7 】

30

図 2 3 は、無線キャリア状態管理テーブルのデータ構成例を示した図である。図 2 3 に示す W 1 , W 2 は、無線通信装置 1 1 , 1 3 間で無線通信される無線キャリアを示している。図 2 3 の N ( 0 ) , N ( 1 ) , ... , N ( T ) は、合成部 5 4 によって合成された耐性パラメータの記憶時間を示している。N ( 0 ) が最も新しく、N ( T ) が最も古いことを示している。無線キャリア状態管理テーブル 6 1 は、図 1 5 の無線キャリア状態管理テーブル 4 1 と同様であり、その説明を省略する。

## 【 0 1 6 8 】

図 2 2 の説明に戻る。変動率算出部 6 2 は、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 に記憶されている所定時間分の耐性パラメータに基づいて、耐性パラメータの変動率を算出する。変動率算出部 6 2 は、算出した変動率を無線キャリア状態管理テーブル 6 1 に記憶する。なお、変動率算出部 6 2 は、上記で説明した式 ( 2 ) によって、耐性パラメータの変動率を算出する。

40

## 【 0 1 6 9 】

S E L 4 3 a は、図 1 4 で説明したのと同様に、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 を参照し、変動率が小さくかつ耐性パラメータの大きい無線キャリアに、Q o S の高いパケットを優先的に割り当てるようにする。すなわち、図 2 2 の S E L 4 3 a は、C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを合成して算出された耐性パラメータと、その変動率とに基づいて、Q o S の高いパケットを無線キャリアへ割り当てる。

## 【 0 1 7 0 】

図 2 4 は、耐性パラメータと変動率の算出動作を示したフローチャートである。

50

図 2 4 のステップ S 8 1 ~ S 8 7 の処理は、図 2 1 で説明したステップ S 7 1 ~ S 7 7 の処理と同様であり、説明を省略する。

【 0 1 7 1 】

【ステップ S 8 8】合成部 5 4 は、C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを合成した耐性パラメータを所定時間分、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 に記憶する。例えば、図 2 3 に示すように、合成部 5 4 は、算出した耐性パラメータを無線キャリア W 1 , W 2 と対応付けて、N ( 0 ) ~ N ( T ) 分、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 に記憶する。

【 0 1 7 2 】

【ステップ S 8 9】変動率算出部 6 2 は、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 に記憶されている所定時間分の耐性パラメータに基づいて、耐性パラメータの変動率を算出する。変動率算出部 4 2 は、算出した変動率を無線キャリア状態管理テーブル 6 1 に記憶する。

【 0 1 7 3 】

以上の処理によって、耐性パラメータと変動率は算出され、無線キャリア状態管理テーブル 6 1 に記憶される。

このように、無線通信装置 1 1 は、C / N 耐性パラメータとレベル耐性パラメータとを算出し、これを合成したパラメータを耐性パラメータとして所定時間分記憶する。そして、無線通信装置 1 1 は、所定時間分記憶した耐性パラメータより、耐性パラメータの変動率を算出し、算出した変動率と現時点の耐性パラメータとに基づいて、無線キャリアにサービス品質の高いパケットを割り当てるようにした。これにより、無線通信装置 1 1 は、Q o S の高いパケットを安定して無線伝送することができる。

【 0 1 7 4 】

【第 6 の実施の形態】

次に、第 6 の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。第 6 の実施の形態では、N + 1 切替えの無線通信装置について説明する。なお、第 6 の実施の形態に係る無線通信装置のハードウェア構成例は、図 3 と同様であり、その説明を省略する。

【 0 1 7 5 】

図 2 5 は、第 6 の実施の形態に係る無線通信装置の機能図である。図 2 5 において、図 4 と同じものには同じ符号を付し、その説明を省略する。

図 2 5 では、図 4 の無線通信装置 1 1 に対し、無線キャリア状態管理テーブル 7 1 及び無線部 7 2 が異なる。無線部 7 2 においては、予備系のバッファ 7 2 a、B B 部 7 2 b、変調部 7 2 c、及び無線処理部 7 2 d を有しているところが異なる。

【 0 1 7 6 】

図 2 5 の無線通信装置 1 1 は、現用系の無線キャリア W 1 , W 2 の障害に対応できるよう、予備系の無線キャリア P によっても無線通信を行うことができるようになっている。図 2 5 に示すかっこ書きの P は、予備系の無線キャリア P に対応していることを示している。

【 0 1 7 7 】

図 2 5 の無線通信装置 1 1 では、現用系の無線キャリア W 1 , W 2 に障害が発生すると、予備系の無線キャリア P を用いて、対向局の無線通信装置 1 3 と無線通信を行う。例えば、無線キャリア W 2 に障害が発生した場合、無線通信装置 1 1 は、無線キャリア W 1 と無線キャリア P を用いて、無線通信装置 1 3 と無線通信を行う。

【 0 1 7 8 】

現用系の無線キャリア W 1 , W 2 で無線通信を行っている場合の動作は、図 4 で説明したのと同様である。また、例えば、無線キャリア W 2 に障害が発生し、現用系の無線キャリア W 1 と予備系の無線キャリア P で無線通信を行うこととなった場合も、図 4 で説明したのと同様の動作を行う。

