

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年8月27日(27.08.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/104764 A1

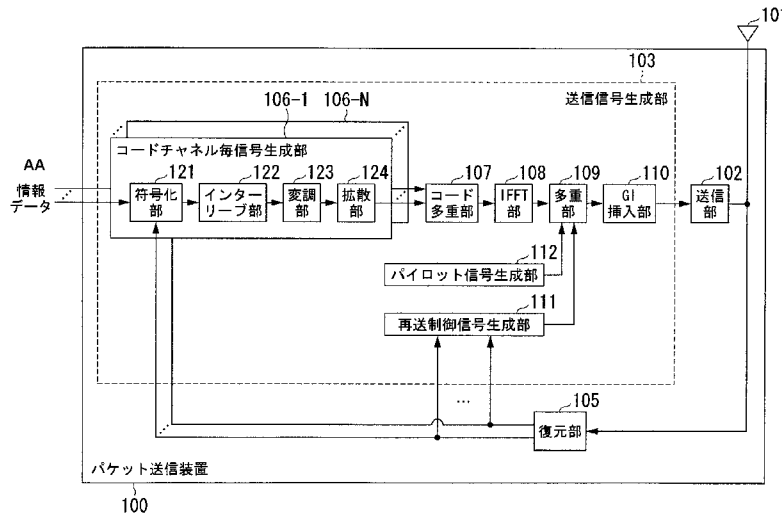
- (51) 国際特許分類:
H04L 1/16 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)
H04B 1/707 (2006.01) H04J 99/00 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/053088
- (22) 国際出願日: 2009年2月20日(20.02.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-040009 2008年2月21日(21.02.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (Sharp Kabushiki Kaisha) [JP/JP];
〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2-2番2-2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉本 貴司 (YOSHIMOTO, Takashi) [JP/—]. 山田 良太 (YAMADA, Ryota) [JP/—]. 示沢 寿之 (SHIMEZAWA, Kazuyuki) [JP/—]. 野上 智造 (NOGAMI, Toshizo) [JP/—].
- (74) 代理人: 船山 武, 外(FUNAYAMA, Takeshi et al.);
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION DEVICE, COMMUNICATION SYSTEM, RECEPTION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信装置、通信システム、受信方法およびプログラム

【図1】



- AA INFORMATION DATA
- 100 PACKET TRANSMISSION DEVICE
- 102 TRANSMISSION UNIT
- 103 TRANSMISSION SIGNAL GENERATION UNIT
- 106-1 UNIT FOR GENERATING SIGNAL FOR EACH CODE CHANNEL
- 121 ENCODING UNIT
- 122 INTERLEAVE UNIT
- 123 MODULATION UNIT
- 124 SPREAD UNIT
- 107 CODE MULTIPLEXING UNIT
- 108 IFFT UNIT
- 109 MULTIPLEXING UNIT
- 110 GI INSERT UNIT
- 112 PILOT SIGNAL GENERATION UNIT
- 111 RETRANSMISSION CONTROL SIGNAL GENERATION UNIT
- 105 RESTORATION UNIT

(57) Abstract: A communication device includes: a reception unit which receives a signal containing a initial transmission signal and a retransmission signal concerning the same data; a signal detection unit which detects a plurality of initial transmission signals or retransmission signals concerning the same data in the received signal by using a decoding process result; a synthesis unit which synthesizes a plurality of signals concerning the same data and detected by the signal detection unit; and a decoding unit which processes the synthesized signal and obtains a decoding process result. The number of retransmission times and the number of retransmission process times are reduced by repeatedly performing the detection by the signal detection unit, the synthesis by the synthesis unit, and the decoding process by the decoding unit on the signals concerning the same data.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/104764 A1



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

同一のデータに関する初送信号を含む信号と再送信号を含む信号とを受信する受信部と、受信した信号から、同一のデータに関する複数の初送信号または再送信号を、復号処理結果を用いて検出する信号検出部と、信号検出部が検出した信号であって、同一のデータに関する複数の信号同士を合成する合成部と、合成した信号を処理して復号処理結果を得る復号部と、を具備し、同一のデータに関する複数の前記信号について、記信号検出部による検出と、前記合成部による合成と、前記復号部による復号処理とを、繰り返し行うことにより、再送回数および繰り返し処理回数を低減させる。

明 細 書

通信装置、通信システム、受信方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、通信装置、通信システム、受信方法およびプログラム、特に、ハイブリッド自動再送を用いた通信装置、通信システム、受信方法およびプログラムに関する。

本願は、2008年2月21日に、日本に出願された特願2008-040009号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 通信システムでは、送受信信号の伝送方式、伝搬路環境により様々な干渉を受ける。

例えば、無線通信システムにおいて、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex:直交周波数分割多重)を用いた伝送方式は、マルチキャリア化とガードインターバル(GI:Guard Interval)の挿入によって、高速デジタル信号伝送におけるマルチパスフェージングの影響を軽減できる。しかし、マルチキャリア伝送において、ガードインターバル区間を越える遅延波が存在すると、前のシンボルが高速フーリエ変換(Fast Fourier Transform)区間に入り込むことにより生じるシンボル間干渉(ISI:Inter Symbol Interference)や、高速フーリエ変換区間にシンボルの切れ目、つまり信号の不連続区間が入ることによって生じるキャリア間干渉(ICI:Inter Carrier Interference)が生じる。

[0003] これらシンボル間干渉ISI、キャリア干渉ICIによる特性劣化を改善するための一手法が以下の特許文献1で提案されている。この従来技術では、受信装置において、一度復調動作を行った後、誤り訂正結果(MAP(Maximum A posteriori Probability:最大事後確率)復号器出力)を利用し、前記シンボル間干渉ISI成分、および前記キャリア間干渉ICI成分を含む所望以外のサブキャリアの複製信号(干渉レプリカ信号)を作成した後、これを受信信号から除去した信号に対し、再度復調動作を行う過程を繰り返し行うことにより、シンボル間干渉ISI、キャリア間干渉ICIによる特性劣化の改善を行っている。

- [0004] また、前述のマルチキャリア伝送方式と、CDM(Code Division Multiplexing:符号多重)方式を組み合わせた方式として、マルチキャリアにおいて拡散符号を用いて信号を拡散するMC-CDM(Multi Carrier-Code Division Multiplexing:マルチキャリア符号多重)方式がある。符号化及び拡散符号を乗算したデータを複数サブキャリアに亘って配置することにより周波数ダイバーシチ効果が得られ、マルチパスフェージング環境下で良好な特性が得られる一方、コード多重時において、拡散符号間の直交性の崩れに起因するコード間干渉(MCI:Multi-Code Interference)が生じる。
- [0005] コード間干渉MCIによる特性劣化を改善するための一手法が、特許文献2及び非特許文献1及び非特許文献2に記載されている。これらの従来技術では、下りリンク、上りリンクの違いはあるが、双方ともMC-CDMA(Multi Carrier-Code Division Multiple Access:マルチキャリア-符号分割多元接続)通信時のコード多重によるコード間干渉MCIを取り除くため、誤り訂正後、または逆拡散後のデータを用いて、前記コード間干渉MCI成分を含む非所望コードの複製信号(干渉レプリカ信号)を作成し、受信信号から前記複製信号を除去した信号に対し、再度復調、および復号動作を行う過程を繰り返し行うことにより、特性の改善を図っている。
- [0006] 上述したように、様々な干渉(シンボル間干渉ISI, キャリア間干渉ICI, コード間干渉MCI)による特性劣化に対して、各干渉成分の複製信号を受信信号から除去し、再度復調、復号を行う繰り返し処理技術(ターボ等化、キャンセラ)を適用することにより伝送特性を大幅に改善できる。しかしながら、前記シンボル間干渉ISI, キャリア間干渉ICI, コード間干渉MCIが大きく発生する場合、前記繰り返し処理技術を適用してもデータ誤りを十分に訂正しきれない場合がある。(所望の誤り率が得られない場合がある。)
- [0007] これらを解決する誤り制御技術として、非特許文献3、非特許文献4に記載の自動再送(ARQ:Automatic Repeat reQuest)とターボ符号化などの誤り訂正符号化とを組合せたハイブリッド自動再送(HARQ:Hybrid-ARQ)がある。ハイブリッド自動再送 HARQでは、受信機は、受信信号に誤りが検出されると送信機に対して再送を要求し、再度受信した信号とすでに受信した信号との合成信号に対して復号処理を行う技術である。特に、HARQとして、Chase合成(CC:Chase Combining)と、増加冗長

(IR:Incremental Redundancy)とがよく知られている。例えば、Chase合成CCを用いるハイブリッド自動再送HARQでは、受信パケットに誤りが検出されると、全く同一のパケットの再送を要求する。これらの2つの受信パケットを合成することにより、受信品質を高めることができる。また、増加冗長IRを用いるハイブリッド自動再送HARQでは、冗長ビットを分割し、少しずつ順次再送するため、再送回数が増えるにしたがって符号化率が低下させることができ、誤り訂正能力を強くできる。

特許文献1:特開2004-221702号公報

特許文献2:特開2005-198223号公報

非特許文献1:Y. Zhou, J. Wang, M. Sawahashi, "Downlink Transmission of Broadband OFCDM Systems-Part III: Turbo-Coded," IEEE JSAC Vol. 24, No.1, pp132-140

非特許文献2:T. Yoshimoto, R. Yamada, K. Shimezawa, "Performance of MC-CDM Systems with Inter-Code Interference Canceller and Frequency-Domain Interleaver," in Proc. IEEE VTC2007-Spring

非特許文献3:D. Chase, "Code combining- A maximum likelihood decoding approach for combining an arbitrary number of noisy packets," IEEE Trans. Commun., vol. COM-33, pp. 385-393, May 1985.

非特許文献4:J. Hagenauer, "Rate-compatible punctured convolutional codes (RCPC codes) and their application," IEEE Trans. Commun., vol. 36, pp. 389-400, April 1988.

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、従来のハイブリッド自動再送HARQにあつては、大きな干渉が発生した場合にデータ誤りを十分に訂正できず、伝送品質が悪化して、繰り返し処理回数や再送回数が多くなることがあるという問題がある。

[0009] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、ハイブリッド自動再送HARQを用いた通信システムにおいて、繰り返し処理回数および再送回数を低減することができる通信装置、通信システム、受信方法およびプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0010] この発明は上述した課題を解決するためになされたもので、本発明の通信装置は、同一のデータに関する初送信号を含む信号と再送信号を含む信号とを受信する受信部と、受信した前記信号から、同一のデータに関する前記初送信号および複数の前記再送信号のうち少なくとも2つの信号を、復号処理結果を用いて検出する信号検出部と、前記信号検出部が検出した少なくとも2つの信号を合成する合成部と、合成した前記信号を復号処理して前記復号処理結果を得る復号部と、を具備し、同一のデータに関する複数の前記信号について、前記信号検出部による検出と、前記合成部による合成と、前記復号部による復号処理とを、繰り返し行うことを特徴とする。
- [0011] これにより、通信装置は、初送信号と複数の再送信号のうち少なくとも2つの信号を合成した信号に対して復号処理を行うので、復号処理結果の精度が上がり、大きな干渉が発生したときにも精度良く干渉を除去でき、繰り返し処理回数および再送回数を低減することができる。
- [0012] また、本発明の通信装置は、上述の通信装置であって、前記信号検出部が検出する少なくとも2つの信号は、前記初送信号を含むことを特徴とする。
- [0013] これにより、通信装置は、復号結果を得るのに必要最低限の情報を少なくとも含む初送信号を、合成する信号に含めているので、復号処理結果の精度が上がり、大きな干渉が発生したときにも精度良く干渉を除去でき、繰り返し処理回数および再送回数を低減することができる。
- [0014] また、本発明の通信装置は、上述の通信装置であって、前記信号検出部は、前記受信部が受信した前記同一のデータに関する全ての前記初送信号および前記再送信号を検出し、前記合成部は、前記信号検出部が検出した前記同一のデータに関する全ての前記信号同士を合成することを特徴とする。
- [0015] また、本発明の通信装置は、上述の通信装置であって、前記信号検出部は、前記復号処理結果に基づき、前記初送信号に対する干渉レプリカと前記再送信号に対する干渉レプリカを生成し、前記受信部が受信した前記信号から該干渉レプリカを減算すること、を特徴とする。
- [0016] また、本発明の通信装置は、上述の通信装置であって、前記復号処理部は、軟判

定した復号処理結果を出力し、前記信号検出部は、軟判定した前記復号処理結果を用いて前記干渉レプリカを生成すること、を特徴とする。

[0017] また、本発明の通信装置は、上述の通信装置であって、前記干渉レプリカは、前記初送信号または前記再送信号に対するシンボル間干渉、キャリア干渉、符号間干渉、ストリーム間干渉のいずれかの干渉成分の干渉レプリカであることを特徴とする。

[0018] また、本発明の通信装置は、上述の通信装置であって、前記信号検出部は、前記受信部が受信した前記信号から前記干渉レプリカを減算した信号を復調して軟判定結果を出力し、前記合成部は、前記軟判定結果を合成することを特徴とする。

[0019] また、本発明の通信装置は、上述の通信装置であって、前記受信部が受信する前記信号は空間多重された信号であり、前記信号検出部は、前記受信部が受信した前記信号を構成するストリームの分離処理を行うMIMO分離部を備えることを特徴とする。

[0020] また、本発明の通信システムは、データに関する初送信号を送信し、該初送信号の応答として再送要求を通信相手の通信装置から受信すると、前記データに関する再送信号を送信する第1の通信装置と、該第1の通信装置が送信した信号を受信し、該信号を復号した結果に誤りを検出したときは、前記第1の通信装置に再送を要求する第2の通信装置とを具備する通信システムにおいて、前記第2の通信装置は、同一のデータに関する初送信号を含む信号と再送信号を含む信号とを受信する受信部と、受信した前記信号から、同一のデータに関する前記初送信号および複数の前記再送信号のうち少なくとも2つの信号を、復号処理結果を用いて検出する信号検出部と、前記信号検出部が検出した少なくとも2つの信号を合成する合成部と、合成した前記信号を復号処理して前記復号処理結果を得る復号部と、を具備し、同一のデータに関する複数の前記信号について、前記信号検出部による検出と、前記合成部による合成と、前記復号部による復号処理とを、繰り返し行うことを特徴とする。

[0021] また、本発明の受信方法は、通信装置における受信方法において、前記通信装置が、同一のデータに関する初送信号を含む信号と再送信号を含む信号とを受信する第1の過程と、前記通信装置が、受信した前記信号から、同一のデータに関する前記初送信号および複数の前記再送信号のうち少なくとも2つの信号を、復号処理結

果を用いて検出する第2の過程と、前記通信装置が、前記第2の過程にて検出した少なくとも2つの信号を合成する第3の過程と、前記通信装置が、前記第3の過程にて合成した前記信号を復号処理して前記復号処理結果を得る第4の過程と、を有し、同一のデータに関する複数の前記信号について、前記第2の過程と、前記第3の過程と、前記第4の過程とを、繰り返し行うことを特徴とする。

[0022] また、本発明のプログラムは、通信装置が具備するコンピュータを、同一のデータに関する初送信号を含む信号と再送信号を含む信号とを受信する受信部、受信した前記信号から、同一のデータに関する前記初送信号および複数の前記再送信号のうち少なくとも2つの信号を、復号処理結果を用いて検出する信号検出部、前記信号検出部が検出した少なくとも2つの信号を合成する合成部、合成した前記信号を復号処理して前記復号処理結果を得る復号部、として機能させ、同一のデータに関する複数の前記信号について、前記信号検出部による検出と、前記合成部による合成と、前記復号部による復号処理とを繰り返し行わせる。

発明の効果

[0023] この発明によれば、同一のデータに関する複数の信号について、信号検出、合成、復号処理を繰り返し行うので、復号処理結果の精度を向上することができ、信号検出と合成と復号処理との繰り返し処理回数と、ハイブリッド自動再送における再送回数とを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]この発明の第1の実施形態によるパケット送信装置100の構成を示す概略ブロック図である。

[図2]同実施形態における符号化部121の構成を示す概略ブロック図である。

[図3]同実施形態における誤り訂正符号化部126の内部構成を示す図である。

[図4]同実施形態におけるフレーム構成の一例を示す図である。

[図5]同実施形態におけるパンクチャ部127が保持する所定のパターンの例を示す図である。

[図6]同実施形態における符号化部121の図2とは別の構成を示す概略ブロック図である。

[図7]同実施形態によるパケット受信装置200の構成を示す概略ブロック図である。

[図8]同実施形態による復号部205の構成を示す概略ブロック図である。

[図9]同実施形態による干渉除去部212の構成を示す概略ブロック図である。

[図10]同実施形態によるシンボル間干渉ISIの干渉レプリカを生成するレプリカ生成部251の構成を示す概略ブロック図である。

[図11]同実施形態によるパケット受信装置200の動作を説明するフローチャートである。

[図12]同実施形態による図11のステップS12における受信信号毎信号検出部207-pおよび関連する各部の動作を示すフローチャートである。

[図13]同実施形態によるパケット送信装置100およびパケット受信装置200を有するハイブリッド自動再送HARQを適用した通信システムの動作例を示すシーケンス図である。

[図14]同実施形態によるフレーム内に初送パケットと再送パケットが混在している場合の動作例を示すシーケンス図である。

[図15]この発明の第2の実施形態によるパケット受信装置200aの構成を示す概略ブロック図である。

[図16]同実施形態による干渉除去部212aの構成を示す概略ブロック図である。

[図17]この発明の第3の実施形態によるパケット送信装置500の構成を示す概略ブロック図である。

[図18]同実施形態におけるパケット受信装置600の構成を示す概略ブロック図である。

[図19]同実施形態における受信信号処理部604として、繰り返しSICを用いてMIMOのストリーム分離を行う構成を示す概略ブロック図である。

符号の説明

- [0025] 100…パケット送信装置
101…アンテナ部
102…送信部
103…送信信号生成部

- 105…復元部
- 106-1~106-N…コードチャネル毎信号生成部
- 107…コード多重部
- 108…IFFT部
- 109…多重部
- 110…GI挿入部
- 111…再送制御信号生成部
- 112…パイロット信号生成部
- 121…符号化部
- 122…インターリーブ部
- 123…変調部
- 124…拡散部
- 125…誤り検出符号化部
- 126…誤り訂正符号化部
- 127…パンクチャ部
- 128…送信データ記憶部
- 136…誤り訂正符号化部
- 137…パンクチャ部
- 138…送信データ記憶部
- 200、200a…パケット受信装置
- 201…アンテナ部
- 202…受信部
- 203、203a…信号検出部
- 204、204a…合成部
- 205、205a…復号部
- 206、206a…受信パケット管理部
- 207-1~207-P、207a-1~207a-P…受信信号毎信号検出部
- 210、210a…伝搬路推定部

211、211a…受信信号記憶部
212、212a…干渉除去部
213、213a…GI除去部
214…FFT部
215、215a…伝搬路補償部
216、216a…逆拡散部
217…復調部
218…デインターリーブ部
219…デパンクチャ部
220…応答信号生成部
230…受信信号処理部
241…誤り訂正復号部
242…誤り検出部
251、251a…レプリカ生成部
252、252a…減算部
253、253a…コード多重部
254…IFFT部
255…GI挿入部
256、256a…干渉レプリカ生成部
257-1～257-Ncode
261…パンクチャ部
262…インターリーブ部
263…シンボルレプリカ部
264…拡散部
500…パケット送信装置
501-1～501-N…ストリーム信号生成部
502-1～502-N…アンテナ部
503…再送制御信号生成部

504…復元部
511…符号化部
512…インターリーブ部
513…変調部
514…IFFT部
515…多重部
516…GI挿入部
517…送信部
600…パケット受信装置
601-1~601-M…アンテナ部
602-1~602-M…アンテナ毎信号処理部
603…受信パケット管理部
604…受信信号処理部
605…応答信号生成部
610…受信部
611…GI除去部
612…FFT部
613…伝搬路推定部
1601-1-1~1601-N-P…受信信号毎信号検出部
1602…受信レプリカ生成部
1603…減算部
1604-1-1~1604-N-P…シンボルレプリカ生成部
1605…MIMO分離部
1606…復調部
1607…デインターリーブ部
1608…デパンクチャ部
1609-1~1609-N…合成部
1610-1~1610-N…復号部

1611…干渉除去部

1612…受信信号記憶部

発明を実施するための最良の形態

[0026] [第1の実施形態]

第1の実施形態では、ハイブリッド自動再送HARQを適用したパケット通信を行う通信システムにおいて、繰り返し処理を用いた干渉キャンセラを具備した受信装置によりパケットを受信する場合、該データの再送パケット信号受信時に、この再送パケット以前に受信した初送または／および再送パケット信号に対しても干渉キャンセル処理を行う干渉キャンセラを具備した本発明の通信装置を説明する。第1の実施形態の通信システムは、通信装置であるパケット送信装置(第1の通信装置)100とパケット受信装置(第2の通信装置)200とからなり、ハイブリッド自動再送HARQを適用したパケット送信装置100からパケット受信装置200へのパケットの伝送方式として、MC-CDM(Multi Carrier-Code Division Multiplexing)を適用した場合で説明する。また、本実施形態以降の実施形態においてもMC-CDMを適用した場合で説明する。

[0027] 図1は、本発明の実施形態によるパケット送信装置100の構成を示す概略ブロック図である。例えば、パケット送信装置100は、無線通信システムによる下りリンクでの基地局装置、上りリンクでの移動局装置に具備される。また、中継局装置—移動局装置間の下りリンクでの中継局装置に具備される。パケット送信装置100は、送信部102、送信信号生成部103、復元部105を具備する。

アンテナ部101は、パケット受信装置200から送信された応答信号を含む信号を受信する、あるいは、パケット送信装置100が生成した信号を送信する。送信部102は、送信信号生成部103からの出力信号をアナログ信号に変換し(Digital to Analogue変換)、帯域制限を行うフィルタリング処理、さらに送信可能な周波数帯域に変換を行い、アンテナ部101を介して送信する。

[0028] 復元部105は、アンテナ部101を介して受信したパケット受信装置200からの信号を復元処理可能な周波数帯への変換し、帯域制限を行うフィルタリング処理し、アナログ信号からデジタル信号への変換(Analogue to Digital変換)を行う。復元部1

