

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-222197

(P2004-222197A)

(43) 公開日 平成16年8月5日(2004.8.5)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04L 1/00	H04L 1/00	5J065
H03M 13/27	H03M 13/27	5K014
H03M 13/29	H03M 13/29	
H03M 13/39	H03M 13/39	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-10098 (P2003-10098)	(71) 出願人	501431073 ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケーションズ株式会社 東京都港区港南1丁目8番15号 Wビル
(22) 出願日	平成15年1月17日 (2003.1.17)	(74) 代理人	100122884 弁理士 角田 芳末
		(74) 代理人	100113516 弁理士 磯山 弘信
		(72) 発明者	和泉 尚 東京都港区港南1-8-15 Wビル ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケーションズ株式会社内
		Fターム(参考)	5J065 AA01 AB05 AC02 AD10 AE06 AF02 AG05 AG06 AH14 AH20 5K014 AA01 BA10 EA08 FA11 FA16 GA02

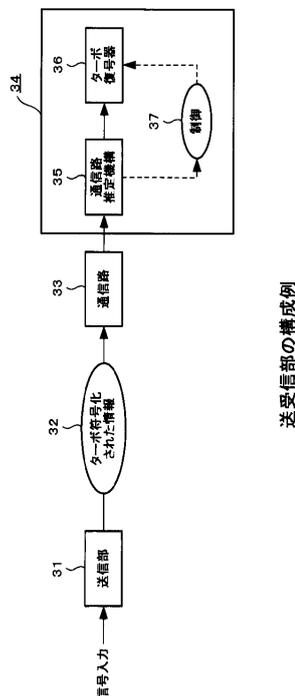
(54) 【発明の名称】 データ受信方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 組織的畳み込み符号とインターリーブ処理とが組み合わされたターボ符号を受信した場合のマップ復号繰り返し回数の設定が適切にできるようにする。

【解決手段】 受信データをシリアル/パラレル変換する変換手段と、変換手段で変換処理されたデータに対して、マップ復号処理とインターリーブ及びデインターリーブの繰り返しで、ターボ符号の復号を行うターボ符号復号手段36と、通信路の状態を検出又は推定し、その検出又は推定した通信の状態に応じて、ターボ符号復号手段での繰り返し回数を可変設定する制御手段35, 37とを備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ブロック単位で組織的畳み込み符号による符号化とインターリーブとが組み合わされて符号化されたターボ符号を受信して復号するデータ受信方法において、前記受信データをシリアル/パラレル変換する変換処理と、前記変換処理されたデータに対して、マップ復号処理とインターリーブ及びデインターリーブの繰り返しで、ターボ符号の復号を行う復号処理と、通信路の状態を検出又は推定する通信路状態検出処理と、前記通信路状態検出処理で検出又は推定した通信の状態に応じて、前記復号処理での繰り返し回数を可変設定する繰り返し回数可変設定処理とを行うデータ受信方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載のデータ受信方法において、前記通信路状態検出処理は、受信端末の移動速度又は加速度を検出する処理であるデータ受信方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載のデータ受信方法において、前記繰り返し回数可変設定処理で設定された繰り返し回数の中で、直前の 2 回の復号結果がほぼ一致した場合に、前記復号処理を終了させ、最大の繰り返し回数を、前記繰り返し回数可変設定処理で設定された繰り返し回数に制限するようにしたデータ受信方法。

20

【請求項 4】

ブロック単位で組織的畳み込み符号による符号化とインターリーブとが組み合わされて符号化されたターボ符号を受信して復号するデータ受信装置において、前記受信データをシリアル/パラレル変換する変換手段と、前記変換手段で変換処理されたデータに対して、マップ復号処理とインターリーブ及びデインターリーブの繰り返しで、ターボ符号の復号を行うターボ符号復号手段と、通信路の状態を検出又は推定し、その検出又は推定した通信の状態に応じて、前記ターボ符号復号手段での繰り返し回数を可変設定する制御手段とを備えたデータ受信装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 記載のデータ受信装置において、前記制御手段での通信路の状態の検出又は推定は、受信装置の移動速度又は加速度を検出する処理であるデータ受信装置。