【 0 1 7 9 】

具体的には、無線キャリア W 2 に障害が発生した場合、回線品質受信部 3 2 は、受信側の無線通信装置 1 3 から無線キャリア W 1 , P の回線品質を受信する。耐性パラメータ算

10

20

30

40

50

出部 33 は、受信された回線品質に基づいて、現用系の無線キャリア W1 と予備系の無線キャリア P の耐性パラメータを算出し、算出した耐性パラメータを、例えば、図 25 の無線キャリア状態管理テーブル 71 に示すように、無線キャリア W1 , P に対応づけて記憶する。

【0180】

SEL35c は、上記例の場合、無線キャリア状態管理テーブル 71 を参照し、耐性パラメータの大きい無線キャリア W1 , P に、レベルの高い QoS のパケットが優先して割り当てられるよう、バッファ 35ba ~ 35bc に記憶されているパケットをバッファ 36aa , 72a に割り当てる。

【0181】

すなわち、障害が発生すると、耐性パラメータ算出部 33 は、予備系の無線キャリアと障害の発生していない無線キャリアの耐性パラメータを算出する。SEL35c は、マージンの大きい予備系の無線キャリア又はマージンの大きい障害の発生していない現用系の無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てる。

【0182】

図 26 は、パケットの無線キャリアへの割り当てを説明する図である。図 26 には、図 25 の IF 部 31 で受信されるパケットが示してある。図 26 のパケットに示す Q1 ~ Q3 は、パケットの QoS のレベルを示している。Q1 は高レベル、Q2 は中レベル、Q3 は小レベルを示している。図 26 に示す W1 , W2 は、パケットが割り当てられる現用系の無線キャリア W1 , W2 を示している。P は、予備系の無線キャリア P を示している。

【0183】

図 26 の上の図は、パケットをラウンドロビンで無線キャリア W1 , W2 , P に割り当てて様子が見えてくる。下の図は、図 25 のパケット割り当て部 35 がパケットを無線キャリア W1 , W2 , P に割り当てて様子が見えてくる。

【0184】

図 26 に示す 2 つの図の横軸は時間を示し、図 7 の時間軸と同じ時間を刻んでいるとする。従って、図 26 に示す時刻 t1 , t2 は、図 7 に示す時刻 t1 , t2 と同じである。

無線キャリア W2 の誤り率は、図 7 の下の図に示すように変化するとする。また、無線キャリア W1 は、安定した無線通信を行っており、耐性パラメータは、無線キャリア W2 より大きいものとする。また、無線キャリア W1 と無線キャリア P の耐性パラメータは、無線キャリア W1 の方が大きいものとする。

【0185】

図 26 の時刻 t11 において、無線キャリア W2 に障害が発生したとする。ラウンドロビンでパケットを順番に無線キャリア W1 , P に割り当てると、図 26 の上の図に示すように、無線キャリア W1 より耐性パラメータの小さい方の無線キャリア P に高レベルのパケットを割り当ててしまう。

【0186】

一方、図 25 のパケット割り当て部 35 は、耐性パラメータの大きい現用系の無線キャリア W1 に、高レベルのパケットを優先して割り当てる。従って、高レベルのパケットは、図 26 の下の図に示すように、時刻 t1 , t2 において、通信品質のよい無線キャリア W1 に割り当てられる。

【0187】

このように、無線通信装置 11 は、障害が発生した場合、予備系の無線キャリアの耐性パラメータを算出する。そして、無線通信装置は、耐性パラメータの大きい予備系の無線キャリア及び障害が発生していない通信が維持されている現用系の無線キャリアに、QoS の高いパケットを優先して割り当てる。これにより、無線通信装置 11 は、障害が発生した場合でも、QoS の高いパケットを安定して無線伝送することができる。

【0188】

なお、第 3 の実施の形態、第 4 の実施の形態、及び第 5 の実施の形態に第 6 の実施の形態を適用することもできる。例えば、第 3 の実施の形態、第 4 の実施の形態、及び第 5 の

10

20

30

40

50

実施の形態で説明した無線通信装置 11 に予備系のバッファ、BB 部、変調部、及び無線部を設ける。そして、SEL は、障害が発生した場合、予備系の無線キャリアと通信が維持されている現用系の無線キャリアの耐性パラメータ等に基づいて、パケットを無線キャリアに割り当てるようにする。

【0189】

以上の実施の形態に開示された技術には、以下の付記に示す技術が含まれる。

(付記 1) 複数の無線キャリアにおいて適応変調を行う無線通信装置において、受信側の無線通信装置から無線キャリアごとの回線品質を受信する受信部と、前記受信部によって受信された回線品質の変調方式を変更するまでのマージンを無線キャリアごとに算出する算出部と、前記算出部によって算出されたマージンの大きい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てる割り当て部と、を有することを特徴とする無線通信装置。

10

【0190】

(付記 2) 変調方式ごとにおいて所定の誤り率を確保するための回線品質を記憶した記憶部をさらに備え、

前記算出部は、前記記憶部を参照して現在適用されている変調方式における予め設定された誤り率を確保するための回線品質を取得し、取得した回線品質と前記受信部によって受信された回線品質との差を算出してマージンを算出することを特徴とする付記 1 記載の無線通信装置。