[0031] 変調部123は、インターリーブ部122からの出力データに対して、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying: 4相位相偏移変調)、16QAM (16 Quadrature Amplitude Modulation: 16値直交振幅変調)などのデータ変調を行い、変調シンボルを生成する。なお、初送パケットと再送パケットとのデータ変調の方式は異なってもよい。例えば、初送パケットを16QAMにて変調し、再送パケットをQPSKにて変調するようにしてもよい。拡散部124は、前記変調シンボルに各々のコードチャンネル毎信号生成部106-1~106-Nに対応する拡散符号系列を乗算する。拡散符号系列としては、Walsh-Hadamard符号などの直交符号などがある。

[0032] コード多重部107は、コードチャンネル毎信号生成部106-1~106-N各々の拡散部124からの出力信号をコード多重する。IFFT部108は、コード多重部107からの出力信号をIFFT (Inverse Fast Fourier Transform: 逆高速フーリエ変換)などにより周波数-時間変換を行う。なお、IFFT部108が行う変換は、IDFT (Inverse Discrete Fourier Transform: 逆離散フーリエ変換)など周波数-時間変換を行えられるものであれば、逆高速フーリエ変換IFFT以外のものであってもよい。IFFT部108への入力信号は、第k番目サブキャリアに割り当てる信号をS(k)とおくと、式(1)のように表すことができる。

[0033] [数1]

$$S(k) = \sum_{u=0}^{N_{code}-1} c_{u, k \bmod SF} d_u \left(\left\lfloor \frac{k}{SF} \right\rfloor \right), \quad \text{式 (1)}$$

ただし、 $\lfloor \alpha \rfloor$ は、 α より小さいか等しい最大の整数、 $k = 0, 1, 2, \dots, N_{sub} - 1$ である。

[0034] N_{code} 、SF、 N_{sub} は、それぞれコード多重部107でのコード多重数、拡散部124で乗算する拡散符号の拡散率、サブキャリア数を示す。 $c_{u, n}$ は、u番目のコードチャンネルの信号を生成するコードチャンネル毎信号生成部106-uの拡散部124にて乗算する拡散符号のnチップ目の値を示す。 $d_u(m)$ は、u番目のコードチャンネルの信号を生成するコードチャンネル毎信号生成部106-uの変調部123のm番目の出力信号(変調シンボル)を示す。

[0035] 多重部109は、IFFT部108からの出力信号と、再送制御信号生成部111から出力される再送制御信号と、パイロット信号生成部112から出力されたパイロット信号と

を多重する。この多重方法は、時間多重、周波数多重などのいずれの方法であってもよい。パイロット信号生成部112は、伝搬路推定に用いるパイロット信号を生成する。再送制御信号生成部111は、各コードチャンネルの信号の再送回数をパケット受信装置200に通知するための信号(再送制御信号)を生成する。なお再送制御信号にデータ変調方式、コード多重数などの送信パラメータの通知を含んでもよい。GI挿入部110は、多重部109の出力信号に対して、ガード区間GIを挿入し、送信部102に入力する。

[0036] 図2は、符号化部121の構成を示す概略ブロック図である。符号化部121は、誤り検出符号化部125、誤り訂正符号化部126、パルクチャ部127、送信データ記憶部128を具備する。誤り検出符号化部125は、情報データを受信したパケット受信装置200において誤りがあるか否かを検出できるように、情報データについてCRC(Cyclic Redundancy Check:巡回冗長検査)などの誤り検出符号化を行い、誤り検出ビットを情報データに付加して出力する。誤り訂正符号化部126は、誤り検出符号化部125からの出力データに対して、ターボ符号、畳み込み符号、LDPC(Low Density Parity Check:低密度パリティ検査)符号などの誤り訂正符号化を行う。

[0037] 図3は、誤り訂正符号化部126が、符号化率 $R=1/3$ で誤り訂正符号化する際の符号化方式として、ターボ符号を適用した場合の誤り訂正符号化部126の内部構成を示す図である。誤り訂正符号化部126は、内部符号器3001、3002、内部インタリーバ3003を具備し、誤り検出符号化部125からの誤り検出符号化された情報ビット系列が入力されると、誤り訂正符号化部126は、システムティックビット x 、パリティビット z 、パリティビット z' の3種類の情報ビット系列を出力する。ここで、システムティックビット x は、誤り検出符号化部125から入力されたビット系列そのものである。パリティビット z は誤り検出符号化部125からのビット系列を内部符号器3001が符号化処理を行った出力結果である。パリティビット z' は誤り検出符号化部125からのビット系列をまず内部インタリーバ3003がインタリーブ処理し、このインタリーブ処理した結果を入力された内部符号器3002が符号化処理を行った出力結果である。ここで、内部符号器3001と内部符号器3003は同じ符号化方式の符号化を行う同様の符号器でもよいし、異なる符号器であっても良い。好ましくは、内部符号器3001、内部符号器3

002とともに再帰的畳み込み符号器を用いる。以降では、誤り訂正符号化部126は、図3に示す構成でターボ符号を用いた場合で説明する。

[0038] 本実施形態では、誤り検出符号化部125により誤り検出符号化を行う単位をパケットとする。また、本実施形態では、パケットの単位で誤り訂正符号化を行い、コード多重する各コードチャネル内にパケットの信号を配置する場合で説明する。また、各コードチャネルに配置されたパケットの信号をコード多重し、これにパイロット信号と再送制御信号を多重した信号をフレームと呼び、パケット送信装置100は、フレーム単位で信号を送信することとする。

[0039] 図4は、本実施形態のフレーム構成の一例を示す図である。図4のフレームは、4つの長さ T のOFDMシンボルからなるパケット1～パケット4がコード多重され、このコード多重されたパケット群に、パイロット信号および再送制御信号が時間多重された場合の例である。 T は、パケット長を示す。OFDMシンボルは、GI挿入部110で挿入するGI区間とコードチャネル毎信号生成部160-1～160-Nからの出力データを含む有効シンボル区間からなる。

なお、誤り訂正符号化は、誤り検出符号化を行うグループの複数にわたっておこなうことも可能である。また、誤り訂正符号化は、誤り検出符号化を行ったデータを複数にグループ分けし、そのグループ単位で行うことも可能である。

[0040] パンクチャ部127は、誤り訂正符号化部126からの出力である符号化ビットを、保持しているある所定のパターン群に基づいて、ビットを間引き(パンクチャ処理と呼ぶ。)、送信するデータ量を制御する(符号化率を制御する)。また、パンクチャ部127は、NACK信号が入力された場合には、送信データ記憶部128に要求して受け取った符号化ビットについて、前述のある所定のパターン群に基づいてパンクチャ処理を行う。この、パンクチャ部127が保持しているある所定のパターン群については、後述する。送信データ記憶部128は、誤り訂正符号化部126で生成した符号化ビットを記憶し、パンクチャ部127から要求があった場合に、記憶している要求に該当する符号化ビットを出力する。なお、送信データ記憶部128に復元部105からのNACK信号を入力し、送信データ記憶部128が、該信号の入力を受けて、記憶している符号化ビットをパンクチャ部127に出力するようにしてもよい。

[0041] 図5は、パンクチャ部127が保持する前述のある所定のパターン群の例を示す図である。図5には、図3に示した誤り訂正符号化部126が、符号化率 $R=1/3$ でターボ符号化した後、パンクチャ部127が、符号化率 $R=1/2$ 、あるいは $R=3/4$ にパンクチャ処理を行う場合に、このパンクチャ処理に用いられるパンクチャパターンの例を示す。図5において、 x は、誤り検出符号化部125から誤り訂正符号化部126に入力されたデータ、すなわち誤り検出ビットと情報データとからなるシステムティックビットに対するパンクチャ処理を表すビット列である。このビット列 x において、'1'は該当位置のビットを残し、'0'は該当位置のビットを間引くことを表す。

[0042] z, z' は、誤り訂正符号化部126がシステムティックビットから生成した冗長ビット(図3のパリティビット z 、パリティビット z')に対するパンクチャ処理を表すビット列である。ビット列 z, z' の各ビットの値'1'、'0'は、ビット列 x と同様に残すビットと間引くビットとを表す。パンクチャ部127は、これらのビット列 x, z, z' で表されるパンクチャ処理を、誤り訂正符号化部126あるいは送信データ記憶部128が出力したシステムティックビットと冗長ビットとに対して行い、図5に示すパンクチャパターンにて「1」となっているビット位置のビットを出力する。

なお、図5のパンクチャパターン群は、一例であり、パンクチャパターン群のうち、一部のパターンのみシステムティックビットを残すパターンであるパターン群(HARQ type IIに対応したパターン)や、全てのパターンが必ずシステムティックビットを残すパターンであるパターン群(HARQ type IIIに対応したパターン)などであってもよい。

[0043] ハイブリッド自動再送HARQにおける代表的な再送の仕方には、Chase合成CC(Chase Combining)と、増加冗長IR(Incremental Redundancy)とがある。再送の仕方としてChase合成CCが適用されている場合、初めて送るパケット信号のデータ(初送パケット信号のデータ)に対して、パンクチャ部127は、例えば、図5の $R=3/4$ のパターン1にしたがってパンクチャ処理を行い、図5の「1」で示したビットのみを出力する。パターン1でパンクチャ処理したパンクチャ部127からの出力信号は、上述した送信信号生成部103のその他の処理が行われた後、送信部102によりアンテナ部101から送信される。そして、この初送パケット信号に対する応答信号としてNACK信号が入力された場合(再送要求された場合)、パンクチャ部127は、送信データ記憶部

128から該初送パケット信号で送信したデータの符号化ビットを呼び出し、該初送パケット信号と同じパターン1でパンクチャ処理を行った信号を再送パケット信号として出力する。

[0044] このように、チェース合成CCでは、パンクチャ部127は、ACK信号が入力されるまで、初送パケット信号と同じパターンでパンクチャした信号の出力を続ける。そして、ACK信号が入力されると、さきの初送パケット信号にて送信した情報データとは異なる次の情報データに関する誤り訂正符号化部126の出力データに対してパターン1あるいはパターン2に基づいてパンクチャ処理を行う。

[0045] 一方、ハイブリッド自動再送HARQの再送の仕方として増加冗長IRが適用されている場合、初めて送るパケット信号のデータ(初送パケット信号のデータ)に対して、パンクチャ部127は、例えば、図5の $R=3/4$ のパターン1にしたがってパンクチャ処理を行い、図5の「1」で示したビットのみを出力する。パターン1でパンクチャ処理したパンクチャ部127からの出力信号は、上述した送信信号生成部103のその他の処理が行われた後、送信部102によりアンテナ部101から送信される。そして、この初送パケット信号に対する応答信号としてNACK信号が入力された場合(再送要求された場合)、パンクチャ部127は、送信データ記憶部128から該初送パケット信号で送信したデータの符号化ビットを呼び出し、こんどは図5の $R=3/4$ のパターン2でパンクチャ処理を行った信号を再送パケット信号として出力する。

[0046] このように、パンクチャ部127は、ACK信号が入力されるまで、パターン1でパンクチャした信号と、パターン2でパンクチャした信号とを交互に出力し続ける。そして、ACK信号が入力されると、さきの初送パケット信号にて送信した情報データとは異なる次の情報データに対する誤り訂正符号化部126の出力データに対してパターン1に基づいてパンクチャ処理を行う。なお、ある所定回数のNACK信号が入力されたら、それ以上再送せず、異なる次の情報データに対する誤り訂正符号化部126の出力データを送信するようにしてもよい。

[0047] 図6は、符号化部121の図2とは別の構成を示す概略ブロック図である。図2とは、誤り訂正符号化部136、パンクチャ部137、送信データ記憶部138が異なる。送信データ記憶部138は、誤り検出符号化部125で巡回冗長検査CRCなどの誤り検出

符号化したデータを記憶する。誤り訂正符号化部136は、誤り検出符号化部125からの誤り検出符号化データに対してターボ符号などの誤り訂正符号化を行う。また、誤り訂正符号化部136は、応答信号としてNACK信号を入力した場合に、送信データ記憶部138に誤り検出符号化データを要求し、送信データ記憶部138が記憶している誤り検出符号化データを取得し、誤り訂正符号化を行う。パンクチャ部137は、ある所定のパターン群に基づいて誤り訂正符号化部136からの出力データをパンクチャ処理する。また、パンクチャ部137は、応答信号としてNACK信号が入力された場合にもある所定のパターン群に基づいて誤り訂正符号化部136からの出力データをパンクチャ処理する。所定のパターン群として、パンクチャ部127と同様に、例えば図5に示したパンクチャパターンがある。

[0048] 図7は、本実施形態によるパケット受信装置200の構成を示す概略ブロック図である。例えば、パケット受信装置200は、無線通信システムによる下りリンクでの移動局装置、上りリンクでの基地局装置に具備される。また、基地局装置—中継局装置間の下りリンクでの中継局装置に具備される。パケット受信装置200は、受信部202、信号検出部203、合成部204、復号部205、受信パケット管理部206、応答信号生成部220を具備する。

[0049] アンテナ部201は、パケット送信装置100から送信された信号を受信する、あるいは、パケット受信装置200が生成した応答信号を含む信号を送信する。受信部202は、アンテナ部201にて受信したパケット送信装置100からの信号を、信号検出処理などの信号処理可能な周波数帯へ変換し、さらに帯域制限するフィルタリング処理、および、フィルタリング処理した信号をアナログ信号からデジタル信号に変換(Analog to Digital変換)する。

[0050] 信号検出部203は、アンテナ部201にて受信し、受信部202がデジタル信号に変換した初送パケットの信号、または再送パケットの信号の各々に対して信号検出を行う受信信号毎信号検出部207-1~207-Pを具備する。この受信信号毎信号検出部207-1~207-Pは、再送要求したことにより受信したパケット信号毎(再送要求する前の最初に受信した信号(初送の受信信号)も含む)に受信部202からの信号に対して、受信パケット管理部206からの制御情報に基づき、干渉成分の除去、およ

び復号処理可能なデータ信号への変換などの信号検出処理を行う。ここでPは、再送要求したことにより受信したパケット数と再送要求する前の最初の受信パケット信号（初送パケットの信号）の合計の最大数である。ハイブリッド自動再送HARQを適用した通信システムにおいて、第p回目に受信した信号に対する受信部202からの出力信号 r_p は、受信信号毎信号検出部207-pで信号検出処理を行う。

[0051] ハイブリッド自動再送HARQにおいて、受信部202が第p回目のパケット信号を受信した場合、受信信号毎信号検出部207-pが第p回目に受信した再送パケットの信号の信号検出処理を行うと共に、既受信している第u回目 ($1 \leq u \leq p-1$, $u=1$ は初送パケットの信号)に受信したパケット信号に対しても、受信信号毎信号検出部207-uが再度信号処理を行う。例えば、受信部202が第p回目のパケット信号を受信し、受信信号毎信号検出部207-pが第p回目のパケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行う場合、同時に再度、既受信している第u回目 ($1 \leq u \leq p-1$)の受信パケット信号に対しても受信信号毎信号検出部207-uが第i'回目 ($1 \leq i' \leq i$)の干渉除去処理を行う。

別の例では、受信部202が第p回目のパケット信号を受信し、受信信号毎信号検出部207-pが第p回目のパケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行う場合、同時に再度、既受信している第u回目 ($1 \leq u \leq p-1$)の受信パケット信号に対しても受信信号毎信号検出部207-uが第i回目の干渉除去処理を行う。

[0052] 受信パケット管理部206は、受信信号に含まれる再送制御信号から再送パケット信号の再送回数、データ変調方式、コード多重数などの送信パラメータに関するデータを取得し、信号検出部203に通知する。合成部204は、信号検出部203の受信信号毎信号検出部207-1~207-P各々からの出力データ系列を合成する。例えば、ハイブリッド自動再送HARQにおいて、受信部202が第3回目 ($p=3$)のパケット信号を受信した場合、第1回目 ($p=1$)に受信したパケット信号（初送パケットの信号）の信号検出処理を行う受信信号毎信号検出部207-1からの出力データと、第2回目 ($p=2$)に受信した再送パケットの信号の信号検出処理を行う受信信号毎信号検出部207-2からの出力データと、第3回目 ($p=3$)に受信した再送パケットの信号の信号検出処理を行う受信信号検出部207-3からの出力データとを合成する。

[0053] また、受信部202が第p回目のパケット信号を受信し、受信信号検出部207-pが第p回目のパケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行ったデータを出力した場合、第p回目のパケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行ったデータ出力と、受信部202が第p回目のパケット信号を受信時に受信信号毎信号検出部207-uが再度、既受信している第u回目 ($1 \leq u \leq p-1$) の受信パケット信号に対して第i' ($1 \leq i' \leq i$) 回目の干渉除去処理を行ったデータ出力とを合成する。前記繰り返し回数i'は、 $i' > 1$ の固定値とすることもできる。

[0054] 以降では、受信部202が第p回目のパケット信号を受信し、受信信号検出部207-pが第p回目のパケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行ったデータを出力した場合、第p回目のパケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行ったデータ出力と、受信部202が第p回目のパケット信号を受信時に受信信号毎信号検出部207-uが再度、既受信している第u回目 ($1 \leq u \leq p-1$) の受信パケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行ったデータ出力とを合成する場合で説明する。

[0055] ここで、第u回目に受信したパケットに関する受信部202からの出力信号 r_u に対する受信信号毎信号検出部207-uからの第i回目の繰り返し干渉除去処理を行った出力を $g_{u,i}(m)$ (ただし、mはパケットを構成する符号化ビットのインデックスで、最大値は、パケットを構成するビット数)とすると、第p回目の再送パケット信号を受信し、第i回目の繰り返し干渉除去処理を行った場合の合成部204の出力信号 $\lambda_{p,i}$ の生成式は式(2)で表せる。

[0056] [数2]

$$\lambda_{p,i} = \sum_{u=1}^p \alpha_{u,i} g_{u,i}(m) \quad \text{式(2)}$$

[0057] $\alpha_{u,i}$ は、受信信号毎信号検出部207-uからの出力 $g_{u,i}(m)$ に対して与える重み係数を示し、 $g_{u,i}(m)$ に行われていたデータ変調の多値数、符号化率、拡散率、コード多重数などにより決定される。例えば、 $g_{u-1,i}(m)$ はQPSK変調、 $g_{u,i}(m)$ は16QAM変調が行われていたとすると、同じ伝搬路状態ではQPSK変調の方が16QAM変調よりも復調精度が良くなるので、 $\alpha_{u-1,i} > \alpha_{u,i}$ となるように重みを与えることにより、合成部204は、データ変調方式毎の復調精度を反映した合成を行うことができる。

- [0058] 復号部205は、受信した信号を送信したパケット送信装置100が施した符号化に対応する復号処理を、合成部204からの出力信号に対して行う。図8は、復号部205の構成を示す概略ブロック図である。復号部205は、誤り訂正復号部241、誤り検出部242を具備する。復号部205は、受信部202が第p回目の受信パケット(初送パケットもしくは第p-1回目の再送パケット)を受信し、受信信号毎信号検出部207-1~207-pが第i回目の繰り返し干渉除去処理を行った場合、合成部204からの出力信号 $\lambda_{p,i}$ に対して復号処理を行う。復号部205の誤り訂正復号部241は、送信元のパケット送信装置100が施したターボ符号化、畳み込み符号化などの誤り訂正符号化に対する誤り訂正復号処理を行い、符号化ビットのLLR(Log Likelihood Ratio:対数尤度比)などの軟判定出力結果を算出し、復号部205の誤り検出部242、および受信信号毎信号検出部207-1~207-Pの干渉除去部212に入力する。
- [0059] 好ましくは、復号部205は、合成部204からの出力信号 $\lambda_{p,i}$ に対する対数尤度比を算出し、システムティックビットおよびパリティビットの各ビットに対する対数尤度比を受信信号毎信号検出部207-1~207-Pの干渉除去部212に入力する。また、復号部205は、システムティックビットに対する対数尤度比を誤り検出部242に入力する。
- [0060] 誤り検出部242は、この符号化ビットの対数尤度比LLRに対して硬判定処理を行い、送信元のパケット送信装置100が施した巡回冗長検査CRC(Cyclic Redundancy Check)などの誤り検出によりパケットに対する誤り検出処理を行い、誤り検出情報を生成する。さらに、この誤り検出情報に基づいて、干渉除去部212によるキャンセル処理を繰り返すか否かの判定を行う。
- [0061] ここで、図7に戻り、受信信号毎信号検出部207-1~207-Pは各々、伝搬路推定部210、受信信号記憶部211、干渉除去部212、GI除去部213、FFT部214、伝搬路補償部215、逆拡散部216、復調部217、デインターリーブ部218、デパンクチャ部219を具備する。これらの受信信号毎信号検出部207-1~207-Pを構成する部位は、受信パケット管理部206からの制御情報に、逆拡散部216の拡散符号、復調部217のデータ変調方式、デインターリーブ部218の並び替えパターン、デパンクチャ部219のパンクチャパターンなどの各部位に関する送信パラメータが含まれ

ている場合は、該制御情報に従い動作する。

[0062] 伝搬路推定部210は、受信部202からの出力信号に含まれるパイロット信号から受信信号が通ってきた伝搬路(インパルス応答、伝達関数など)を推定する。なお、伝搬路推定部210は、パイロット信号ではなく、制御チャネル、プリアンブルなどを用いて伝搬路を推定してもよい。干渉除去部212は、伝搬路推定部210の出力である伝搬路推定値、復号部205からの出力信号を用いて所望の信号に対する干渉成分のレプリカを生成し、この生成した干渉成分レプリカを受信部202からの出力信号から除去する。

[0063] GI除去部213は、干渉除去部212が干渉成分レプリカを除去した信号のうち、遅延波による歪を回避するために送受信装置100で付加されたガード区間GIを除去する。FFT部214は、GI除去部213がガード区間GIを除去した信号を時間領域信号から周波数領域信号に変換するフーリエ変換の処理を行う。伝搬路補償部215は、伝搬路推定部210による伝搬路推定値を用いてZF(Zero Forcing)、MMSE(Minimum Mean Square Error)などにより伝搬路歪を補正する重み係数を算出し、この重み係数をFFT部214からの周波数領域信号に乗算して伝搬路補償をする。逆拡散部216は、伝搬路補償部215により伝搬路補償された周波数領域の信号に所望のコードチャネルの拡散符号を乗算して逆拡散を行い、該コードチャネルの信号を抽出する。

[0064] 復調部217は、逆拡散部216が抽出した信号に対してQPSK、16QAMなどの復調処理を行い、符号化ビット対数尤度比LLRなどの軟判定結果を算出する。復調部217の処理を、QPSK変調の場合を例として説明する。送信側で送信されたQPSKシンボルが X とし、受信側における逆拡散部216による逆拡散後のシンボルを X_c として説明する。 X を構成しているビットを b_0 、 b_1 (b_0 、 $b_1 = \pm 1$)とすると X は、式(3)で表せる。ただし j は虚数単位を表す。そして、 X の受信側における推定値 X_c からビット b_0 、 b_1 の対数尤度比LLR $\lambda(b_0)$ 、 $\lambda(b_1)$ は次の式(4)にて求める。

