

(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2015-228647

(P2015-228647A)

(43) 公開日 平成27年12月17日(2015. 12. 17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04L 1/00 (2006.01)	H04L 1/00 E	5J065
H03M 13/19 (2006.01)	H03M 13/19	5K014
H03M 13/25 (2006.01)	H04L 1/00 B	
	H03M 13/25	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 133 頁)

(21) 出願番号	特願2015-96313 (P2015-96313)	(71) 出願人	314012076
(22) 出願日	平成27年5月11日 (2015. 5. 11)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(31) 優先権主張番号	62/004, 994	(74) 代理人	大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号 110001900
(32) 優先日	平成26年5月30日 (2014. 5. 30)		特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	村上 豊
(31) 優先権主張番号	62/009, 387		大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
(32) 優先日	平成26年6月9日 (2014. 6. 9)		ソニック株式会社内
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	木村 知弘
(31) 優先権主張番号	62/021, 811		大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
(32) 優先日	平成26年7月8日 (2014. 7. 8)		ソニック株式会社内
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	大内 幹博
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
			ソニック株式会社内

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. H D M I
2. B L U - R A Y D I S C
3. B l u - r a y

最終頁に続く

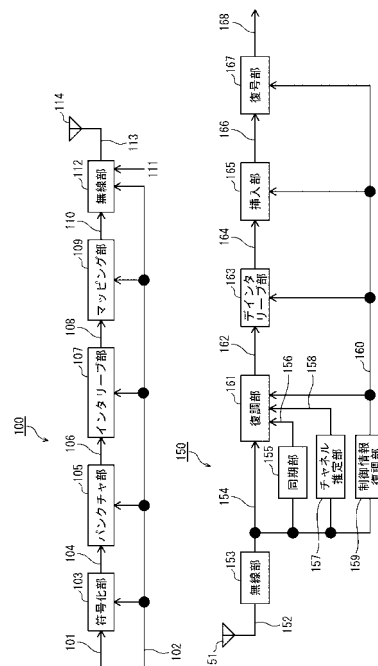
(54) 【発明の名称】 送信装置、受信装置、送信方法および受信方法

(57) 【要約】

【課題】 誤り訂正能力の高い送信方法を提供する。

【解決手段】 複数の符号化方式の中から一つの符号化方式を選択し、選択した符号化方式を用いて情報系列を符号化して得られた符号化系列を変調して変調信号を得る。得られた変調信号に対して位相変更を施して送信する。複数の符号化方式は、少なくとも第1の符号化方式と第2の符号化方式とを含んでいる。第1の符号化方式は、第1のパリティ検査行列を用い、生成した第1の符号語を第1の符号化系列とする、第1の符号化率の符号化方式である。第2の符号化方式は、第1のパリティ検査行列とは異なる第2のパリティ検査行列を用い、生成した第2の符号語に対し、パंकチャ処理を行うことで、第2の符号化系列を生成する、パंकチャ処理後の第2の符号化率の符号化方式である。第1の符号化系列のビット数と第2の符号化系列のビット数は等しい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の符号化方式を使用する送信方法であって、

前記複数の符号化方式の中から一つの符号化方式を選択し、選択した符号化方式を用いて情報系列を符号化して符号化系列を得る符号化ステップと

前記符号化系列を変調して第 1 の変調信号と第 2 の変調信号とを得る変調ステップと、

前記第 1 の変調信号と前記第 2 の変調信号との少なくとも一方に、変更する位相の度合いを規則的に変更させながら位相変更を施して送信する送信ステップと、を含み、

前記複数の符号化方式は、少なくとも第 1 の符号化方式と第 2 の符号化方式とを含み、

前記第 1 の符号化方式は、第 1 のパリティ検査行列を用い、生成した第 1 の符号語を第 1 の符号化系列とする、第 1 の符号化率の符号化方式であり、 10

前記第 2 の符号化方式は、前記第 1 のパリティ検査行列とは異なる第 2 のパリティ検査行列を用い、生成した第 2 の符号語に対し、パンクチャ処理を行うことで、第 2 の符号化系列を生成する、前記第 1 の符号化率とは異なる前記パンクチャ処理後の第 2 の符号化率の符号化方式であり、

前記第 1 の符号化系列のビット数と前記第 2 の符号化系列のビット数が等しい

送信方法。

【請求項 2】

複数の復号化方法を使用する受信方法であって、

受信信号に施された位相変更方式を示す情報を取得する取得ステップと、 20

前記位相変更方式を示す情報に基づいて受信信号を復調する復調ステップと、

復調して生成された複数の受信値を用いて、誤り訂正復号する復号ステップと、を含み

、

前記復号ステップにおいて、

前記複数の受信値が第 1 の符号化方式で符号化されたものである場合には、前記複数の受信値に対し、前記第 1 の符号化方式に対応する第 1 の復号化方法を適用し、

前記複数の受信値が第 2 の符号化方式で符号化されたものである場合には、前記複数の受信値に対し、デパンクチャ処理を適用し、前記デパンクチャ処理後の複数の値に対し、前記第 2 の符号化方式に対応する第 2 の復号化方法を適用し、

前記第 1 の符号化方式は、第 1 のパリティ検査行列を用い、生成した第 1 の符号語を第 1 の符号化系列とする、第 1 の符号化率の符号化方式であり、 30

前記第 2 の符号化方式は、前記第 1 のパリティ検査行列とは異なる第 2 のパリティ検査行列を用い、生成した第 2 の符号語に対し、パンクチャ処理を行うことで、第 2 の符号化系列を生成する、前記第 1 の符号化率とは異なる前記パンクチャ処理後の第 2 の符号化率の符号化方式であり、

前記第 1 の符号化系列のビット数と前記第 2 の符号化系列のビット数が等しい

受信方法。

【請求項 3】

複数の符号化方式を使用する送信装置であって

前記複数の符号化方式の中から一つの符号化方式を選択し、選択した符号化方式を用いて情報系列を符号化して符号化系列を得る符号化部と、 40

前記符号化系列を変調して第 1 の変調信号と第 2 の変調信号とを得る変調部と、

前記第 1 の変調信号と前記第 2 の変調信号との少なくとも一方に、変更する位相の度合いを規則的に変更させながら位相変更を施して送信する送信部と、を備え、

前記複数の符号化方式は、少なくとも第 1 の符号化方式と第 2 の符号化方式とを含み、

前記第 1 の符号化方式は、第 1 のパリティ検査行列を用い、生成した第 1 の符号語を第 1 の符号化系列とする、第 1 の符号化率の符号化方式であり、

前記第 2 の符号化方式は、前記第 1 のパリティ検査行列とは異なる第 2 のパリティ検査行列を用い、生成した第 2 の符号語に対し、パンクチャ処理を行うことで、第 2 の符号化系列を生成する、前記第 1 の符号化率とは異なる前記パンクチャ処理後の第 2 の符号化率 50

の符号化方式であり、

前記第 1 の符号化系列のビット数と前記第 2 の符号化系列のビット数が等しい送信装置。

【請求項 4】

複数の復号化方法を使用する受信装置であって、

受信信号に施された位相変更方式を示す情報を取得する取得部と、

前記位相変更方式を示す情報に基づいて受信信号を復調する復調部と、

前記復調部で生成された複数の受信値を誤り訂正復号する復号部と、を備え、前記復号部は、

前記複数の受信値が第 1 の符号化方式で符号化されたものである場合には、前記複数の受信値に対し、前記第 1 の符号化方式に対応する第 1 の復号化方法を適用し、 10

前記複数の受信値が第 2 の符号化方式で符号化されたものである場合には、前記複数の受信値に対し、デパンクチャ処理を適用し、前記デパンクチャ処理後の複数の値に対し、前記第 2 の符号化方式に対応する第 2 の復号化方法を適用し、

前記第 1 の符号化方式は、第 1 のパリティ検査行列を用い、生成した第 1 の符号語を第 1 の符号化系列とする、第 1 の符号化率の符号化方式であり、

前記第 2 の符号化方式は、前記第 1 のパリティ検査行列とは異なる第 2 のパリティ検査行列を用い、生成した第 2 の符号語に対し、パンクチャ処理を行うことで、第 2 の符号化系列を生成する、前記第 1 の符号化率とは異なる前記パンクチャ処理後の第 2 の符号化率の符号化方式であり、 20

前記第 1 の符号化系列のビット数と前記第 2 の符号化系列のビット数が等しい受信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

誤り訂正符号を用いる放送・通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

無線・有線を利用した放送・通信システムにおいて、受信装置でのデータの受信品質を向上させるために誤り訂正符号を用いている。このとき、誤り訂正符号としては、演算規模を考慮し、その中で、訂正能力の高い誤り訂正符号を用いることが望まれる。このような中で、無線・有線を利用した放送・通信システムにおいて、LDPC (Low-Density Parity-Check) 符号を用いることが検討されている。送信装置が送信するデータ量が可変であること、使用する環境（移動環境での受信・半固定環境での受信）などを考慮し、LDPC 符号のブロック長（符号長）、符号化率を可変とし、システムを構成する検討がされている。 30

【0003】

ところで、LDPC 符号の生成方法として、さまざまな検討が行われている。例えば、非特許文献 1 では、パリティ検査行列 H_1 （ただし、列数を N とする。）で定義される LDPC 符号を用いて、情報系列を符号化し、 N ビットの符号語を生成し、送信することが記載されている。 40

【0004】

また、非特許文献 2 では、パリティ検査行列 H_2 （ただし、列数を L とし、 $N < L$ の関係が成立する。）で定義される LDPC 符号を用いて、情報系列の符号化を行い L ビットの符号語を生成する。そして、 L ビット符号語のうち、 $L - N$ ビットの送信しないビットを決定し、残りの N ビットの系列を送信する（パンクチャ方式）ことが記載されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】 DVB Document A122, Framing structure channel coding and modulati 50

on for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), June 2008.

【非特許文献 2】Q. Dia, Y. Y. Tai, S. Lin, and K. Abdel-Ghaffar, "LDPC codes on partial geometries: Construction, trapping set structure, and puncturing", IEEE Transaction on Information Theory, vol.59, no.12, pp.7898-7914, December 2013.

【非特許文献 3】Digital Video Broadcast (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for broadcasting, interactive services, news gathering and other broadband satellite application, ETSI EN 302 307 v1.1.1, May 2005.

【非特許文献 4】R.G. Gallager, "Low-density parity check codes," IRE Trans. Inform. Theory, IT-8, pp.21-28, 1962. 10

【非特許文献 5】D.J.C. Mackay, "Good error-correcting codes based on very sparse matrices," IEEE Trans. Inform. Theory, vol.45, no.2, pp.399-431, March 1999.

【非特許文献 6】M.P.C. Fossorier, "Quasi-cyclic low-density parity-check codes from circulant permutation matrices," IEEE Trans. Inform. Theory, vol.50, no.8, pp.1788-1793, Nov. 2001.

【非特許文献 7】D. Divsalar, H. Jin, and R. J. McEliece, "Coding theorems for 'turbo-like' codes," Proc. 36th Allerton Conf., pp.201-210, Monticello, IL, Sept. 1998.

【非特許文献 8】S.Myung, K.Yang, and J.Kim, "Quasi-cyclic LDPC codes for fast encoding," IEEE Trans. Inform. Theory, vol.51, no.8, pp.2894-2901, Aug. 2005. 20

【非特許文献 9】F.R.Kschischang, B.J.Frey, and H.Loeliger, "Factor graphs and the sum-product algorithm," IEEE Trans. Inform. Theory, vol.47, no.2, pp.399-431, Feb. 1999.

【非特許文献 10】M.P.C.Fossorier, M. Mihaljevic, and H.Imai, "Reduced complexity iterative decoding for low density parity check codes based on belief propagation," IEEE Trans. Commun., vol.47, no.5, pp.673-680, May 1999.

【非特許文献 11】J.Chen, A.Dholakis, E.Eleftheriou, M.P.C.Fossorier, and X.-Yu Hu, "Reduced-complexity decoding for LDPC codes," IEEE Trans. Commun., vol.53, no.8, pp.1288-1299, Aug. 2005. 30

【非特許文献 12】J.Zhang, and M.P.C. Fossorier, "Shuffled iterative decoding," IEEE Trans. Commun., vol.53, no.2, pp.209-213, Feb. 2005.

【非特許文献 13】M.Mansour, and N.Shanbhag, "High-throughput LDPC decoders," IEEE Trans. VLSI syst., vol.11, no.6, pp.976-996, Dec. 2003.

【非特許文献 14】N.Miladinovic, and M.P.C. Fossorier, "Improved bit-flipping decoding of low-density parity-check codes," IEEE Trans. Inform. Theory, vol.51, no.4, pp.1594-1606, April 2005.

【非特許文献 15】Z.Yang, M.Naccari, D.Agrafiotis, M.Mrak, and D.R.Bull, "High dynamic range video compression by intensity dependent spatial quantization in H EVC," Proc. of Picture Coding Symposium 2013, pp.353-356. 40

【非特許文献 16】竹内健、山村勇太、松尾康孝、甲藤二郎、井口和久、「グラデーション補間を用いたビット深度スケーラブル動画像符号化方法の検討」、電子情報通信学会誌 D、vol.J95-D、no.9、pp.1669-1671、2012年9月。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、無線・有線を利用した放送・通信システムにおいて、高いデータの受信品質を得ることが可能な送信装置、受信装置、送信方法及び受信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】

【0007】

本発明の一つの態様は、複数の符号化方式を使用する送信方法であって、複数の符号化方式の中から一つの符号化方式を選択し、選択した符号化方式を用いて情報系列を符号化して符号化系列を得る符号化ステップと、符号化系列を変調して第1の変調信号と第2の変調信号とを得る変調ステップと、第1の変調信号と第2の変調信号との少なくとも一方に、変更する位相の度合いを規則的に変更させながら位相変更を施して送信する送信ステップと、を含む送信方法である。複数の符号化方式は、少なくとも第1の符号化方式と第2の符号化方式とを含んでいる。第1の符号化方式は、第1のパリティ検査行列を用い、生成した第1の符号語を第1の符号化系列とする、第1の符号化率の符号化方式である。第2の符号化方式は、第1のパリティ検査行列とは異なる第2のパリティ検査行列を用い、生成した第2の符号語に対し、パンクチャ処理を行うことで、第2の符号化系列を生成する、第1の符号化率とは異なるパンクチャ処理後の第2の符号化率の符号化方式である。そして、第1の符号化系列のビット数と第2の符号化系列のビット数が等しい。

【0008】

本発明の一つの態様は、複数の復号化方法を使用する受信方法であって、受信信号に施された位相変更方式を示す情報を取得する取得ステップと、位相変更方式を示す情報に基づいて受信信号を復調する復調ステップと、復調して生成された複数の受信値を用いて、誤り訂正復号する復号ステップと、を含む受信方法である。複数の受信値が第1の符号化方式で符号化されたものである場合には、複数の受信値に対し、第1の符号化方式に対応する第1の復号化方法を適用する。複数の受信値が第2の符号化方式で符号化されたものである場合には、複数の受信値に対し、デパンクチャ処理を適用し、デパンクチャ処理後の複数の値に対し、第2の符号化方式に対応する第2の復号化方法を適用する。第1の符号化方式は、第1のパリティ検査行列を用い、生成した第1の符号語を第1の符号化系列とする、第1の符号化率の符号化方式である。第2の符号化方式は、第1のパリティ検査行列とは異なる第2のパリティ検査行列を用い、生成した第2の符号語に対し、パンクチャ処理を行うことで、第2の符号化系列を生成する、第1の符号化率とは異なるパンクチャ処理後の第2の符号化率の符号化方式である。そして、第1の符号化系列のビット数と第2の符号化系列のビット数が等しい。

【0009】

本発明の一つの態様は、複数の符号化方式を使用する送信装置であって、複数の符号化方式の中から一つの符号化方式を選択し、選択した符号化方式を用いて情報系列を符号化して符号化系列を得る符号化部と、符号化系列を変調して第1の変調信号と第2の変調信号とを得る変調部と、第1の変調信号と第2の変調信号との少なくとも一方に、変更する位相の度合いを規則的に変更させながら位相変更を施して送信する送信部と、を備える。複数の符号化方式は、少なくとも第1の符号化方式と第2の符号化方式とを含んでいる。第1の符号化方式は、第1のパリティ検査行列を用い、生成した第1の符号語を第1の符号化系列とする、第1の符号化率の符号化方式である。第2の符号化方式は、第1のパリティ検査行列とは異なる第2のパリティ検査行列を用い、生成した第2の符号語に対し、パンクチャ処理を行うことで、第2の符号化系列を生成する、第1の符号化率とは異なるパンクチャ処理後の第2の符号化率の符号化方式である。そして、第1の符号化系列のビット数と第2の符号化系列のビット数が等しい。