20

【0191】

(付記 3) 前記算出部によって算出されたマージンの変動率を算出する変動率算出部をさらに備え、

前記割り当て部は、マージンが大きくかつ変動率の小さい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てることを特徴とする付記 1 又は 2 に記載の無線通信装置。

【0192】

(付記 4) 前記受信部によって受信される回線品質には、C/N と受信レベルとが含まれ、前記算出部は、前記 C/N と前記受信レベルとのそれぞれにおいてマージンを算出し、

30

前記算出部によって算出された前記 C/N と前記受信レベルとのマージンを合成する合成部をさらに有し、

前記割り当て部は、前記合成部によって合成されたマージンの大きい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てることを特徴とする付記 1 又は 2 に記載の無線通信装置。

【0193】

(付記 5) 前記合成部によって合成されたマージンの変動率を算出する合成変動率算出部をさらに備え、

前記割り当て部は、合成されたマージンが大きくかつ変動率の小さい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てることを特徴とする付記 4 記載の無線通信装置。

40

【0194】

(付記 6) 前記算出部は、障害が発生した場合、予備系の無線キャリアのマージンを算出し、

前記割り当て部は、前記算出部によって算出されたマージンの大きい予備系の無線キャリア又は障害の発生していない現用系の無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当てることを特徴とする付記 1 又は 2 に記載の無線通信装置。

【0195】

(付記 7) 複数の無線キャリアにおいて適応変調を行う無線通信装置のデータ割り当て方法において、

50

受信側の無線通信装置から無線キャリアごとの回線品質を受信し、  
 受信した回線品質の変調方式を変更するまでのマージンを無線キャリアごとに算出し、  
 算出したマージンの大きい無線キャリアにサービス品質の高いデータを優先して割り当  
 てる、

ことを特徴とするデータ割り当て方法。

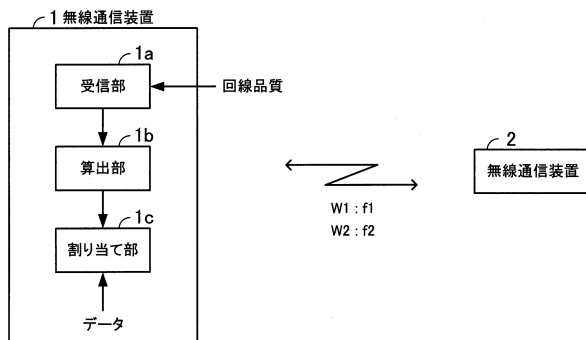
【符号の説明】

【0196】

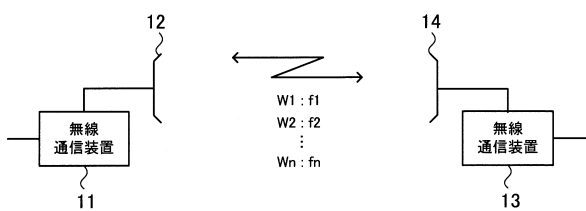
- 1, 2 無線通信装置
- 1a 受信部
- 1b 算出部
- 1c 割り当て部