[0065] [数3]

$$X = \frac{1}{\sqrt{2}}(b_0 + jb_1) \quad \text{式 (3)}$$

$$\lambda(b_0) = \frac{2\text{Re}(X_c)}{\sqrt{2(1-\mu)}} \quad \text{式 (4)}$$

[0066] ただし、 $\text{Re}()$ は複素数の実部を表す。 μ は伝搬路補償後の等価振幅であり、例えば、第 k サブキャリアにおける伝搬路推定値を $H(k)$ 、乗算したMMSE基準の伝搬路補償重み $W(k)$ とすると、 μ は $W(k)H(k)$ となる。また $\lambda(b_1)$ は、式(4)すなわち $\lambda(b_0)$ の実部と虚部を置き換えればよい。なお、16QAMなどの他変調が施されたデータに対しても同様の原理に基づいて算出可能である。また、復調部217は、軟判定結果ではなく硬判定結果を算出するようにしてもよい。

[0067] デインターリーブ部218は、送信元のパケット送信装置100のインターリーブ部122が施したインターリーブのパターンに対応するビット配置の並び替え、すなわちインターリーブのパターンの逆操作となるビット配置並び替えを、復調部217による軟判定結果のデータ系列に対して行う。デパンクチャ部219は、送信元のパケット送信装置100のパンクチャ部127または137が施したパンクチャのパターンに基づいて、デインターリーブからの出力データ系列に対して、パンクチャ処理にて間引いたビットを所定のビットで補うデパンクチャ処理を行う。

[0068] 例えば、パケット送信装置100において、誤り訂正符号化部126または136から出力されたビット列「 $x_1, z_1, z_1', x_2, z_2, z_2'$ 」をパンクチャ部127または137が、図5の符号化率 $R=1/2$ のパターン1でパンクチャ処理したビット列「 x_1, z_1, x_2, z_2' 」を出力し、該ビット列を送信したとする。ここで、 x_1, x_2 は、システムティックビットであり、 z_1, z_2, z_1', z_2' は、冗長ビットである。この送信を受信したパケット受信装置200において、デパンクチャ部219は、ビット列「 $x_r 1, z_r 1, x_r 2, z_r 2'$ 」を入力されると、パンクチャ部127または137が間引いた z_1', z_2 に対応する位置に仮想値を挿入する。ここで、仮想値を「0」とすると、デパンクチャ部219は、入力されたビット列「 $x_r 1, z_r 1, x_r 2, z_r 2'$ 」の2ビット目と3ビット目の間、3ビット目と4ビット目の間に、「0」を挿入し、ビット列「 $x_r 1, z_r 1, 0, x_r 2, 0, z_r 2'$ 」を生成し、出力する。

[0069] 受信信号がコード多重された信号である場合、受信信号毎信号検出部207-1～

207-P各々はコード多重されている受信信号の各コードチャネルに対して前記逆拡散～パンクチャ部までの処理を行う。

受信信号記憶部211は、何回目の送信の packets を含む信号を受信したかの通知を受けて、該通知が当該部の属する受信信号毎信号検出部が担当する回数のおときは、受信部202が受信した信号を記憶し、該通知が当該部の属する受信信号毎信号検出部が担当する回数より大きいおときは、記憶している信号を干渉除去部212に出力する。

[0070] 例えは、ハイブリッド自動再送HARQにおける第1回目の packets 信号(初送 packets 信号)を受信部202が受信したお場合、受信信号毎信号検出部207-1が具備する受信信号記憶部211は、第1回目の packets 信号の受信部202からの出力信号を記憶する。さらに、第2回目以降の packets 信号を受信部202が受信したお場合、受信信号毎信号検出部207-1が具備する受信信号記憶部211は、記憶している第1回目の packets 信号を、受信信号毎信号検出部207-1が具備する干渉除去部212に入力する。

[0071] 図9は、干渉除去部212の構成を示す概略ブロック図である。干渉除去部212は、レプリカ生成部251、減算部252を具備する。レプリカ生成部251は、まず、復号部205からの符号化ビットの対数尤度比LLR λ_p を用いて、受信した信号の送信元である packets 送信装置100が送信したであろう信号レプリカを生成する。例えは、 packets 送信装置100が送信した信号を受信したお場合は、レプリカ生成部251は、前述の式(1)の信号S(k)に対する信号レプリカを生成する。さらに、この信号レプリカと伝搬路推定部210からの伝搬路推定値を用いて干渉レプリカを生成する。減算部252は、受信部202からの入力信号から、この干渉レプリカを減算することで、干渉成分を除去する。

[0072] 図10は、シンボル間干渉ISIの干渉レプリカを生成するレプリカ生成部251の構成を示す概略ブロック図である。ここでは、レプリカ生成部251は、図4の packets 長 T_f 単位で干渉レプリカを生成するお場合で説明する。

レプリカ生成部251は、コードチャネル毎レプリカ生成部257-1～257-N_{code}、コード多重部253、IFFT部254、GI挿入部255、干渉レプリカ生成部256を具備して

いる。 N_{code} は受信信号の符号多重数である。コードチャネル毎レプリカ生成部257-1~257- N_{code} は各々、コードチャネル毎の信号レプリカを生成し、パンクチャ部261、インターリーブ部262、シンボルレプリカ生成部263、拡散部264を具備している。

[0073] パンクチャ部261は、復号部205の出力信号である符号化ビットの対数尤度比LLR λ_p を、送信元であるパケット送信装置100のパンクチャ部127または137が施したパンクチャパターンと同じパターンを用いてパンクチャ処理を行う。インターリーブ部262は、パンクチャ部261からの出力信号を、送信元のパケット送信装置100のインターリーブ部122が施した並び替えのパターンと同じパターンを用いてビット配置の並び替え処理を行う。シンボルレプリカ生成部263は、インターリーブ部262からの出力信号に対して、QPSK変調、16QAMなどの変調を施して、変調シンボルレプリカを生成する。シンボルレプリカ生成部263の処理を、QPSK変調を例にして説明する。QPSK変調シンボルを構成するビット b_0 、 b_1 の対数尤度比LLRを $\lambda(b_0)$ 、 $\lambda(b_1)$ とすると、QPSKの変調シンボルのレプリカは、式(5)で与えられる。ただし j は虚数単位を表す。なお、16QAMなどの他の変調においても、同一の原理でシンボルレプリカを生成することが可能である。

[0074] [数4]

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \tanh(\lambda(b_0)/2) + \frac{j}{\sqrt{2}} \tanh(\lambda(b_1)/2) \quad \text{式(5)}$$

[0075] 拡散部264は、シンボルレプリカ生成部263からの出力信号に対して、各コードチャネルの拡散符号系列を乗算して、コードチャネル毎の信号レプリカを生成する。コード多重部253は、コードチャネル毎レプリカ生成部257-1~257- N_{code} が生成したコードチャネル毎の信号レプリカをコード多重する。ハイブリッド自動再送HARQの第 p 回目の再送パケット信号を受信した場合の、繰り返し干渉除去処理における第 i 回目処理での受信信号毎信号検出部207- p のコード多重部253の k 番目のサブキャリアに関する出力信号を $S'_{p,i}(k)$ とすると、式(6)となる。

[0076] [数5]

$$S'_{p,i}(k) = \sum_{u=0}^{N_{code}-1} C_{u,k \bmod SF} d'_{p,u,i} \left(\left\lfloor \frac{k}{SF} \right\rfloor \right) \tag{6}$$

ただし、 $\lfloor \alpha \rfloor$ は、 α より小さいか等しい最大の整数、 N_{sub} はサブキャリア数、 N_{code} はコード多重数、 SF は拡散率、 $k = 0, 1, 2, \dots, N_{sub} - 1$ である。 $d'_{p,u,i}$ は、シンボルレプリカ生成部からの出力信号である。 $C_{u,i}$ は、 u 番目のコードチャネルの拡散符号系列の1チップ目の値を示す。

[0077] IFFT部254は、コード多重部253からの出力信号を逆フーリエ変換して、周波数-時間変換を行う。GI挿入部255は、IFFT部254からの出力信号にガード区間GIを挿入する。干渉レプリカ生成部256は、GI挿入部255からの出力信号と伝搬路推定部210からの伝搬路推定値を用いて、シンボル間干渉ISIの干渉レプリカを生成する。ハイブリッド自動再送HARQにおける第 p 回目の受信パケットを受信した場合の第 i 回目の繰り返し干渉除去処理において、受信信号毎信号検出部207-pのレプリカ生成部251が具備するGI挿入部255からの出力信号を $s'_{p,i}$ 、伝搬路推定部210からの伝搬路推定値を h'_p とすると、受信部202から受信信号毎信号検出部207-pへの入力信号 $r_p(t)$ に対するシンボル間干渉ISIの干渉レプリカ $r'_{p,i}(t)$ (t はパケット長区間、 $t \leq T_f$)は、式(7)となる。すなわち、干渉レプリカ $r'_{p,i}$ は、当該シンボル区間以前の信号の遅延波であって、遅延が大きいために、当該シンボル区間にわたっている遅延波を足し合わせたものである。

[0078] [数6]

$$r'_{p,i}(t) = h'_p(t) \otimes s'_{p,i}(t - (T_s + T_{gi})) \tag{7}$$

(ただし、初回処理の場合 ($i = 1$) は $r'_{p,i}(t) = 0$ であり、 t は時間、 T_s はOFDMシンボル長、 T_{gi} は挿入されているガード区間GI長、 \otimes は畳み込み演算を示す。)

[0079] したがって、ハイブリッド自動再送HARQの第 p 回目のパケットを受信した場合の、繰り返し干渉除去処理における第 i 回目処理での減算部252の出力信号 $r''_{p,i}(t)$ (t はパケット長区間、 $t \leq T_f$)は、式(8)となる。

[0080] [数7]

$$r''_{p,i}(t) = r_p(t) - r'_{p,i-1}(t) \tag{8}$$

[0081] なお、再送制御信号、パイロット信号によるパケット信号へのシンボル間干渉ISIも同様に除去することが可能である。

なお、干渉除去部212の一例として、シンボル間干渉ISIを除去する場合の構成を

示したがこれに限らず、コード間干渉MCI、キャリア間干渉ICIなどの干渉レプリカを生成することで、各々の干渉成分を除去することも可能である。例えば、コード間干渉MCIの干渉レプリカは、所望のコードチャネル以外のコードチャネル毎レプリカ生成部からの出力をコード多重し、前記コード多重した信号をIFFT処理、GI挿入後、伝搬路推定値を畳み込むことで生成することができる。例えば、第p回目のパケットを受信した場合の、第i回目の干渉除去処理において、受信信号毎信号検出部207-pのレプリカ生成部251が生成するコード間干渉MCIの干渉レプリカ $r'_{p,i}$ は、式(9-1)とおくことができる。

[0082] [数8]

$$r'_{p,i}(t) = h'_p(t) \otimes s'_{p,i}(t) \quad \text{式(9-1)}$$

ただし、 $s'_{p,i}(t)$ は、所望のコードチャネル以外のコードチャネルレプリカをコード多重した式(9-2)の $S'_{p,i}(k)$ を、IFFT処理、GI挿入した信号である。また、 \otimes は畳み込み演算を示す。

$$S'_{p,i}(k) = \sum_{u=0, u \neq U}^{N_{\text{code}}-1} c_{u, k \bmod SF} d'_{p,u,i} \left(\left[\frac{k}{SF} \right] \right) \quad \text{式(9-2)}$$

ただし、Uは、所望のコードチャネルである。

[0083] なお、図7の干渉除去部212は、時間領域において干渉成分を除去する構成であるが、周波数領域において干渉成分を除去することも可能である。具体的には、干渉成分を除去する干渉除去部を、FFT部214による高速フーリエ変換FFT処理後に配置することで可能となる。

[0084] 図7の応答信号生成部220は、信号検出部203と復号部205との繰り返し処理を規定回数行ったときの復号部205での誤り検出結果から、パケット誤りの有無を示す制御データ含むデータ系列を生成し、誤り訂正符号化、データ変調などの信号処理を行うことで応答信号を生成する。さらに、この応答信号をアナログ信号に変換し(Digital to Analogue変換)、さらに送信可能な周波数帯域に変換し、アンテナ部201を介して、パケット送信装置100に送信する。この応答信号の通信方式は、OFDM、シングルキャリア変調方式など、いずれの方式であってもよく、通信相手のパケット送信装置100における復元部105の処理が対応していればよい。

[0085] すなわち、応答信号生成部220は、復号部205から「パケット誤りが無し」を示す信号が入力されると、正しく受信が完了したことを示すACK信号を応答信号として生成

し、アンテナ部201を介して、送信元の packets 送信装置100に送信する。また、応答信号生成部220は、復号部205から「packet 誤りが有り」を示す信号が入力されると、packet の再送を要求するNACK信号を応答信号として生成し、アンテナ部201を介して、送信元の packets 送信装置100に送信する。

[0086] なお、本実施形態では、コードチャネル単位 (packet 単位) で再送要求を行っているが、これに限らず、再送要求単位において、少なくとも1つ誤り検出符号が付加されていればよい。

なお、本実施形態のデータ受信機装置200の信号検出部203は、受信信号毎信号検出部を複数具備し、信号検出と復号の繰り返しの各回の処理において、初送 packet または再送 packet の信号を含む複数の受信信号に対して並行して信号検出を行なっているが、信号検出部203が受信信号毎信号検出部を一つのみ具備するようにし、その受信信号毎信号検出部が、複数の受信信号に対して順次信号検出を行うようにしてもよい。

[0087] 図11は、packet 受信装置200の動作を説明するフローチャートである。ハイブリッド自動再送 HARQ における第 q 回目の packet の信号を受信部202が受信すると (S10)、受信 packet 管理部206は、受信した信号の再送制御信号から該信号に含まれる packet は何回目 (ここでは q 回目) であるかを判定し、判定結果である q 回目の packet の処理を担当する受信信号毎信号検出部 $207-q$ の受信信号記憶部211に、受信した packet の信号のデータを記憶する (S11)。次に、受信信号毎信号検出部 $207-1 \sim 207-q$ が、それぞれ担当する第1回目の packet (初送 packet) の信号 ~ 第 q 回目の packet の信号を各受信信号記憶部211から読み出して信号検出処理を行う (S12)。ステップ S12 の処理内容については、図12にて詳述する。なお、ここでは、第 q 回目の packet を受信した場合に、第 q 回目の packet と、第 q 回目以前のすべての packet の信号 (第1回目 ~ 第 $q-1$ 回目) に対しても再度信号検出処理を行うとして説明しているが、第 q 回目以前の packet うちの1つまたはそれ以上のいずれかの数の packet の信号に対して再度信号検出処理を行うようにしてもよい。

[0088] 次に、合成部204は、受信信号毎信号検出部 $207-1 \sim 207-q$ が検出したデータ信号の合成を行う (S13)。つまり、第1 ~ q 回目の packet の信号から検出したデー

タ信号を合成することとなる。次に、合成部204が合成したデータ信号に対して、復号部205の誤り訂正復号部241が誤り訂正復号処理を行う(S14)。さらに、この誤り訂正復号処理結果について、復号部205の誤り検出部242が誤り検出処理を行って誤の有無を判定する(S15)。ステップS15にて、誤りが無いと判定したときは、応答信号生成部220においてACK信号を生成し、送信元の packets 送信装置100に送信する(S18)。一方、ステップS15にて、誤りがあると判定したときは、復号部205は、誤り訂正復号処理後の符号化ビットの対数尤度比LLRを用いて生成した干渉レプリカの受信信号からの除去を利用した信号検出処理と合成処理と復号処理の一連の繰り返し干渉除去処理の繰り返し回数を判定する(S16)。

[0089] この繰り返し回数が所定回数に達していないときは、ステップS12に戻って、上述のように第1回目の受信パケット信号(初送パケット信号)～第q回目の受信パケット信号に対して干渉レプリカの受信信号からの除去を利用した信号検出処理を行い、以降の合成処理と復号処理を上述のように行う。一方、ステップS16にて、この繰り返し回数が所定回数に達していると判定したときは、応答信号生成部220がNACK信号を生成して、アンテナ部201を介して送信元の packets 送信装置100に送信する(S17)。そして、ステップS10に戻り、受信部202は、このNACK信号を受けた packets 送信装置100が送信する、先のステップS10で受信したパケットの次の第q+1回目のパケットの信号受信を行う。

[0090] 図12は、図11のステップS12における、ハイブリッド自動再送HARQにおける第p回目に送信されたパケットを含む受信信号に対して信号検出処理を行う受信信号毎信号検出部207-pおよび関連する各部の動作を示すフローチャートである。受信パケット管理部206から、受信部202が受信した信号に含まれるパケットが何回目の送信のパケットか(ここでは、q回目)を通知された受信信号毎信号検出部207-pは、当該部が信号処理を担当する第p回目と受信パケット管理部206からの通知の第q回目とを比較し(S100)、pがqより大きい($p > q$)ときは、処理を終了する。

[0091] 一方、このステップS100の比較にて、pがqと同じか小さい($p \leq q$)ときは、干渉除去部212は、当該受信信号毎信号検出部207-pの受信信号記憶部211が記憶している信号のデータを読み出す(S101)。ただし、 $p = q$ の場合は、受信部202からの

出力を読み込む。次に、干渉除去部212は、信号検出および復号の繰り返し処理の何回目の繰り返しであるかを判定し(S102)、初回処理($i=1$)であると判定したときは、干渉レプリカとして「0」を生成する(S103)。一方、ステップS102にて2回目以降の処理($i>1$)であると判定したときは、前回($i-1$ 回)の繰り返し処理で復号部205の誤り訂正復号部241が生成した符号化ビットの対数尤度比LLRを、干渉除去部212のレプリカ生成部251は取得する(S104)。次に、レプリカ生成部251は、取得した符号化ビットの対数尤度比LLRを用いて干渉レプリカを生成する(S105)。

[0092] ステップS103またはステップS105の処理の後、干渉除去部212の減算部252は、レプリカ生成部251が生成した干渉レプリカを、ステップS101にて読み出した信号(第 p 回目のパケットの信号)から減算することで、干渉成分の除去を行う(S106)。次に、GI除去部213が、この干渉レプリカが減算された信号から、ガード区間GIを除去する(S107)。次に、FFT部214が、ガード区間GIが除去された信号に対して高速フーリエ変換を行うことで時間一周波数変換し、周波数領域の信号を得る(S108)。次に、伝搬路歪補償部215は、該周波数領域の信号に対して、伝搬路推定値に基づきMMSE (Minimum Mean Square Error) 重みを乗算する(S109)。

[0093] 次に、逆拡散部216は、該乗算結果に対して所望のコードチャネルの拡散符合を乗算する逆拡散処理を行い、さらに復調部217は、この逆拡散処理結果について、データ変調を復調する復調処理を行う(S110)。次に、デインターリーブ部218は、この復調処理結果について、パケット送信装置100のインターリーブ部122の逆操作にあたるビット位置の並び替えであるデインターリーブを行う(S111)。次に、デパンクチャ部219は、このデインターリーブ結果に対してデパンクチャ処理を行った(S112)後、このデパンクチャ処理結果の信号を出力して処理を終了する。

[0094] 図13は、パケット送信装置100およびパケット受信装置200を有するハイブリッド自動再送HARQを適用した通信システムの動作例を示すシーケンス図である。まず、パケット送信装置100は、情報データA1の符号化データを含むパケットが配置された第1のフレームを送信し、パケット受信装置200への第1回目送信(初送パケット送信)を行う(Sa1)。この第1回目送信パケットは、情報データA1の符号化データをある所定のパンクチャパターンでパンクチャ処理したデータを含むパケットである。この

第1回目の送信パケットをパケット受信装置200は受信すると、この第1回目受信パケットを用いて、干渉除去処理、復調、復号などの信号処理を行い、データの誤り検出を行う。誤りが有るときは、パケット受信装置200は、NACK信号をパケット送信装置100に送信する(Sa2)。

[0095] パケット送信装置100は、NACK信号を受信すると、再度情報データA1の符号化データを含むパケットが配置された第2のフレームを送信し、パケット受信装置200への再送信(第2回目のパケット送信)を行う(Sa3)。本通信システムにおいてチェース合成CCに基づくハイブリッド自動再送HARQを適用している場合、ステップSa3の第2回目の送信パケットは、情報データA1に対して第1回目の送信パケットと同様のパターンにより、パンクチャ処理されたパケットである。例えば、第1回目の送信パケットが図5の符号化率 $R=3/4$ のパターン1によりパンクチャ処理が施されている場合、第2回目の送信パケットも符号化率 $R=3/4$ のパターン1でパンクチャ処理が施される。

[0096] 本通信システムにおいて増加冗長IR(Incremental Redundancy)に基づくハイブリッド自動再送HARQを適用している場合、第2回目の送信パケットは、情報データA1の符号化データに対して第1回目の送信パケットと異なるパターンにより、パンクチャ処理が施される。例えば、第1回目の送信パケットが図5の符号化率 $R=3/4$ のパターン1によりパンクチャ処理が施されている場合、第2回目の送信パケットは、例えば符号化率 $R=3/4$ のパターン2でパンクチャ処理を施す。

[0097] シーケンスSa3で送信された第2回目の送信パケットを受信すると、パケット受信装置200は、第1回目および第2回目の両パケットに対する干渉除去処理を含む信号検出と、合成、復号などの信号処理とを繰り返す繰り返し処理を行い、復号したデータの誤り検出を行う。ここでは、この誤り検出において誤りを検出したとすると、パケット受信装置200は、NACK信号を送信する(Sa4)。

[0098] データ誤りが検出されなくなるまで(ACK信号を受信するまで)、あるいはハイブリッド自動再送HARQを適用した通信システムにおいて決められた所定の再送回数が終了するまで、パケット送信装置100とパケット受信装置200との間でパケット再送が行われ(Sa5~Sa7)、情報データA1を含むパケット信号に対するACK信号をパケ

ット受信装置200が送信し(Sa8)、このACK信号を受信すると、パケット送信装置100は、情報データA1の符号化データを含むパケット送信は終了する。そして、パケット送信装置100は、情報データA1とは異なる情報データの符号化データを含むパケットの第1回目の送信を行う。(Sa9)