【0010】

本発明の一つの態様は、複数の復号化方法を使用する受信装置であって、受信信号に施された位相変更方式を示す情報を取得する取得部と、位相変更方式を示す情報に基づいて受信信号を復調する復調部と、復調部で生成された複数の受信値を誤り訂正復号する復号部と、を備える。復号部は、複数の受信値が第1の符号化方式で符号化されたものである場合には、複数の受信値に対し、第1の符号化方式に対応する第1の復号化方法を適用する。復号部は、複数の受信値が第2の符号化方式で符号化されたものである場合には、複数の受信値に対し、デパンクチャ処理を適用し、デパンクチャ処理後の複数の値に対し、第2の符号化方式に対応する第2の復号化方法を適用する。第1の符号化方式は、第1の

リティ検査行列を用い、生成した第1の符号語を第1の符号化系列とする、第1の符号化率の符号化方式である。第2の符号化方式は、第1のパリティ検査行列とは異なる第2のパリティ検査行列を用い、生成した第2の符号語に対し、パンクチャ処理を行うことで、第2の符号化系列を生成する、第1の符号化率とは異なるパンクチャ処理後の第2の符号化率の符号化方式である。そして、第1の符号化系列のビット数と第2の符号化系列のビット数が等しい。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、高い誤り訂正能力を得ることができるため、高いデータ品質を確保することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】無線を利用した受信装置と送信装置の構成の一例を示す図

【図2】符号化器の構成の一例を示す図

【図3】パンクチャを利用したときの送信装置の動作の一例を示す図

【図4】パンクチャを利用したときの受信装置の動作の一例を示す図

【図5】符号長と符号化率とに対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図6】符号長と符号化率とに対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図7】符号長と符号化率とに対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図8】符号長と符号化率とに対して選択される符号化方法の一例を示す図

20

【図9】符号長に対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図10】符号長に対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図11】送信装置が送信するフレームの構成の一例を示す図

【図12】符号化率に対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図13】符号化率に対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図14】符号化率に対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図15】符号長と符号化率に対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図16】符号長と符号化率に対して選択される符号化方法の一例を示す図

【図17】送信装置の構成の一例を示す図

【図18】送信装置が送信する変調信号のフレーム構成の一例を示す図

30

【図19】制御情報復調部と復号部に関連する部分の構成の一例を示す図

【図20】送信装置が送信する変調信号のフレーム構成の一例を示す図

【図21】送信装置の構成の一例を示す図

【図22】時空間ブロック符号を用いた伝送方法の一例を示す図

【図23】時空間ブロック符号を用いた伝送方法の一例を示す図

【図24】送信装置の構成の一例を示す図

【図25】送信装置の構成の一例を示す図

【図26】送信装置の構成の一例を示す図

【図27】送信装置の構成の一例を示す図

【図28】送信装置の構成の一例を示す図

40

【図29】送信装置の構成の一例を示す図

【図30】送信装置の構成の一例を示す図

【図31】送信装置の構成の一例を示す図

【図32】送信装置の構成の一例を示す図

【図33】フレーム構成の一例を示す図

【図34】フレーム構成の一例を示す図

【図35】フレーム構成の一例を示す図

【図36】フレーム構成の一例を示す図

【図37】フレーム構成の一例を示す図

【図38】受信装置の構成の一例を示す図

50

【図 3 9】送信装置と受信装置の関係の一例を示す図

【図 4 0】送信装置の構成の一例を示す図

【図 4 1】送信装置の構成の一例を示す図

【図 4 2】デジタル放送システムの構成の一例を示す図

【図 4 3】受信装置の構成の一例を示す図

【図 4 4】多重化データの構成の一例を示す図

【図 4 5】多重化データがどのように多重化されるかの一例を示す図

【図 4 6】P E S パケット列にビデオストリームがどのように格納されるかの一例を示す図

【図 4 7】多重化データに最終的に書き込まれる T S パケットの形式の一例を示す図

10

【図 4 8】P M T のデータ構造の一例を示す図

【図 4 9】多重化データの構成の一例を示す図

【図 5 0】ストリーム属性情報の一例を示す図

【図 5 1】映像表示および音声出力を行う装置の構成の一例を示す図

【図 5 2】符号化部およびパンクチャ部関連の構成の一例を示す図

【図 5 3】符号化処理およびパンクチャ処理の一例を示す図

【図 5 4】符号化処理およびパンクチャ処理の一例を示す図

【図 5 5】符号化処理およびパンクチャ処理の一例を示す図

【図 5 6】符号化処理およびパンクチャ処理の一例を示す図

【発明を実施するための形態】

20

【0 0 1 3】

本発明は、ブロック長（符号長）、符号化率を可変とする無線・有線を利用した放送・通信システムにおいて、受信装置がより高いデータの受信品質を得るための、システムで使用する L D P C 符号の設定に関する発明である。

【0 0 1 4】

図 1 は、送信装置 1 0 0 と受信装置 1 5 0 で構成されている、無線を利用したシステムの構成の一例を示している。なお、図 1 では、無線を利用したシステムとしているが、これに限ったものではなく、有線（同軸ケーブル、ケーブル、光など）を利用したシステムであってもよい。

【0 0 1 5】

30

符号化部 1 0 3 は、情報 1 0 1、制御情報 1 0 2 を入力とし、制御情報 1 0 2 に含まれる送信装置が誤り訂正符号化に使用する符号の情報、例えば、符号化率、符号長（ブロック長）の情報に基づいた誤り訂正符号化を行い、誤り訂正符号化後のデータ 1 0 4 を出力する。

【0 0 1 6】

パンクチャ部 1 0 5 は、制御情報 1 0 2、誤り訂正符号化後のデータ 1 0 4 を入力とし、制御情報 1 0 2 に含まれる送信装置が誤り訂正符号化に使用する符号の情報、例えば、符号化率、符号長（ブロック長）の情報に基づき、誤り訂正符号化後のデータ 1 0 4 に対し、パンクチャを行うか、行わないか（ビット系列の一部を削除するか、しないか）の判断を行い、データ 1 0 6 を出力する。

40

【0 0 1 7】

インタリーブ部 1 0 7 は、制御情報 1 0 2、データ 1 0 6 を入力とし、制御情報 1 0 2 に含まれるインタリーブ方法に関する情報に基づき、データの並び換えを行い、並び換え後のデータ 1 0 8 を出力する。

【0 0 1 8】

マッピング部 1 0 9 は、制御情報 1 0 2、並び換え後のデータ 1 0 8 を入力とし、制御情報 1 0 2 に含まれる変調方法に関する情報に基づいて、マッピングを行い、ベースバンド信号 1 1 0 を出力する。

【0 0 1 9】

無線部 1 1 2 は、制御情報 1 0 2、ベースバンド信号 1 1 0、パイロット信号 1 1 1 を

50

入力とし、制御情報 102 から受信機が復調するための制御情報シンボル（変調方式、誤り訂正符号の方式等に関する情報を含む）およびパイロットシンボル等をデータシンボルに挿入するなどの処理を行い、フレームを生成し、また、制御情報 102 に基づき信号処理を施し（例えば、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）を用いている場合は、それに基づく信号処理、時空間符号やMIMO（Multiple Input-Multiple-Output）方式を用いている場合は、それに基づく信号処理、周波数変換、帯域制限、増幅等の処理を施し）、送信信号 113 を出力し、送信信号 113 はアンテナ 114 から電波として出力される。（なお、アンテナ数を 2 として説明しているが、これに限ったものではない。）

【0020】

10

図 1 の 150 は、送信装置 100 が送信した変調信号を受信する受信装置の構成の一例を示している。

【0021】

無線部 153 はアンテナ 151 で受信した受信信号 152、周波数変換等の処理を施し、ベースバンド信号 154 を出力する。

【0022】

同期部 155 は、ベースバンド信号 154 を入力とし、ベースバンド信号に含まれるパイロットシンボルやプリアンプル等を用いて、周波数同期、および、時間同期のための処理を施し、同期信号 156 を出力する。

【0023】

20

チャネル推定部 157 は、ベースバンド信号 154 を入力とし、ベースバンド信号に含まれるパイロットシンボルやプリアンプル等を用いて、チャネル推定を行い、チャネル推定信号 158 を出力する。

【0024】

制御情報復調部 159 は、ベースバンド信号 154 を入力とし、ベースバンド信号に含まれる制御情報シンボルの復調を行い、制御情報信号 160 を出力する。

【0025】

復調部 161 は、ベースバンド信号 154、同期信号 156、チャネル推定信号 158、制御情報信号 160 を入力とし、制御情報信号 160 に含まれる変調方式等の送信方法に関する情報に基づき、同期信号 156、チャネル推定信号 158 を用いて、ベースバンド信号 154 に含まれるデータシンボルの例えば各ビットの対数尤度比を求め、対数尤度比信号 162 を出力する。

30

【0026】

デインタリーブ部 163 は、制御情報信号 160、対数尤度比信号 162 を入力とし、制御情報信号 160 に含まれるインタリーブ方式に関する情報に基づき、対数尤度比の順番の並び替えを行い、並び替え後の対数尤度比信号 164 を出力する。

【0027】

挿入部 165 は、制御情報信号 160 を入力とし、制御情報信号 160 における誤り訂正符号のブロック長（符号長）、符号化率の情報に基づき、送信装置がパンクチャを行ったか、行っていないか（ビット系列の一部を削除したか、しなかったか）の判断を行う。

40

挿入部 165 は、「送信装置がパンクチャを行った」と判断した場合、並び替え後の対数尤度比信号 164 に対し、送信装置がパンクチャ（削除）を行ったビットに相当する対数尤度比（例えば、値は「0」）を挿入する。

挿入部 165 は、「送信装置がパンクチャを行っていない」と判断した場合、上述の対数尤度比の挿入は行わない。

そして、挿入部 165 は、第 2 の対数尤度比信号 166 を出力する。

【0028】

復号部 167 は、制御情報信号 160、第 2 の対数尤度比信号 166 を入力とし、制御情報信号に含まれる誤り訂正符号に関する情報に基づいた誤り訂正復号を行い、受信データ 168 を出力する。なお、本発明では、LDPC 符号を扱っているため、パリティ検査

50

行列に基づいて、信頼度伝搬（BP：belief propagation）復号（例えば、sum-product 復号、min-sum 復号、Laird BP 復号など）が行われることになる。

【0029】

LDPC 符号について説明する。図2は、符号化器の構成を示している。

情報系列 $u = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ (201) とし、符号化系列 $s = (x_1, x_2, \dots, x_m, p_1, p_2, \dots, p_n)$ (203) とし、パリティ検査行列を H としたとき、次式が成立する。（ m は自然数とし、 n は自然数とする。）

$$Hs^T = 0$$

10

上式の関係を用いて、符号化器 202 は、情報系列 $u = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ を入力とし、符号化系列 $s = (x_1, x_2, \dots, x_m, p_1, p_2, \dots, p_n)$ を生成し、出力することになる。なお、符号化率 $R = m / (m + n)$ となる。なお、 $(p_1, p_2, \dots, p_n)$ をパリティ系列と呼ぶことにする。

よって、1 符号化ブロックとして、 $(x_1, x_2, \dots, x_m, p_1, p_2, \dots, p_n)$ の計 $m + n$ ビットを送信装置は送信することになる。

このとき、パリティ検査行列 H の行数を n 、列数を $m + n$ が成立する。

なお、図2のような符号化を行う場合をここでは、「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」と呼ぶことにする。

【0030】

20

次に、パンクチャを利用した LDPC 符号について説明する。

上述で説明した LDPC 符号において、送信装置において、符号化系列 $s = (x_1, x_2, \dots, x_m, p_1, p_2, \dots, p_n)$ において、 y ビットの送信しないビットを決定し、送信装置は、決定したビット以外の $m + n - y$ ビットの系列を送信することになる。パンクチャを利用した LDPC 符号の具体的な例を図3に示している。

図3において、例えば、「 $x_3, \dots, x_{m-2}, p_1, \dots, p_{n-1}$ 」の計 y ビットを選択し、送信装置は、これらの y ビットを送信しない、と決定し、送信しないと決定したビット以外の計 $m + n - y$ ビットの系列 $z_1, z_2, z_3, \dots, z_{m+n-y+2}, z_{m+n-y+1}, z_{m+n-y}$ を送信することになる。

【0031】

30

なお、図3の例では、送信しない y ビットは情報系列およびパリティ系列の両者から選択しているが、これに限ったものではなく、情報系列のみから選択してもよいし、パリティ系列のみから選択してもよい。つまり、送信しない y ビットは、符号化系列からどのように選択してもよい。

よって、1 符号化ブロックとして、 $(z_1, z_2, z_3, \dots, z_{m+n-y+2}, z_{m+n-y+1}, z_{m+n-y})$ の計 $m + n - y$ ビットを送信装置は送信することになる。

なお、ここでは、上述の方法を「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」と呼ぶことにする。

【0032】

図4は、図3のように送信装置がデータを送信したときの受信装置の動作例の一例を示している。

40

系列 $z_1, z_2, z_3, \dots, z_{m+n-y+2}, z_{m+n-y+1}, z_{m+n-y}$ を受信装置が受信し、これらのビットの対数尤度比を $Lz_1, Lz_2, Lz_3, \dots, Lz_{m+n-y+2}, Lz_{m+n-y+1}, Lz_{m+n-y}$ とする。

図4に示すように、受信装置は、送信装置が送信しなかったビット「 $x_3, \dots, x_{m-2}, p_1, \dots, p_{n-1}$ 」の計 y ビットの各ビットの対数尤度比を例えば「0（ゼロ）」と設定する。したがって、「 x_3 の対数尤度比 =、 $\dots$ 、 x_{m-2} の対数尤度比 = 0、 p_1 の対数尤度比 = 0、 $\dots$ 、 p_{n-1} の対数尤度比 = 0」を挿入する。よって、 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{m-2}, x_{m-1}, x_m, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{n-2}, p_{n-1}, p_n$ の各ビットの対数尤度比 $Lx_1, Lx_2, Lx_3, \dots, Lx_{m-2}, Lx_{m-1}, Lx_m, Lp_1, Lp_2, Lp_3, \dots, Lp_{n-2}, Lp_n$

50

$-1, L p_n$ が得られる。そして、受信装置は、 $L x_1, L x_2, L x_3, \dots, L x_{m-2}, L x_m$
 $-1, L x_m, L p_1, L p_2, L p_3, \dots, L p_{n-2}, L p_{n-1}, L p_n$ を用いて、BP復号を
 行い、受信データを得ることになる。

【0033】

次に、送信装置が、符号化率 $R=\gamma$ に対し、1符号化ブロックのビット数として、 α ビ
 ットと β ビットをサポートしている場合を考える。なお、 α, β は自然数とし、 $\alpha < \beta$
 が成立するものとする。

【0034】

「パンクチャを利用したLDPC符号化方法」の場合、符号化率 $R=\gamma$ 、1符号化ブロ
 ック α ビットのために、符号長（ブロック長） $\alpha + v$ ビット（ただし、 v は自然数）、符
 号化率 q （ただし、 $q < \gamma$ ）のLDPC符号を用いることになり、その後、パンクチャを
 行う。なお、この方法を「方法#1」と名付ける。

同様に、「パンクチャを利用したLDPC符号化方法」の場合、符号化率 $R=\gamma$ 、1符
 号化ブロック β ビットのために、符号長（ブロック長） $\beta + u$ ビット（ただし、 u は自然
 数）、符号化率 q （ただし、 $q < \gamma$ ）のLDPC符号を用いることになり、その後、パン
 クチャを行う。なお、この方法を「方法#2」と名付ける。