10

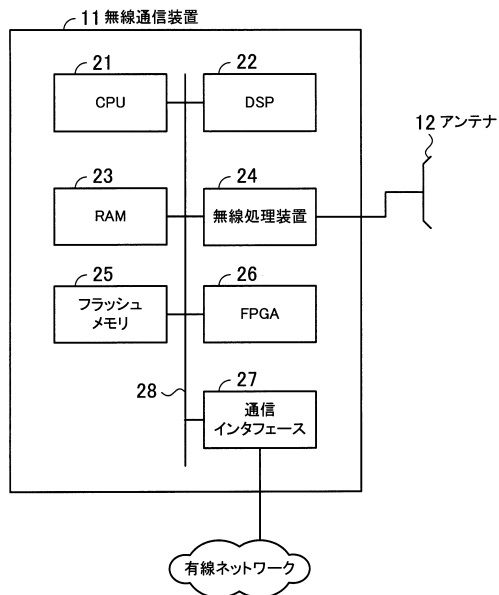
【図1】



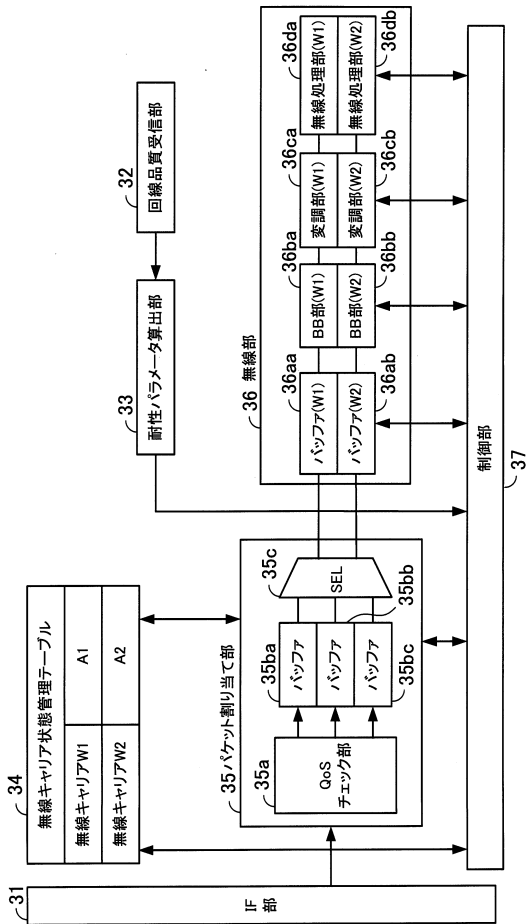
【図2】



【図3】



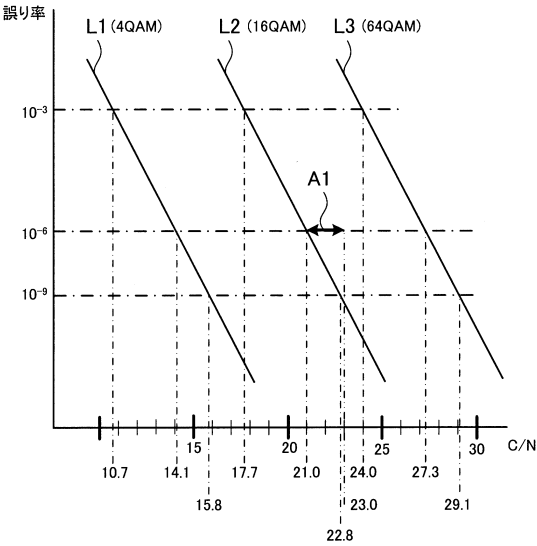
【図4】



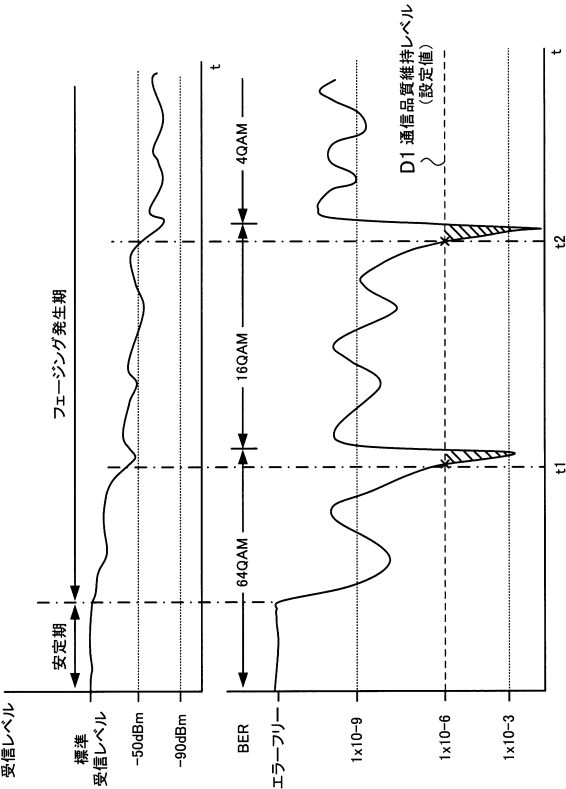
【図6】

| BER                 | C/N(dB) |        |        |
|---------------------|---------|--------|--------|
|                     | 4 QAM   | 16 QAM | 64 QAM |
| $1 \times 10^{-1}$  | 7.0     | 12.8   | 19.0   |
| $1 \times 10^{-2}$  | 9.2     | 15.9   | 22.2   |
| $1 \times 10^{-3}$  | 10.7    | 17.7   | 24.0   |
| $1 \times 10^{-4}$  | 12.2    | 19.3   | 25.3   |
| $1 \times 10^{-5}$  | 13.2    | 20.3   | 26.4   |
| $1 \times 10^{-6}$  | 14.1    | 21.0   | 27.3   |
| $1 \times 10^{-7}$  | 14.7    | 21.7   | 27.9   |
| $1 \times 10^{-8}$  | 15.3    | 22.3   | 28.5   |
| $1 \times 10^{-9}$  | 15.8    | 22.8   | 29.1   |
| $1 \times 10^{-10}$ | 16.4    | 23.3   | 29.6   |
| $1 \times 10^{-11}$ | 16.7    | 23.7   | 30.0   |
| $1 \times 10^{-12}$ | 17.2    | 24.1   | 30.4   |