[0099] 上述までの実施形態では、フレームを構成する各パケットの再送回数が同じ場合で説明したが、初送パケットと再送パケットが混在していてもよい。フレーム内に初送パケットと再送パケットが混在している場合の一例として、図14に、フレーム毎に3つのパケットがコード多重されて送信される場合を示す。フレームを送信する際、それぞれのパケットに固有の番号と再送回数の情報を再送制御信号により送信する。

[0100] パケット送信装置100は、第1のフレーム内に初送パケットであるパケット1～3を配置してパケット受信装置200に送信する(Sb1)。この第1のフレームを受信すると、パケット受信装置200の受信信号毎信号処理部207-1は、第1のフレームの各パケットに対して、干渉レプリカの受信信号からの除去を利用した信号検出処理、復号部205での復号処理の一連の繰り返し干渉除去処理を行う(全パケットが初送パケットなので合成は行わない)。その干渉除去処理を所定回数繰り返した後、パケット1は誤りが検出されず、パケット2および3は誤りが検出されたとする。パケット受信装置200は、パケット1に対してはACK信号、パケット2および3に対しては再送要求を行うためのNACK信号を送信装置100に対して送信する(Sb2)。その際、パケット1、2および3の初送パケット信号を受信信号毎信号処理部207-1の受信信号記憶部211は記憶する。

[0101] パケット送信装置100は、パケット受信装置200からの応答信号(ACK信号およびNACK信号)に基づいて、パケット2およびパケット3の再送パケット(第2回目の送信パケット)と新たにパケット4の初送パケットとをコード多重して、第2のフレームを生成し、受信装置200に送信する(Sb3)。

[0102] シーケンスSb3にてパケット送信装置100が送信した第2のフレームをパケット受信装置200は受信すると、受信した第2のフレームのパケット2～4について、受信信号毎信号処理部207-2が、干渉レプリカの受信信号からの除去を利用した信号検出処理を行う。また同時に、受信信号毎信号処理部207-1は、第1のフレームで受信

したパケット1～3に対しても、再度干渉レプリカの受信信号からの除去を利用した信号検出処理を行う。なお、第1のフレームのパケット1は、すでに正しく受信できているので、信号検出処理を行わず、パケット2、3に対する干渉レプリカの生成には、硬判定結果から生成したパケット1の信号レプリカを用いてもよい。

[0103] 合成部204は、パケット2に対しては、受信信号毎信号処理部207-1から出力される第1のフレームのパケット2のデータ系列と、受信信号毎信号処理部207-2から出力される第2のフレームのパケット2のデータ系列を合成し、復号部205に出力する。同様に、合成部204は、パケット3に対しても、受信信号毎信号処理部207-1から出力される第1のフレームのパケット3のデータ系列と、受信信号毎信号処理部207-2から出力される第2のフレームのパケット3のデータ系列を合成し、復号部205に出力する。合成部204は、パケット4に対しては、受信信号毎信号処理部207-2から出力される第2のフレームのパケット4のデータ系列を、他のパケットとの合成は行わずに復号部205に出力する。

[0104] 復号部205は、合成部204から出力されるパケット2～パケット4各々のデータ系列の復号処理を行う。その復号結果のうち、パケット2およびパケット3のデータ系列に対する符号化ビットLLRは、受信信号毎信号処理部207-1および受信信号毎信号処理部207-2に出力され、パケット4のデータ系列に対する符号化ビットLLRは受信信号毎信号処理部207-2に出力される。受信信号毎信号処理部207-1および受信信号毎信号処理部207-2各々は、復号部205からのパケット2～4のデータ系列に対する符号化ビットLLRを用いて、再度干渉レプリカの受信信号からの除去を利用した信号検出処理を行う。この干渉レプリカの受信信号からの除去を利用した信号検出処理、合成処理、復号処理の一連の繰り返し干渉除去処理を所定回数繰り返す。

このような第2フレーム受信時の信号処理の結果、パケット2～4の全てについて、誤り検出部242が誤りを検出しなかったとする。パケット受信装置200は、パケット2～4に対して各々、応答信号としてACK信号を送信装置100に向けて送信する(Sb4)。

[0105] 以上のように、自動再送 (ARQ) とターボ符号化などの誤り訂正符号化とを組合せ

たハイブリッド自動再送HARQを用いたパケット通信を行う通信システムにおいて、繰り返し干渉除去を行う干渉除去部212を具備したパケット受信装置200でパケットを受信する場合、受信した再送パケットに対する干渉除去処理と、この受信した再送パケットよりも前に受信したパケットに対する再度干渉除去処理と、これらの干渉除去処理にて検出した信号の合成処理および復号処理とを繰り返し行う。これにより、受信した再送パケットよりも前に受信したパケットに対する再度の繰り返し干渉除去処理において、新しく受信したパケットも含めて合成した信号に基づき干渉レプリカを生成するので、以前の繰り返し干渉除去処理よりも精度のよい干渉レプリカを用いることができ、初送パケットおよび再送パケットに対するデータ復号精度を向上することができる。その結果、干渉除去処理(信号検出)と合成と復号との繰り返し回数の低減、およびハイブリッド自動再送HARQの再送回数の低減が可能となる。

[0106] なお、本実施形態では、パケット受信装置200の干渉除去部212を用いた干渉キャンセラとして、並列型干渉キャンセラ(PIC:Parallel Interference Canceller)を用いているが、逐次型干渉キャンセラ(SIC:Successive Interference Canceller)を用いるようにしてもよい。

また、本実施形態は、再送パケット受信時において、その再送パケット以前に受信したパケット信号データに対しても信号検出処理を行う通信装置として、干渉キャンセラを具備したパケット受信装置200を用いて説明したが、復号処理結果を用いた等化処理による信号検出と、該等化器の処理結果の復号処理とを繰り返すターボ等化器などのターボ概念を用いた繰り返し処理を行う通信装置であってもよい。

[0107] また、本実施形態では、受信信号毎信号処理部207-1~207-Pは、再送パケット受信時において、その再送パケット以前に受信したパケット全てに対して再度繰り返し干渉除去処理を行う場合で説明したが、前記再送パケット以前に受信したパケットのうち一部に対してのみ繰り返し干渉除去処理を行うようにしてもよい。

[0108] また、合成部204は、受信した全ての初送パケットおよび再送パケットについての信号を合成するとして説明したが、例えば、受信電力の大きい方から所定の数またはそれ以下など、受信したパケットのうちの一部のパケットの信号のみを合成するようにしてもよい。また、合成部204が、一部のパケットの信号のみを合成する場合に、合

成する信号には、常に初送パケットの信号を含むようにしてもよい。特にハイブリッド自動再送に増大冗長IRを用いているときは、合成する信号に初送パケットの信号を常に含むようにすることで、システムティックビットの信号が合成する信号に含まれなくなることはないので、特定のビットの合成結果の精度が著しく低下するのを抑えることができる。

[0109] また、上述の実施形態では、パケットの伝送方式として、MC-CDMを適用した場合で説明したが、繰り返し処理を用いた信号検出を有する受信処理部を具備していれば、OFDM、OFDMA、IDMA (Interleave Division Multiple Access; インターリーブ分割多元接続) などのマルチキャリア伝送方式、あるいはシングルキャリア伝送方式においても適用可能である。

[0110] さらに、MIMO (Multi Input Multi Output: マルチ入力マルチ出力) 伝送におけるストリーム分離として、V-BLAST、逐次型干渉キャンセラSICなどの繰り返し処理を用いてストリーム分離を行うパケット受信装置において、ハイブリッド自動再送HARQの再送パケットを受信した場合、受信した再送パケットに対する繰り返しストリーム分離処理と、前記受信した再送パケットよりも前に受信したパケットに対しても再度繰り返しストリーム分離処理を行った後、受信パケットの合成、および復号処理を行うようにしてもよい。なお、V-BLAST、逐次型干渉キャンセラSICを用いたMIMOへの適用については、第3の実施形態にて詳述する。

[0111] [第2の実施形態]

第2の実施形態では、ハイブリッド自動再送HARQを適用したパケット通信を行う通信システムにおいて、繰り返し処理用いた干渉キャンセラを具備した通信装置によりパケットを受信する場合、再送パケット信号受信時に、前記再送パケット以前に受信したパケット信号データに対しても干渉除去処理を行う干渉除去部を具備した第2の実施形態の通信装置を説明する。具体的には、本実施形態のパケット受信装置(第2の通信装置)200aは、再送パケット毎に干渉成分除去処理を行った信号を、復調処理を行う前に合成する構成を有し、特に、チェース合成CCを用いたハイブリッド自動再送HARQに適用される。

[0112] 本実施形態におけるパケット送信装置100は、第1の実施形態の送信装置100と

同様の構成であるので、説明を省略する。図15は、本実施形態におけるパケット受信装置200aの構成を示す概略ブロック図である。図15のパケット受信装置200aは、受信部202、GI除去部213a、FFT部214、受信信号毎信号検出部207a-1~207a-P、合成部204a、逆拡散部216a、復調部217、デインターリーブ部218、デパンクチャ部219、復号部205a、受信パケット管理部206a、応答信号生成部220を具備する。同図において、図7の各部に対応する部分(201、202、214、217~220)には同一の符号を付け、その説明を省略する。なお、信号検出部203aは、受信信号毎信号検出部207a-1~207a-Pから構成される。

[0113] GI除去部213aは、図7におけるGI除去部213とは入力される信号が受信部202からの出力信号である点が異なり、この受信部202からの出力信号うち、遅延波による歪を回避するために送信装置100で付加されたガード区間GIを除去する。受信パケット管理部206aは、FFT部214が変換した周波数領域信号に含まれる再送制御信号から再送回数、データ変調、コード多重数などの送信パラメータに関するデータを取得し、受信信号毎信号検出部207a-1~207a-Pに通知する。受信信号毎信号検出部207a-1~207a-Pは、再送要求したことにより受信したパケット信号毎(再送要求する信号の最初に受信した信号(初送の受信信号)も含む)にFFT部214からの出力信号に対して、受信パケット管理部206aからの制御情報に基づき、干渉成分の除去、および伝搬路補償を行う。Pは、再送要求したことにより受信したパケット数と前記再送要求した信号の最初の受信パケット信号(初送パケットの信号)の合計の最大数である。本パケット受信装置200aにおいて、第p回目に受信した信号に対するFFT部214からの出力信号 r_p は、受信信号毎信号検出部207a-pで干渉成分の除去を行う。

[0114] ハイブリッド自動再送HARQにおいて、受信部202が第p回目のパケット信号(p-1回目の再送パケットの信号)を受信した場合、受信信号毎信号検出部207a-pが第p回目のパケット信号に対して干渉除去処理を行うと共に、既受信している第u回目($1 \leq u \leq p-1$)の受信パケット信号に対しても受信信号毎信号検出部207a-uが干渉除去処理を行う。

例えば、受信部202が第p回目のパケット信号を受信し、受信信号毎信号検出部2

07a-pが第p回目のパケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行う場合、同時に再度、既受信している第u回目 ($1 \leq u \leq p-1$) の受信パケット信号に対しても受信信号毎信号検出部207a-uが第i'回目 ($1 \leq i' \leq i$) 回目の干渉除去処理を行う。以降では、 $i' = i$ の場合で説明する。

[0115] 受信信号毎信号検出部207a-1~207a-Pは各々、伝搬路推定部210a、干渉除去部212a、伝搬路補償部215a、受信信号毎記憶部211aを具備している。これらの受信信号毎信号検出部207a-1~207a-Pの各部を構成する部分は、受信パケット管理部206aからの制御情報に基づいて動作する。伝搬路推定部210aは、FFT部214からの出力信号に含まれるパイロット信号から受信信号が通ってきた伝搬路(インパルス応答、伝達関数など)を推定する。なお、制御チャネル、プリアンブルなどを用いた伝搬路推定であってもよい。干渉除去部212aは、伝搬路推定部210aの出力である伝搬路推定値、復号部205aからの出力信号を用いて干渉成分のレプリカを生成し、この生成した干渉レプリカをFFT部214の出力信号から除去する。

[0116] 伝搬路補償部215aは、伝搬路推定部210aの出力である伝搬路推定値を用いてZF (Zero Forcing)、MMSE (Minimum Mean Square Error) などにより伝搬路歪を補正する重み係数を算出し、この重み係数を干渉除去部212aからの出力信号に乗算する。受信信号記憶部211aは、属する受信信号毎信号検出部にFFT部214から入力された周波数領域信号を記憶し、属さない受信信号毎受信処理部にFFT部214からの入力がある場合は、記憶している周波数領域信号を干渉除去部212aに出力する。干渉除去部212aは、第1の実施形態における図7の干渉除去部212と同様に、図16に示すようにレプリカ生成部251a、減算部252aにより構成されるが、入力される信号がFFT部214または受信信号記憶部211aからの周波数領域信号である点が異なる。

[0117] 減算部252aは、FFT部214からの周波数領域の信号からレプリカ生成部251aで生成したレプリカ信号を減算する。第p回目のパケットを受信した場合、受信信号毎信号検出部207a-pの減算部252aは、第i回目の干渉除去処理のときは、n番目のコードチャネルに関する出力信号 $R''_{n,p,i}(k)$ を式(10)に示すようにして算出する。ここで $R_p(k)$ は第p回目の受信パケットのデータ、 $R'_{p,i-1}(k)$ はレプリカ生成部251aか

ら出力される*i*−1回目の繰り返し時の復号結果に基づく干渉レプリカ信号を示す。また、*k*, *i*は各々、サブキャリアインデックス(第何番目のサブキャリアかを表す番号)、干渉キャンセラの繰り返し回数である。

[0118] [数9]

$$R''_{n,p,i}(k) = R_p(k) - R'_{n,p,i-1}(k) \tag{10}$$

[0119] レプリカ生成部251aは、復号部205aからの符号化ビットの対数尤度比LLRと伝搬路推定部210aからの伝搬路推定値を用いて干渉成分のレプリカを生成する。図16は、一例として、コード間干渉MCIの干渉レプリカを生成する場合のレプリカ生成部251aの構成を示している。レプリカ生成部251aは、コードチャンネル毎レプリカ生成部257−1〜257−N_{code}、コード多重部253a、干渉レプリカ生成部256aを具備している。N_{code}は、受信信号の符号多重数である。コードチャンネル毎レプリカ生成部257−1〜257−N_{code}は各々、繰り返し数*i*回目の復号結果に基づく、式(11)で示すコードチャンネル毎の信号レプリカを生成する。

[0120] [数10]

$$S''_{p,n,i}(k) = c_{n,k \bmod SF} d'_{p,n,i} \left(\left\lfloor \frac{k}{SF} \right\rfloor \right) \tag{11}$$

[0121] 式(11)において、S''_{p,n,i}(*k*)は、第*p*回目のパケットを受信時に、コードチャンネル毎レプリカ生成部257−*n*が第*i*回目の繰り返し時の復号結果に基づき算出するレプリカを示す。d'_{p,n,i}は、シンボルレプリカ生成部263からの出力信号である。また、コードチャンネル毎レプリカ生成部257−1〜257−N_{code}は各々、パンクチャ部261、インターリーブ部262、シンボルレプリカ生成部263、拡散部264を具備している。パンクチャ部261、インターリーブ部262、シンボルレプリカ生成部263、拡散部264は、第1の実施形態の図10にて示す各部と同様である。

[0122] コード多重部253aは、コードチャンネル毎レプリカ生成部257−1〜257−N_{code}が生成したコードチャンネル毎の信号レプリカであって、いずれか一つのコードチャンネルを除いた信号レプリカを、コード多重する。すなわち、コード多重部253aは、1番目のコードチャンネルを除いた信号レプリカ、2番目のコードチャンネルを除いた信号レプリカ・・・N_{code}番目のコードチャンネルを除いた信号レプリカというようにコード多重した信

号レプリカを、符号多重数である N_{code} だけ生成する。干渉レプリカ生成部256aは、これらのコード多重された信号レプリカ各々に伝搬路推定値を乗算することにより、各々のコードチャネルに対するコード間干渉MCIレプリカを生成する。干渉レプリカ生成部256aすなわちレプリカ生成部251aは、第p回目のパケットを受信時に、第i回目の繰り返しの復号結果に基づく第nコードチャネルに対する第k番目サブキャリアのコード間干渉MCIレプリカ信号 $R'_{n,p,i}(k)$ を式(12)に示すようにして算出する。ただし、 $H'(k)$ は第k番目サブキャリアの伝搬路推定値の伝達関数である。

[0123] [数11]

$$R'_{n,p,i}(k) = H'(k) \sum_{u=0, u \neq n}^{N_{code}-1} S''_{u,p,i}(k) \quad \text{式(12)}$$

[0124] 図15に戻って、合成部204aは、受信信号毎信号検出部207a-1~207a-P各々からの出力データ系列を合成する。すなわち、受信部202が第p回目のパケット信号を受信したときは、合成部204aは、第1回目~第p回目のパケットの信号から干渉成分が除去され、伝搬路補償された信号であって、復調処理前の信号を合成する。FFT部214からの出力信号 $R_p(k)$ に対する受信信号毎信号検出部207a-p(詳細には、受信信号毎信号検出部207a-pの伝搬路補償部215a)からのn番目のコードチャネルに関する出力 $G_{p,n}(k)$ (ただし、kはサブキャリアのインデックス)とすると、第p回目のパケット信号を受信した場合の合成部204aのn番目のコードチャネルに関する出力信号 $\lambda_{p,n}$ は式(13)となる。

[0125] [数12]

$$\lambda_{p,n} = \sum_{u=1}^p G_{u,n}(k) = \sum_{u=1}^p H'(k) R''_{u,n,i}(k) \quad \text{式(13)}$$

[0126] また、この合成部204aは、受信信号毎信号検出部207a-1~受信信号毎信号検出部207a-pが繰り返し干渉除去処理を行い、干渉除去した信号が出力する毎に合成処理を行う。

なお、上記の干渉レプリカ生成部256aは、一例としてコード間干渉MCIを除去する場合の構成を示したが、キャリア間干渉ICI、シンボル間干渉ISIなど干渉レプリカを生成することで、各々の干渉成分を除去することが可能である。逆拡散部216aは

、合成部204aからの出力信号に該当するコードチャネルの拡散符号を乗算して逆拡散を行う。復調部217、デインターリーブ部218、デパンクチャ部219は、第1の実施形態の図7に示す復調部217、デインターリーブ部218、デパンクチャ部219と同様の動作を行う。復号部205aは、デパンクチャ部219の出力信号に対して、第1の実施形態の図7に示す復号部205と同様の動作を行う。

[0127] なお、本実施形態では、受信信号がコード多重された信号であるので、コード多重されている受信信号の各コードチャネルに対して受信信号毎信号検出部207a-1~207a-P、合成部204a、逆拡散部216a、復調部217、デインターリーブ部218、デパンクチャ部219、復号部205aは、処理を行う。なお、これら逆拡散部216a、復調部217、デインターリーブ部218、デパンクチャ部219は、受信パケット管理部206aからの制御情報に、拡散符号、変調方式、インターリーブパターン、デパンクチャパターンなど、各部の動作に関する送信パラメータが含まれている場合は、制御情報に基づいて動作する。

[0128] 以上のように、ハイブリッド自動再送HARQを適用した通信システムにおいて、パケット受信装置200aが、初送パケットと信号と再送パケットの信号とについて、復調前の信号を合成する構成を有する場合においても、再送パケット信号受信時に、この再送パケット以前に受信したパケット信号データに対しても繰り返し干渉除去処理を行うことで、精度のよい干渉レプリカを用いて干渉除去処理をすることができるため、各パケットに対するデータ復号精度を向上することができる。その結果、干渉除去処理の繰り返し回数の低減、およびハイブリッド自動再送HARQの再送回数の低減が可能となる。

[0129] [第3の実施形態]

第3の実施形態の通信システムでは、送信されたパケットは、MIMO (Multi Input Multi Output: マルチ入力マルチ出力)を用いて空間多重される。本実施形態における通信システムは、パケット送信装置(第1の通信装置)500とパケット受信装置(第2の通信装置)600とで構成され、パケット受信装置600は、繰り返し逐次型干渉キャンセラ(SIC)によって他ストリームの信号を除去し、再送パケット信号受信時には、この再送パケット以前に受信したパケット信号データに対しても他ストリームの信号の除

去を、繰り返し逐次型干渉キャンセラによって行う。ここで、ストリームとは、各送信アンテナから送信される信号列を表す、すなわち、同じ送信アンテナから送信される信号は、同じストリームの信号であり、異なる送信アンテナから送信される信号は、異なるストリームの信号である。また、本実施形態では、パケットの伝送方式として、OFDM方式(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重)を適用した場合を説明する。

[0130] なお、干渉とは多重された他の信号を意味する。すなわち、例えば、信号 P_1 と信号 P_2 が空間多重された場合、信号 P_1 にとっては信号 P_2 が干渉であり、信号 P_2 にとっては信号 P_1 が干渉である。干渉キャンセル処理とは、干渉信号を再生した信号(レプリカ)を受信信号から除去する処理であり、例えば信号 P_2 を検出する際には、受信信号から信号 P_1 のレプリカを除去した信号を用いる。

[0131] 図17は、本実施形態によるパケット送信装置500の構成を示す概略ブロック図である。例えば、パケット送信装置500は、無線通信システムによる下りリンクでの基地局装置、上りリンクでの移動局装置に具備される。また、中継局装置—移動局装置間の下りリンクでの中継局装置に具備される。パケット送信装置500は、ストリーム信号生成部501-1…501-N(ただし、Nはストリーム数)、アンテナ部502-1~502-N、再送制御信号生成部503、復元部504を有する。パケット送信装置500は、これらN本のアンテナ部502-1~502-Nから、各々異なる情報データから生成したN個のストリーム信号を同時に送信する。また、パケット送信装置500は、パケット受信装置600からの応答信号を含む信号を復元する。

[0132] 復元部504は、アンテナ部502-1を介して受信したパケット受信装置600からの信号を復元処理可能な周波数帯への変換、通過帯域を制限するフィルタリング処理、アナログ信号からデジタル信号への変換(A/D変換)を行う。さらに復元部504は、このA/D変換結果のデジタル信号に対してデータ復調、誤り訂正復号などの受信信号復元処理を行って、パケット受信装置600からの信号に含まれる応答信号を取り出し、パケット受信の成否情報を符号化部511、および再送制御信号生成部503に通知する。なお復元部504は、パケット受信装置600が送信する信号の伝送方式に基づいて受信信号処理復元可能な機能を有する。ここでは、復元部504は、ア