【0035】

これに対し、「パンクチャを行わないLDPC符号化方法」の場合、符号化率 $R=\gamma$ 、
 1符号化ブロック α ビットのために、符号長（ブロック長） α ビット、符号化率 γ のLD
 PC符号を用いることになり、この方法を「方法#3」と名付ける。

同様に、「パンクチャを行わないLDPC符号化方法」の場合、符号化率 $R=\gamma$ 、1符
 号化ブロック β ビットのために、符号長（ブロック長） β ビット、符号化率 γ のLDPC
 符号を用いることになり、この方法を「方法#4」と名付ける。

【0036】

$\alpha < \beta$ の関係が成り立つという条件のもとで、考察を行う。

このとき、1符号化ブロックのビット数が α ビットの場合、「方法#1」は、「方法#
 3」より、高いデータの受信品質を与えるケースがある。

一方、1符号化ブロックのビット数が β の場合、「方法#4」は、「方法#2」より、
 高いデータの受信品質を与えるケースがある。

以下では、その理由について記載する。

【0037】

1符号化ブロックのビット数 α ビットを実現するために、「方法#1」の場合、符号長
 （ブロック長）は α より大きい $\alpha + v$ ビットLDPC符号を利用している。ここで、 $\alpha < \beta$
 であり、 α が小さい場合、符号長（ブロック長） $\alpha + v$ ビットにおける足された v の値
 の貢献度が大きいため、符号長（ブロック長） α ビットのLDPC符号を使用したときに
 に比べ、「方法#1」を使用したときのほうが、高いデータの受信品質が得られるケー
 スがある。

一方で、1符号化ブロックのビット数 β ビットを実現するために、「方法2」の場合、
 符号長（ブロック長）は β より大きい $\beta + u$ ビットLDPC符号を利用している。ここで
 $\alpha < \beta$ であり、 β が大きい場合、符号長（ブロック長） $\beta + u$ ビットにおける足された
 u の値の貢献度が小さく、パンクチャによる劣化が大きい。したがって、符号長（ブロ
 ック長） β ビットのLDPC符号を使用したとき、つまり、「方法#4」は「方法2」より
 高いデータの受信品質を与えるケースがある。

ただし、 α と β の具体的な値に依存することになる。（また、 α と β の値は、符号化率
 により変化する可能性がある。）以下、具体的な例を示す。

【0038】

図5は、1符号化ブロックのビット数 z と符号化率に対し、「方法#A」「方法#B」
 どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法#A」の場合、符号化率とは、LD
 PC符号の符号化率ではなく、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号
 化率を意味している。

10

20

30

40

50

【0039】

図5の例では、1符号化ブロック $z = 8100$ ビットのとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ いずれも、「方法#A」で実現する。

そして、1符号化ブロック $z = 16200$ ビットのとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ いずれも、「方法#A」で実現する。

1符号化ブロック $z = 64800$ ビットのとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ いずれも、「方法#B」で実現する。

10

【0040】

このとき、1符号化ブロックのビット数がある値のとき、「符号化率 a のときの方式#A」「符号化率 b のときの方式#A」（ただし、 $a \neq b$ とする。）を考える。（ただし、符号化率 a 、符号化率 b いずれもパンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率であるものとする。）このとき、以下の条件を一つ以上満たす a 、 b が存在するものとする。

条件5-1：「符号化率 a のときの方式#A」のもととなるLDPC符号と「符号化率 b のときの方式#A」のもととなるLDPC符号は異なる符号である。

条件5-2：「符号化率 a のときの方式#A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列と「符号化率 b のときの方式#A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列は異なるものである。

20

条件5-3：「符号化率 a のときの方式#A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列の行数と「符号化率 b のときの方式#A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列の行数が異なるものである。

条件5-4：「符号化率 a のときの方式#A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列の列数と「符号化率 b のときの方式#A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列の列数が異なるものである。

【0041】

1符号化ブロックのビット数を z ビットとする。なお、 z は自然数とする。

「パンクチャを利用したLDPC符号化方法」を利用し、1符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法#A」と名付ける。

30

「パンクチャを行わないLDPC符号化方法」を利用し、1符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法#B」と名付ける。

【0042】

送信装置、受信装置は、図6に示すような符号化率の中から符号化率を設定し、また、図6に示すような1符号化ブロックのビット数から1符号化ブロックを選択するものとする。

図6は、1符号化ブロックのビット数 z と符号化率に対し、「方法#A」「方法#B」どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法#A」の場合、符号化率とは、LDPC符号の符号化率ではなく、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

40

【0043】

図6の例では、1符号化ブロック $z = 8100$ ビットのとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ いずれも、「方法#A」で実現する。

そして、1符号化ブロック $z = 16200$ ビットのとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ いずれも、「方法#B」で実現する。

1符号化ブロック $z = 64800$ ビットのとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ いずれも、

50

「方法# B」で実現する。

【0044】

このとき、1符号化ブロックのビット数がある値のとき、「符号化率aのときの方式# A」「符号化率bのときの方式# A」（ただし、 $a \neq b$ とする。）を考える。（ただし、符号化率a、符号化率bいずれもパンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率であるものとする。）このとき、以下の条件を一つ以上満たすa、bが存在するものとする。

条件6-1：「符号化率aのときの方式# A」のもととなるLDPC符号と「符号化率bのときの方式# A」のもととなるLDPC符号は異なる符号である。

条件6-2：「符号化率aのときの方式# A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列と「符号化率bのときの方式# A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列は異なるものである。

条件6-3：「符号化率aのときの方式# A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列の行数と「符号化率bのときの方式# A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列の行数が異なるものである。

条件6-4：「符号化率aのときの方式# A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列の列数と「符号化率bのときの方式# A」のもととなるLDPC符号のパリティ検査行列の列数が異なるものである。

【0045】

1符号化ブロックのビット数をzビットとする。なお、zは自然数とする。

「パンクチャを利用したLDPC符号化方法」を利用し、1符号化ブロックzビットを実現する。なお、この方法を「方法# A」と名付ける。

「パンクチャを行わないLDPC符号化方法」を利用し、1符号化ブロックzビットを実現する。なお、この方法を「方法# B」と名付ける。

【0046】

送信装置、受信装置は、図7に示すような符号化率の中から符号化率を設定し、また、図7に示すような1符号化ブロックのビット数から1符号化ブロックを選択するものとする。

図7は、1符号化ブロックのビット数zと符号化率に対し、「方法# A」「方法# B」どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法# A」の場合、符号化率とは、LDPC符号の符号化率ではなく、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

【0047】

図7の例では、1符号化ブロックzが1000ビット以上9000ビット以下のとき、符号化率5/15、6/15、7/15、8/15、9/15、10/15、11/15、12/15、13/15いずれも、「方法# A」で実現する。

そして、1符号化ブロックzが10000ビット以上20000ビット以下のとき、符号化率5/15、6/15、7/15、8/15、9/15、10/15、11/15、12/15、13/15いずれも、「方法# A」で実現する。

1符号化ブロックzが50000ビット以上70000ビット以下のとき、符号化率5/15、6/15、7/15、8/15、9/15、10/15、11/15、12/15、13/15いずれも、「方法# B」で実現する。

【0048】

このとき、1符号化ブロックのビット数がある値のとき、「符号化率aのときの方式# A」「符号化率bのときの方式# A」（ただし、 $a \neq b$ とする。）を考える。（ただし、符号化率a、符号化率bいずれもパンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率であるものとする。）このとき、以下の条件を一つ以上満たすa、bが存在するものとする。

条件7-1：「符号化率aのときの方式# A」のもととなるLDPC符号と「符号化率bのときの方式# A」のもととなるLDPC符号は異なる符号である。

条件 7-2: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列は異なるものである。

条件 7-3: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数が異なるものである。

条件 7-4: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数が異なるものである。

【0049】

1 符号化ブロックのビット数を z ビットとする。なお、 z は自然数とする。

「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # A」と名付ける。

「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # B」と名付ける。

【0050】

送信装置、受信装置は、図 8 に示すような符号化率の中から符号化率を設定し、また、図 8 に示すような 1 符号化ブロックのビット数から 1 符号化ブロックを選択するものとする。

図 8 は、1 符号化ブロックのビット数 z と符号化率に対し、「方法 # A」「方法 # B」どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法 # A」の場合、符号化率とは、LDPC 符号の符号化率ではなく、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

【0051】

図 8 の例では、1 符号化ブロック z が 1000 ビット以上 9000 ビット以下のとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ いずれも、「方法 # A」で実現する。

そして、1 符号化ブロック z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下のとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ いずれも、「方法 # B」で実現する。

1 符号化ブロック z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下のとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ いずれも、「方法 # B」で実現する。

【0052】

このとき、1 符号化ブロックのビット数がある値のとき、「符号化率 a のときの方式 # A」「符号化率 b のときの方式 # A」（ただし、 $a \neq b$ とする。）を考える。（ただし、符号化率 a 、符号化率 b いずれもパンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率であるものとする。）このとき、以下の条件を一つ以上満たす a 、 b が存在するものとする。

条件 8-1: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号は異なる符号である。

条件 8-2: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列は異なるものである。

条件 8-3: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数が異なるものである。

条件 8-4: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数が異なるものである。

10

20

30

40

50

【0053】

1 符号化ブロックのビット数を z ビットとする。なお、 z は自然数とする。

「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # A」と名付ける。

「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # B」と名付ける。

【0054】

送信装置、受信装置は、図 9 に示すような 1 符号化ブロックのビット数から 1 符号化ブロックを選択するものとする。なお、符号化率についても設定できるものとする。

図 9 は、1 符号化ブロックのビット数 z に対し、「方法 # A」「方法 # B」どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法 # A」の場合、符号化率とは、LDPC 符号の符号化率ではなく、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

10

【0055】

図 9 の例では、1 符号化ブロック z が 20000 ビット未満のとき、「方法 # A」を使用する。

そして、1 符号化ブロック z が 20000 ビット以上のとき「方法 # B」を使用する。

【0056】

このとき、1 符号化ブロックのビット数がある値のとき、「符号化率 a のときの方式 # A」「符号化率 b のときの方式 # A」（ただし、 $a \neq b$ とする。）を考える。（ただし、符号化率 a 、符号化率 b いずれもパンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率であるものとする。）このとき、以下の条件を一つ以上満たす a 、 b が存在するものとする。

20

条件 9-1：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号は異なる符号である。

条件 9-2：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列は異なるものである。

条件 9-3：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数が異なるものである。

30

条件 9-4：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数が異なるものである。

【0057】

1 符号化ブロックのビット数を z ビットとする。なお、 z は自然数とする。

「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # A」と名付ける。

「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # B」と名付ける。

40

【0058】

送信装置、受信装置は、図 10 に示すような 1 符号化ブロックのビット数から 1 符号化ブロックを選択するものとする。なお、符号化率についても設定できるものとする。

図 10 は、1 符号化ブロックのビット数 z に対し、「方法 # A」「方法 # B」どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法 # A」の場合、符号化率とは、LDPC 符号の符号化率ではなく、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

【0059】

図 10 の例では、1 符号化ブロック z が 10000 ビット未満のとき、「方法 # A」を使用する。

50

そして、1 符号化ブロック z が 1 0 0 0 0 ビット以上のとき「方法 # B」を使用する。

【0 0 6 0】

このとき、1 符号化ブロックのビット数がある値のとき、「符号化率 a のときの方式 # A」「符号化率 b のときの方式 # A」（ただし、 $a \neq b$ とする。）を考える。（ただし、符号化率 a 、符号化率 b いずれもパンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率であるものとする。）このとき、以下の条件を一つ以上満たす a 、 b が存在するものとする。

条件 1 0 - 1：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号は異なる符号である。

条件 1 0 - 2：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列は異なるものである。

条件 1 0 - 3：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数が異なるものである。

条件 1 0 - 4：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数が異なるものである。

【0 0 6 1】

図 1 1 は、送信装置が送信するフレームの構成の一例であり、横軸は時間である。図 1 1 では、例えば、シングルキャリアを用いた送信方法を用いたときを例としているが、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) のようなマルチキャリア方式を用いた場合、周波数方向に複数のキャリアが存在し、キャリア方向にシンボルが存在することになる。また、例えば、時空間符号や MIMO (Multiple Input-Multiple-Output) 方式を用いている場合は、各ストリームごとに、フレームが存在することになる。

【0 0 6 2】

図 1 1 において、1 1 0 1 はプリアンブルであり、例えば、送受信機間で既知の PSK (Phase Shift Keying) 変調シンボルを用いる。受信機は、このシンボルを用いて、周波数オフセットの推定、周波数同期、時間同期、フレーム同期、シンボル同期、チャネル推定、信号検出などを行うことになる。

【0 0 6 3】

1 1 0 2 は制御情報シンボルであり、例えば、データシンボルを生成するのに使用した誤り訂正符号の方式（符号長、1 符号化ブロックのブロック長、符号化率）情報、データシンボルを生成するのに使用した変調方式の情報、送信方法に関する情報などを含んでいる。受信装置は、このシンボルを復調することで、制御情報を得、これにより、データシンボルの復調、誤り訂正復号が可能となる。

また、制御情報シンボル 1 1 0 2 で得られる情報に基づき、図 1 を用いて説明した、対数尤度比の挿入をするか、しないか、の制御が行われることになる。

【0 0 6 4】

1 1 0 3 はデータシンボルであり、送信装置が選択した誤り訂正符号の方式（符号長、1 符号化ブロックのブロック長、符号化率）、変調方式、送信方法に基づいてデータシンボルは生成されることになる。なお、図 1 1 では記述していないが、制御情報シンボル 1 1 0 2、データシンボル 1 1 0 3 と記述している中に、パイロットシンボルなどのシンボルが挿入されていてもよい。

よって、フレーム構成については、図 1 1 の構成に限ったものではない。

【0 0 6 5】

送信装置は、送信するデータの 1 符号化ブロックの値を複数の値から選択することができ、閾値を設け、送信装置が送信するデータの 1 符号化ブロックが閾値以上のときは、「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」を送信装置は選択し、閾値未満のときは、「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」を選択し、データを送信することで、受信装

10

20

30

40

50

置は、いずれの 1 符号化ブロックの値においても、高いデータの受信品質が得られるという効果を得ることができる。

【0066】

次に、送信装置が、1 符号化ブロックのビット数 δ に対し、符号化率 α 、 β 、 γ をサポートしている場合を考える。なお、 α 、 β 、 γ は 0 より大きく 1 より小さい値であるものとし、 $\alpha < \beta < \gamma$ が成立するものとする。なお、「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」の場合の符号化率は、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

【0067】

「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」の場合、符号化率 $R = \alpha$ 、1 符号化ブロック δ ビットのために、符号長（ブロック長） $\delta + u$ ビット（ただし、 u は自然数）、符号化率 a （ただし、 $a < \alpha$ ）の LDPC 符号を用いることになり、その後、パンクチャを行う。なお、この方法を「方法 \$ 1」と名付ける。

10

【0068】

同様に、「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」の場合、符号化率 $R = \beta$ 、1 符号化ブロック δ ビットのために、符号長（ブロック長） $\delta + v$ ビット（ただし、 v は自然数）、符号化率 b （ただし、 $b < \beta$ ）の LDPC 符号を用いることになり、その後、パンクチャを行う。なお、この方法を「方法 \$ 2」と名付ける。

【0069】

「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」の場合、符号化率 $R = \gamma$ 、1 符号化ブロック δ ビットのために、符号長（ブロック長） $\delta + w$ ビット（ただし、 w は自然数）、符号化率 c （ただし、 $c < \gamma$ ）の LDPC 符号を用いることになり、その後、パンクチャを行う。なお、この方法を「方法 \$ 3」と名付ける。

20

【0070】

これに対し、「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」の場合、符号化率 $R = \alpha$ 、1 符号化ブロック δ ビットのために、符号長（ブロック長） δ ビット、符号化率 α の LDPC 符号を用いることになる。なお、この方法を「方法 \$ 4」と名付ける。

【0071】

同様に、「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」の場合、符号化率 $R = \beta$ 、1 符号化ブロック δ ビットのために、符号長（ブロック長） δ ビット、符号化率 β の LDPC 符号を用いることになる。なお、この方法を「方法 \$ 5」と名付ける。