【請求項 6】

請求項 4 記載のデータ受信装置において、前記制御手段で設定された繰り返し回数の中で、前記ターボ符号復号手段での直前の 2 回の復号結果がほぼ一致した場合に、前記ターボ符号復号手段でのそのブロックの復号処理を終了させ、最大の繰り返し回数を、可変設定された繰り返し回数に制限するデータ受信装置。

40

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、組織的畳み込み符号とインターリーブ処理とが組み合わされた符号であるターボ符号を受信するデータ受信方法及び装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、ブロック単位で、組織的畳み込み符号とインターリーブ処理とが組み合わされた符号化により生成された符号であるターボ符号により、データを効率良く伝送することが行

50

われている。図7は、送信側でターボ符号を生成させるターボ符号器の構成例を示した図である。入力された情報信号は、組織ビットとしてパラレル/シリアル変換部15に供給すると共に、第1の符号化部11に供給し、さらにインターリーバ13を介して第2の符号化部12に供給する。第1,第2の符号化部11,12では、組織的畳み込み符号(n, k)による符号化が行われる。切り替え部14では、インターリーバ13でのインターリーブに対応して、2つの組織的畳み込み符号を交互に切り替えて出力させ、パラレル/シリアル変換部15に供給する。

【0003】

パラレル/シリアル変換部15では、供給される組織ビットと第1,第2のパリティビットを所定の順序でシリアルデータに変換して、ターボ符号化されたデータとして出力させる。

10

【0004】

このようにターボ符号化されて伝送された信号を受信する側では、例えば図8に示すターボ復号器を使用して復号が行われる。受信して得た入力信号は、シリアル/パラレル変換部21に供給されて、組織ビットと第1,第2のパリティビットとに分離して、分離された組織ビットと第1のパリティビットを、第1のマップ復号部22に供給し、第2のパリティビットを第2のマップ復号部23に供給する。マップアルゴリズムと称される軟出力復号アルゴリズムで復号処理を行う。

【0005】

第1のマップ復号部22では、組織ビットと第1のパリティビットとデインターリーバ25から供給されるデータとを使用して、復号を行う。第1のマップ復号部22で復号されたデータは、インターリーバ24を介して第2のマップ復号部23に供給し、第2のマップ復号部23では、インターリーバ24から供給されるデータと、第2のパリティビットとを使用して復号を行う。インターリーバ24とデインターリーバ25とは、それぞれ相互に逆の並び替え処理を行うものであり、符号化処理時のインターリーブに対応した長さで並び替えが行われる。

20

【0006】

ターボ符号の復号を行う際には、この第1のマップ復号部22での復号と、インターリーバ24でのインターリーブと、第2のマップ復号部23での復号と、デインターリーバ25でのデインターリーブとを、必要回数繰り返す処理が行われる。

30

【0007】

そして、複数回の繰り返しで第2のマップ復号部23で復号されたデータを、デインターリーバ26に供給して、符号化時のインターリーブに対応したデインターリーブを行い、その並び替えられたデータを復号出力とする。

【0008】

ここで、マップ(MAP)復号について説明する。符号化を行い、符号語 w_j を送ったとき、正しく復号できるのは、受信語 y が符号語 w_j の符号領域 R_j に入る場合である。従って、この場合の正しい復号の確率 P_c は、各符号語が送られる確率を $P(w_j)$ とすると、以下の式のようになる。

【0009】

【数1】

$$P_c(w_j) = \sum_{j=1}^M (P(w_j) \cdot P_c(w_j)) = \sum_{j=1}^M \sum_{y \in R_j} P(w_j) \cdot P(y | w_j)$$