ンテナ部502-1に接続され、該アンテナ部502-1を介して受信するように記載したが、どのアンテナ部を介して受信するようにしてもよい。

- [0133] ストリーム信号生成部501は、外部(例えば、不図示のMAC部(Media Access Control layer))から入力された情報データからストリーム毎の送信データ信号を生成する。ストリーム信号生成部501は、符号化部511、インターリーブ部512、変調部513、IFFT部514、パイロット信号生成部518、多重部515、GI挿入部516、送信部517を具備する。符号化部511は、パケット受信装置600において誤り検出および誤り訂正ができるように、外部から入力された情報データのビット系列に冗長ビットを付加する。また、符号化部511は、第1および第2の実施形態と同様に、図2あるいは図6に示す誤り検出符号化部125、誤り訂正符号化部126、136、パングチャ部127、137、送信データ記憶部128、138を具備する。
- [0134] 符号化部511は、各ストリーム信号生成部501-1~501-Nが出力するストリーム毎データ信号(パケット)に対するパケット受信装置600からの応答信号に従い、初送パケットのデータまたは再送パケットのデータの符号化ビットを出力する。なお、本実施形態では、ストリーム毎にパケットを生成し、パケット毎(ストリーム毎)に誤り訂正符号化を行う。符号化部511が行うパングチャ処理のパングチャパターンには、第1および第2の実施形態と同様に、例えば、図5に示したパングチャパターンがある。
- [0135] インターリーブ部512は、符号化部511の出力データ系列のビット配置を並び替える。変調部513はインターリーブ部512からの出力データに対してQPSK、16QAMなどのデータ変調を行い、変調シンボルを生成する。なお、ストリーム毎にデータ変調の方式は異なってもよい。IFFT部514は、変調部513からの変調シンボルを逆高速フーリエ変換IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)などにより周波数-時間変換を行い、時間領域信号を生成する。多重部515は、IFFT部514からの出力信号とパイロットシンボル生成部518から出力されるパイロット信号と再送制御信号生成部503からの出力される再送制御信号とを多重する。パイロット信号生成部518は、各ストリーム信号の伝搬路推定に用いるパイロット信号を生成する。好ましくは、ストリーム毎に直交したパイロット信号を生成する。
- [0136] 再送制御信号生成部503は、復元部504からの成否情報に従い、各ストリーム信

号の再送回数をパケット受信装置600に通知するための信号(再送制御信号)を生成する。図17では再送制御信号はストリーム信号生成部501-1におけるストリームに多重される構成となっているが、これに限るものではない。いずれのストリーム(複数も可能)に多重されてもよい。なお再送制御信号には、変調部513が用いたデータ変調方式、符号化部511の符号化率などの送信パラメータの通知を含んでもよい。

[0137] GI挿入部516は、多重部514の出力信号に対して、ガード区間GI(Guard Interval)を挿入する。送信部517は、GI挿入部516からの出力信号のアナログ信号へ変換(D/A変換)、帯域制限を行うフィルタリング処理、さらに送信可能な周波数帯域への変換を行う。各ストリーム信号生成部501-1~501-Nにおいても同様の処理が行なわれ、各々のストリーム信号生成部501-1~501-Nからの出力信号を異なるアンテナ部502-1~502-Nから送信することで、パケット送信装置500が送信した初送パケットあるいは再送パケットは空間多重される。なお、アンテナ部501-1~501-N各々から出力される信号を、ストリーム1~ストリームNと呼ぶ。なお、本実施形態では、同じストリームは同じアンテナから送信する場合で説明したが、再送回数毎に異なるアンテナから送信してもよい。以下、パケット送信装置500において、同じストリームが同じアンテナから再送された場合で説明する。

[0138] 図18は、本実施形態におけるパケット受信装置600の構成を示す概略ブロック図である。図18のパケット受信装置600は、アンテナ部601-1~601-M(Mは受信アンテナ数)、アンテナ毎信号処理部602-1~602-M、受信パケット管理部603、受信信号処理部604、応答信号生成部605を具備する。アンテナ毎受信処理部602-1~602-Mは、それぞれに対応するアンテナ部601-1~601-Mを介して受信した信号の受信処理を行なう。アンテナ毎受信処理部602-1~602-M各々は、受信部610、GI除去部611、FFT部612、伝搬路推定部613を具備する。ここでは、アンテナ毎受信処理部602-1~602-Mを代表して、アンテナ毎受信処理部602-1を説明する。

[0139] 受信部610は、アンテナ部601-1を介して受信したパケット送信装置500からの信号を、信号検出処理などの信号処理可能な周波数帯への変換および帯域制限するフィルタリング処理、アナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換を行う。伝

搬路推定部613は、受信部610が出力するデジタルの受信信号に含まれるパイロット信号を用いて、パケット送信装置500の各アンテナ部501-1~501-Nとパケット受信装置600のアンテナ部601-1との間の伝搬路特性を推定し、伝搬路推定値を算出する。なお、伝搬路推定部613は、制御チャネル、プリアンブル、など伝搬路を推定できる他の信号を用いて伝搬路推定値を算出するようにしてもよい。GI除去部611は、デジタルの受信信号に含まれるデータ信号からガード区間GIを除去する。FFT部612は、GI除去部611の出力信号に高速フーリエ変換FFTを行うことにより、周波数領域の信号に変換する。アンテナ毎受信処理部602-2~602-Mも、アンテナ毎受信処理部602-1と同様の処理を行う。

[0140] ここで、送信アンテナ数と受信アンテナ数がそれぞれ $N \times M$ であるMIMOシステムでは、ハイブリッド自動再送HARQにおける第 p 回目の受信パケットの第 k サブキャリアにおける信号 $\mathbf{R}_p(k)$ は、式(14)にて表せる。ただし、 $\mathbf{H}_p(k)$ は送信アンテナと受信アンテナ間のそれぞれの伝搬路特性であり、 $\mathbf{S}_p(k)$ は送信アンテナ毎の送信信号であり、 $\mathbf{N}(k)$ は受信アンテナ毎の雑音であり、 \mathbf{T} は転置行列を表す。

[0141] [数13]

$$\begin{aligned} \mathbf{R}_p(k) &= \mathbf{H}_p(k)\mathbf{S}_p(k) + \mathbf{N}(k) && \text{式(14)} \\ \mathbf{R}_p(k) &= [R_1(k) \ \cdots \ R_M(k)]^T \\ \mathbf{H}_p(k) &= \begin{pmatrix} H_{p,11}(k) & \cdots & H_{p,1N}(k) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{p,M1}(k) & \cdots & H_{p,MN}(k) \end{pmatrix} \\ \mathbf{S}_p(k) &= [S_{p,1}(k) \ \cdots \ S_{p,N}(k)]^T \\ \mathbf{N}(k) &= [N_1(k) \ \cdots \ N_M(k)]^T \end{aligned}$$

[0142] 受信パケット管理部603は、受信信号に含まれる再送制御信号からパケット送信装置500のアンテナ部501-1~501-Nから送信される各々ストリームの再送回数、データ変調などの送信パラメータに関するデータを取得し、受信信号処理部604に通知する。受信信号処理部604は、伝搬路推定部613から出力された伝搬路推定値、受信パケット管理部603から出力される各パケットの送信パラメータに関するデータ、各アンテナ毎受信処理部602-1~602-Mから出力されるデータ信号を用

い、パケット送信装置500のアンテナ部501-1~501-Nから送信された情報データのビット系列を検出し、情報データのビット系列と誤り検出結果とを出力する。受信信号処理部604の動作の詳細については後述する。

[0143] 応答信号生成部605は、受信信号処理部604から出力される誤り検出結果に基づいて応答信号を生成し、この応答信号を、アンテナ部601-1を介して送信することで、送信元のパケット送信装置500に再送の可否を通知する。すなわち、応答信号生成部605は、誤り検出結果が誤り有りのときは、再送要を表すNACK信号を、誤り検出結果が誤り無しの場合は、再送不要を表すACK信号を生成する。なお、応答信号生成部605は、生成した応答信号を、アンテナ部601-1を介して送信するとして説明したが、どのアンテナから送信するようにしてもよい。

[0144] 図19は、受信信号処理部604として、繰り返しSIC (Successive Interference Canceller: 逐次型干渉キャンセル)を用いてMIMOのストリーム分離を行う構成を示す概略ブロック図である。受信信号処理部604は、受信信号毎信号検出部1601-1-1~1601-N-Pからなる信号検出部1601、合成部1609-1~1609-N、復号部1610-1~1610-Nを具備する。ここで、Nはストリーム数、Pは、再送要求により再送パケットが再送される最大回数と再送要求した信号の最初の受信パケット信号(初送パケットの信号)すなわち1回との合計数である。

[0145] アンテナ毎信号処理部602-1~602-M各々のFFT612より、ハイブリッド自動再送HARQにおける第p回目の受信パケットに対する信号が出力された場合、受信信号毎信号検出部1601-1-p~1601-N-pは、第p回目の受信パケットに対して干渉除去処理を行う。この処理と同時に、既受信している第u回目 ($1 \leq u \leq p-1$) の受信パケット信号に対しても、受信信号毎信号検出部1601-1-u~1601-N-uが干渉除去処理を行う。

例えば、FFT612が第p回目の受信パケットに対する信号を出力し、受信信号毎信号検出部1601-1-p~1601-N-pが第p回目の受信パケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行う場合、同時に、既受信している第u回目 ($1 \leq u \leq p-1$) の受信パケット信号に対しても受信信号毎信号検出部1601-1-u~1601-N-uが第i' ($1 \leq i' \leq i$) 回目の干渉除去処理を行う。

- [0146] 合成部1609-Nは、受信信号毎信号検出部1601-N-1~1601-N-Pから出力される同じストリームの信号毎にハイブリッド自動再送HARQにおける再送パケットの信号を合成する。すなわち、合成部1609-Nは、第Nストリームの第p回目のパケットを受信した場合、受信信号毎信号検出部1601-N-1~1601-N-pからの出力データを合成する。
- [0147] 詳細には、FFT612が第p回目の受信パケットに対する信号を出力し、受信信号毎信号検出部1601-1-p~1601-N-pが第p回目のパケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行ったデータを出力した場合、前記第p回目のパケット信号に対して第i回目の干渉除去処理を行ったデータ出力と、受信部202が第p回目のパケット信号を受信時に受信信号毎信号検出部1601-1-u~1601-N-uが再度、既受信している第u回目 ($1 \leq u \leq p-1$) の受信パケット信号に対して第 i' ($1 \leq i' \leq i$) 回目の干渉除去処理を行ったデータ出力とを合成する。前記繰り返し回数 i' は、 $i' > 1$ の固定値としてもよい。この合成は、 $i' = i$ の場合、第1の実施形態の式(2)に示す演算にて行われる。以降では、 $i' = i$ の場合で説明する。
- [0148] 復号部1610-1~1610-Nは、それぞれ合成部1609-1~1609-Nから出力される信号に対して復号処理を行い、情報データの符号化ビットの対数尤度比LLRと誤り検出結果を算出する。復号部1610-1~1610-N各々は、図8に示す第1の実施形態の復号部205と同様の構成である。受信信号毎信号処理部1601-N-1~1601-N-P各々は、干渉除去部1611、MIMO分離部1605、復調部1606、デインターリーブ部1607、デパンクチャ部1608、受信信号記憶部1612を具備する。
- [0149] 受信信号毎信号検出部1601-N-1~1601-N-Pにおいて、アンテナ部501-1~501-Nから送信された各々ストリーム信号を検出していく順は、例えば、各々のストリームのパイロット信号の受信電力、あるいはSINR(信号対雑音・干渉電力比)の大きい順に行うなどがある。本実施形態では、電力の大きい順にストリーム信号の分離を行うとして説明する。なお、以下の説明において、アンテナ部501-1~501-Nから送信された各々のストリームのパイロット信号の受信電力 $P_{o_1} \sim P_{o_N}$ の大きさは、 $P_{o_1} > P_{o_1} > \dots > P_{o_N}$ であるとして説明する。

- [0150] 受信信号記憶部1612は、属する受信信号毎信号処理部1601-N-1~1601-N-PにFFT部612からの入力が有る場合、FFT部612からの入力信号を記憶し、属さない受信信号毎受信処理部1601-N-1~1601-N-PにFFT部612からの入力がある場合に、FFT部612から入力され記憶している信号を干渉除去部1611に出力する。例えば、受信信号毎信号検出部1601-N-1が具備する受信信号記憶部1612は、第Nストリームのハイブリッド自動再送HARQにおける第1回目のパケット信号(初送パケット信号)を受信部610が受信した場合、この第1回目のパケット信号のFFT部612からの出力信号を記憶する。さらに、第Nストリームの第2回目以降のパケット信号を受信部610が受信した場合、受信信号毎信号検出部1601-N-1が具備する受信信号記憶部1612は、受信信号毎信号検出部1601-N-1が具備する干渉除去部1611に、記憶している第1回目のパケット信号の受信部610からの出力信号を入力する。
- [0151] 干渉除去部1611は、減算部1603、受信レプリカ生成部1602、シンボルレプリカ生成部1604(受信レプリカ生成部1602およびシンボルレプリカ生成部1604をまとめてレプリカ生成部という)を具備する。干渉除去部1611は、FFT部612からの出力信号あるいは受信信号記憶部1612からの出力信号から、干渉信号のレプリカを除去する。詳細には、干渉除去部1611は、当該干渉除去部1611が属する受信信号毎信号処理部が信号検出するパケットの信号がFFT部612から入力された場合、このFFT部612からの信号から干渉レプリカを除去し、属さない受信信号毎信号処理部が信号検出するパケットの信号がFFT部から入力された場合、属する受信信号記憶部1612が記憶する信号から干渉レプリカを除去する。
- [0152] 例えば、ハイブリッド自動再送HARQにおける第3回目のパケットを受信した場合、受信信号毎信号処理部1601-1-1~1601-N-2に属する干渉除去部1611は、各々の受信信号記憶部1612が記憶している第1~2回目のパケットの信号から干渉レプリカを除去し、受信信号毎信号処理部1601-1-3~1601-N-3に属する干渉除去部1611はFFT部612からの出力される第3回目のパケットの信号から干渉レプリカを除去する。
- [0153] 減算部1603は、受信レプリカ生成部1602で生成した干渉レプリカをFFT部612

からの出力信号あるいは受信信号記憶部1612が記憶している信号から減算して、干渉レプリカを除去する。詳細には、属する受信信号毎信号処理部が信号検出するパケットの信号がFFT部612から入力された場合、このFFT部612からの信号から干渉レプリカを減算し、属さない受信信号毎信号処理部が信号検出するパケットの信号がFFT部612から入力された場合、属する受信信号記憶部1612が記憶する信号から干渉信号のレプリカを減算する。

[0154] 第*i*回目の繰り返し処理時における受信信号毎信号処理部1601-*n*-*p*の減算部1603の出力信号を $R''_{n,p,i}(k)$ は以下の式(15)となる。ただし、 $R_p(k)$ はHARQの第*p*回目の受信パケットの信号、 $R'_{n,p,i}(k)$ はHARQの第*p*回目の受信パケットの第*i*回目の繰り返し処理におけるストリーム*n*のシンボルレプリカ、*k*はサブキャリアインデックスを示す。上記減算部1603は、アンテナ601-1~601-*M*の受信信号全てに対して、式(15)の処理を行う。

[0155] [数14]

$$R''_{n,p,i}(k) = R_p(k) - R'_{n,p,i}(k) \quad \text{式(15)}$$

[0156] 受信レプリカ生成部1602は、他の受信信号毎信号処理部のシンボルレプリカ生成部1604で生成された変調シンボルレプリカと、伝搬路推定値を用いて干渉信号のレプリカを生成する。例えば、ストリーム*n* (*n*=1, 2, ..., *N*)の信号検出を行う場合、受信レプリカ生成部1602は、ストリーム1~ストリーム(*n*-1)およびストリーム(*n*+1)~ストリーム*N*の受信信号レプリカを生成する。詳細には、ハイブリッド自動再送HARQの第*p*回目のパケットの信号を受信した場合、繰り返し逐次型干渉キャンセラSICにおける受信信号毎信号処理部1601-*n*-1~1601-*n*-*p* (*n*はストリームインデックス、*n*=1, 2, ..., *N*)に属する受信レプリカ生成部1602は、第*i*回目の繰り返し処理時において、第*i*回目の繰り返し処理に生成したストリーム1~ストリーム(*n*-1)のシンボルレプリカと第*i*-1回目の繰り返し処理に生成したストリーム(*n*+1)~ストリーム*N*のシンボルレプリカと伝搬路推定値を用いて受信信号レプリカを生成する。第*i*回目の繰り返し処理時における受信信号毎信号処理部1601-*n*-*p*の受信レプリカ生成部1602の出力信号である $R'_{n,p,i}(k)$ は以下の式(16)となる。上記受信レプリカ生成部1602は、アンテナ601-1~601-*M*の受信信号全てに対して、式(16)

の処理を行う。

[0157] [数15]

$$R'_{n,p,i}(k) = \left(\sum_{u=1}^{n-1} H_{u,p}(k) S'_{u,p,i}(k) + \sum_{u=n+1}^N H_{u,p}(k) S'_{u,p,i-1}(k) \right) \quad \text{式 (16)}$$

[0158] ただし、 $H_{u,p}(k)$ は第p回目の受信パケットのストリームuの伝搬路推定値、 $S'_{u,p,i}(k)$ は第p回目の受信パケットのストリームuに対する第i回目の繰り返し処理において生成したシンボルレプリカを示す。

なお、 $i=1$ の場合(初回処理)、第i回目の繰り返し処理ですでに生成したストリーム1～ストリーム(n-1)のシンボルレプリカのみと伝搬路推定値から受信信号レプリカを生成する。

[0159] シンボルレプリカ生成部1604-1-1～1604-N-Pは、復号部1610-1～1610-Pが出力する符号化ビットの対数尤度比LLRを用いて各ストリームのシンボルレプリカを生成する。繰り返しSICの第i回目の信号検出処理において、受信信号毎信号処理部1601-n-1～1601-n-q($n=1, 2, \dots, N$)に属するシンボルレプリカ生成部が出力するストリーム信号は、第i回目の信号検出処理における復号部1610-nから出力される符号化ビットの対数尤度比LLRから変調シンボルのレプリカを図10に示す第1の実施形態のシンボルレプリカ生成部263と同様にして生成する。干渉除去部1611は、全ての受信アンテナからの信号に対して上述した処理を行い、干渉キャンセル処理を行う。

[0160] MIMO分離部1605は、減算部1603からの出力信号に対してストリーム分離を行う。分離方法としては、ZF(Zero Forcing)基準、MMSE(Minimum Mean Square Error)基準などの線形処理による分離、ML(Maximum Likelihood)基準のような非線形処理などがある。例えば、線形処理の場合、ZF基準、MMSE基準に基づいた重み係数を減算部1603の出力に乗算することによりMIMO分離を行う。例えば、受信信号毎信号処理部1601-n-pに属するMIMO分離部1605のZF基準、MMSE基準に基づいた重み係数 $W_{ZF,n,p}(k)$ 、 $W_{MMSE,n,p}(k)$ は、それぞれ以下の式(17)、式(18)で表せる。ただし、 H^H は行列の複素共役転置、 $^{-1}$ は逆行列、 σ^2 は雑音電力、 I_N は $N \times N$ の単位行列を表す。また、繰り返しSICにおける初回処理($i=$

1)の場合の $H_{p,n}(k)$ は、式(19)であり、繰り返しSICにおける繰り返し処理($i > 1$)の場合の $H_{p,n}(k)$ は、式(20)である。

[0161] [数16]

$$W_{ZF,n,p,l}(k) = H_{p,n}^H(k) \left(H_{p,n}(k) H_{p,n}^H(k) \right)^{-1} \text{ or } \left(H_{p,n}^H(k) H_{p,n}(k) \right)^{-1} H_{p,n}^H(k) \tag{式(17)}$$

$$W_{MMSE,n,p,l}(k) = H_{p,n}^H(k) \left(H_{p,n}(k) H_{p,n}^H(k) + \sigma^2 I_M \right)^{-1} \text{ or } \left(H_{p,n}^H(k) H_{p,n}(k) + \sigma^2 I_N \right)^{-1} H_{p,n}^H(k) \tag{式(18)}$$

$$H_{p,n}(k) = \begin{pmatrix} H_{p,1n}(k) & \cdots & H_{p,1N}(k) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{p,Mn}(k) & \cdots & H_{p,MN}(k) \end{pmatrix} \tag{式(19)}$$

$$H_{p,n}(k) = \begin{pmatrix} H_{p,1n}(k) \\ \vdots \\ H_{p,Mn}(k) \end{pmatrix} \tag{式(20)}$$

[0162] また、受信信号シンボルレプリカは軟判定結果(符号化ビットLLR)から生成したレプリカであるから、従来からMIMO分離で行われているように、式(17)、式(18)の σ^2 を雑音電力と誤差(例えば、受信信号と受信信号シンボルレプリカとの誤差)とからなる値としてもよい。同様に、式(19)、式(20)を受信信号と受信信号シンボルレプリカとの誤差を考慮したものとしてもよい。例えば、 $H_{p,n}(k)$ を、繰り返し処理において常に $N \times M$ の行列とし、該行列の n 列目の成分の要素には、伝搬路推定値 $H_{p,1n}(k) \sim H_{p,Mn}(k)$ を割り当て、前記成分以外の要素には、受信信号と受信信号シンボルレプリカとの誤差成分を割り当てる。

[0163] 復調部1606は、図7に示す第1の実施形態の復調部217と同様に、MIMO分離部1605からの出力信号に対してQPSK、16QAMなどの復調処理を行い、符号化ビットの対数尤度比LLRなどの軟判定結果を算出する。デインターリーブ部1607は、送信元のパケット送信装置500が施したインターリーブの逆操作となるように、復調部1606からの出力データ系列の配置を並び替える。デパンクチャ部1608は、デインターリーブ部1607からの出力データ系列に対して、図7に示す第1の実施形態のデパンクチャ部219と同様に、送信元のパケット送信装置500が施したパンクチャ処

理で間引かれたビットを補うデパンクチャ処理を行う。

[0164] 以上のように、自動再送ARQとターボ符号化などの誤り訂正符号化とを組合せたハイブリッド自動再送HARQを用いたパケット通信を行う通信システムにおいて、パケットがMIMO(Multi Input Multi Output)を用いて空間多重された信号を受信した場合、受信した再送パケットに対するストリーム分離処理と、前記受信した再送パケットよりも前に受信したパケットに対してもストリーム分離処理を行った後、受信パケットの合成、および復号処理を行う。

[0165] これにより、受信した再送パケットよりも前に受信したパケットに対して再度のストリーム分離処理において、以前の受信パケット時のストリーム分離処理よりも精度のよい干渉レプリカを用いることができるため、再送パケットに対するデータ復号精度を向上することができる。その結果、干渉除去処理の繰り返し回数の低減、およびハイブリッド自動再送HARQの再送回数の低減が可能となる。