30

【0072】

「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」の場合、符号化率 $R = \gamma$ 、1 符号化ブロック δ ビットのために、符号長（ブロック長） δ ビット、符号化率 γ の LDPC 符号を用いることになる。なお、この方法を「方法 \$ 6」と名付ける。

【0073】

$\alpha < \beta < \gamma$ の関係が成り立つという条件のもとで、考察を行う。

このとき、符号化率が α のように小さい場合、「方法 \$ 4」は、「方法 \$ 1」より、高いデータの受信品質を与えるケースがある。

符号化率が β のように中間的な値の場合、「方法 \$ 2」は、「方法 \$ 5」より、高いデータの受信品質を与えるケースがある。

40

符号化率が γ のように大きい場合、「方法 \$ 6」は、「方法 \$ 3」より、高いデータの受信品質を与えるケースがある。

【0074】

以下では、その理由について記載する。

低い符号化率の LDPC 符号の性能はシャノン限界との差が拡大する傾向がある。よって、符号化率 α のように小さい（低い）符号化率の場合、「方法 \$ 1」の際、ベースとなる LDPC 符号の符号化率が、 α より小さいため、シャノン限界との差が大きく、パンクチャを行ったとき、良好なデータの受信品質を得づらい。

符号化率 β のように中間の符号化率の場合、「方法 \$ 2」において、ベースとなる LD

50

P C 符号の符号化率のシャノン限界とパンクチャ後の符号化率のシャノン限界の差が大きい。このため、ベースとなる L D P C 符号の性能が寄与し、「方法 \$ 2」は、高いデータの受信品質を与える可能性が高くなる。

符号化率 γ のように高い符号化率の場合、「方法 \$ 3」において、ベースとなる L D P C 符号の符号化率のシャノン限界とパンクチャ後の符号化率のシャノン限界の差が小さい。このため、「方法 \$ 3」は、高いデータの受信品質を得るのは難しい可能性がある。しかし、「方法 \$ 3」は「方法 \$ 6」に比べ、疎なパリティ検査行列を使用できる利点があり、これにより、「方法 \$ 3」が良好な受信品質を与える可能性がある。

ただし、 α と β と γ の具体的な値に依存することになる。（また、 α と β と γ の値は、1 符号化ブロックの値により変化する可能性がある。）以下、具体的な例を示す。

10

【0075】

1 符号化ブロックのビット数を z ビットとする。なお、 z は自然数とする。

「パンクチャを利用した L D P C 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # A」と名付ける。

「パンクチャを行わない L D P C 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # B」と名付ける。

【0076】

送信装置、受信装置は、図 1 2 に示すような符号化率から符号化率を選択するものとする。なお、1 符号化ブロックのビット数も設定できるものとする。

図 1 2 は、1 符号化ブロックのビット数 z をある値に設定したとき、「方法 # A」「方法 # B」どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法 # A」の場合、符号化率とは、L D P C 符号の符号化率ではなく、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

20

図 1 2 において、 e 、 f は 0 より大きく 1 より小さいものとし、 $e < f$ が成立するものとする。

【0077】

図 1 2 の例では、1 符号化ブロック z （ z は自然数）のとき、符号化率が f 未満のとき、「方法 # B」を使用する。

そして、1 符号化ブロック z （ z は自然数）のとき、符号化率が e 以上、 f 以下のとき、「方法 # A」を使用する。

30

そして、1 符号化ブロック z （ z は自然数）のとき、符号化率が f より大きいとき、「方法 # B」を使用する。

【0078】

符号化率 e 以上 f 以下を満たす a および b が存在し、送信装置は、「符号化率 a のときの方式 # A」、「符号化率 b のときの方式 # A」が選択可能であるものとする。（ただし、符号化率 a 、符号化率 b いずれもパンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率であるものとする。）（ただし、 $a \neq b$ とする。）

このとき、以下の条件を一つ以上満たす a 、 b が存在するものとする。

条件 1 2 - 1：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる L D P C 符号と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる L D P C 符号は異なる符号である。

40

条件 1 2 - 2：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる L D P C 符号のパリティ検査行列と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる L D P C 符号のパリティ検査行列は異なるものである。

条件 1 2 - 3：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる L D P C 符号のパリティ検査行列の行数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる L D P C 符号のパリティ検査行列の行数が異なるものである。

条件 1 2 - 4：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる L D P C 符号のパリティ検査行列の列数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる L D P C 符号のパリティ検査行列の列数が異なるものである。

なお、上述のとおり「1 符号化ブロックのビット数 z をある値に設定」されているもの

50

とする。

よって、符号化率が f 未満の符号化率が 1 種類以上、符号化率が e 以上、 f 以下の符号化率が 2 種類以上、符号化率が f より大きいときが 1 種類以上あるとよい。

【0079】

1 符号化ブロックのビット数を z ビットとする。なお、 z は自然数とする。

「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # A」と名付ける。

「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # B」と名付ける。

【0080】

送信装置、受信装置は、図 13 に示すような符号化率から符号化率を選択するものとする。なお、1 符号化ブロックのビット数も設定できるものとする。

図 13 は、1 符号化ブロックのビット数 z に対し、「方法 # A」「方法 # B」どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法 # A」の場合、符号化率とは、LDPC 符号の符号化率ではなく、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

【0081】

図 13 において、 g は 0 より大きく 1 より小さいものとする。

図 13 の例では、1 符号化ブロック z (z は自然数) のとき、符号化率が g 未満のとき、「方法 # B」を使用する。

そして、1 符号化ブロック z (z は自然数) のとき、符号化率が g 以上のとき、「方法 # A」を使用する。

【0082】

符号化率 g 以上を満たす a および b が存在し、送信装置は、「符号化率 a のときの方式 # A」、「符号化率 b のときの方式 # A」が選択可能であるものとする。（ただし、符号化率 a 、符号化率 b いずれもパンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率であるものとする。）（ただし、 $a \neq b$ とする。）このとき、以下の条件を一つ以上満たす a 、 b が存在するものとする。

条件 13-1: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号は異なる符号である。

条件 13-2: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列は異なるものである。

条件 13-3: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数が異なるものである。

条件 13-4: 「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数が異なるものである。

なお、上述のとおり「1 符号化ブロックのビット数 z をある値に設定」されているものとする。

よって、符号化率が g 未満の符号化率が 1 種類以上、符号化率が g 以上の符号化率が 2 種類以上あるとよい。

【0083】

1 符号化ブロックのビット数を z ビットとする。なお、 z は自然数とする。

「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # A」と名付ける。

「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」を利用し、1 符号化ブロック z ビットを実現する。なお、この方法を「方法 # B」と名付ける。

【0084】

送信装置、受信装置は、図 1 4 に示すような符号化率から符号化率を選択するものとする。なお、1 符号化ブロックのビット数も設定できるものとする。

図 1 4 は、1 符号化ブロックのビット数 z に対し、「方法 # A」「方法 # B」どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法 # A」の場合、符号化率とは、LDPC 符号の符号化率ではなく、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

【0085】

図 1 4 において、 h は 0 より大きく 1 より小さいものとする。

図 1 4 の例では、1 符号化ブロック z （ z は自然数）のとき、符号化率が h 未満のとき、「方法 # A」を使用する。

そして、1 符号化ブロック z （ z は自然数）のとき、符号化率が h 以上のとき、「方法 # B」を使用する。

【0086】

符号化率 h 未満を満たす a および b が存在し、送信装置は、「符号化率 a のときの方式 # A」、「符号化率 b のときの方式 # A」が選択可能であるものとする。（ただし、符号化率 a 、符号化率 b いずれもパンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率であるものとする。）（ただし、 $a \neq b$ とする。）このとき、以下の条件を一つ以上満たす a 、 b が存在するものとする。

条件 1 4-1：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号は異なる符号である。

条件 1 4-2：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列は異なるものである。

条件 1 4-3：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の行数が異なるものである。

条件 1 4-4：「符号化率 a のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数と「符号化率 b のときの方式 # A」のもととなる LDPC 符号のパリティ検査行列の列数が異なるものである。

なお、上述のとおり「1 符号化ブロックのビット数 z をある値に設定」されているものとする。

よって、符号化率が h 未満の符号化率が 2 種類以上、符号化率が h 以上の符号化率が 1 種類以上あるとよい。

【0087】

送信装置および受信装置の動作については、図 1、図 1 1 などを用いて以前に説明したとおりとなる。

送信装置は、送信するデータの 1 符号化ブロックの値を所定の値に定め、閾値を設け、送信装置が

符号化率が閾値以上のとき「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」を選択し、符号化率が閾値未満のとき「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」を選択する、あるいは、

符号化率が閾値以上のとき「パンクチャを利用した LDPC 符号化方法」を選択し、符号化率が閾値未満のとき「パンクチャを行わない LDPC 符号化方法」を選択する

ものとする。ことで、受信装置は、いずれの符号化率においても、高いデータの受信品質が得られるという効果を得ることができる。

【0088】

（実施の形態 A）

本実施の形態では、これまで説明した実施の形態における制御情報の送信方法および送信装置の構成と受信方法および受信装置の構成の一例について説明する。

【0089】

図15は、本実施の形態における誤り訂正符号のパラメータの一例である。1符号化ブロックのビット数を z ビットとする。なお、 z は自然数とする。

「パンクチャを利用したLDPC符号化方法」を利用し、1符号化ブロック z ビットを実現する。この方法を「方法#A」と名付ける。

「パンクチャを行わないLDPC符号化方法」を利用し、1符号化ブロック z ビットを実現する。この方法を「方法#B」と名付ける。

【0090】

1符号化ブロック z ビットについて補足を行う。

「パンクチャを利用したLDPC符号化方法」の場合、符号長（ブロック長）が $z + \gamma$ ビット（ γ は自然数）のLDPC符号（LDPCブロック符号）の符号化を行い、 $z + \gamma$ ビットのデータを得る。そして、 γ ビットをパンクチャし（送信しない γ ビットを決定し）、送信する z ビットのデータを得る。「パンクチャを利用したLDPC符号化方法」の場合、「1符号化ブロック z ビット」とは、「この送信するデータが z ビット」のことを意味する。

【0091】

「パンクチャを行わないLDPC符号化方法」の場合、符号長 z ビットのLDPC符号（LDPCブロック符号）の符号化を行い、 z ビットのデータを得、この z ビットのデータを送信する。「1符号化ブロック z ビット」とは、「この送信するデータが z ビット」のことを意味する。

【0092】

図15は、1符号化ブロックのビット数 z と符号化率に対し、「方法#A」「方法#B」どちらを使用するか、を示した例である。なお、「方法#A」の場合、符号化率とは、LDPC符号の符号化率ではなく（パンクチャ前の符号化率ではなく）、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

【0093】

図15の例では、1符号化ブロック $z = 16200$ ビットのとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ を「方法#A」で実現し、符号化率 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ を「方法#B」で実現する。

そして、1符号化ブロック $z = 64800$ ビットのとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ を「方法#B」で実現する。

【0094】

図15の特徴は、「送信装置、受信装置が、1符号化ブロックのビット数 x （ x は自然数）および1符号化ブロックのビット数 y （ y は自然数）をサポートし、 $x > y$ が成立したとき、1符号化ブロックのビット数 x （ x は自然数）のときはすべての符号化率で「方法#B」を用い、1符号化ブロックのビット数 y のときは「方法#A」を採用する符号化率が存在する」となる。したがって、図15では、 $z = 16200$ ビットにおいて、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ で「方法#A」を使用している。（ただし、図15はあくまでも例であり、 $z = 16200$ ビットにおいて、「方法#A」となる符号化率が存在すればよいことになる。）

【0095】

また、以前にも説明したように、図15は、「ある符号化率において、1符号化ブロックのビット数 x （ x は自然数）および1符号化ブロックのビット数 y （ y は自然数）をサポートし、 $x > y$ が成立したとき、1符号化ブロックのビット数 x のときは「方法#B」を用い、1符号化ブロックのビット数 y のときは「方法#A」を用いる場合が存在する」と解釈してもよい。（ただし、別の符号化率では、1符号化ブロックのビット数 x 、1符号化ブロックのビット数 y の両者で「方法#B」であってもよい。）

【0096】

図16は、1符号化ブロックのビット数 z と符号化率に対し、「方法#A」「方法#B」どちらを使用するか、を示した図15とは異なる例である。なお、「方法#A」の場合

、符号化率とは、LDPC符号の符号化率ではなく（パンクチャ前の符号化率ではなく）、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。

【0097】

図16の例では、1符号化ブロック z が10000ビット以上20000ビット以下のとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ を「方法#A」で実現し、符号化率 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ を「方法#B」で実現する。

そして、1符号化ブロック z が50000ビット以上70000ビット以下のとき、符号化率 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、 $13/15$ を「方法#B」で実現する。

10

【0098】

図16の特徴は、以前にも説明したように、「ある符号化率において、1符号化ブロックのビット数 x （ x は自然数）および1符号化ブロックのビット数 y （ y は自然数）をサポートし、 $x > y$ が成立したとき、1符号化ブロックのビット数 x のときは「方法#B」を用い、1符号化ブロックのビット数 y のときは「方法#A」を用いる場合が存在する」、である。（ただし、別の符号化率では、1符号化ブロックのビット数 x 、1符号化ブロックのビット数 y の両方で「方法#B」であってもよい。）

【0099】

図17は送信装置の構成の一例を示しており、図1と同様に動作するものについては、同一番号を付しており、説明は省略する。図17の符号化部103は、情報101、制御情報102を入力とし、図15または図16に基づいた誤り訂正符号化の処理を施す。

20

【0100】

例えば、図15に基づいたときについて説明する。

制御情報102は、誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報と誤り訂正符号化の際の符号化率（パンクチャを行う際は、パンクチャ後の符号化率）の情報を含んでいるものとする。

ただし、誤り訂正符号化の際の符号化率とは、「方法#A」の場合、LDPC符号の符号化率ではなく（パンクチャ前の符号化率ではなく）、パンクチャ後（送信しないビットを削除した後）の符号化率を意味している。そして、「方法#B」の場合、LDPC符号の符号化率を意味している。

30

【0101】

したがって、例えば、図15に基づいたとき、符号化部103は情報101、制御情報102を入力とし、制御情報102に含まれる誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報と誤り訂正符号化の際の符号化率の情報に基づき、情報101に対し、誤り訂正符号化（パンクチャ処理を含む）を行い、誤り訂正符号化後のデータ104を出力する。

【0102】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $5/15$ に対応する「方法#A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

40

【0103】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $6/15$ に対応する「方法#A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

【0104】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット

50

数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $7/15$ に対応する「方法 # A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC 符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

【0105】

制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $8/15$ に対応する「方法 # A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC 符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

10

【0106】

制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $9/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0107】

制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $10/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

20

【0108】

制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $11/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0109】

制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $12/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

30

【0110】

制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $13/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0111】

制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $5/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

40

【0112】

制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $6/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0113】

制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、符号化部 101 は、符号化率 $7/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

50

【0114】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $8/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0115】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $9/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

10

【0116】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $10/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0117】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $11/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

20

【0118】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $12/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0119】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $13/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

30

【0120】

例えば、図16に基づいたとき、符号化部103は情報101、制御情報102を入力とし、制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報と誤り訂正符号化の際の符号化率の情報に基づき、情報101に対し、誤り訂正符号化(パンクチャ処理を含む)を行い、誤り訂正符号化後のデータ104を出力する。

【0121】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $5/15$ に対応する「方法#A」の符号化を行う。(前にも説明したように、LDPC符号の符号化を行い、パンクチャを行う。(送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。))

40

【0122】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $6/15$ に対応する「方法#A」の符号化を行う。(前にも説明したように、LDPC符号の符号化を行い、パンクチャを行う。(送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。))

50

【0123】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $7/15$ に対応する「方法#A」の符号化を行う。(前にも説明したように、LDPC符号の符号化を行い、パンクチャを行う。(送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。))

【0124】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $8/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

10

【0125】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $9/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0126】

20

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $10/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0127】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $11/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

30

【0128】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $12/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0129】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $13/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

40

【0130】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $5/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0131】

50

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $6/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0132】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $7/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

10

【0133】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $8/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0134】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $9/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

20

【0135】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $10/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0136】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $11/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

30

【0137】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $12/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

40

【0138】

制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、符号化部101は、符号化率 $13/15$ に対応する「方法#B」の符号化を行う。(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0139】