40

【0010】

この式において、結合確率 $P(w_j, y) = P(w_j) \cdot P(y | w_j)$ が最大になるようにすれば良い。結局、ある与えられた受信語 y に対し条件付き確率 $P(y | w_j)$ を最大とする符号語が送られたと判断すれば良い。条件付き確率 $P(y | w_j)$ は事後確率と呼び、この符号語が送られたと推定する復号を最大事後確率復号(maximum a posteriori probability decoding: MAP復号)と言

50

う。このアルゴリズムについては、非特許文献 1 に詳細に説明されている。

【0011】

【非特許文献 1】

L. R. Bahl, J. Cocke, F. Jelinek, J. Raviv による論文 “Optimal Decoding of Linear Codes for Minimizing Symbol Error Rate” IEEE Transactions on Information Theory, Vol. IT-20, March 1974, pp. 284~7

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、ターボ復号で所望の復号特性を得る為には、第 1 のマップ復号部 22 での復号と、インターリーブ 24 でのインターリーブと、第 2 のマップ復号部 23 での復号と、デインターリーブ 25 でのデインターリーブとを繰り返すループ処理を複数回繰り返す必要がある（以下、この繰り返し回数をマップ復号繰り返し回数と称する）。このマップ復号回数を大きく設定すると、高い復号特性を得ることができる反面、復号処理に要する時間が多くなり、通信システムの要求を満たせなくなる。また、マップ復号回数を小さく設定すると、所望の復号特性を得ることが困難になり、通信システムの要求を満たせなくなる。

10

【0013】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、ターボ符号を受信した場合のマップ復号繰り返し回数の設定が適切にできるようにすることを目的とする。

20

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明のデータ受信方法は、受信データをシリアル/パラレル変換する変換処理と、変換処理されたデータに対して、マップ復号処理とインターリーブ及びデインターリーブの繰り返しで、ターボ符号の復号を行う復号処理と、通信路の状態を検出又は推定する通信路状態検出処理と、通信路状態検出処理で検出又は推定した通信の状態に応じて、復号処理での繰り返し回数を可変設定する繰り返し回数可変設定処理とを行うようにしたものである。

【0015】

また本発明のデータ受信装置は、受信データをシリアル/パラレル変換する変換手段と、変換手段で変換処理されたデータに対して、マップ復号処理とインターリーブ及びデインターリーブの繰り返しで、ターボ符号の復号を行うターボ符号復号手段と、通信路の状態を検出又は推定し、その検出又は推定した通信の状態に応じて、ターボ符号復号手段での繰り返し回数を可変設定する制御手段とを備えたものである。

30

【0016】

このようにしたことで、通信路の状態の検出又は推定結果に基づいて、適切なターボ符号復号処理の繰り返し回数が設定されるようになる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。

40

【0018】

本例においては、ブロック単位で、組織的畳み込み符号とインターリーブ処理とが組み合わされた符号化により生成された符号であるターボ符号を受信する受信装置に適用したものである。図 1 は、本例の通信構成を示した図である。送信側では、情報信号を送信部 31 に入力させて、ターボ符号による符号化を行い、ターボ符号化された情報系列 32 を得る。その得られた情報系列 32 を、所定の通信路 33 を介して、受信装置 34 に送る。送信部 31 でのターボ符号化処理については、例えば、既に説明した図 7 に示した構成が適用される。通信路 33 としては、例えば無線通信による通信路が適用される。

【0019】

50

受信装置 34 では、受信した信号を通信路推定機構 35 に送り、通信路 33 の状態を推定又は検出させる。ここでは、例えば、受信信号からドップラー周波数成分を検出又は推定する。通信路推定機構 35 としては、例えば、通信路で生じたフェージングなどを補償するために設けられた回路であり、補償処理が行われた受信信号を、通信路推定機構 35 からターボ復号部 36 に供給する。

【0020】

ターボ復号部 36 については、例えば、既に説明した図 8 に示した構成が適用される。即ち図 8 に示しように、入力信号をシリアル/パラレル変換部 21 に供給して、組織ビットと第 1, 第 2 のパリティビットとに分離して、分離された組織ビットと第 1 のパリティビットを、第 1 のマップ復号部 22 に供給し、第 2 のパリティビットを第 2 のマップ復号部 23 に供給する。