[0166] なお、第1から第3の実施形態では、無線通信によりパケットを送受信する通信システムを説明したが、有線通信によりパケットを送受信する通信システムであってもよい。

また、図7における受信部202、伝搬路推定部210、干渉除去部212、GI除去部213、FFT部214、伝搬路補償部215、逆拡散部216、復調部217、デインターリーブ部218、デパンクチャ部219、合成部204、復号部205、受信パケット管理部206、応答信号生成部220、および図15における受信部202、GI除去部213a、FFT部214、伝搬路推定部210a、干渉除去部212a、伝搬路補償部215a、合成部204a、逆拡散部216a、復調部217、デインターリーブ部218、デパンクチャ部219、復号部205a、および図18における受信部610、GI除去部611、FFT部612、伝搬路推定部613、受信パケット管理部603、受信信号処理部604、受信信号処理部602-1の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各部の処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

[0167] また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気

ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

[0168] 以上、この発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0169] この発明は、移動体通信システムに用いて好適であるが、これに限定されない。

請求の範囲

- [1] 同一のデータに関する初送信号を含む信号と再送信号を含む信号とを受信する受信部と、
受信した前記信号から、同一のデータに関する前記初送信号および複数の前記再送信号のうち少なくとも2つの信号を、復号処理結果を用いて検出する信号検出部と、
、
前記信号検出部が検出した少なくとも2つの信号を合成する合成部と、
合成した前記信号を復号処理して前記復号処理結果を得る復号部と、
を具備し、
同一のデータに関する複数の前記信号について、前記信号検出部による検出と、
前記合成部による合成と、前記復号部による復号処理とを、繰り返し行うこと
を特徴とする通信装置。
- [2] 前記信号検出部が検出する少なくとも2つの信号は、前記初送信号を含むことを特徴とする請求項1の通信装置。
- [3] 前記信号検出部は、前記受信部が受信した前記同一のデータに関する全ての前記初送信号および前記再送信号を検出し、
前記合成部は、前記信号検出部が検出した前記同一のデータに関する全ての前記信号同士を合成することを特徴とする請求項1に記載の通信装置。
- [4] 前記信号検出部は、
前記復号処理結果に基づき、前記初送信号に対する干渉レプリカと前記再送信号に対する干渉レプリカを生成し、前記受信部が受信した前記信号から該干渉レプリカを減算すること、
を特徴とする請求項1に記載の通信装置。
- [5] 前記復号処理部は、軟判定した復号処理結果を出力し、
前記信号検出部は、軟判定した前記復号処理結果を用いて前記干渉レプリカを生成すること、
を特徴とする請求項4に記載の通信装置。
- [6] 前記干渉レプリカは、前記初送信号または前記再送信号に対するシンボル間干渉

、キャリア干渉、符号間干渉、ストリーム間干渉のいずれかの干渉成分の干渉レプリカであることを特徴とする請求項4に記載の通信装置。

- [7] 前記信号検出部は、前記受信部が受信した前記信号から前記干渉レプリカを減算した信号を復調して軟判定結果を出力し、
前記合成部は、前記軟判定結果を合成すること
を特徴とする請求項4に記載の通信装置。
- [8] 前記受信部が受信する前記信号は空間多重された信号であり、
前記信号検出部は、前記受信部が受信した前記信号を構成するストリームの分離処理を行うMIMO分離部を備えること
を特徴とする請求項4に記載の通信装置。
- [9] データに関する初送信号を送信し、該初送信号の応答として再送要求を通信相手の通信装置から受信すると、前記データに関する再送信号を送信する第1の通信装置と、該第1の通信装置が送信した信号を受信し、該信号を復号した結果に誤りを検出したときは、前記第1の通信装置に再送を要求する第2の通信装置とを具備する通信システムにおいて、
前記第2の通信装置は、
同一のデータに関する初送信号を含む信号と再送信号を含む信号とを受信する受信部と、
受信した前記信号から、同一のデータに関する前記初送信号および複数の前記再送信号のうち少なくとも2つの信号を、復号処理結果を用いて検出する信号検出部と、
、
前記信号検出部が検出した少なくとも2つの信号を合成する合成部と、
合成した前記信号を復号処理して前記復号処理結果を得る復号部と、
を具備し、
同一のデータに関する複数の前記信号について、前記信号検出部による検出と、前記合成部による合成と、前記復号部による復号処理とを、繰り返し行うこと
を特徴とする通信システム。
- [10] 通信装置における受信方法において、

前記通信装置が、同一のデータに関する初送信号を含む信号と再送信号を含む信号とを受信する第1の過程と、

前記通信装置が、受信した前記信号から、同一のデータに関する前記初送信号および複数の前記再送信号のうち少なくとも2つの信号を、復号処理結果を用いて検出する第2の過程と、

前記通信装置が、前記第2の過程にて検出した少なくとも2つの信号を合成する第3の過程と、

前記通信装置が、前記第3の過程にて合成した前記信号を復号処理して前記復号処理結果を得る第4の過程と、

を有し、

同一のデータに関する複数の前記信号について、前記第2の過程と、前記第3の過程と、前記第4の過程とを、繰り返し行うこと

を特徴とする受信方法。

[11] 通信装置が具備するコンピュータを、

同一のデータに関する初送信号を含む信号と再送信号を含む信号とを受信する受信部、

受信した前記信号から、同一のデータに関する前記初送信号および複数の前記再送信号のうち少なくとも2つの信号を、復号処理結果を用いて検出する信号検出部、

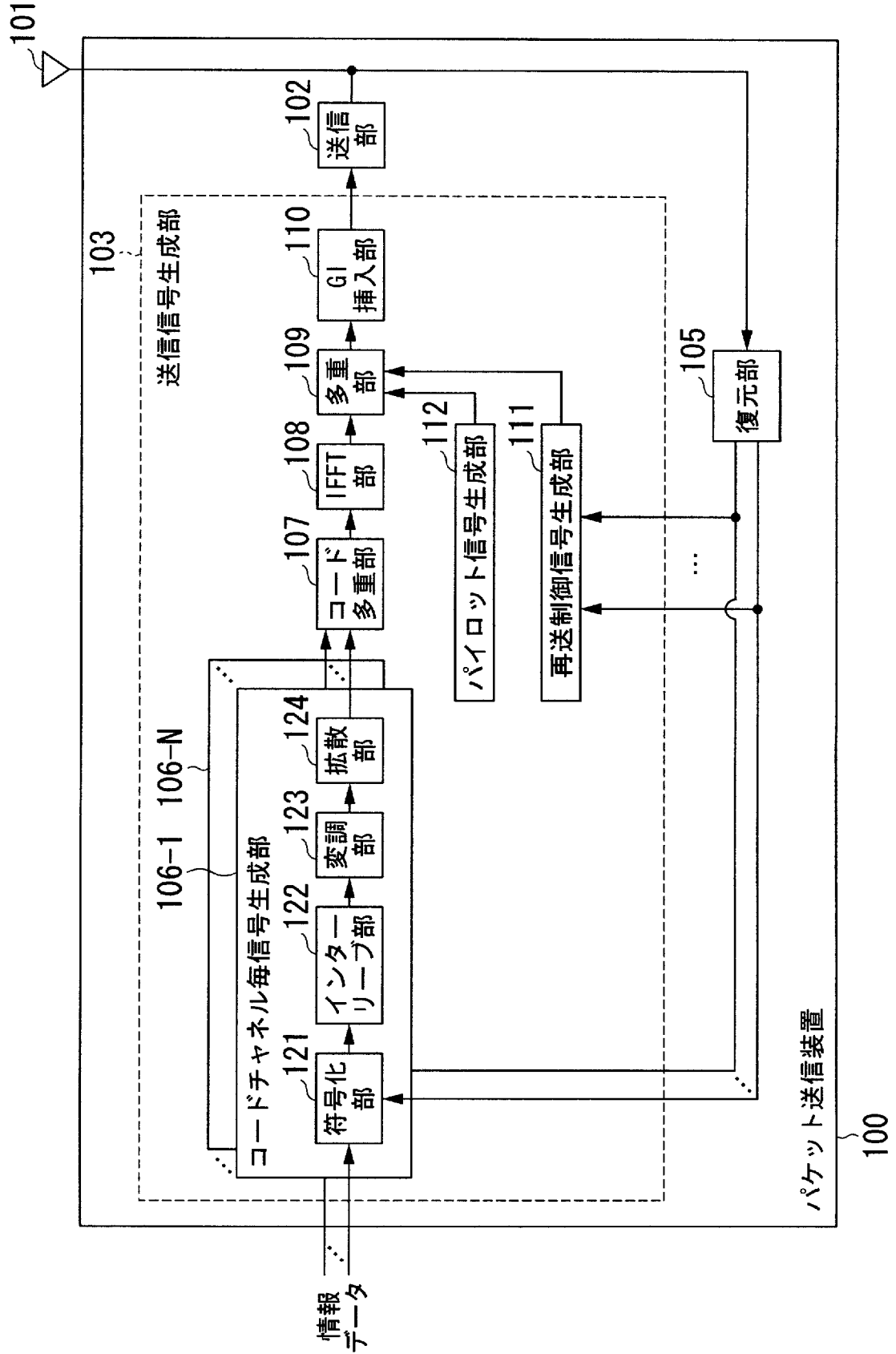
前記信号検出部が検出した少なくとも2つの信号を合成する合成部、

合成した前記信号を復号処理して前記復号処理結果を得る復号部、

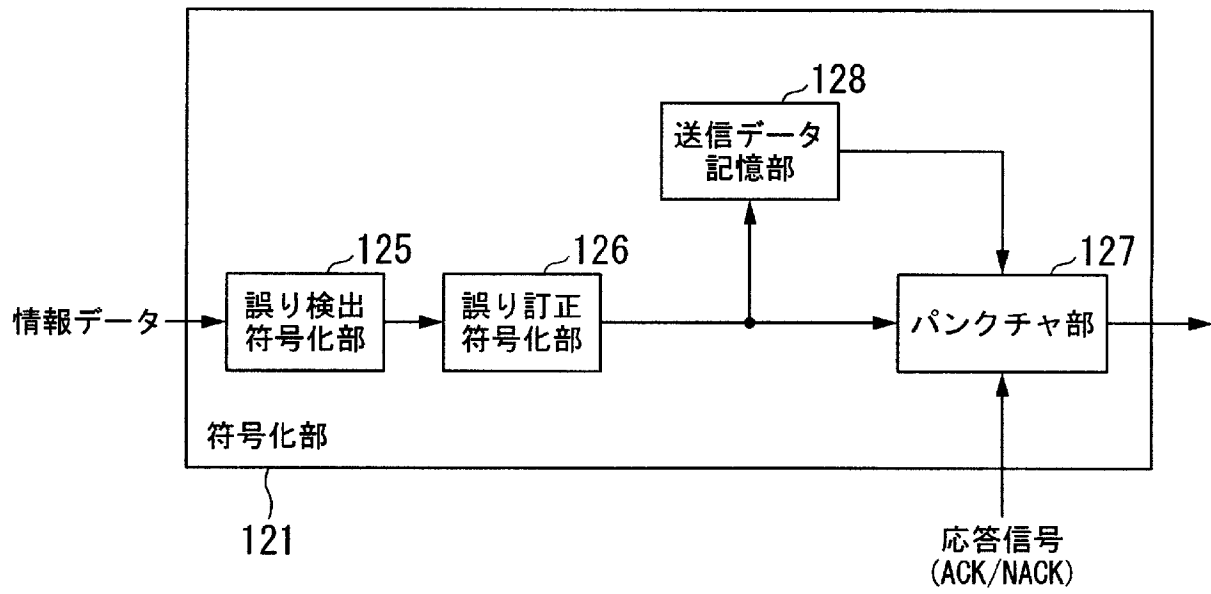
として機能させ、

同一のデータに関する複数の前記信号について、前記信号検出部による検出と、前記合成部による合成と、前記復号部による復号処理とを繰り返し行わせるプログラム。

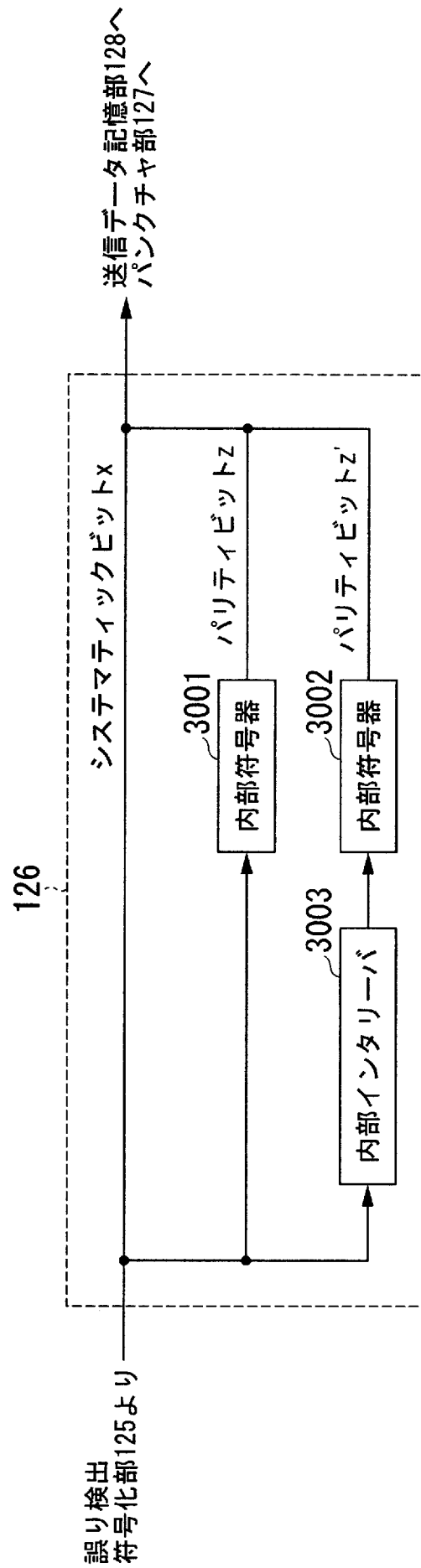
[図1]



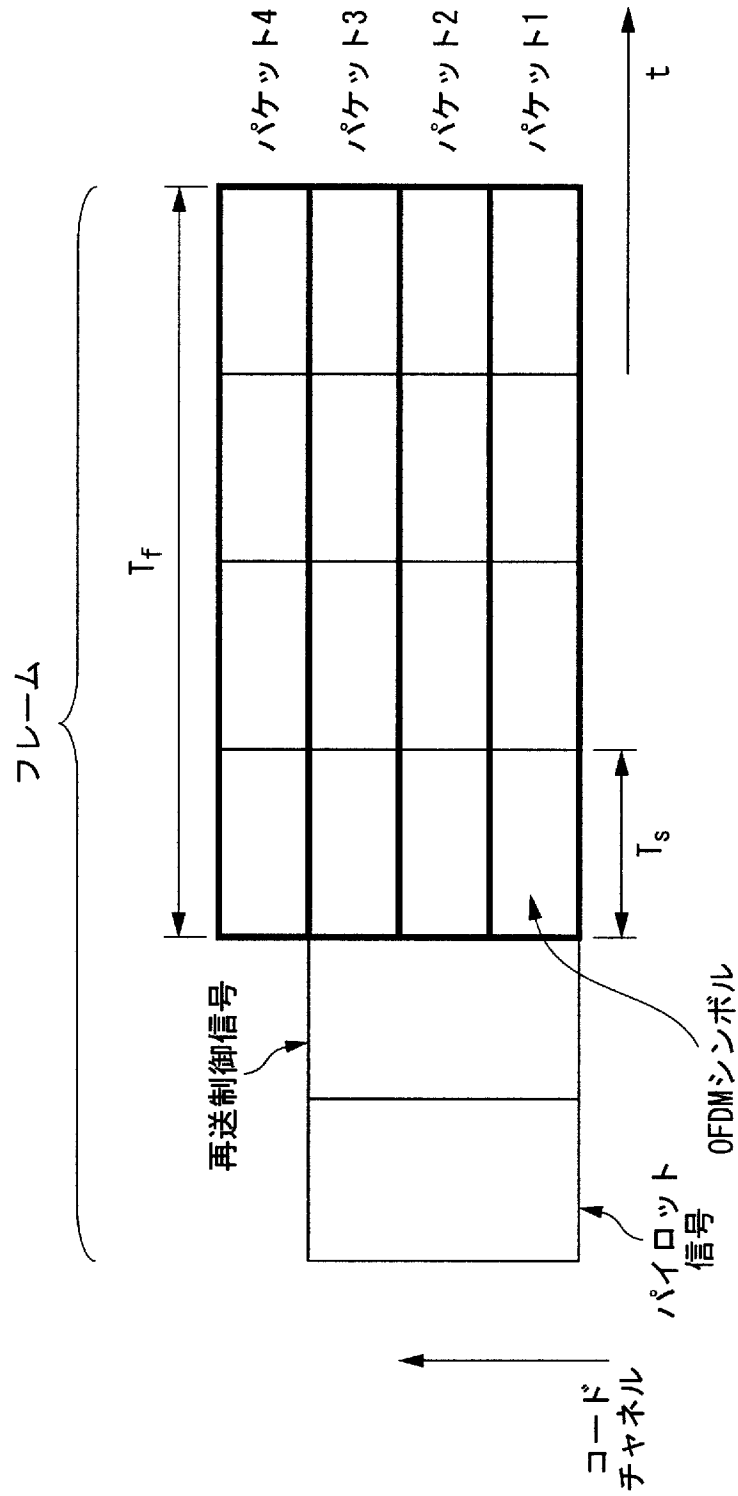
[図2]



[図3]



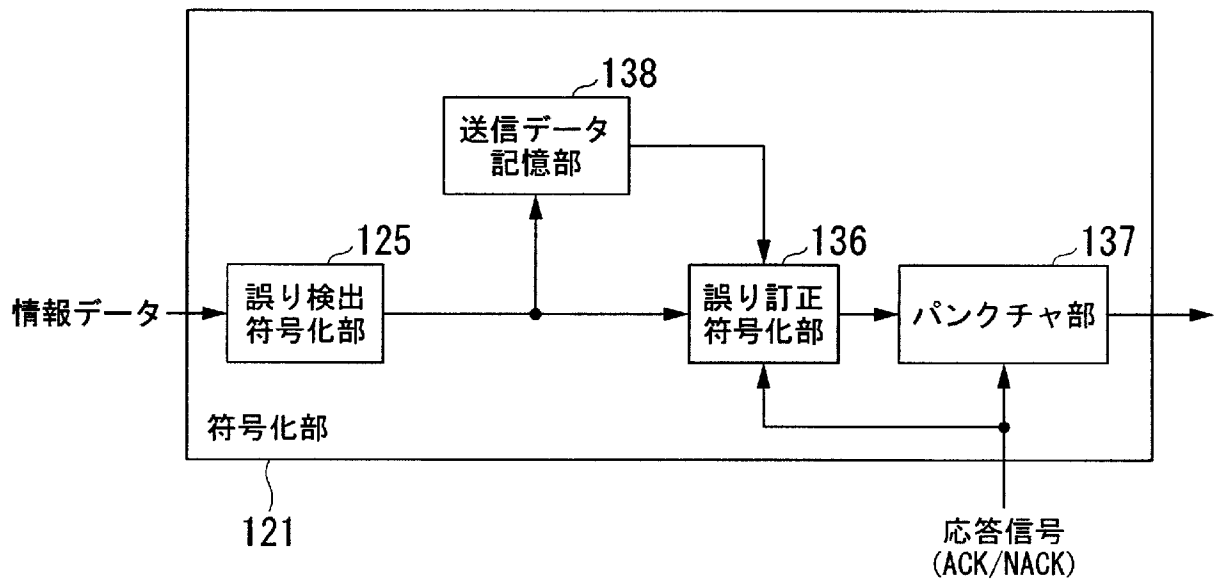
[図4]



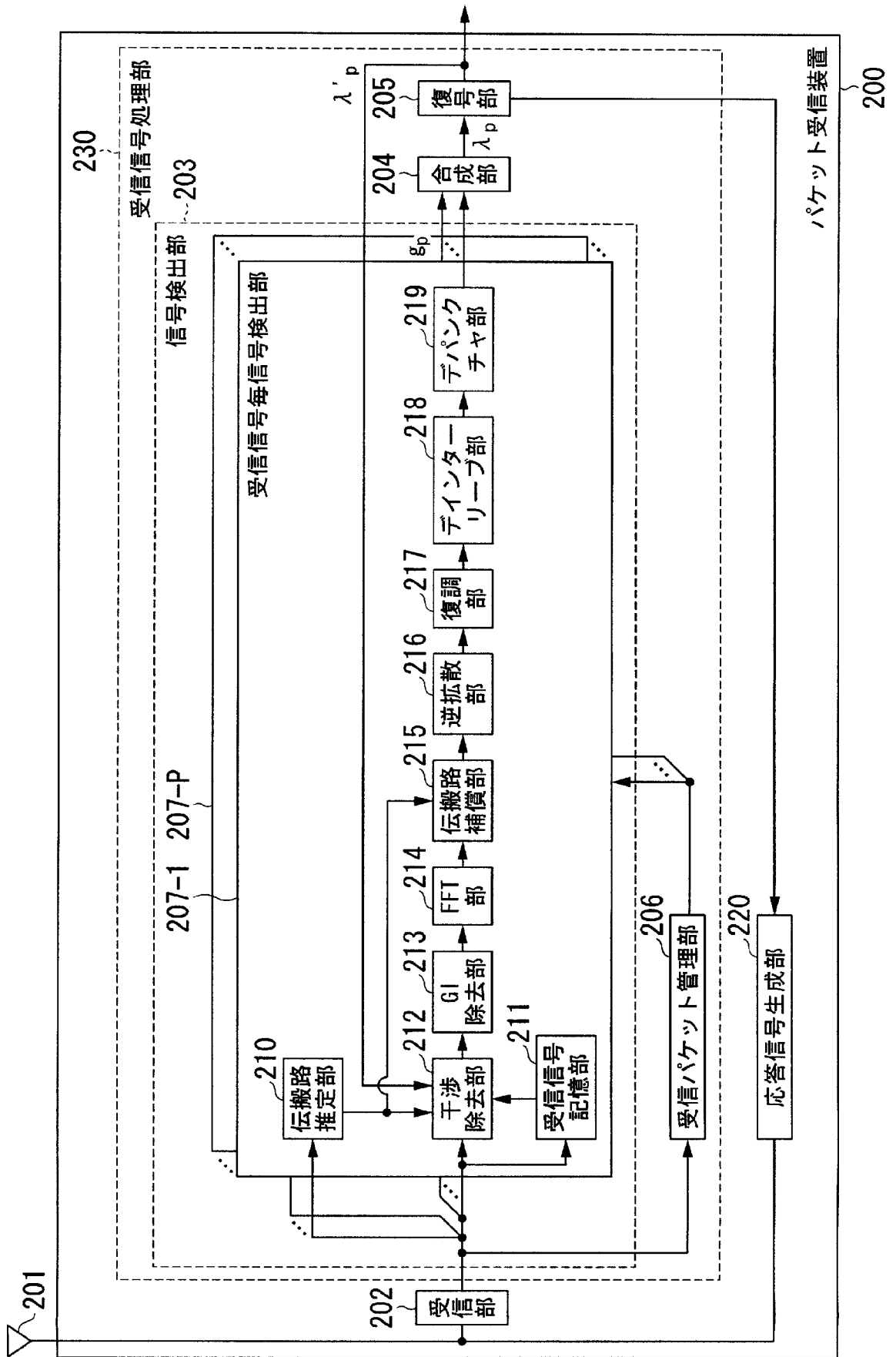
[図5]