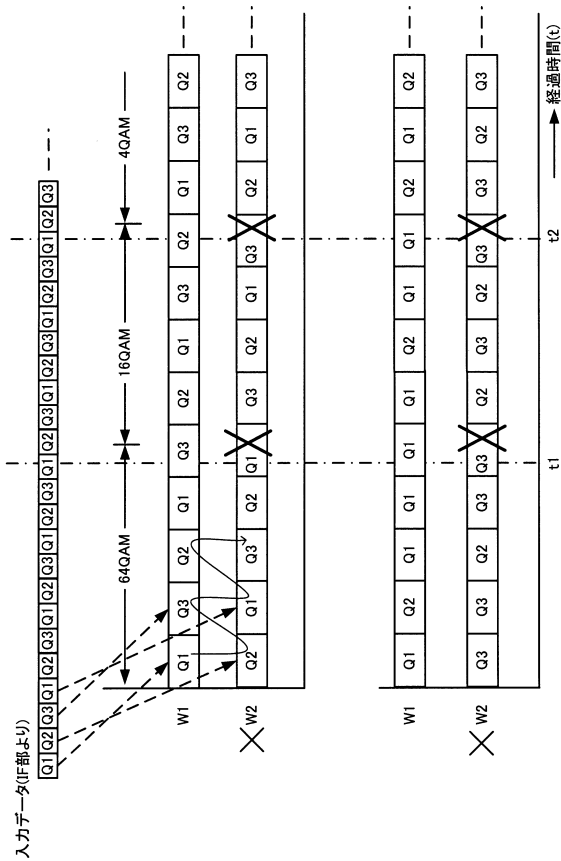
【図5】



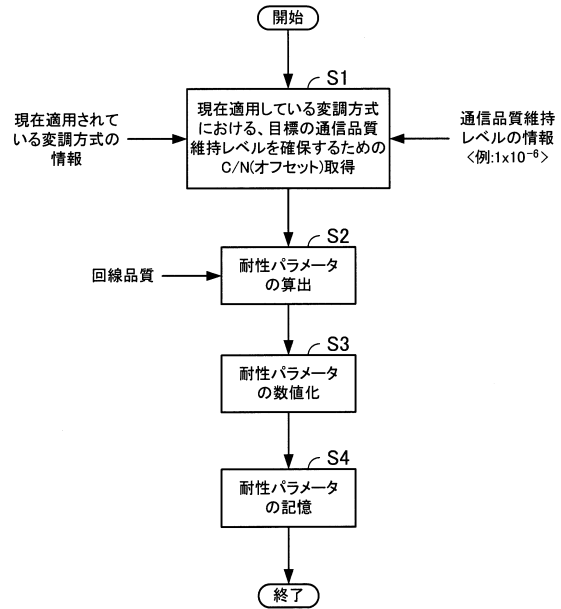
【図7】



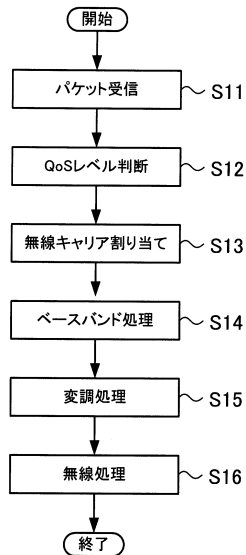
【図 8】



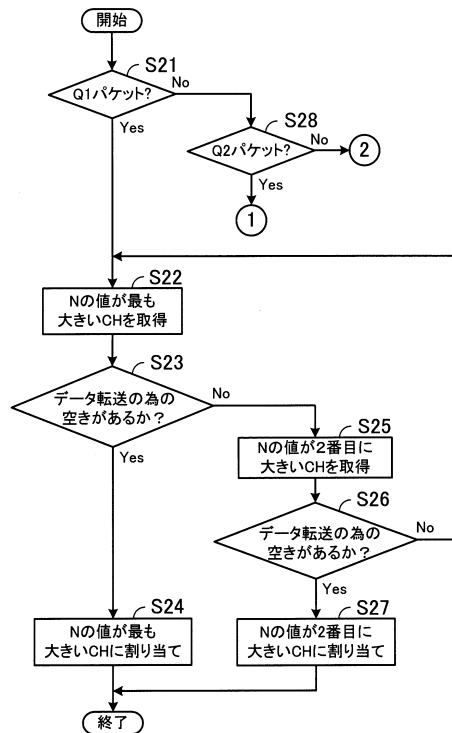
【図 9】



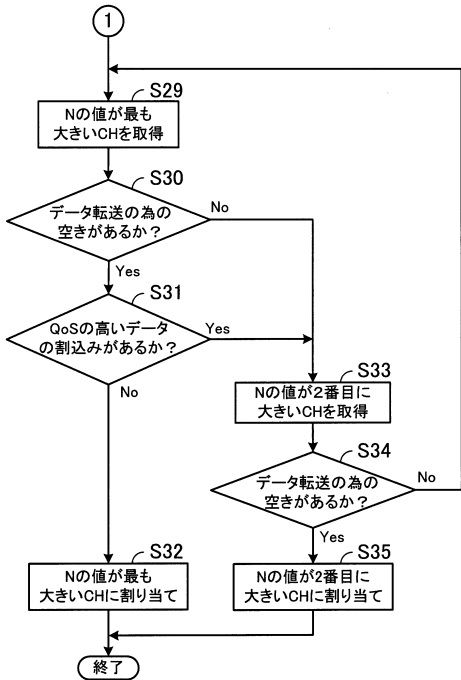
【図 10】



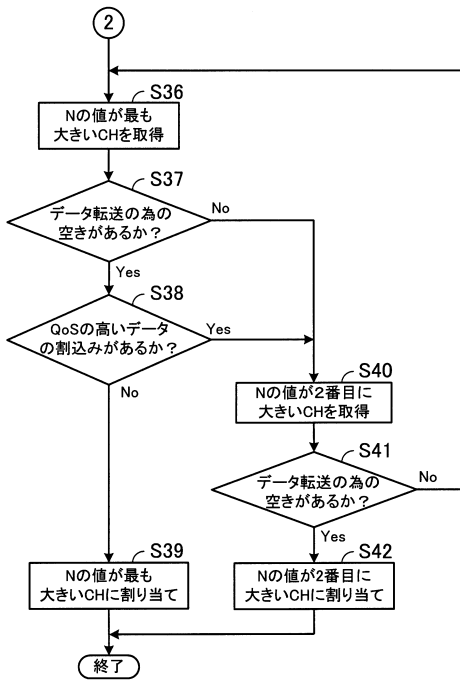
【図 11】



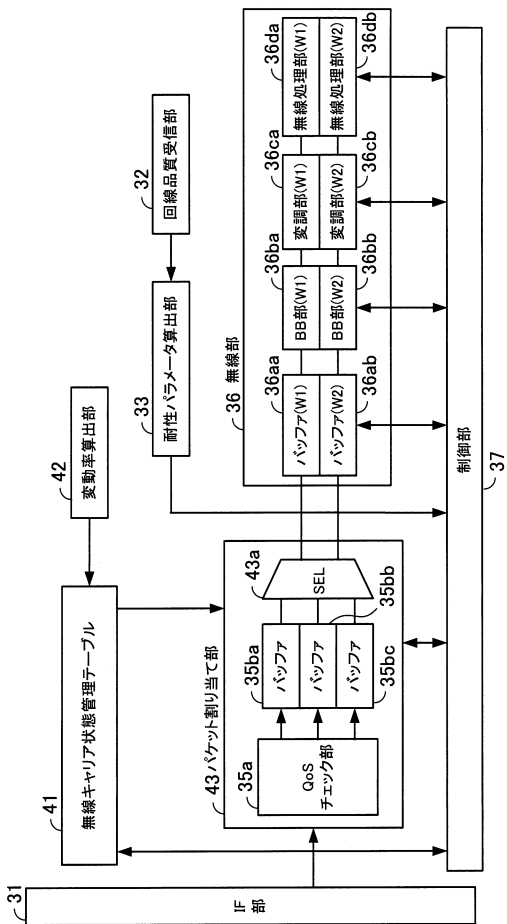
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

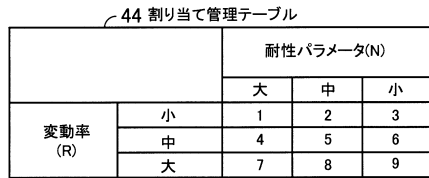


【図 1 5】