符号化ブロックのビット数の情報生成部1701は、制御情報102を入力とし、制御情報102に含まれる誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z

50

の情報を抽出し、制御情報シンボルを形成するための1符号化ブロックのビット数の情報1702を出力する。

【0140】

符号化率の情報生成部1703は、制御情報102を入力とし、制御情報102に含まれる誤り訂正符号化の際の符号化率（パンクチャを行う際は、パンクチャ後の符号化率）の情報を抽出し、制御情報シンボルを形成するための誤り訂正符号化の際の符号化率の情報1704を出力する。

【0141】

その他の制御情報生成部1705は、制御情報102を入力とし、制御情報シンボルを形成するための1符号化ブロックのビット数の情報、制御情報シンボルを形成するための誤り訂正符号化の際の符号化率の情報以外の制御情報シンボルを形成するための制御情報1706を出力する。

10

【0142】

制御情報シンボル生成部1707は、1符号化ブロックのビット数の情報1702、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報1704、制御情報1706を入力とし、例えば、誤り訂正符号化、マッピング等の処理を行い、制御情報シンボルのベースバンド信号1708を出力する。

【0143】

無線部112は、制御情報102、ベースバンド信号110、パイロット信号111、制御情報シンボルのベースバンド信号1708を入力とし、制御情報102に含まれるフレーム構成に関する情報に基づき、フレーム構成に基づいた送信信号113を生成し、出力する。（例えば、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）を用いている場合、逆フーリエ変換、周波数変換等の処理を施す。）

20

【0144】

図18は、図17の送信装置が送信する変調信号のフレーム構成の一例（一つの変調信号を送信するときのフレーム構成の一例）を示している。図18において、縦軸は時間、横軸は周波数であり、例えば、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）などのマルチキャリア方式の場合、複数キャリアが存在するため、ここでは、キャリア0からキャリア14にシンボルが存在するものとする。そして、図18では、時刻\$1から時刻\$8まで示している。

30

【0145】

図18において、「C」は制御情報シンボル、「P」はパイロットシンボル、「D」はデータシンボルを示している。前にも記載したように、制御情報シンボルには、図17を用いて説明したように、1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報を含んでいるものとする。

【0146】

パイロットシンボルは、送信装置が送信した変調信号を受信する受信装置がチャネル推定（伝搬路変動の推定）、周波数同期、時間同期、信号検出、周波数オフセットの推定等を行うためのシンボルであり、例えば、パイロットシンボルは、送受信機において、PSK（Phase Shift Keying）変調を用いて変調した既知のシンボル（または、受信機が同期をとることによって、受信機は、送信機が送信したシンボルを知ることができてよい。）であればよい。

40

【0147】

データシンボルは、例えば、図15、または、図16に基づいて生成された誤り訂正符号化後のデータを伝送するためのシンボルである。（なお、誤り訂正符号化後のデータの1符号化ブロックのビット数と誤り訂正符号化の際の符号化率は、制御情報シンボルに含まれている1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報で指定している1符号化ブロックのビット数と誤り訂正符号化の際の符号化率となる。）

【0148】

50

次に、図 17 の送信装置が送信した変調信号を受信する受信装置の動作について説明する。

図 17 の送信装置が送信した変調信号を受信する受信装置の構成は、図 1 の 150 に示したとおりである。以下では、特に、図 1 の受信装置 150 において、制御情報復調部 159 と復号部 167 の動作について、詳しく説明する。

【0149】

図 19 は、図 1 の受信装置 150 において、制御情報復調部 159 と復号部 167 に関連する部分の構成を示した図である。

制御情報復調部 159 は、1 符号化ブロックのビット数の情報・符号化率の情報推定部 1903 を具備し、1 符号化ブロックのビット数の情報・符号化率の情報推定部 1903 は、ベースバンド信号 1902 を入力とし、図 18 に示した制御情報シンボルを抽出し、さらに制御情報シンボルから、1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報を得、1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 を出力する。

【0150】

パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 を入力とし、図 15、または、図 16 に基づき、1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報から、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が、図 15、図 16 を用いて説明した、「方法 # A」か、「方法 # B」か、を判断し、「方法 # B」と判断した場合、送信装置でパンクチャしたビット（送信装置が送信しなかったビット）に対応するビットの対数尤度比 106 を生成、出力する。

【0151】

例えば、図 17 の送信装置が図 15 に基づいて符号化を行い、変調信号を送信した場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、以下のような判断を行う。

【0152】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0153】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0154】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0155】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0156】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0157】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

10

【0158】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0159】

20

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0160】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

30

【0161】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0162】

40

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0163】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装

50

置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法# B」と判断する。

【0164】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法# B」と判断する。

【0165】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法# B」と判断する。

10

【0166】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法# B」と判断する。

20

【0167】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法# B」と判断する。

【0168】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法# B」と判断する。

30

【0169】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法# B」と判断する。

40

【0170】

例えば、図17の送信装置が図16に基づいて符号化を行い、変調信号を送信した場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、以下のような判断を行う。

【0171】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤

50

度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0172】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0173】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0174】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0175】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0176】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0177】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0178】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した

10

20

30

40

50

方法が「方法 # B」と判断する。

【0179】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0180】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0181】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0182】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0183】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0184】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0185】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0186】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0187】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0188】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0189】

(実施の形態 B)

実施の形態 A の変形例を説明する。

1 符号化ブロック数 z と符号化率に対し、「方法 # A」「方法 # B」どちらを使用するか、についての例は、実施の形態 A の図 15、図 16 で説明したとおりであり、説明は省略する。

送信装置の構成は実施の形態 A の図 17 を用いて説明したとおりであり、一部説明は省略する。

【0190】

図 20 は、図 17 の送信装置が送信する変調信号のフレーム構成の一例を示している。図 20 において、縦軸は周波数、横軸は時間であるものとする。そして、OFDM 方式等のマルチキャリアを用いた伝送方式を用いているものとするため、縦軸周波数において、複数のキャリアが存在しているものとする。

図 20 の 2001 は第 1 プリアンブル、2002 は第 2 プリアンブル、2003 はデータシンボル群 # 1、2004 はデータシンボル群 # 2、2005 はデータシンボル群 # 3 を示している。

【0191】

データシンボル群について説明する。放送システムの場合、映像・オーディオごとにデータシンボル群を割り当ててもよい。例えば、第 1 の映像・オーディオストリームを送信するためのシンボルが、データシンボル群 # 1 (2003)、第 2 の映像・オーディオストリームを送信するためのシンボルが、データシンボル群 # 2 (2004)、第 3 の映像・オーディオストリームを送信するためのシンボルが、データシンボル群 # 3 となる。(なお、PLP (Physical Layer Pipe) のことをデータシンボル群としてもよい。このとき、データシンボル群 # 1 を PLP # 1、データシンボル群 # 2 を PLP # 2、データシンボル群 # 3 を PLP # 3 と名付けてもよい。)

【0192】

第 1 プリアンブル 2001、第 2 プリアンブル 2002 には、周波数同期、時間同期を行うためのシンボル (例えば、送受信機にとって、同相 I-直交平面において、信号点配置が既知となる PSK (Phase Shift Keying) のシンボル)、各データシンボル群の送

10

20

30

40

50

信方法情報（SISO（Single-Input Single-Output）方式、MISO（Multiple-Input Single-Output）方式、MIMO方式を識別する情報）を送送するためのシンボル、各データシンボル群の誤り訂正符号に関する情報（例えば、符号長（1符号化ブロックのビット数）、符号化率）を送送するためのシンボル、各データシンボル群の変調方式に関する情報（MISO方式、または、MIMO方式の場合、複数ストリームが存在するため、複数の変調方式が指定される）を送送するためのシンボル、第1・第2プリアンプルの送信方法情報を送送するためのシンボル、第1・第2プリアンプルの変調方式に関する情報を送送するためのシンボル、パイロットシンボルの挿入方法に関する情報を送送するためのシンボル、PAPR（Peak-to-Average Power Ratio）抑制の方法に関する情報を送送するためのシンボルなどが含まれているものとする。

10

【0193】

本実施の形態では、実施の形態Aと同様、特に、各データシンボル群の1符号化ブロックのビット数の情報、および、各データシンボル群の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が第1プリアンプル（2001）、および／または、第2プリアンプル（2002）に含まれているものとする。したがって、図20のフレーム構成の場合、データシンボル群#1の1符号化ブロックのビット数の情報とデータシンボル群#1の誤り訂正符号の際の符号化率の情報、および、データシンボル群#2の1符号化ブロックのビット数の情報とデータシンボル群#2の誤り訂正符号の際の符号化率の情報、および、データシンボル群#3の1符号化ブロックのビット数の情報とデータシンボル群#3の誤り訂正符号の際の符号化率の情報が第1プリアンプル（2001）、および／または、第2プリアンプル（2002）に含まれているものとする。

20

【0194】

したがって、例えば、図15に基づいたとき、符号化部103は情報101、制御情報102を入力とし、制御情報102に含まれる誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報と誤り訂正符号化の際の符号化率の情報に基づき、情報101に対し、誤り訂正符号化（パンクチャ処理を含む）を行い、誤り訂正符号化後のデータ104を出力する。

このとき、各データシンボル群で以下が行われる。なお、図20のフレーム構成の場合、 X は1、2、3として、以下が実施される。

【0195】

制御情報102に含まれるデータシンボル群# X の誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群# X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、データシンボル群# X を形成するためのデータを生成するために、符号化部101は、符号化率 $5/15$ に対応する「方法#A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

30

【0196】

制御情報102に含まれるデータシンボル群# X の誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群# X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、データシンボル群# X を形成するためのデータを生成するために、符号化部101は、符号化率 $6/15$ に対応する「方法#A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

40

【0197】

制御情報102に含まれるデータシンボル群# X の誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群# X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、データシンボル群# X を形成するためのデータを生成するために、符号化部101は、符

50

号化率 $7/15$ に対応する「方法 # A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC 符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

【0198】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $8/15$ に対応する「方法 # A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC 符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

10

【0199】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $9/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0200】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $10/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

20

【0201】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $11/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

30

【0202】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $12/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0203】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $13/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

40

【0204】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、

50

データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $5/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0205】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $6/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

10

【0206】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $7/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0207】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $8/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

20

【0208】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $9/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

30

【0209】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $10/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0210】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $11/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

40

【0211】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、

50

符号化率 $12/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0212】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $13/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0213】

例えば、図 16 に基づいたとき、符号化部 103 は情報 101、制御情報 102 を入力とし、制御情報 102 に含まれる誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報と誤り訂正符号化の際の符号化率の情報に基づき、情報 101 に対し、誤り訂正符号化（パンクチャ処理を含む）を行い、誤り訂正符号化後のデータ 104 を出力する。

このとき、各データシンボル群で以下が行われる。なお、図 20 のフレーム構成の場合、 X は 1、2、3 として、以下が実施される

【0214】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $5/15$ に対応する「方法 # A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC 符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

【0215】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $6/15$ に対応する「方法 # A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC 符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

【0216】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $7/15$ に対応する「方法 # A」の符号化を行う。（前にも説明したように、LDPC 符号の符号化を行い、パンクチャを行う。（送信しないビットを選択し、送信するデータを決定する。））

【0217】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $8/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。（前にも説明したように、パンクチャは行わない。）

【0218】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号（LDPC 符号）の 1

10

20

30

40

50

符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 1 0 0 0 0 ビット以上 2 0 0 0 0 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 1 0 1 は、符号化率 $9/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0 2 1 9】

制御情報 1 0 2 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 1 0 0 0 0 ビット以上 2 0 0 0 0 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 1 0 1 は、符号化率 $10/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

10

【0 2 2 0】

制御情報 1 0 2 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 1 0 0 0 0 ビット以上 2 0 0 0 0 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 1 0 1 は、符号化率 $11/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0 2 2 1】

制御情報 1 0 2 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 1 0 0 0 0 ビット以上 2 0 0 0 0 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 1 0 1 は、符号化率 $12/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

20

【0 2 2 2】

制御情報 1 0 2 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 1 0 0 0 0 ビット以上 2 0 0 0 0 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 1 0 1 は、符号化率 $13/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

30

【0 2 2 3】

制御情報 1 0 2 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 5 0 0 0 0 ビット以上 7 0 0 0 0 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 1 0 1 は、符号化率 $5/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

40

【0 2 2 4】

制御情報 1 0 2 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 5 0 0 0 0 ビット以上 7 0 0 0 0 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 1 0 1 は、符号化率 $6/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0 2 2 5】

制御情報 1 0 2 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 5 0 0 0 0 ビット以上 7 0 0 0 0 ビット以下

50

」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $7/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0226】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $8/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

10

【0227】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $9/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0228】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $10/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

20

【0229】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $11/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

30

【0230】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $12/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

【0231】

制御情報 102 に含まれるデータシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、データシンボル群 # X を形成するためのデータを生成するために、符号化部 101 は、符号化率 $13/15$ に対応する「方法 # B」の符号化を行う。
(前にも説明したように、パンクチャは行わない。)

40

【0232】

次に、図 17 の送信装置が送信した変調信号を受信する受信装置の動作について説明する。

図 17 の送信装置が送信した変調信号を受信する受信装置の構成は、図 1 の 150 に示

50

したとおりである。以下では、特に、図1の受信装置150において、制御情報復調部159と復号部167の動作について、詳しく説明する。

【0233】

図19は、図1の受信装置150において、制御情報復調部159と復号部167に関連する部分の構成を示した図である。

制御情報復調部159は、1符号化ブロックのビット数の情報・符号化率の情報推定部1903を具備し、1符号化ブロックのビット数の情報・符号化率の情報推定部1903は、ベースバンド信号1902を入力とし、図20に示した第1プリアンプルおよび（または）第2プリアンプルを抽出し、さらに第1プリアンプルおよび（または）第2プリアンプルから、1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報を得、1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904を出力する。

【0234】

本実施の形態の場合、図17の送信装置は、図20に基づくフレーム構成の変調信号を送信し、図1の受信装置150は、この変調信号を受信することになる。このとき、図1の受信装置150は、複数のデータシンボル群のうち、必要とするデータシンボル群のデータを得るための、復調・復号の動作を行うことになる。したがって、制御情報復調部159は、必要とするデータシンボル群の「1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報」を得、1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904を出力することになる。

【0235】

パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904を入力とし、図15、または、図16に基づき、1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報から、送信装置がデータシンボルのデータを生成するために使用した方法が、図15、図16を用いて説明した、「方法#A」か、「方法#B」か、を判断し、「方法#B」と判断した場合、送信装置でパンクチャしたビット（送信装置が送信しなかったビット）に対応するビットの対数尤度比106を生成、出力する。なお、「パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、「方法#B」と判断した場合、送信装置でパンクチャしたビット（送信装置が送信しなかったビット）に対応するビットの対数尤度比106を生成、出力する。」と記載したが、必要とするデータシンボル群に対してのパンクチャしたビット（送信装置が送信しなかったビット）に対応するビットの対数尤度比106を生成、出力することになる。

【0236】

例えば、図17の送信装置が図15に基づいて符号化を行い、図20に基づくフレーム構成の変調信号を送信した場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、各データシンボル群に対し、以下のような判断を行う。（Xは1、2、3となる。）

【0237】

1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#A」と判断する。

【0238】

1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号（LDPC符号）の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生

成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0239】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0240】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0241】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0242】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0243】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0244】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0245】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 16200$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0246】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0247】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0248】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0249】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0250】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0251】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0252】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0253】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0254】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が $z = 64800$ ビットを示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

10

【0255】

例えば、図 17 の送信装置が図 16 に基づいて符号化を行い、図 20 に基づくフレーム構成の変調信号を送信した場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、各データシンボル群に対し、以下のような判断を行う。(X は 1、2、3 となる。)

【0256】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

20

【0257】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

30

【0258】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # A」と判断する。

【0259】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

40

【0260】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 10000 ビット以上 20000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

50

15を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0261】

1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0262】

1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0263】

1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0264】

1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が10000ビット以上20000ビット以下」を示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0265】

1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $5/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0266】

1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $6/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデータシンボル群#Xのデータを生成するために使用した方法が「方法#B」と判断する。