	R=1/2	R=3/4
パターン 1	$\begin{pmatrix} x \\ z \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 11 \\ 10 \\ 01 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x \\ z \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 111111 \\ 100000 \\ 000100 \end{pmatrix}$
パターン 2	$\begin{pmatrix} x \\ z \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 11 \\ 01 \\ 10 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} x \\ z \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 000000 \\ 011110 \\ 110011 \end{pmatrix}$

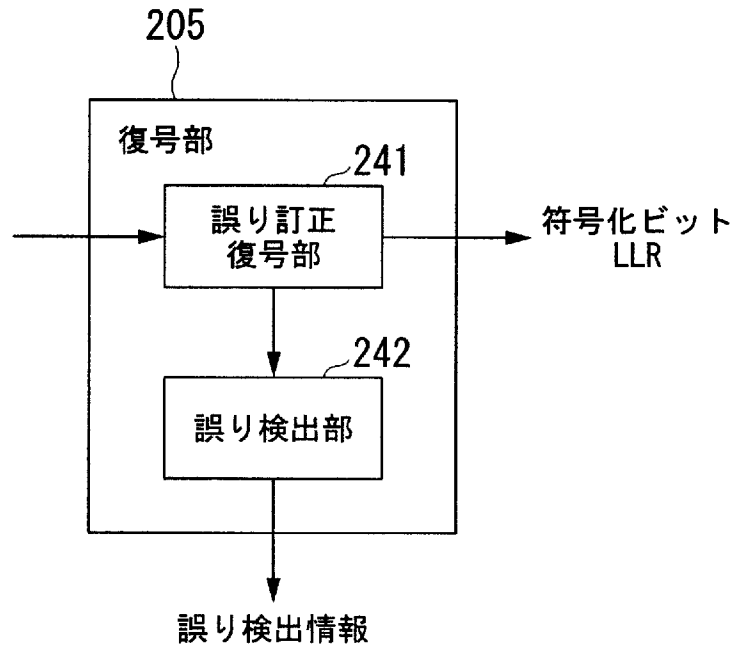
[図6]



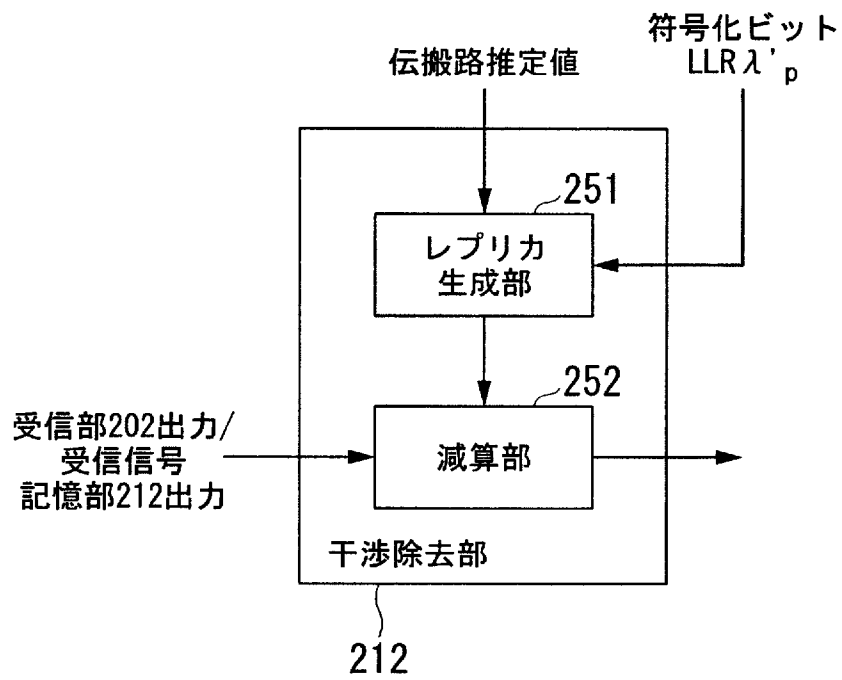
[図7]



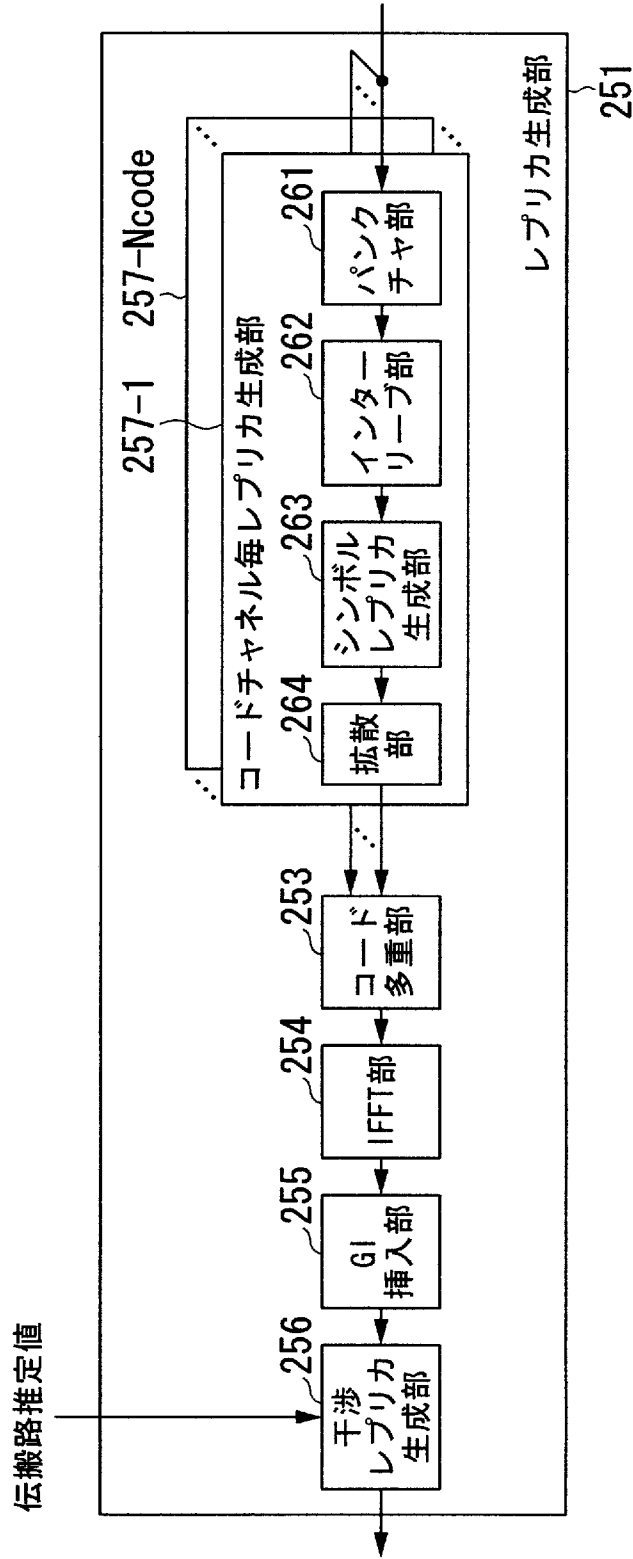
[図8]



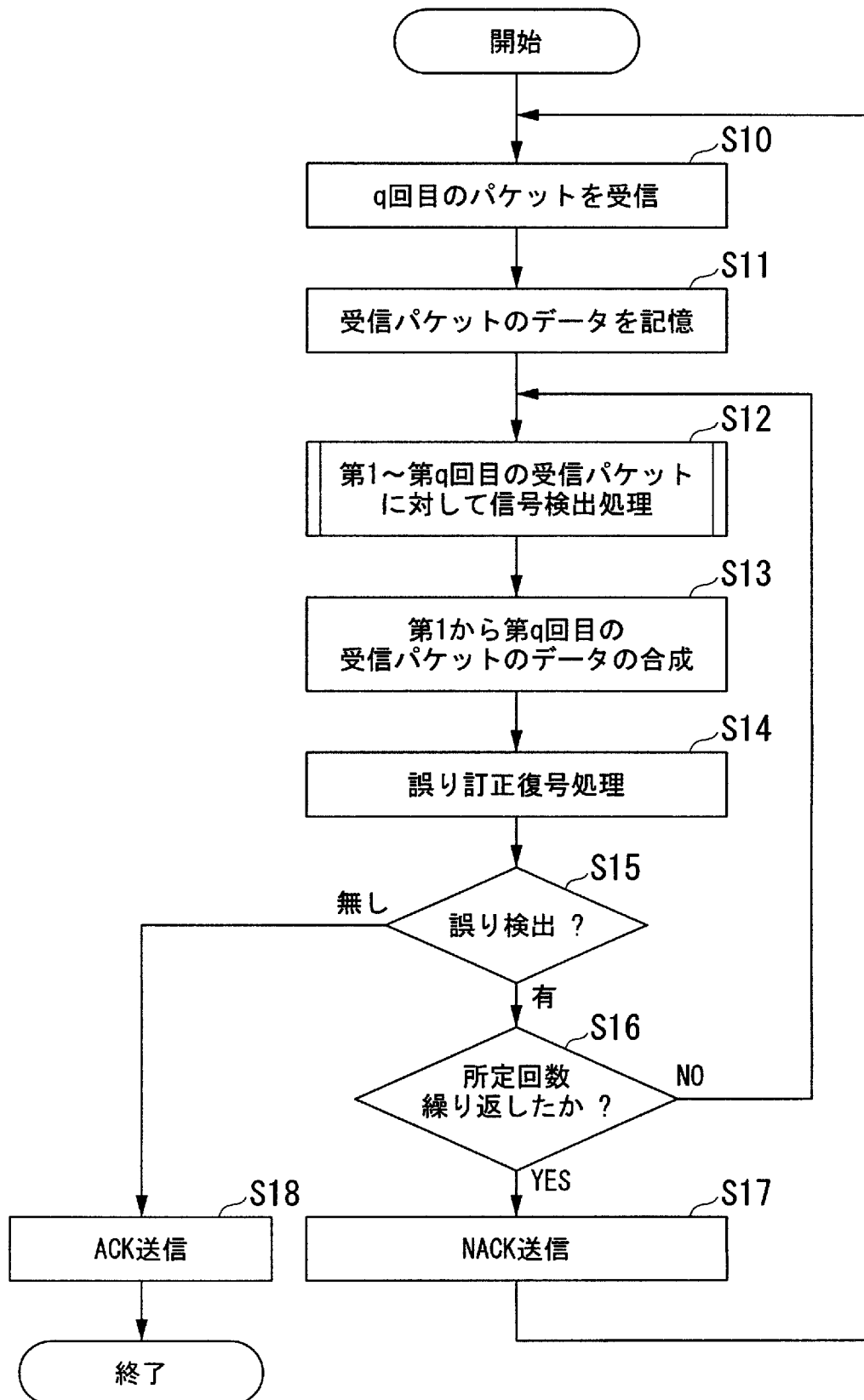
[図9]



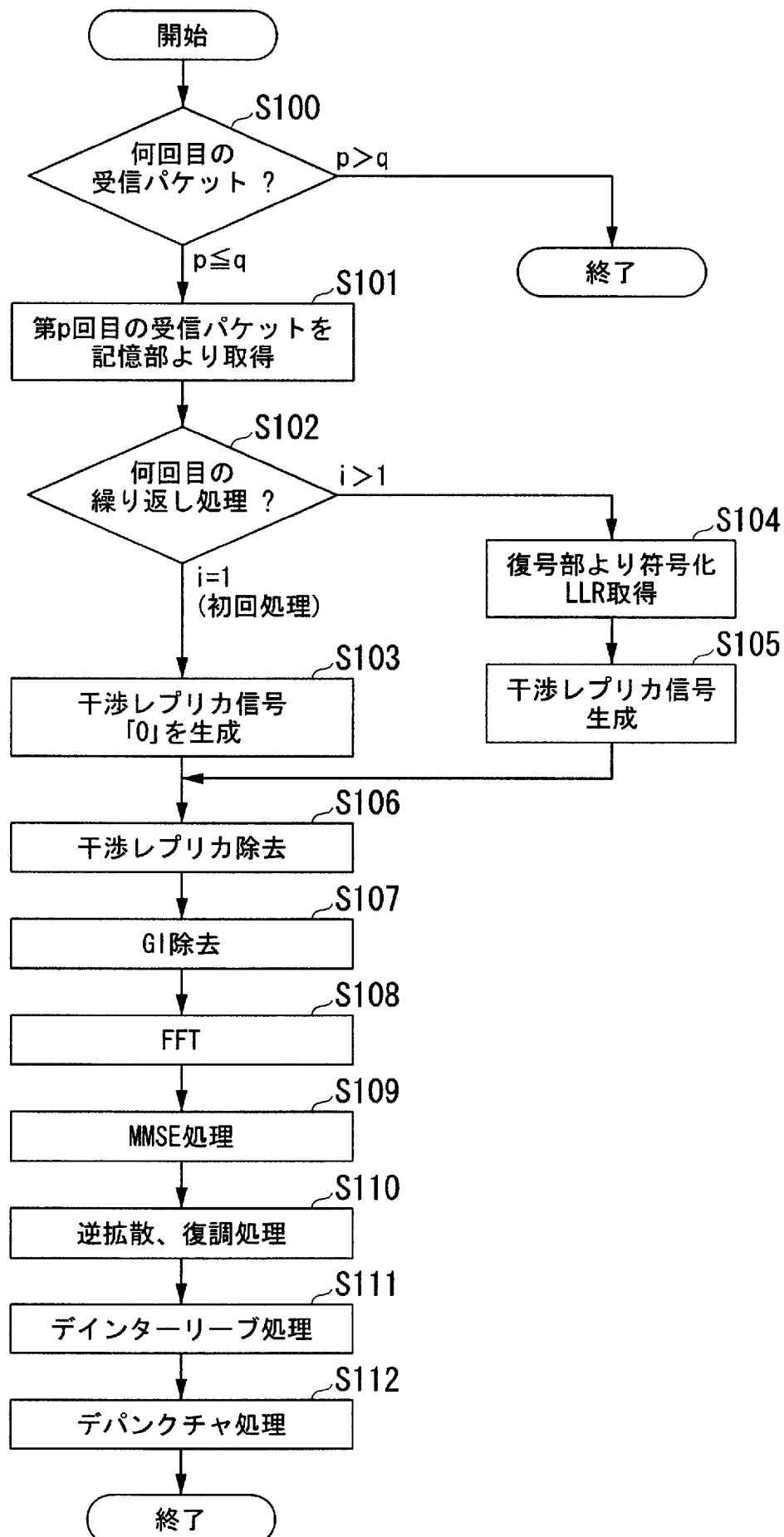
[図10]



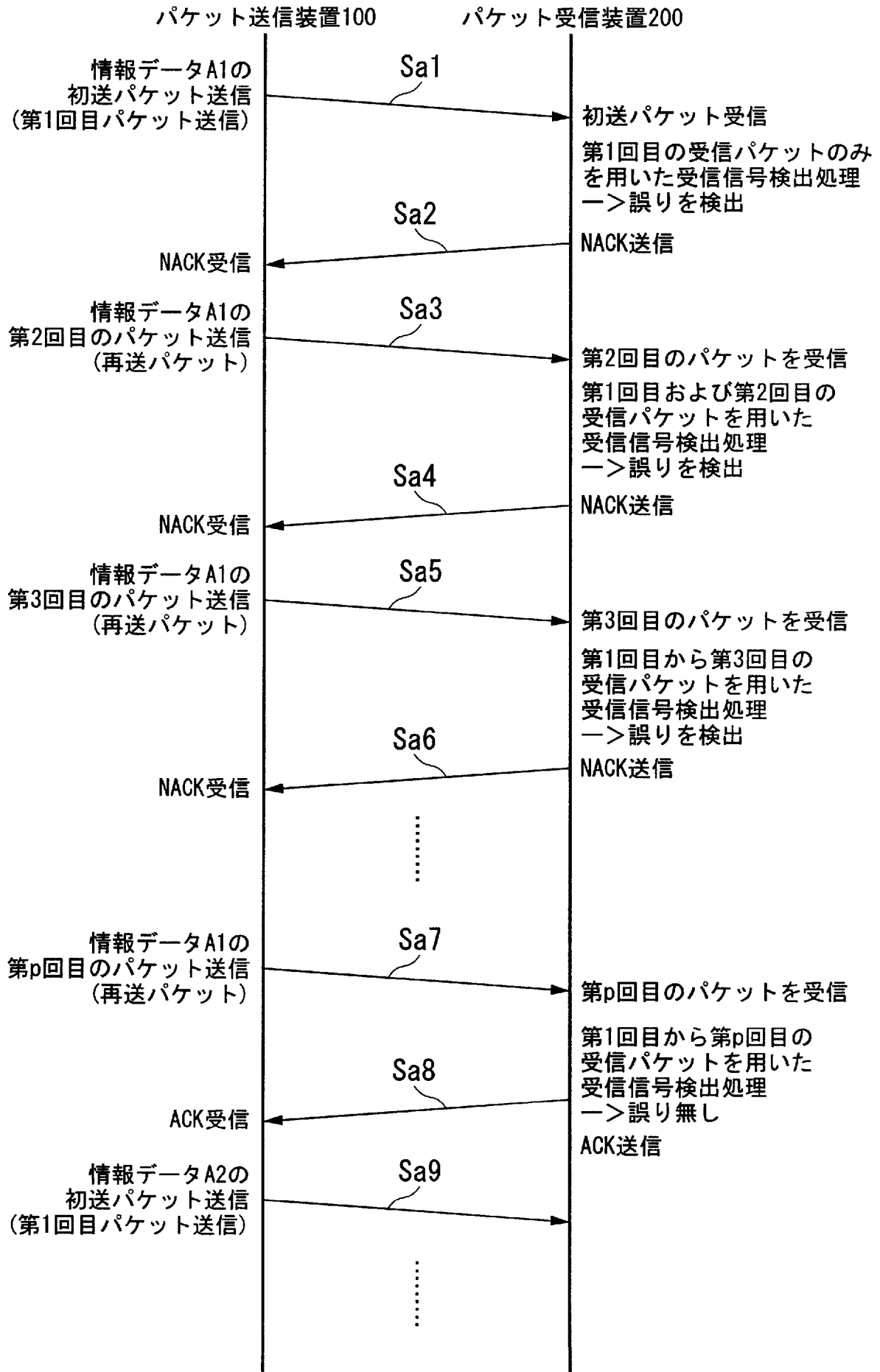
[図11]



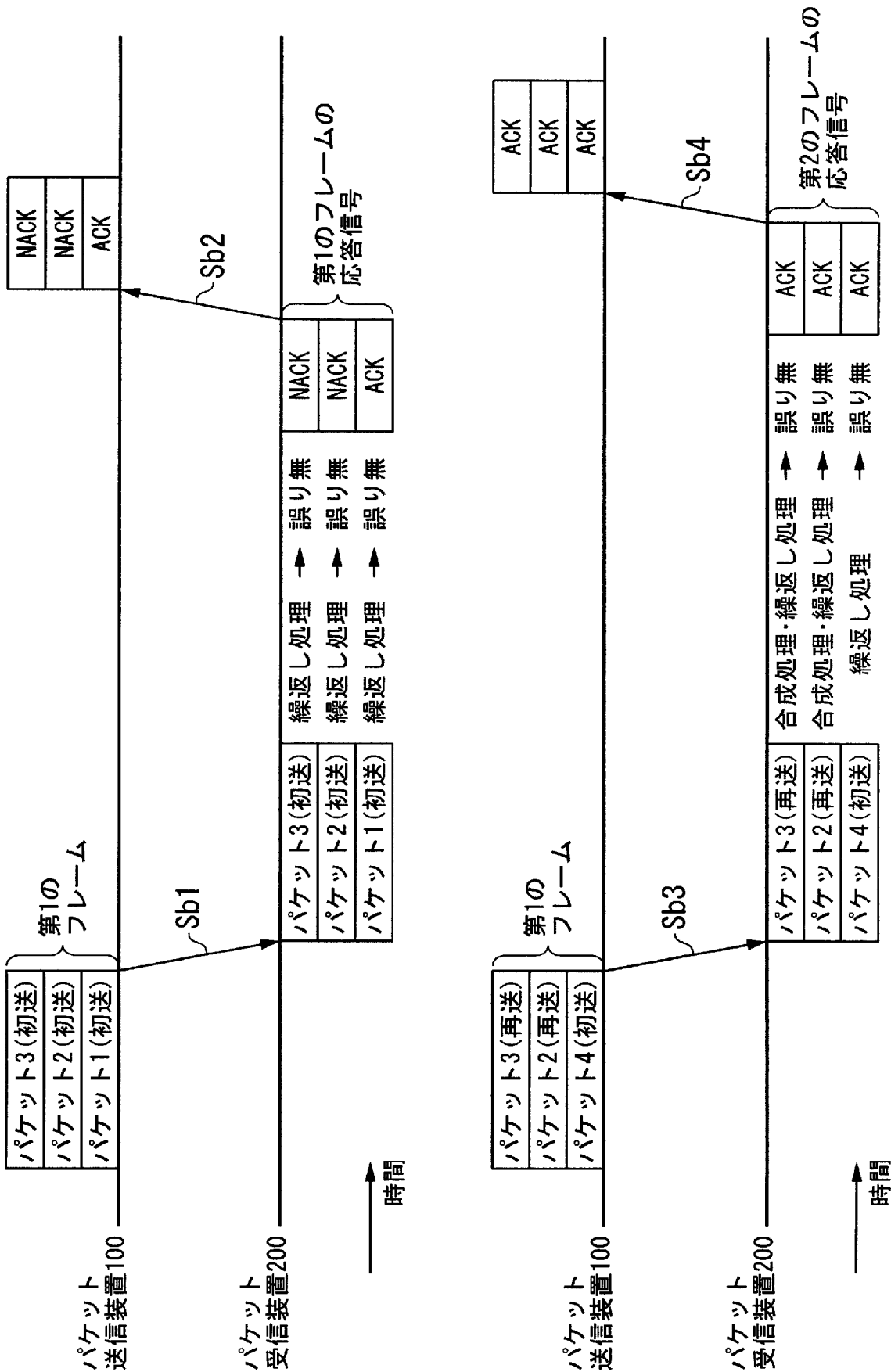
[図12]