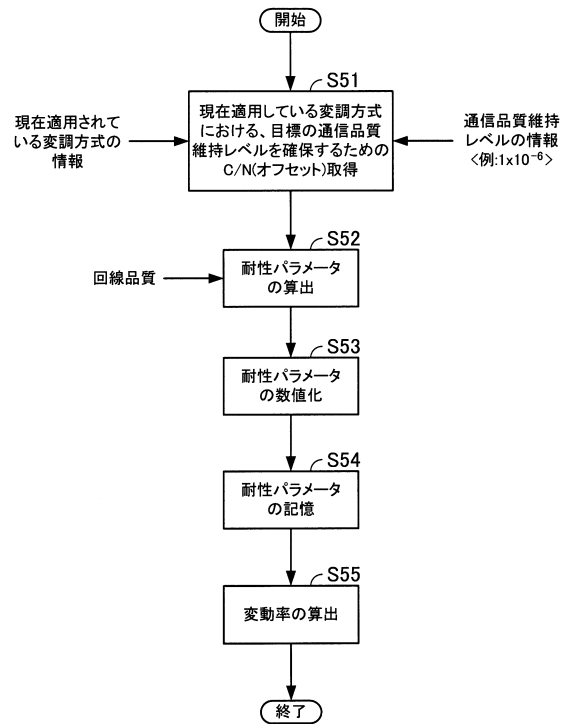
41 無線キャリア情報管理テーブル

|                | N(0) | N(1) | N(2) | ... | N(T-1) | N(T) | 変動率 |
|----------------|------|------|------|-----|--------|------|-----|
| W1             | 252  | 234  | 212  | ... | 204    | 222  | -   |
| W2             | 53   | 42   | 41   | ... | 52     | 46   | -   |
| $\Delta N(W1)$ | -    | 18   | 22   | ... | ...    | 18   | 3.2 |
| $\Delta N(W2)$ | -    | 11   | 1    | ... | ...    | 6    | 9.6 |