10

【0021】

第 1 のマップ復号部 22 では、組織ビットと第 1 のパリティビットとデインターリーバ 25 から供給されるデータとを使用して、復号を行う。第 1 のマップ復号部 22 で復号されたデータは、インターリーバ 24 を介して第 2 のマップ復号部 23 に供給し、第 2 のマップ復号部 23 では、インターリーバ 24 から供給されるデータと、第 2 のパリティビットとを使用して復号を行う。

【0022】

第 1 のマップ復号部 22 での復号と、インターリーバ 24 でのインターリーブと、第 2 のマップ復号部 23 での復号と、デインターリーバ 25 でのデインターリーブについては、必要回数繰り返す処理が行われる。

20

【0023】

そして、複数回の繰り返して第 2 のマップ復号部 23 で復号されたデータを、デインターリーバ 26 に供給して、符号化時のインターリーブに対応したデインターリーブを行い、その並び替えられたデータを復号出力とする。

【0024】

図 1 の説明に戻ると、本例においては、通信路推定機構 35 で検出されたドップラー周波数に応じて、図 8 の復号処理構成内の、第 1 のマップ復号部 22 での復号と、インターリーバ 24 でのインターリーブと、第 2 のマップ復号部 23 での復号と、デインターリーバ 25 でのデインターリーブとを繰り返す回数の制御を可変設定させるようにしてある。このため、通信路推定機構 35 で検出又は推定されたドップラー周波数に対応した信号を、制御部 37 に送るようにしてある。制御部 37 では、そのドップラー周波数から、内部のメモリに設けられたルックアップテーブルを参照して、繰り返し回数を決め、その決められた繰り返し回数で、制御部 37 がターボ復号部 36 内の繰り返し復号処理(図 8 での第 1, 第 2 のマップ復号部 22, 23 とインターリーバ 24, デインターリーバ 25 での処理に相当)を制御するようにしてある。

30

【0025】

図 2 のフローチャートは、本例でのターボ符号の復号を行う際の、繰り返し復号回数の設定処理を示した図である。まず、制御部 37 は、そのときに検出又は推定されたドップラー周波数に基づいた最大の復号繰り返し回数 n を設定する(ステップ S11)。そして、1 コードブロックの受信データが入力すると(ステップ S12)、その 1 ブロックの受信データに対して 1 回目の復号処理を行う。(ステップ S13)。続いて、2 回目の復号を行い(ステップ S14)、直前の 2 回の復号結果を比較する(ステップ S15)。

40

【0026】

そして、その復号結果がほぼ一致するか否か制御部で判断する(ステップ S16)。この比較で、復号結果がほぼ一致した場合には、最後の復号結果を、復号結果として出力させる(ステップ S18)。ステップ S16 で復号結果が一致してない場合には、復号回数を n 回繰り返したか否か判断し、 n 回繰り返した場合には、ステップ S18 に移って、ここでの復号を終了させる。また、まだ n 回の繰り返し復号を行ってない場合には、ステップ S14 に戻って、次の復号処理を行う。

50

【0027】

図6は、最大の復号回数（上述したフローチャートでの回数 n ）を決める、ルックアップテーブルの例を示した図である。本例の場合には、ドップラー周波数が0 Hzから6 Hz未満の場合に、復号回数として8回を設定し、ドップラー周波数が6 Hzから100 Hz未満の場合に、復号回数として7回を設定し、ドップラー周波数が100 Hzから300 Hz未満の場合に、復号回数として6回を設定する。ドップラー周波数が0 Hzの状態とは、送信側と受信装置（受信端末）との間の相対的な移動がない静止状態での通信であり、ドップラー周波数が高くなるに従って相対的な移動速度が高速になる状態である。