【0267】

1符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号1904が、データシンボル群#Xの誤り訂正符号(LDPC符号)の1符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が50000ビット以上70000ビット以下」を示しており、データシンボル群#Xの誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $7/15$ を示していた場合、パンクチャビット対数尤度比発生部1905は、送信装置がデー

10

20

30

40

50

タシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0268】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $8/15$ を示していた場合、バンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0269】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $9/15$ を示していた場合、バンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0270】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $10/15$ を示していた場合、バンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0271】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $11/15$ を示していた場合、バンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0272】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $12/15$ を示していた場合、バンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0273】

1 符号化ブロックのビット数の情報、および、誤り訂正符号化の際の符号化率の情報の推定信号 1904 が、データシンボル群 # X の誤り訂正符号 (LDPC 符号) の 1 符号化ブロックのビット数 z の情報が「 z が 50000 ビット以上 70000 ビット以下」を示しており、データシンボル群 # X の誤り訂正符号化の際の符号化率の情報が符号化率 $13/15$ を示していた場合、バンクチャビット対数尤度比発生部 1905 は、送信装置がデータシンボル群 # X のデータを生成するために使用した方法が「方法 # B」と判断する。

【0274】

実施の形態 A、実施の形態 B において、1 符号化ブロックのビット数 z と符号化率に対し、「方法 # A」「方法 # B」どちらを使用するか、を示した例として、図 15、図 16 を説明したが、1 符号化ブロックのビット数 z と符号化率に対し、「方法 # A」「方法 # B」の割り当ては、図 15、図 16 に限ったものではなく、実施の形態 A で説明した図 15、図 16 の特徴を満たしていればよく、例えば、図 15 に対し、 $z = 16800$ ビット、符号化率 $8/15$ を「方法 # B」、 $z = 16800$ ビット、符号化率 $9/15$ を「方

10

20

30

40

50

法 # A」としてもよい。

【0275】

また、実施の形態 B において、送信装置が送信する変調信号のフレーム構成として、図 20 を説明したが、フレーム構成はこれに限ったものではなく、例えば、データシンボル群が 1 個以上、または、データシンボル群が 2 個以上存在するようなフレーム構成であってもよい。

【0276】

上記実施の形態に従って、本発明に係る放送（または通信）システムについて説明してきたが、本発明はこれに限られるものではない。

当然であるが、本明細書において説明した実施の形態、その他の内容を複数組み合わせ、実施してもよい。

また、各実施の形態、その他の内容については、あくまでも例であり、例えば、「変調方式、誤り訂正符号化方式（使用する誤り訂正符号、符号長、符号化率等）、制御情報など」を例示していても、別の「変調方式、誤り訂正符号化方式（使用する誤り訂正符号、符号長、符号化率等）、制御情報など」を適用した場合でも同様の構成で実施することが可能である。

【0277】

変調方式については、本明細書で記載している変調方式以外の変調方式を使用しても、本明細書において説明した実施の形態、その他の内容を実施することが可能である。例えば、A P S K (Amplitude Phase Shift Keying)（例えば、16APSK, 64APSK, 128APSK, 256APSK, 1024APSK, 4096APSK など）、P A M (Pulse Amplitude Modulation)（例えば、4PAM, 8PAM, 16PAM, 64PAM, 128PAM, 256PAM, 1024PAM, 4096PAM など）、P S K (Phase Shift Keying)（例えば、BPSK, QPSK, 8PSK, 16PSK, 64PSK, 128PSK, 256PSK, 1024PSK, 4096PSK など）、Q A M (Quadrature Amplitude Modulation)（例えば、4QAM, 8QAM, 16QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM など）などを適用してもよいし、各変調方式において、均一マッピング、非均一マッピングとしてもよい（いかなるマッピングを施してもよい。）。

【0278】

また、I-Q 平面における 16 個、64 個等の信号点の配置方法（16 個、64 個等の信号点をもつ変調方式）は、本明細書で示した変調方式の信号点配置方法に限ったものではない。したがって、複数のビットに基づき同相成分と直交成分を出力するという機能がマッピング部での機能となる。

本明細書で説明した発明は、OFDM 方式などのマルチキャリア伝送方法に対して適用することができ、また、シングルキャリアの伝送方式に適用することもできる。（例えば、マルチキャリア方式の場合、シンボルを周波数軸にも配置するが、シングルキャリアの場合は、シンボルを時間方向にのみ配置することになる。）また、ベースバンド信号に対し、拡散符号を用いてスペクトル拡散通信方式を適用することもできる。

【0279】

本明細書において、端末の受信装置とアンテナが別々となっている構成であってもよい。例えば、アンテナで受信した信号、または、アンテナで受信した信号に対し、周波数変換を施した信号を、ケーブルを通して、入力するインターフェースを受信装置が具備し、受信装置はその後の処理を行うことになる。また、受信装置が得たデータ・情報は、その後、映像や音に変換され、ディスプレイ（モニタ）に表示されたり、スピーカから音が出力されたりする。さらに、受信装置が得たデータ・情報は、映像や音に関する信号処理が施され（信号処理を施さなくてもよい）、受信装置が具備する R C A 端子（映像端子、音用端子）、U S B (Universal Serial Bus)、U S B 2、U S B 3、H D M I (High-Definition Multimedia Interface)、H D M I 2、デジタル用端子等から出力されてもよい。また、受信装置が得たデータ・情報は、無線通信方式（W i - F i (登録商標) (IEEE 802.11a、IEEE 802.11b、IEEE 802.11g、IEEE 802.11n、IEEE 802.11ac、IEEE 802.11ad など)、W i G i G、B l u e t o o t h (登録商標) など）、有線の通信方式（

光通信、電力線通信など）を用いて、変調され、これらの情報を他の機器に伝送してもよい。このとき、端末は、情報を伝送するための送信装置を具備していることになる。（このとき、端末は、受信装置が得たデータ・情報を含むデータを送信してもよいし、受信装置が得たデータ・情報から、変形したデータを生成し、送信してもよい。）

【0280】

本明細書において、送信装置を具備しているのは、例えば、放送局、基地局、アクセスポイント、端末、携帯電話（mobile phone）等の通信・放送機器であることが考えられ、このとき、受信装置を具備しているのは、テレビ、ラジオ、端末、パーソナルコンピュータ、携帯電話、アクセスポイント、基地局等の通信機器であることが考えられる。また、本発明における送信装置、受信装置は、通信機能を有している機器であって、その機器が、テレビ、ラジオ、パーソナルコンピュータ、携帯電話等のアプリケーションを実行するための装置に何らかのインターフェースを解して接続できるような形態であることも考えられる。

10

【0281】

また、本実施の形態では、データシンボル以外のシンボル、例えば、パイロットシンボル（プリアンプル、ユニークワード、ポストアンプル、リファレンスシンボル等）、制御情報用のシンボルなどが、フレームにどのように配置されていてもよい。そして、ここでは、パイロットシンボル、制御情報用のシンボルと名付けているが、どのような名付け方を行ってもよく、機能自身が重要となっている。

よって、例えば、本明細書中において、制御情報シンボルという名で呼んでいるが、呼び方は、これに限ったものではなく、制御チャネルなど、別の呼び方を行ってもよい。このシンボルでは、伝送方式（例えば、送信方法、変調方式、誤り訂正符号の符号化率、誤り訂正符号の符号長、フレーム構成の方法、フーリエ変換の方法（サイズ）など）の情報等の制御情報を伝送するシンボルとなる。

20

【0282】

また、パイロットシンボルは、例えば、送受信機において、P S K変調を用いて変調した既知のシンボル（または、受信機が同期をとることによって、受信機は、送信機が送信したシンボルを知ることができてもよい。）であればよく、受信機は、このシンボルを用いて、周波数同期、時間同期、（各変調信号の）チャネル推定（C S I（Channel State Information）の推定）、信号の検出等を行うことになる。

30

【0283】

また、制御情報用のシンボルは、（アプリケーション等の）データ以外の通信を実現するための、通信相手に伝送する必要がある情報（例えば、通信に用いている変調方式・誤り訂正符号化方式・誤り訂正符号化方式の符号化率、上位レイヤーでの設定情報等）を伝送するためのシンボルである。

【0284】

なお、本発明は各実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、各実施の形態では、通信装置として行う場合について説明しているが、これに限られるものではなく、この通信方法をソフトウェアとして行うことも可能である。

【0285】

送信局、基地局の送信アンテナ、端末の受信アンテナ、共に、図面で記載されている1つのアンテナは、複数のアンテナにより構成されていても良い。

40

なお、例えば、上記通信方法を実行するプログラムを予めR O M（Read Only Memory）に格納しておき、そのプログラムをC P U（Central Processor Unit）によって動作させるようにしても良い。

また、上記通信方法を実行するプログラムをコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に格納し、記憶媒体に格納されたプログラムをコンピュータのR A M（Random Access Memory）に記録して、コンピュータをそのプログラムにしたがって動作させるようにしても良い。

そして、上記の各実施の形態などの各構成は、典型的には集積回路であるL S I（Larg

50

e Scale Integration) として実現されてもよい。これらは、個別に 1 チップ化されてもよいし、各実施の形態の全ての構成または一部の構成を含むように 1 チップ化されてもよい。ここでは、L S I としたが、集積度の違いにより、I C (Integrated Circuit)、システム L S I、スーパー L S I、ウルトラ L S I と呼称されることもある。また、集積回路化の手法は L S I に限られるものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現しても良い。L S I 製造後に、プログラムすることが可能な F P G A (Field Programmable Gate Array) や、L S I 内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用しても良い。

さらに、半導体技術の進歩又は派生する別技術により L S I に置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行っても良い。バイオ技術の適応等が可能性としてあり得る。

10

【0286】

本発明は、複数のアンテナからそれぞれ異なる変調信号を送信する無線システムに広く適用できる。また、複数の送信箇所を持つ有線通信システム（例えば、P L C (Power Line Communication) システム、光通信システム、D S L (Digital Subscriber Line: デジタル加入者線) システム) において、M I M O 伝送を行う場合についても適用することができる。

【0287】

(実施の形態 C)

これまでの実施の形態で、図 11、図 18 のデータシンボル、図 20 のデータシンボル群が M I S O 方式、M I M O 方式であってもよいことを記載した。本実施の形態では、M I S O 方式、M I M O 方式のときの変調信号の生成について詳しく説明する。

20

【0288】

図 21 は本実施の形態における（例えば、放送局の）送信装置の構成の一例である。

データ生成部 2102 は、送信データ 2101、制御信号 2109 を入力とし、制御信号 2109 に含まれる誤り訂正符号化に関する情報（1 符号化ブロックのビット数に関する情報、符号化率の情報など）、変調方式の情報等の情報に基づき、誤り訂正符号化、変調方式に基づくマッピングを行い、データ伝送用の（直交）ベースバンド信号 2103 を出力する。

【0289】

第 2 プリアンブル信号生成部 2105 は、第 2 プリアンブル用送信データ 2104、制御信号 2109 を入力とし、制御信号 2109 に含まれる第 2 プリアンブル用の誤り訂正に関する情報、変調方式の情報等の情報に基づき、誤り訂正符号化、変調方式に基づくマッピングを行い、第 2 プリアンブルの（直交）ベースバンド信号 2106 を出力する。

30

【0290】

制御信号生成部 2108 は、第 1 プリアンブル用の送信データ 2107、第 2 プリアンブル用の送信データ 2104 を入力とし、各シンボルの送信方法（誤り訂正符号、誤り訂正符号の符号化率、変調方式、ブロック長、フレーム構成、規則的にプリコーディング行列を切り替える方法を含む選択した送信方法、パイロットシンボルの挿入方法、I F F T (Inverse Fast Fourier Transform)（または、逆フーリエ変換）／F F T (Fast Fourier Transform)（または、フーリエ変換）の情報等、P A P R (Peak to Average Power Ratio) 削減方法の情報、ガードインターバル挿入方法の情報）の情報を制御信号 2109 として出力する。

40

【0291】

フレーム構成部 2110 は、データ伝送用の（直交）ベースバンド信号 2103、第 2 プリアンブルの（直交）ベースバンド信号 2106、制御信号 2109 を入力とし、制御信号 2109 に含まれるフレーム構成の情報に基づき、周波数、時間軸における並び替えを施し、フレーム構成にしたがった、ストリーム 1 の（直交）ベースバンド信号 2111_1（マッピング後の信号、つまり、使用する変調方式に基づくベースバンド信号）、ストリーム 2 の（直交）ベースバンド信号 2111_2（マッピング後の信号、つまり、使

50

用する変調方式に基づくベースバンド信号) を出力する。

【0292】

信号処理部2112は、ストリーム1のベースバンド信号2111__1、ストリーム2のベースバンド信号2111__2、制御信号2109を入力とし、制御信号2109に含まれる送信方法に基づいた信号処理後の変調信号1(2113__1)および信号処理後の変調信号2(2113__2)を出力する。

なお、信号処理部2112では、例えば、プリコーディング、位相変更を用いたMIMO伝送方式(位相変更を施さないMIMO伝送方式であってもよい)(ここでは、MIMO方式と名付ける)、時空間ブロック符号(周波数-空間ブロック符号を用いたMISO伝送方式(ここでは、MISO方式と名付ける)、一つのストリームの変調信号を一つのアンテナから送信するSISO(またはSIMO)伝送方式を用いるものとする(ただし、SISO方式、SIMO方式において、一つのストリームの変調信号を複数のアンテナから送信する場合もある。))。信号処理部2112の動作については、後で詳しく説明する。

パイロット挿入部2114__1は、信号処理後の変調信号1(2113__1)、制御信号2109を入力とし、制御信号2109に含まれるパイロットシンボルの挿入方法に関する情報に基づき、信号処理後の変調信号1(2113__1)にパイロットシンボルを挿入し、パイロットシンボル挿入後の変調信号2115__1を出力する。

【0293】

パイロット挿入部2114__2は、信号処理後の変調信号2(2113__2)、制御信号2109を入力とし、制御信号2109に含まれるパイロットシンボルの挿入方法に関する情報に基づき、信号処理後の変調信号2(2113__2)にパイロットシンボルを挿入し、パイロットシンボル挿入後の変調信号2115__2を出力する。

【0294】

IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)部2116__1は、パイロットシンボル挿入後の変調信号2115__1、制御信号2109を入力とし、制御信号2109に含まれるIFFTの方法の情報に基づき、IFFTを施し、IFFT後の信号2117__1を出力する。

IFFT部2116__2は、パイロットシンボル挿入後の変調信号2115__2、制御信号2109を入力とし、制御信号2109に含まれるIFFTの方法の情報に基づき、IFFTを施し、IFFT後の信号2117__2を出力する。

【0295】

PAPR削減部2118__1は、IFFT後の信号2117__1、制御信号2109を入力とし、制御信号2109に含まれるPAPR削減に関する情報に基づき、IFFT後の信号2117__1にPAPR削減のための処理を施し、PAPR削減後の信号2119__1を出力する。

PAPR削減部2118__2は、IFFT後の信号2117__2、制御信号2109を入力とし、制御信号2109に含まれるPAPR削減に関する情報に基づき、IFFT後の信号2117__2にPAPR削減のための処理を施し、PAPR削減後の信号2119__2を出力する。

【0296】

ガードインターバル挿入部2120__1は、PAPR削減後の信号2119__1、制御信号2109を入力とし、制御信号2109に含まれるガードインターバルの挿入方法に関する情報に基づき、PAPR削減後の信号2119__1にガードインターバルを挿入し、ガードインターバル挿入後の信号2121__1を出力する。

ガードインターバル挿入部2120__2は、PAPR削減後の信号2119__2、制御信号2109を入力とし、制御信号2109に含まれるガードインターバルの挿入方法に関する情報に基づき、PAPR削減後の信号2119__2にガードインターバルを挿入し、ガードインターバル挿入後の信号2121__2を出力する。

【0297】

第1プリアンプル挿入部2122は、ガードインターバル挿入後の信号2121__1、ガードインターバル挿入後の信号2121__2、第1プリアンプル用の送信データ107を入力とし、第1プリアンプル用の送信データ2107から第1プリアンプルの信号を生成し、ガードインターバル挿入後の信号2121__1に対し、第1プリアンプルを付加し、第1プリアンプルを付加した後の信号2123__1、および、ガードインターバル挿入後の信号2121__2に対し、第1プリアンプルを付加し、第2プリアンプルを付加した後の信号2123__2を出力する。なお、第1プリアンプルの信号は、第1プリアンプルを付加した後の信号2123__1、第1プリアンプルを付加した後の信号2123__2両者に付加されていてもよく、また、いずれか一方に付加されていてもよい。一方に付加されている場合、付加されている信号の送信区間では、付加されていない信号には、ベースバンド信号としてゼロの信号が存在することになる。