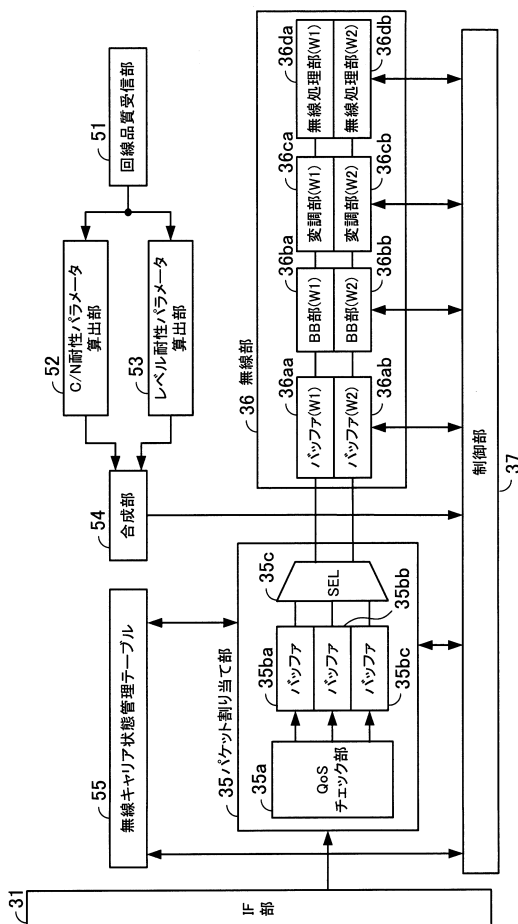
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



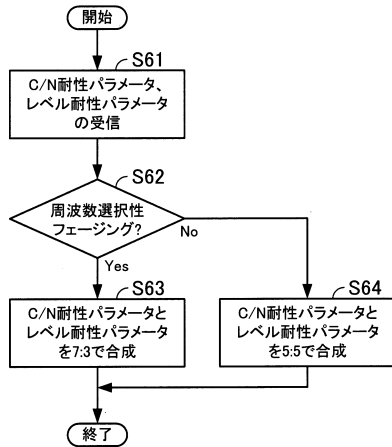
【 図 1 8 】



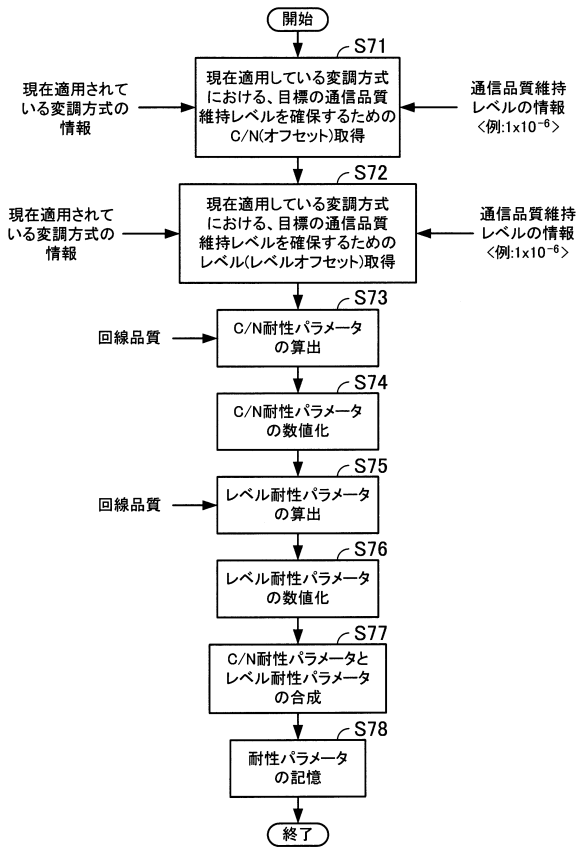
【 図 1 9 】

| BER                 | RL(dBm)  |           |           |
|---------------------|----------|-----------|-----------|
|                     | 4<br>QAM | 16<br>QAM | 64<br>QAM |
| $1 \times 10^{-1}$  | -89.3    | -83.5     | -77.3     |
| $1 \times 10^{-2}$  | -87.1    | -80.4     | -74.1     |
| $1 \times 10^{-3}$  | -85.6    | -78.6     | -72.3     |
| $1 \times 10^{-4}$  | -84.1    | -77.0     | -71.0     |
| $1 \times 10^{-5}$  | -83.1    | -76.0     | -69.9     |
| $1 \times 10^{-6}$  | -82.2    | -75.3     | -69.0     |
| $1 \times 10^{-7}$  | -81.6    | -74.6     | -68.4     |
| $1 \times 10^{-8}$  | -81.0    | -74.0     | -67.8     |
| $1 \times 10^{-9}$  | -80.5    | -73.5     | -67.2     |
| $1 \times 10^{-10}$ | -79.9    | -73.0     | -66.7     |
| $1 \times 10^{-11}$ | -79.6    | -72.6     | -66.3     |
| $1 \times 10^{-12}$ | -79.1    | -72.2     | -65.9     |