【0028】

ここで、このようなドップラー周波数と繰り返し回数の設定を行うことの意味について説明すると、図3は、静止状態（スタティック環境：即ちドップラー周波数0 Hz）の状態での、マップ復号の繰り返し回数を変化させた場合の、ブロック単位でのエラーレートであるBLER（Block Error Rate）特性を示した図である。図4は、ドップラー周波数が240 Hzの場合の高速フェージング環境での、マップ復号の繰り返し回数を変化させた場合の、BLER特性を示した図である。それぞれの図において、特性aは復号回数が4回の例であり、特性bは復号回数が6回の例であり、特性cは復号回数が8回の例であり、特性dは復号回数が32回の例である。それぞれの図で、縦軸は、BLERの値であり、数値が小さいほど、エラーが少ないことが示される。横軸は信号の受信強度に相当する。なお、ドップラー周波数240 Hzの状態とは、例えば送信側と受信側との相対速度が時速約120 kmである場合に相当する。

10

20

【0029】

この図3，図4を比較すると判るように、ドップラー周波数が0 Hzの静止状態では、復号回数を多くすることで、エラーレートが改善されることが判る。従って、ドップラー周波数が0 Hzの静止状態では、復号回数を多くすることが好ましい。それに対して、ドップラー周波数が240 Hzの高速フェージング環境では、復号回数が4回から32回までどの場合でも、エラーレートにほとんど変化がないことが判る。従って、高速フェージング環境では、ある程度以上復号回数を多くすることは、特性の改善につながらず、無駄な処理が行われる可能性が高いことが判る。

【0030】

図5は、各々のドップラー周波数環境時において、マップ復号繰り返し回数を32回としたときのBLER特性値を基準値として、マップ復号繰り返し回数を減らしたことによる、基準値からのBLER特性の劣化度合いを示したものである。ドップラー周波数0 Hzの環境でマップ復号回数を減らしたことによる、BLER特性の劣化度合いは、ドップラー周波数240 Hzの環境でのBLER特性の劣化度合いに比べて、十分に大きいことが判る。

30

【0031】

本例においては、このことを利用して、図6のルックアップテーブルに示したようにして、受信特性の劣化を抑えつつ、復号処理速度の高速化を図るようにしたものであり、通信路が悪い状態であると検出又は推定される場合には、マップ復号の繰り返し回数がある程度に抑えるようにし、通信路が良い状態である場合には、繰り返し回数を比較的多くまで設定できるようにして、エラーレートを低下させることを行うようにしたものである。従って、通信路状態に応じた繰り返し回数の制限を行わない場合に比べて、受信特性そのものは殆どかわりがないので、その繰り返し回数を制限した分だけ復号処理速度を高速化することができ、復号処理に要する消費電力についても低減させることが可能になる。

40

【0032】

例えば、W-CDMA（Wideband-Code Division Multiple Access）方式と称される、CDMA技術とターボ符号を用いた携帯電話用の無線通信システムの場合には、あるS/N環境で所望の復号特性を満たすように求められることが多いが、本例のように、無線通信路で生じたドップラー周波数の程度により、ターボ復号時の繰り返し回数を可変に設定すれば、復号処理に要する時間を最小限にし

50

ながら、所望の復号特性を引き出すという、柔軟な通信システムを構築することが可能になる。

【0033】

なお、ここまでの説明では、通信路状態の推定又は検出として、受信した信号の状態からドップラー周波数を検出すると述べたが、そのドップラー周波数の検出又は推定処理としては、既に知られた様々な処理が適用可能である。また、受信装置を構成する端末の移動速度又は加速度が、受信装置のターボ符号化された信号の受信回路とは別体の回路から検出可能である場合には、その別体の回路から検出された速度又は加速度の情報を利用して10 も良い。例えば、GPS (Global Positioning System) と称されるシステムの測位信号を受信する受信部が内蔵された端末である場合には、その測位信号の受信で、端末の速度が検出できるので、その処理で検出された速度情報を利用して