10

【0298】

無線処理部2124__1は、第1プリアンプルを付加した後の信号2123__1を入力とし、周波数変換、増幅等の処理が施され、送信信号2125__1を出力する。そして、送信信号2125__1は、アンテナ2126__1から電波として出力される。

【0299】

信号処理部2124__2は、第1プリアンプルを付加した後の信号2123__2を入力とし、周波数変換、増幅等の処理が施され、送信信号2125__2を出力する。そして、送信信号2125__2は、アンテナ2126__2から電波として出力される。

20

【0300】

データ生成部2102における誤り訂正符号化は、これまでに説明してきた（本明細書の各実施の形態で説明した）誤り訂正符号化が行われることになる。

なお、本実施の形態では、上述で記載したように、プリコーディング、位相変更を用いたMIMO伝送方式、時空間ブロック符号（Space Time Block codes）（または、周波数－空間ブロック符号（Space Frequency Block codes））を用いたMISO伝送方式、SIMO（またはSIMO）伝送方式を用いるものとする。以下では、これらの方式について説明する。

【0301】

時空間ブロック符号（周波数－空間ブロック符号）を用いたMISO（伝送）方式について説明する。

30

図21の信号処理部2112が、時空間ブロック符号（Space-Time Block Codes）を用いた伝送方法を行う場合の構成について、図22を用いて説明する。

【0302】

マッピング部2202は、データ信号（誤り訂正符号化後のデータ）2201、制御信号2206を入力とし、制御信号2206に含まれる変調方式に関連する情報に基づき、マッピングを行い、マッピング後の信号2203を出力する。例えば、マッピング後の信号2203は、 $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s(2i), s(2i+1), \dots$ の順に並んでいるものとする。（ i は、0以上の整数とする。）

【0303】

MISO処理部2204は、マッピング後の信号2203、制御信号2206を入力とし、制御信号2206がMISO方式で送信することを指示している場合、MISO処理後の信号2205Aおよび2205Bを出力する。例えば、MISO処理後の信号2205Aは $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s(2i), s(2i+1), \dots$ となり、MISO処理後の信号2205Bは $-s_1^*, s_0^*, -s_3^*, s_2^*, \dots, -s(2i+1)^*, s(2i)^*, \dots$ となる。なお、「 $*$ 」は複素共役を意味する。（例えば、 s_0^* は s_0 の複素共役となる。）そして、MISO処理後の信号2205Aおよび2205Bにおいて、同じ順番に出力されたシンボルは、同一周波数、同一時間に送信されることになる。例えば、MISO処理後の信号2205Aの s_0 とMISO処理後の信号2205Bの $-s_1^*$ は同一周波数、同一時間に送信され、MISO処理後の信号2205Aの s_1 とMISO処理後の信号2205Bの s_0^* は同一周波数、同一時間に送

40

50

信されることになる。

【0304】

このとき、MISO処理後の信号2205Aおよび2205Bが、それぞれ図21の信号処理後の変調信号1(2113__1)および信号処理後の変調信号2(2113__2)に相当する。なお、時空間ブロック符号の方法は上述の説明に限ったものではない。

そして、信号処理後の変調信号1(2113__1)は、所定の処理が施され、アンテナ2126__1から電波として、送信される。また、信号処理後の変調信号1(2113__2)は、所定の処理が施され、アンテナ2126__2から電波として、送信される。

【0305】

図23は、図22とは異なる時空間ブロック符号(Space-Time Block Codes)を用いた伝送方法を行う場合の構成である。

マッピング部2202は、データ信号(誤り訂正符号化後のデータ)2201、制御信号2206を入力とし、制御信号2206に含まれる変調方式に関連する情報に基づき、マッピングを行い、マッピング後の信号2203を出力する。例えば、マッピング後の信号2203は、 $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s(2i), s(2i+1), \dots$ の順に並んでいるものとする。(iは、0以上の整数とする。)

【0306】

MISO処理部2204は、マッピング後の信号2203、制御信号2206を入力とし、制御信号2206がMISO方式で送信することを指示している場合、MISO処理後の信号2205Aおよび2205Bを出力する。例えば、MISO処理後の信号2205Aは $s_0, -s_1^*, s_2, -s_3^*, \dots, s(2i), -s(2i+1)^*, \dots$ となり、MISO処理後の信号2205Bは $s_1, s_0^*, s_3, s_2^*, \dots, s(2i+1), s(2i)^*, \dots$ となる。なお、「*」は複素共役を意味する。(例えば、 s_0^* は s_0 の複素共役となる。)そして、MISO処理後の信号2205Aおよび2205Bにおいて、同じ順番に出力されたシンボルは、同一周波数、同一時間に送信されることになる。例えば、MISO処理後の信号2205Aの s_0 とMISO処理後の信号2205Bの s_1 は同一周波数、同一時間に送信され、MISO処理後の信号2205Aの $-s_1^*$ とMISO処理後の信号2205Bの s_0^* は同一周波数、同一時間に送信されることになる。

【0307】

このとき、MISO処理後の信号2205Aおよび2205Bが、それぞれ図21の信号処理後の変調信号1(2113__1)および信号処理後の変調信号2(2113__2)に相当する。なお、時空間ブロック符号の方法は上述の説明に限ったものではない。

そして、信号処理後の変調信号1(2113__1)は、所定の処理が施され、アンテナ2126__1から電波として、送信される。また、信号処理後の変調信号1(2113__2)は、所定の処理が施され、アンテナ2126__2から電波として、送信される。

【0308】

次に、MIMO方式の一例として、プリコーディング、位相変更、パワー変更を適用したMIMO方式について説明する。(ただし、複数のストリームを複数のアンテナから送信する方法はこれに限ったものではなく、他の方式であっても、本実施の形態は実施することが可能である。)

図21の信号処理部2112が、MIMO方式を用いた伝送方法を行う場合の構成について、図24から図32を用いて説明する。

【0309】

図24の符号化部2402は、情報2401および、制御信号2412を入力とし、制御信号2412に含まれる符号化率、1符号化ブロックのビット数の情報に基づき、符号化を行い、符号化後のデータ2403を出力する。

【0310】

マッピング部2404は、符号化後のデータ2403、制御信号2412を入力とする。そして、制御信号2412が、伝送方式として、二つのストリームを送信することを指

10

20

30

40

50

定したものとする。加えて、制御信号 2412 が二つのストリームの各変調方式として、変調方式 α と変調方式 β を指定したものとする。なお、変調方式 α は x ビットのデータを変調する変調方式、変調方式 β は y ビットのデータを変調する変調方式とする。（例えば 16 QAM (16 Quadrature Amplitude Modulation) の場合、4 ビットのデータを変調する変調方式であり、64 QAM (64 Quadrature Amplitude Modulation) の場合、6 ビットのデータを変調する変調方式である。）すると、マッピング部 2404 は、 $x + y$ ビットのデータのうちの x ビットのデータに対し、変調方式 α で変調し、ベースバンド信号 $s_1(t)$ (2405A) を生成、出力し、また、残りの y ビットのデータのデータに対し、変調方式 β で変調し、ベースバンド信号 $s_2(t)$ (2405B) を出力する。（なお、図 24 では、マッピング部を一つとしているが、これとは別の構成として、 $s_1(t)$ を生成するためのマッピング部と $s_2(t)$ を生成するためのマッピング部が別々に存在していてもよい。このとき、符号化後のデータ 2403 は、 $s_1(t)$ を生成するためのマッピング部と $s_2(t)$ を生成するためのマッピング部に振り分けられることになる。）

【0311】

なお、 $s_1(t)$ および $s_2(t)$ は複素数で表現され（ただし、複素数、実数、いずれであってもよい）、また、 t は時間である。なお、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 等のマルチキャリアを用いた伝送方式を用いている場合、 s_1 および s_2 は、 $s_1(f)$ および $s_2(f)$ のように周波数 f の関数、または、 $s_1(t, f)$ および $s_2(t, f)$ のように時間 t 、周波数 f の関数と考えることもできる。

以降では、ベースバンド信号、プリコーディング行列、位相変更等を時間 t の関数として説明しているが、周波数 f の関数、時間 t および周波数 f の関数と考えることもよい。

したがって、ベースバンド信号、プリコーディング行列、位相変更等をシンボル番号 i の関数として説明を進めている場合もあるが、この場合、時間 t の関数、周波数 f の関数、時間 t および周波数 f の関数と考えればよい。つまり、シンボル、ベースバンド信号を、時間軸方向で生成し、配置してもよいし、周波数軸方向で生成し、配置してもよい。また、シンボル、ベースバンド信号を、時間軸方向および周波数軸方向で生成し、配置してもよい。

【0312】

パワー変更部 2406A (パワー調整部 2406A) は、ベースバンド信号 $s_1(t)$ (2405A)、および、制御信号 2412 を入力とし、制御信号 2412 に基づき、実数 P_1 を設定し、 $P_1 \times s_1(t)$ をパワー変更後の信号 2407A として出力する。（なお、 P_1 を実数としているが、複素数であってもよい。）

同様に、パワー変更部 2406B (パワー調整部 2406B) は、ベースバンド信号 $s_2(t)$ (2405B)、および、制御信号 2412 を入力とし、実数 P_2 を設定し、 $P_2 \times s_2(t)$ をパワー変更後の信号 2407B として出力する。（なお、 P_2 を実数としているが、複素数であってもよい。）

【0313】

重み付け合成部 2408 は、パワー変更後の信号 2407A、パワー変更後の信号 2407B、および、制御信号 2412 を入力とし、制御信号 2412 に基づき、プリコーディング行列 F (または $F(i)$) を設定する。スロット番号 (シンボル番号) を i とすると、重み付け合成部 2408 は、以下の演算を行う。

【数 1】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} u_1(i) \\ u_2(i) \end{pmatrix} &= F \begin{pmatrix} P_1 \times s_1(i) \\ P_2 \times s_2(i) \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \times s_1(i) \\ P_2 \times s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (1) \\
 &= \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

10

ここで、 $a(i)$ 、 $b(i)$ 、 $c(i)$ 、 $d(i)$ は、複素数で表現でき（実数であってもよい）、 $a(i)$ 、 $b(i)$ 、 $c(i)$ 、 $d(i)$ のうち、3つ以上が0（ゼロ）であってはならない。なお、プリコーディング行列は i の関数であってもよいし、 i の関数でなくてもよい。そして、プリコーディング行列が i の関数のとき、プリコーディング行列がスロット番号（シンボル番号）により切り替わることになる。

そして、重み付け合成部2408は、式(1)における $u_1(i)$ を重み付け合成後の信号2409Aとして出力し、式(1)における $u_2(i)$ を重み付け合成後の信号2409Bとして出力する。

【0314】

パワー変更部2410Aは、重み付け合成後の信号2409A（ $u_1(i)$ ）、および、制御信号2412を入力とし、制御信号2412に基づき、実数 Q_1 を設定し、 $Q_1 \times u_1(i)$ をパワー変更後の信号2411A（ $z_1(i)$ ）として出力する。（なお、 Q_1 を実数としているが、複素数であってもよい。）

20

同様に、パワー変更部2410Bは、重み付け合成後の信号2409B（ $u_2(i)$ ）、および、制御信号2412を入力とし、制御信号2412に基づき、実数 Q_2 を設定し、 $Q_2 \times u_2(i)$ をパワー変更後の信号2411B（ $z_2(i)$ ）として出力する。（なお、 Q_2 を実数としているが、複素数であってもよい。）

したがって、以下の式が成立する。

【数 2】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 \times s_1(i) \\ P_2 \times s_2(i) \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \times s_1(i) \\ P_2 \times s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (2) \\
 &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

40

なお、 $z_1(i)$ と $z_2(i)$ は、同一時間、同一周波数を用いて、異なるアンテナから送信されることになる。（この点については、以降も同様である。）

【0315】

次に、図24とは異なる二つのストリームを送信する場合の伝送方法について、図25を用いて説明する。なお、図25において、図24と同様に動作するものについては、同一符号を付している。

位相変更部2461は、式(1)における $u_2(i)$ を重み付け合成後の信号2409Bおよび制御信号2412を入力とし、制御信号2412に基づき、式(1)における $u_2(i)$ を重み付け合成後の信号2409Bの位相を変更する。したがって、式(1)における $u_2(i)$ を重み付け合成後の信号2409Bの位相を変更後の信号は、 $e^{j\theta(i)} \times$

50

$u_2(i)$ とあらわされ、 $e^{j\theta(i)} \times u_2(i)$ が位相変更後の信号2462として、位相変更部2461は、出力する（ j は虚数単位）。なお、変更する位相の値は、 $\theta(i)$ のように i の関数であることが特徴的な部分となる。

【0316】

そして、図25のパワー変更部2410Aおよび2410Bは、入力信号のパワー変更をそれぞれ行う。したがって、図25におけるパワー変更部2410Aおよび2410Bのそれぞれの出力 $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

【数3】

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 \times s_1(i) \\ P_2 \times s_2(i) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \times s_1(i) \\ P_2 \times s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (3) \\ &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \end{aligned}$$

10

20

【0317】

なお、式(3)を実現する方法として、図25と異なる構成として、図26がある。図25と図26の異なる点は、パワー変更部と位相変更部の順番が入れ替わっている点である。（パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。）このとき、 $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

【数4】

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 \times s_1(i) \\ P_2 \times s_2(i) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \times s_1(i) \\ P_2 \times s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (4) \\ &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \end{aligned}$$

30

【0318】

式(3)および式(4)における変更する位相の値 $\theta(i)$ は、例えば、 $\theta(i+1) - \theta(i)$ が固定値となるように設定すると、直接波が支配的な電波伝搬環境において、受信装置は、良好なデータの受信品質が得られる可能性が高い。ただし、変更する位相の値 $\theta(i)$ の与え方は、この例に限ったものではない。

40

【0319】

図24から図26において、パワー変更部の一部（または、すべて）が存在する場合を例に説明したが、パワー変更部の一部がない場合も考えられる。

例えば、図24において、パワー変更部2406A（パワー調整部2406A）、パワー変更部2406B（パワー調整部2406B）が存在しない場合、 $z_1(i)$ および $z_2(i)$ は以下のようにあらわされる。

50

【数 5】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (5)$$

【0 3 2 0】

また、図 2 4 において、パワー変更部 2 4 1 0 A（パワー調整部 2 4 1 0 A）、パワー変更部 2 4 1 0 B（パワー調整部 2 4 1 0 B）が存在しない場合、 $z_1(i)$ および $z_2(i)$ は以下のようにあらわされる。

10

【数 6】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (6)$$

【0 3 2 1】

また、図 2 4 において、パワー変更部 2 4 0 6 A（パワー調整部 2 4 0 6 A）、パワー変更部 2 4 0 6 B（パワー調整部 2 4 0 6 B）、パワー変更部 2 4 1 0 A（パワー調整部 2 4 1 0 A）、パワー変更部 2 4 1 0 B（パワー調整部 2 4 1 0 B）が存在しない場合、 $z_1(i)$ および $z_2(i)$ は以下のようにあらわされる。

20

【数 7】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (7)$$

【0 3 2 2】

また、図 2 5 または図 2 6 において、パワー変更部 2 4 0 6 A（パワー調整部 2 4 0 6 A）、パワー変更部 2 4 0 6 B（パワー調整部 2 4 0 6 B）が存在しない場合、 $z_1(i)$ および $z_2(i)$ は以下のようにあらわされる。

30

【数 8】

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (8) \end{aligned}$$

40

【0 3 2 3】

また、図 2 5 または図 2 6 において、パワー変更部 2 4 1 0 A（パワー調整部 2 4 1 0 A）、パワー変更部 2 4 1 0 B（パワー調整部 2 4 1 0 B）が存在しない場合、 $z_1(i)$ および $z_2(i)$ は以下のようにあらわされる。