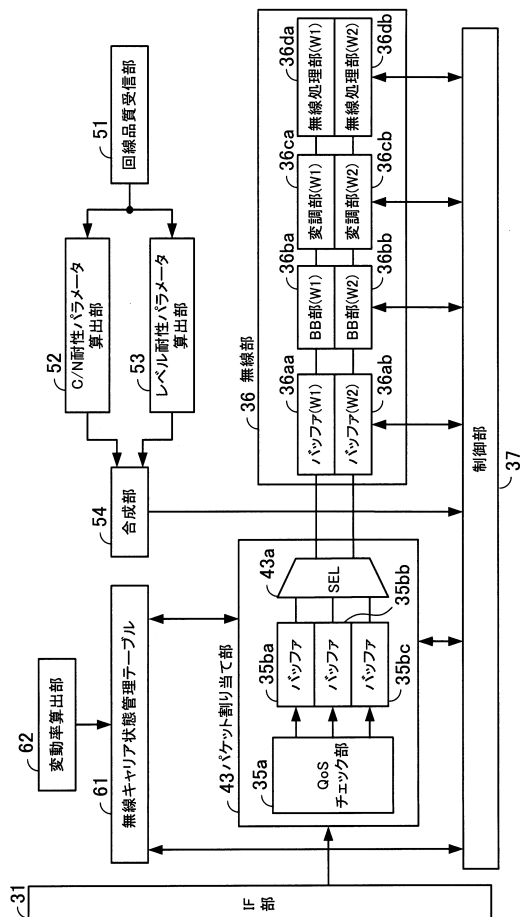
【 図 20 】



【 図 2 1 】



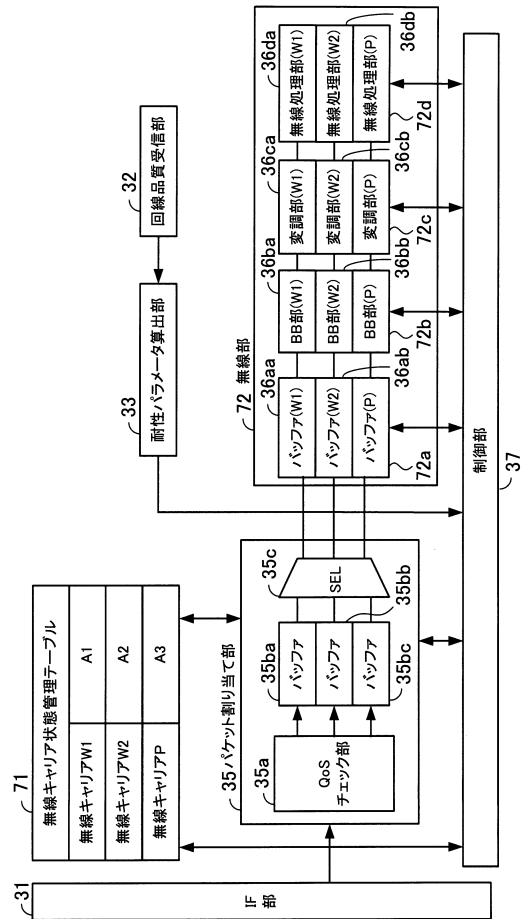
【 ㄨ 2 2 】



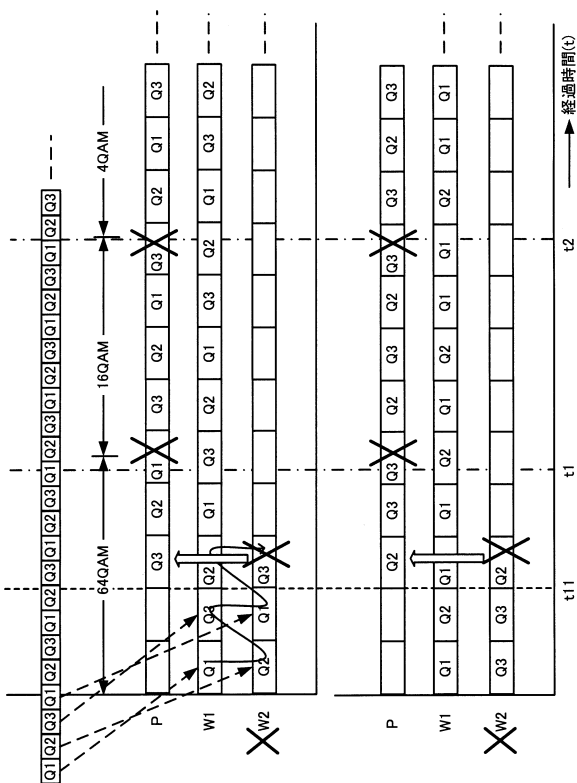
【 図 2 3 】

|                | N(0) | N(1) | N(2) | ... | N(T-1) | N(T) | 変動率 |
|----------------|------|------|------|-----|--------|------|-----|
| W1             | 250  | 229  | 214  | ... | 206    | 220  | —   |
| W2             | 51   | 39   | 41   | ... | 50     | 48   | —   |
| $\Delta N(w1)$ | —    | 21   | 13   | ... | ...    | 14   | 3.2 |
| $\Delta N(w2)$ | —    | 12   | 2    | ... | ...    | 2    | 6.3 |

【 図 2 5 】



【圖 26】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2006/118125(WO,A1)  
特開2004-129085(JP,A)  
国際公開第2006/138582(WO,A2)  
国際公開第2009/093542(WO,A1)  
特開2009-071585(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H04B 7/24 - 7/26  
H04J 11/00  
H04W 4/00 - 99/00