【0034】

また、ドップラー周波数や移動速度とは直接的関係がない場合であっても、受信した信号状態などから、通信路の状態の良否を検出又は推定して、その検出した通信路状態に応じた、復号回数の設定を行うようにしても良い。例えば、受信した信号のパスの数、パスの強度、パスのタイミングの検出、受信電界強度などから、通信路状態を検出又は推定することが10 できる。このように通信路の状態の良否を判断した場合、通信路状態が良好であると判断した場合に、繰り返しの復号回数を多い回数まで復号させて、通信路状態が劣悪であると判断した場合に、繰り返しの復号回数を少ない回数に制限させて復号させることで20 、上述したドップラー周波数の場合と同様の原理で、復号性能の確保と高速化を両立させた処理が可能になる。

【0035】

また、上述した実施の形態で説明した繰り返しの復号回数については、一例を示したものであり、その他の回数を設定しても良いことは勿論である。また、図2のフローチャートなどに示した通信路状態に基づいた条件だけで繰り返し回数を決めるのではなく、他の条件と合わせて繰り返し回数を決めるようにしても良い。

【0036】

なお、ここまで説明した一連の処理は、ハードウェアにより実現させることもできるが、ソフトウェアにより実現させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実現する30 場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムをコンピュータ装置などのデータ処理装置にインストールして、そのプログラムをコンピュータ装置などで実行することで、上述した受信装置が機能的に実現される。

【0037】

【発明の効果】

本発明によると、通信路の状態の検出又は推定結果に基づいて、適切なターボ符号復号処理の繰り返し回数が設定されるようになる。従って、通信路の状態に応じて最適な復号回数が設定され、復号処理に要する時間を最小限にしながら、ターボ符号処理で可能な最適な復号特性を引き出すことができるという効果が得られる。

【0038】

この場合、受信端末(装置)の移動速度又は加速度を検出する処理で、通信路の状態の推定又は検出を行うことで、そのときの受信装置の移動状態に応じた適切な復号回数の設定が40 可能になる。

【0039】

また、受信したデータの状態から検出又は推定する処理で、通信路の状態の推定又は検出を行うことで、受信信号そのもの状態に基づいた適切な復号回数の設定が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による構成例を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施の形態による復号の繰り返し回数設定処理例を示すフローチャートである。

10

20

30

40

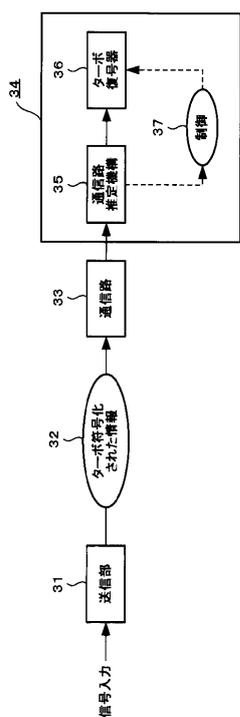
50

- 【図3】 静止状態でのエラー特性の例を示す特性図である。
- 【図4】 高速フェージング環境でのエラー特性の例を示す特性図である。
- 【図5】 復号回数によるBLEER特性の劣化度合いを示す特性図である。
- 【図6】 本発明の一実施の形態によるルックアップテーブルの例を示す説明図である。
- 【図7】 ターボ符号器の構成例を示すブロック図である。
- 【図8】 ターボ復号器の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

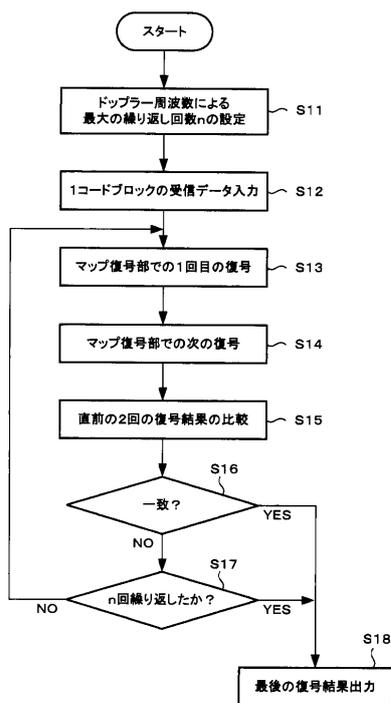
1 1 ... 第1の符号化部、 1 2 ... 第2の符号化部、 1 3 ... インターリーバ、 1 4 ... 切り替え部、 1 5 ... パラレル/シリアル変換部、 2 1 ... シリアル/パラレル変換部、 2 2 ... 第1のマップ復号部、 2 3 ... 第2のマップ復号部、 2 4 ... インターリーバ、 2 5 , 2 6 ... デインターリーバ、 3 1 ... 送信部、 3 2 ... ターボ符号化された情報系列、 3 3 ... 通信路、 3 4 ... 受信装置、 3 5 ... 通信路推定機構、 3 6 ... ターボ復号部、 3 7 ... 制御部