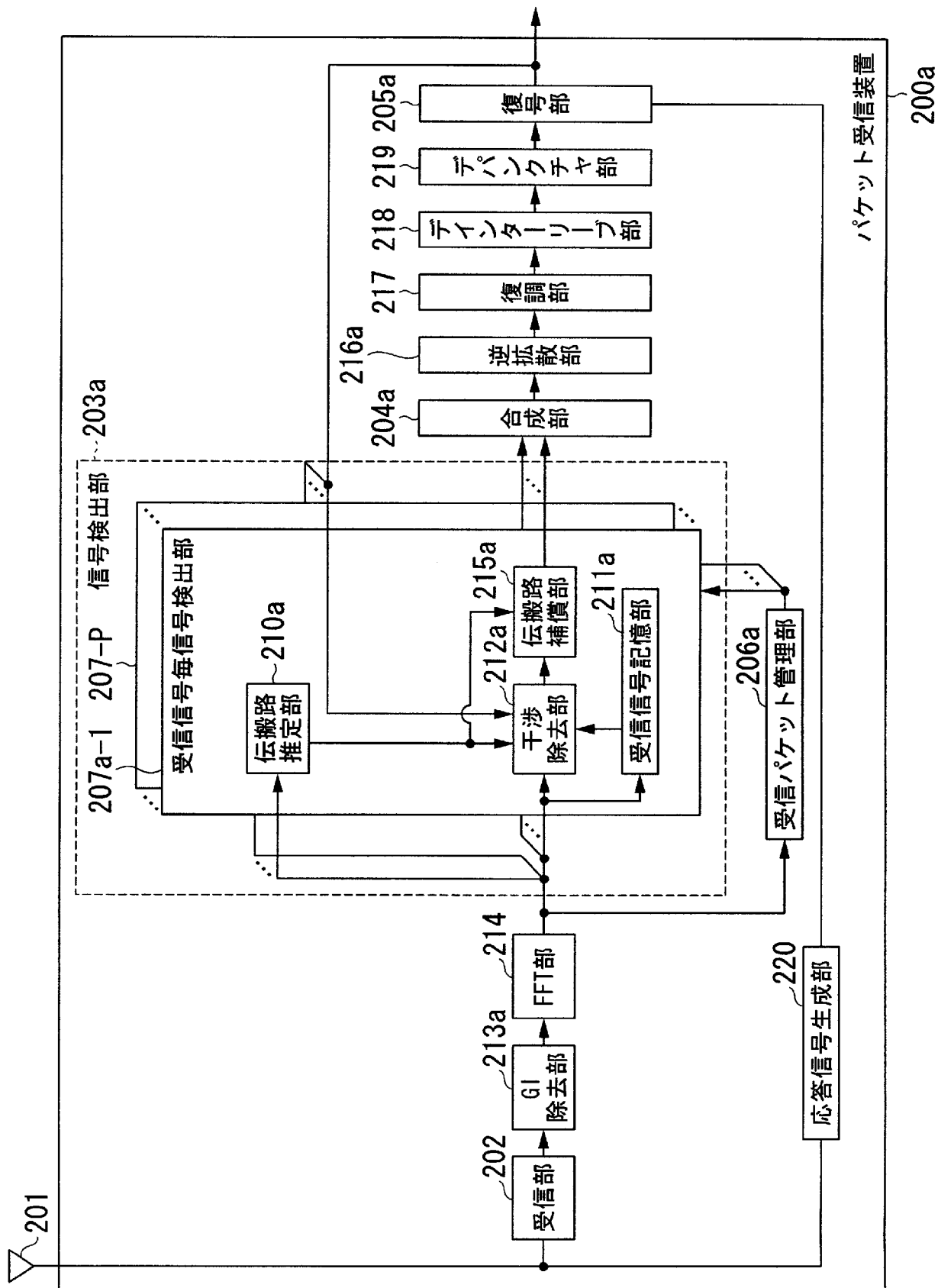
[図13]



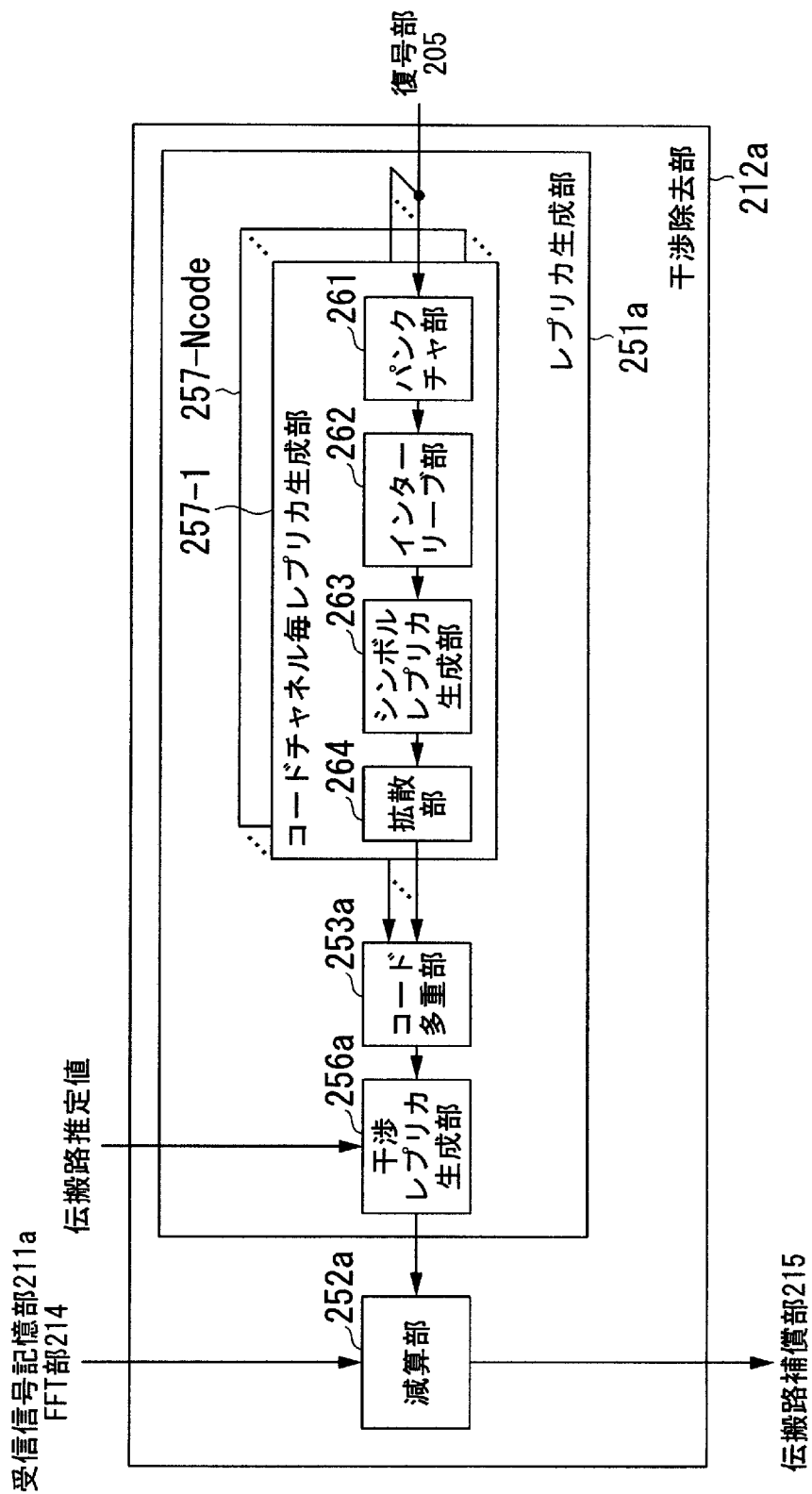
[図14]



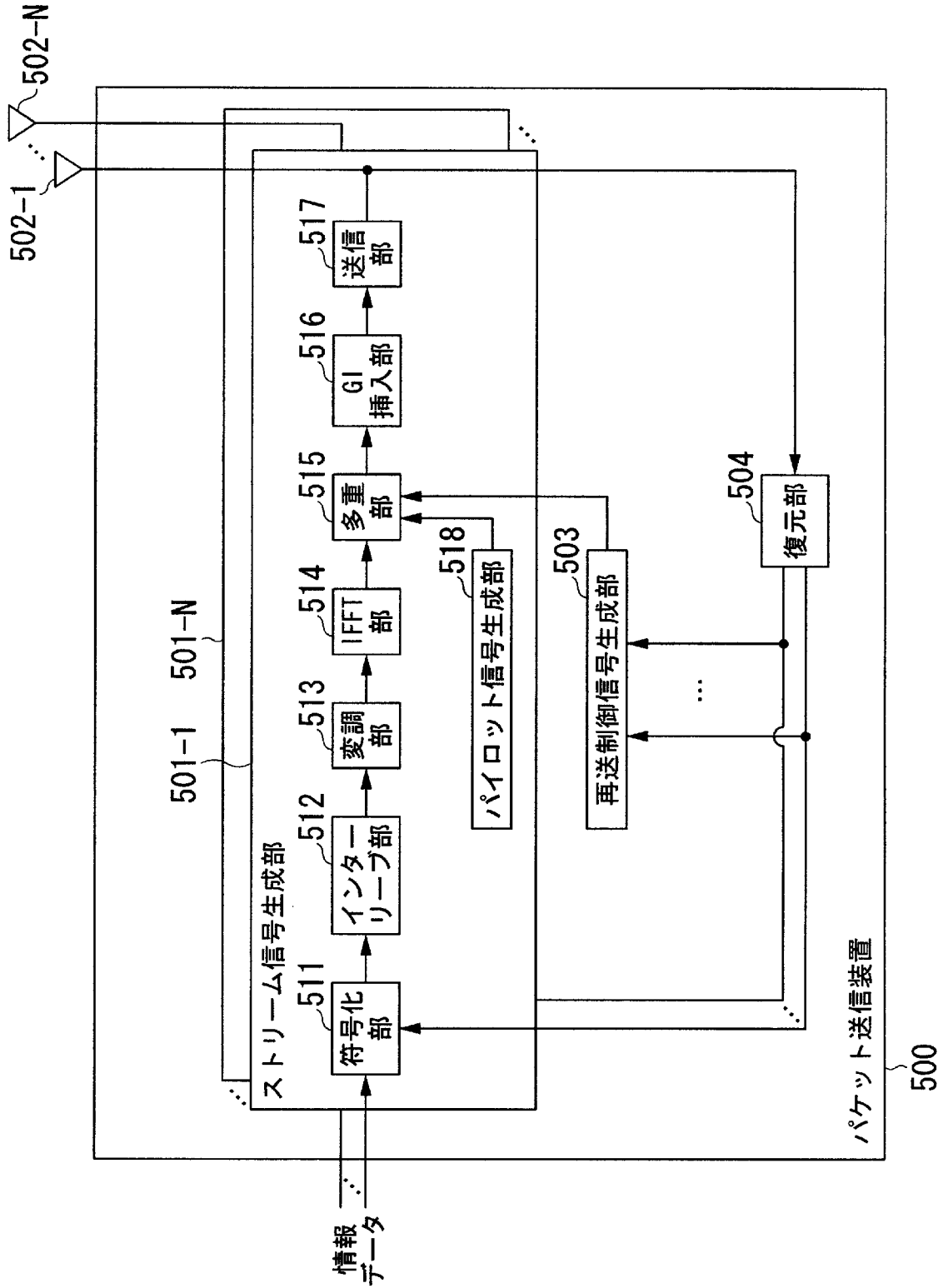
[図15]



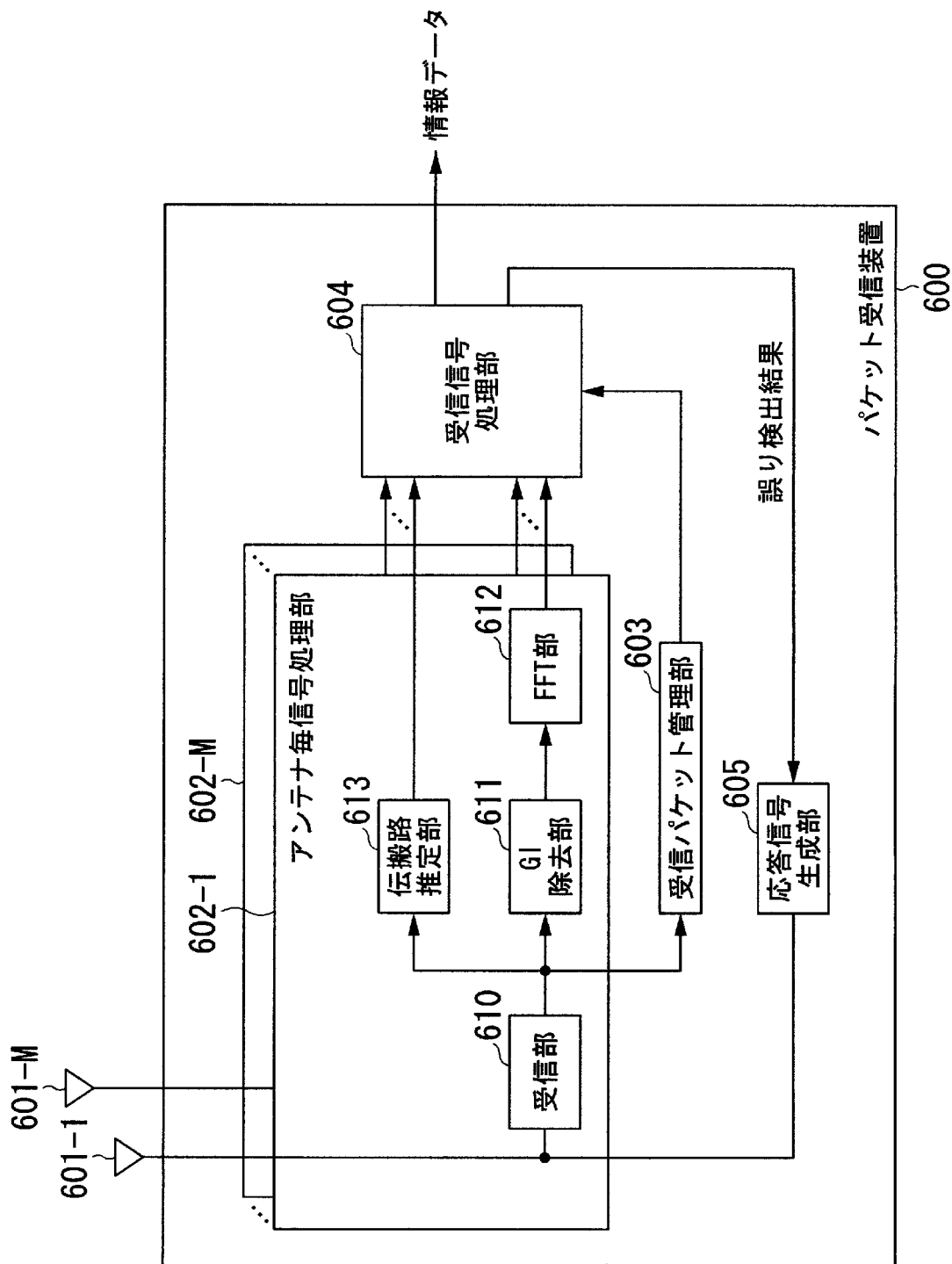
[図16]



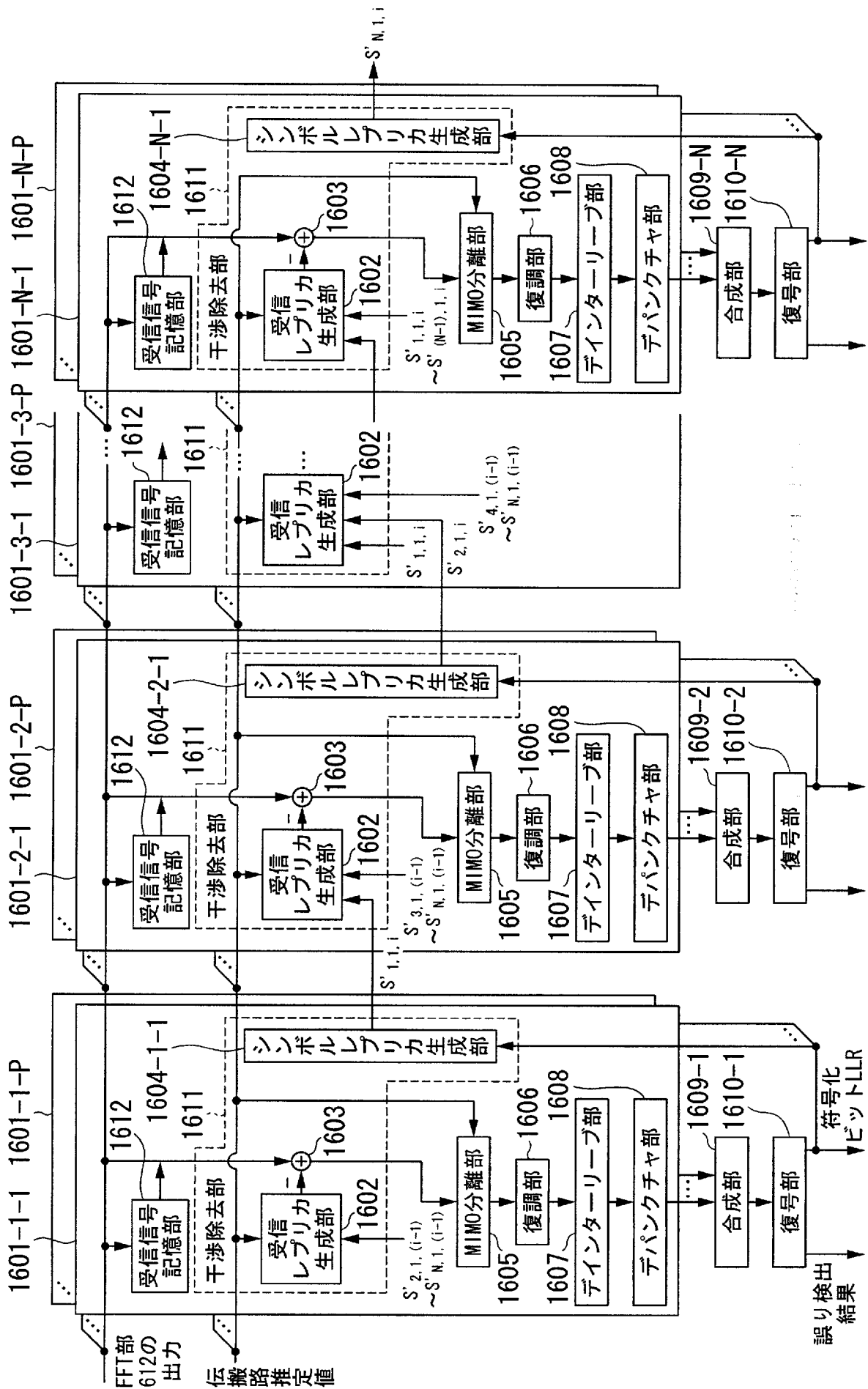
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/053088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04L1/16(2006.01) i, H04B1/707(2006.01) i, H04J11/00(2006.01) i, H04J99/00(2009.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04L1/16, H04B1/707, H04J11/00, H04J99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-184926 A (NTT Docomo Inc.), 19 July, 2007 (19.07.07), Par. Nos. [0014], [0028] to [0030], [0081], [0097], [0102], [0136]; 1, 2, 9-11 & CN 1992581 A	1-11
A	Tatsunori YUI et al., "ICI Cancellor o Mochiiru Turbo Fugoka MC-CDMA ni Okeru Hantei Kikan Channel Suitei", IEICE Technical Report, RCS 107 (262), The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 11 October, 2007 (11.10.07), pages 7 to 12	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 03 April, 2009 (03.04.09)	Date of mailing of the international search report 19 May, 2009 (19.05.09)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/053088

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Koichi ADACHI et al., "Kurikaeshi Henkei QRD-M Shingo Bunriho o Mochiiru OFDM MIMO no HARQ Throughput Tokusei", IEICE Technical Report, RCS 107(147), The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2007. 07, pages 47 to 52	1-11
A	Haitao Zheng, et al., Multiple ARQ Processes for MIMO Systems, EURASIP Journal on Applied Signal Processing, Volume 2004 (2004), Issue 5, 2004. 01, p.772-782	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L1/16(2006.01)i, H04B1/707(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i, H04J99/00(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L1/16, H04B1/707, H04J11/00, H04J99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-184926 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2007.07.19, 段落【0014】、【0028】-【0030】、【0081】、【0097】、【0102】、【0136】、第1, 2, 9-11 & CN 1992581 A	1-11
A	油井 辰憲 他, ICI キャンセラを用いるターボ符号化 MC-CDMA における判定帰還チャネル推定, 電子情報通信学会技術研究報告, RCS 107(262), 社団法人電子情報通信学会, 2007.10.11, p.7-12	1-11

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
03.04.2009

国際調査報告の発送日
19.05.2009

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)	5 K	3 4 6 3
谷岡 佳彦		
電話番号 03-3581-1101 内線 3556		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	安達 宏一 他, 繰り返し変形QRD-M信号分離法を用いる OFDM MIMO の HARQ スループット特性, 電子情報通信学会技術研究報告, RCS 107(147), 社団法人電子情報通信学会, 2007.07, p.47-52	1-11
A	Haitao Zheng, et al., Multiple ARQ Processes for MIMO Systems, EURASIP Journal on Applied Signal Processing, Volume 2004 (2004), Issue 5, 2004.01, p.772-782	1-11