【図1】

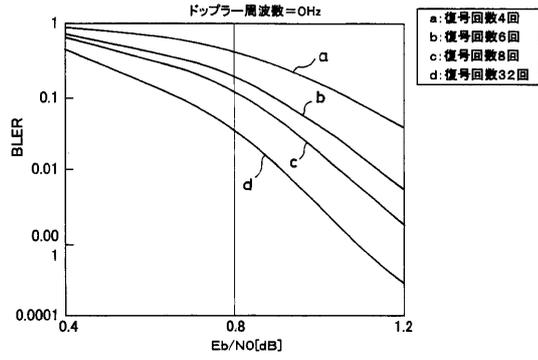


送信装置の構成例

【図2】

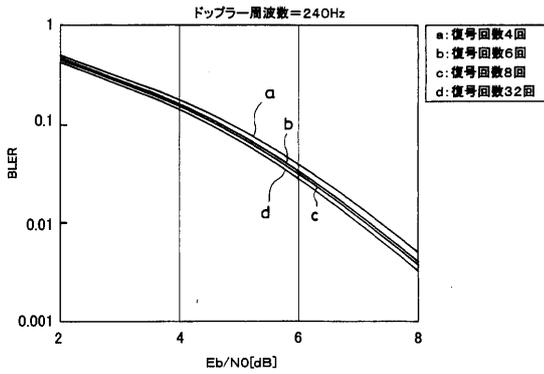


【 図 3 】



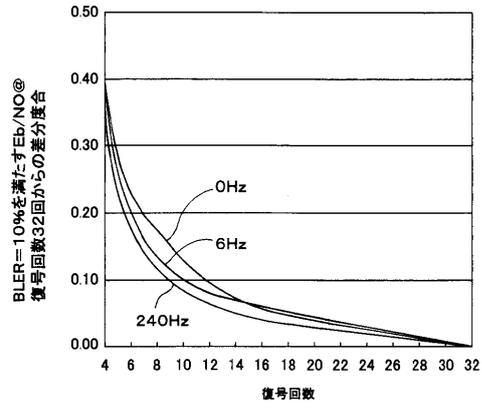
スタティック環境におけるBLER特性

【 図 4 】



高速フェージング環境におけるBLER特性

【 図 5 】



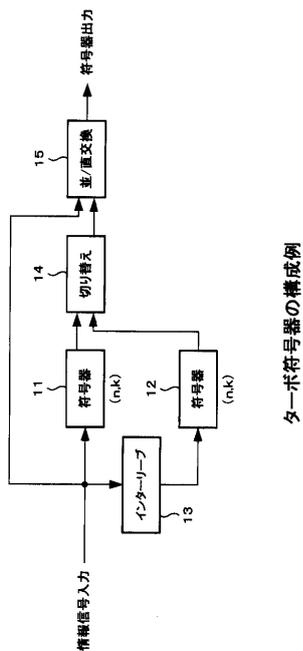
復号回数によるBLER特性劣化度合

【 図 6 】

ドップラー周波数	MAP復号繰り返し回数
0Hz<f<6Hz	8回
6Hz<f<100Hz	7回
100Hz<f<300Hz	6回

内部RAMのルックアップテーブル例

【 図 7 】



【 図 8 】