【数 9】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (9)$$

【0324】

また、図25または図26において、パワー変更部2406A（パワー調整部2406A）、パワー変更部2406B（パワー調整部2406B）、パワー変更部2410A（パワー調整部2410A）、パワー変更部2410B（パワー調整部2410B）が存在しない場合、 $z_1(i)$ および $z_2(i)$ は以下のようにあらわされる。 10

【数10】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (10)$$

【0325】

次に、図24から図26とは異なる二つのストリームを送信する場合の伝送方法について、図27を用いて説明する。なお、図27において、図24から図26と同様に動作するものについては、同一符号を付しており、説明は省略する。 20

図27において、特徴的な点は、位相変更部2451が挿入されている点である。

位相変更部2451は、ベースバンド信号 $s_2(i)$ （2405B）および制御信号2412を入力とし、制御信号2412に基づき、ベースバンド信号 $s_2(i)$ （2405B）の位相を変更する。このとき、位相変更の値を $e^{j\lambda(i)}$ とする（ j は虚数単位）。なお、変更する位相の値は、 $\lambda(i)$ のように i の関数であることが特徴的な部分となる。

すると、式（1）から式（10）と同様に考えると、図27の出力信号となる $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。 30

【数11】

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (11) \end{aligned}$$

【0326】

なお、式（11）を実現する方法として、図27と異なる構成として、パワー変更部2406Bと位相変更部2451の順番を入れ替える構成がある。（パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。）このとき、 $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。 40

【数 1 2】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (12) \\
 &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

当然であるが、式 (11) の $z_1(i)$ と式 (12) の $z_1(i)$ は等しく、式 (11) の $z_2(i)$ と式 (12) の $z_2(i)$ は等しい。 10

【0327】

図 28 は、図 27 と同様の処理を実現することができる別の構成となる。なお、図 28 において、図 24 から図 27 と同様に動作するものについては、同一符号を付しており、説明は省略する。そして、図 27 と図 28 の異なる点は、図 27 において、パワー変更部 2410B と位相変更部 2461 の順番が入れ替えたものが図 28 となる。(パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。)

すると、式 (1) から式 (12) と同様に考えると、図 28 の出力信号となる $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。 20

【数 1 3】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (13) \\
 &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

【0328】

なお、式 (13) を実現する方法として、図 28 と異なる構成として、パワー変更部 2406B と位相変更部 2451 の順番を入れ替える構成がある。(パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。) このとき、 $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。 30

【数 1 4】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots \quad (14) \\
 &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

当然であるが、式 (11) の $z_1(i)$ と式 (12) の $z_1(i)$ と式 (13) の $z_1(i)$ と式 (14) の $z_1(i)$ は等しく、式 (11) の $z_2(i)$ と式 (12) の $z_2(i)$ と式 (13) の $z_2(i)$ と式 (14) の $z_2(i)$ は等しい。 40

【0329】

次に、図 24 から図 28 とは異なる二つのストリームを送信する場合の伝送方法について、図 29 を用いて説明する。なお、図 29 において、図 24 から図 28 と同様に動作す 50

るものについては、同一符号を付しており、説明は省略する。

図 29 において、特徴的な点は、位相変更部 2481 と位相変更部 2451 が挿入されている点である。

位相変更部 2451 は、ベースバンド信号 $s_2(i)$ (2405B) および制御信号 2412 を入力とし、制御信号 2412 に基づき、ベースバンド信号 $s_2(i)$ (2405B) の位相を変更する。このとき、位相変更の値を $e^{j\lambda(i)}$ とする (j は虚数単位)。なお、変更する位相の値は、 $\lambda(i)$ のように i の関数であることが特徴的な部分となる。

また、位相変更部 2481 は、ベースバンド信号 $s_1(i)$ (2405A) および制御信号 2412 を入力とし、制御信号 2412 に基づき、ベースバンド信号 $s_1(i)$ (1105A) の位相を変更する。このとき、位相変更の値を $e^{j\delta(i)}$ とする (j は虚数単位)。なお、変更する位相の値は、 $\delta(i)$ のように i の関数であることが特徴的な部分となる。

すると、式 (1) から式 (14) と同様に考えると、図 29 の出力信号となる $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

【数 15】

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \end{aligned} \quad \dots (15) \quad 20$$

【0330】

なお、式 (15) を実現する方法として、図 29 と異なる構成として、パワー変更部 2406B と位相変更部 2451 の順番を入れ替え、かつ、パワー変更部 2406A と位相変更部 2481 の順番を入れ替える構成がある。(パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。) このとき、 $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

【数 16】

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \end{aligned} \quad \dots (16) \quad 40$$

当然であるが、式 (15) の $z_1(i)$ と式 (16) の $z_1(i)$ は等しく、式 (15) の $z_2(i)$ と式 (16) の $z_2(i)$ は等しい。

【0331】

図 30 は、図 29 と同様の処理を実現することができる別の構成となる。なお、図 30 において、図 24 から図 29 と同様に動作するものについては、同一符号を付しており、説明は省略する。そして、図 29 と図 30 の異なる点は、図 29 において、パワー変更部 2410B と位相変更部 2461 の順番が入れ替えたものが図 30 となる。(パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。)

すると、式 (1) から式 (16) と同様に考えると、図 30 の出力信号となる $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

10

30

40

50

【数 1 7】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots (17)
 \end{aligned}$$

10

【0 3 3 2】

なお、式 (17) を実現する方法として、図 30 と異なる構成として、パワー変更部 2406B と位相変更部 2451 の順番を入れ替え、かつ、パワー変更部 2406A と位相変更部 2481 の順番を入れ替える構成がある。(パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。) このとき、 $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

【数 1 8】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots (18)
 \end{aligned}$$

20

当然であるが、式 (15) の $z_1(i)$ と式 (16) の $z_1(i)$ 式 (17) の $z_1(i)$ と式 (18) の $z_1(i)$ は等しく、式 (15) の $z_2(i)$ と式 (16) の $z_2(i)$ と式 (17) の $z_2(i)$ と式 (18) の $z_2(i)$ は等しい。

【0 3 3 3】

30

次に、図 24 から図 30 とは異なる二つのストリームを送信する場合の伝送方法について、図 31 を用いて説明する。なお、図 31 において、図 24 から図 30 と同様に動作するものについては、同一符号を付しており、説明は省略する。

図 31 において、特徴的な点は、位相変更部 2481 と位相変更部 2451、位相変更部 2410A と位相変更部 2410B が挿入されている点である。

位相変更部 2451 は、ベースバンド信号 $s_2(i)$ (2405B) および制御信号 2412 を入力とし、制御信号 2412 に基づき、ベースバンド信号 $s_2(i)$ (2405B) の位相を変更する。このとき、位相変更の値を $e^{j\lambda(i)}$ とする (j は虚数単位)。なお、変更する位相の値は、 $\lambda(i)$ のように i の関数であることが特徴的な部分となる。

また、位相変更部 2481 は、ベースバンド信号 $s_1(i)$ (2405A) および制御信号 2412 を入力とし、制御信号 2412 に基づき、ベースバンド信号 $s_1(i)$ (2405A) の位相を変更する。このとき、位相変更の値を $e^{j\delta(i)}$ とする (j は虚数単位)。なお、変更する位相の値は、 $\delta(i)$ のように i の関数であることが特徴的な部分となる。

40

【0 3 3 4】

位相変更部 2461 は入力信号に対し位相変更を行う。そのときの位相変更値を $\theta(i)$ とする。同様に、位相変更部 2491 は入力信号に対し位相変更を行う。そのときの位相変更値を $\omega(i)$ とする。

すると、式 (1) から式 (18) と同様に考えると、図 31 の出力信号となる $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

50

【数 19】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\omega(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\omega(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix}
 \end{aligned} \quad \dots (19)$$

10

【0335】

なお、式(19)を実現する方法として、図31と異なる構成として、パワー変更部2406Bと位相変更部2451の順番を入れ替え、かつ、パワー変更部2406Aと位相変更部2481の順番を入れ替える構成がある。(パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。)このとき、 $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

【数 20】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\omega(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\omega(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix}
 \end{aligned} \quad \dots (20)$$

20

当然であるが、式(19)の $z_1(i)$ と式(20)の $z_1(i)$ は等しく、式(19)の $z_2(i)$ と式(20)の $z_2(i)$ は等しい。

【0336】

図32は、図31と同様の処理を実現することができる別の構成となる。なお、図32において、図24から図31と同様に動作するものについては、同一符号を付しており、説明は省略する。そして、図31と図32の異なる点は、図31において、パワー変更部2410Bと位相変更部2461の順番が入れ替え、かつ、パワー変更部2410Aと位相変更部2491の順番が入れ替えたものが図32となる。(パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。)

30

すると、式(1)から式(20)と同様に考えると、図32の出力信号となる $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

【数 21】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} e^{j\omega(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} e^{j\omega(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix}
 \end{aligned} \quad \dots (21)$$

40

【0337】

なお、式(21)を実現する方法として、図32と異なる構成として、パワー変更部2406Bと位相変更部2451の順番を入れ替え、かつ、パワー変更部2406Aと位相

50

変更部 2 4 8 1 の順番を入れ替える構成がある。(パワー変更を行う、位相変更を行うという機能自身はかわらない。)このとき、 $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は、次式のようにあらわされる。

【数 2 2】

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} e^{j\omega(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} e^{j\omega(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a(i) & b(i) \\ c(i) & d(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\delta(i)} & 0 \\ 0 & e^{j\lambda(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \dots (22) \end{aligned} \quad 10$$

当然であるが、式(19)の $z_1(i)$ と式(20)の $z_1(i)$ と式(21)の $z_1(i)$ と式(22)の $z_1(i)$ は等しく、式(19)の $z_2(i)$ と式(20)の $z_2(i)$ と式(21)の $z_2(i)$ と式(22)の $z_2(i)$ は等しい。

【0338】

上述において、重み付け合成(プリコーディング)のための行列Fを示しているが、以下で記載するようなプリコーディング行列F(またはF(i))を用いても、本明細書の各実施の形態を実施することができる。

20

【数 2 3】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times e^{j0} & \beta \times \alpha \times e^{j0} \\ \beta \times \alpha \times e^{j0} & \beta \times e^{j\pi} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (23)$$

または、

【数 2 4】

$$F = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j0} & e^{j\pi} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (24)$$

30

または、

【数 2 5】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times e^{j0} & \beta \times \alpha \times e^{j\pi} \\ \beta \times \alpha \times e^{j0} & \beta \times e^{j0} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (25)$$

40

または、

【数 2 6】

$$F = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j\pi} \\ \alpha \times e^{j0} & e^{j0} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (26)$$

または、

【数 2 7】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times \alpha \times e^{j0} & \beta \times e^{j\pi} \\ \beta \times e^{j0} & \beta \times \alpha \times e^{j0} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (27)$$

または、

【数 2 8】

$$F = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j0} & e^{j\pi} \\ e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (28) \quad 10$$

または、

【数 2 9】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times \alpha \times e^{j0} & \beta \times e^{j0} \\ \beta \times e^{j0} & \beta \times \alpha \times e^{j\pi} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (29)$$

または、

20

【数 3 0】

$$F = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j0} & e^{j0} \\ e^{j0} & \alpha \times e^{j\pi} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (30)$$

なお、式(23)、式(24)、式(25)、式(26)、式(27)、式(28)、式(29)、式(30)において、 α は実数であってもよいし、虚数であってもよく、 β は実数であってもよいし、虚数であってもよい。ただし、 α は0(ゼロ)ではない。そして、 β も0(ゼロ)ではない。

30

【0339】

または、

【数 3 1】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times \cos \theta & \beta \times \sin \theta \\ \beta \times \sin \theta & -\beta \times \cos \theta \end{pmatrix} \quad \dots \quad (31)$$

または、

40

【数 3 2】

$$F = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ \sin \theta & -\cos \theta \end{pmatrix} \quad \dots \quad (32)$$

または、

【数 3 3】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times \cos \theta & -\beta \times \sin \theta \\ \beta \times \sin \theta & \beta \times \cos \theta \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (33)$$

または、

【数 3 4】

$$F = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (34)$$

10

または、

【数 3 5】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times \sin \theta & -\beta \times \cos \theta \\ \beta \times \cos \theta & \beta \times \sin \theta \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (35)$$

20

または、

【数 3 6】

$$F = \begin{pmatrix} \sin \theta & -\cos \theta \\ \cos \theta & \sin \theta \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (36)$$

または、

【数 3 7】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times \sin \theta & \beta \times \cos \theta \\ \beta \times \cos \theta & -\beta \times \sin \theta \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (37)$$

30

または、

【数 3 8】

$$F = \begin{pmatrix} \sin \theta & \cos \theta \\ \cos \theta & -\sin \theta \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (38)$$

40

なお、式(31)、式(33)、式(35)、式(37)において、 β は実数であってもよいし、虚数であってもよい。ただし、 β は0(ゼロ)ではない。

【0340】

または、

【数 3 9】

$$F(i) = \begin{pmatrix} \beta \times e^{j\theta_{11}(i)} & \beta \times \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i)+\lambda)} \\ \beta \times \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & \beta \times e^{j(\theta_{21}(i)+\lambda+\pi)} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (39)$$

または、

【数 4 0】

$$F(i) = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i)+\lambda+\pi)} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (40)$$

10

または、

【数 4 1】

$$F(i) = \begin{pmatrix} \beta \times \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & \beta \times e^{j(\theta_{21}(i)+\lambda+\pi)} \\ \beta \times e^{j\theta_{11}(i)} & \beta \times \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i)+\lambda)} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (41)$$

20

または、

【数 4 2】

$$F(i) = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i)+\lambda+\pi)} \\ e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i)+\lambda)} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (42)$$

または、

30

【数 4 3】

$$F(i) = \begin{pmatrix} \beta \times e^{j\theta_{11}} & \beta \times \alpha \times e^{j(\theta_{11}+\lambda(i))} \\ \beta \times \alpha \times e^{j\theta_{21}} & \beta \times e^{j(\theta_{21}+\lambda(i)+\pi)} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (43)$$

または、

【数 4 4】

$$F(i) = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}+\lambda(i))} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}} & e^{j(\theta_{21}+\lambda(i)+\pi)} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (44)$$

40

または、

【数 4 5】

$$F(i) = \begin{pmatrix} \beta \times \alpha \times e^{j\theta_{21}} & \beta \times e^{j(\theta_{21}+\lambda(i)+\pi)} \\ \beta \times e^{j\theta_{11}} & \beta \times \alpha \times e^{j(\theta_{11}+\lambda(i))} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (45)$$

50

または、

【数 4 6】

$$F(i) = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\theta_{21}} & e^{j(\theta_{21} + \lambda(i) + \pi)} \\ e^{j\theta_{11}} & \alpha \times e^{j(\theta_{11} + \lambda(i))} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (46)$$

または、

10

【数 4 7】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times e^{j\theta_{11}} & \beta \times \alpha \times e^{j(\theta_{11} + \lambda)} \\ \beta \times \alpha \times e^{j\theta_{21}} & \beta \times e^{j(\theta_{21} + \lambda + \pi)} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (47)$$

または、

【数 4 8】

20

$$F = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}} & \alpha \times e^{j(\theta_{11} + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}} & e^{j(\theta_{21} + \lambda + \pi)} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (48)$$

または、

【数 4 9】

$$F = \begin{pmatrix} \beta \times \alpha \times e^{j\theta_{21}} & \beta \times e^{j(\theta_{21} + \lambda + \pi)} \\ \beta \times e^{j\theta_{11}} & \beta \times \alpha \times e^{j(\theta_{11} + \lambda)} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (49)$$

30

または、

【数 5 0】

$$F = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\theta_{21}} & e^{j(\theta_{21} + \lambda + \pi)} \\ e^{j\theta_{11}} & \alpha \times e^{j(\theta_{11} + \lambda)} \end{pmatrix} \quad \dots \quad (50)$$

ただし、 $\theta_{11}(i)$ 、 $\theta_{21}(i)$ 、 $\lambda(i)$ は i の(時間の、または、周波数の、または、時間・周波数の)関数であり、 λ は固定の値であり、 α は実数であってもよいし、虚数であってもよく、 β は実数であってもよいし、虚数であってもよい。ただし、 α は 0 (ゼロ)ではない。そして、 β も 0 (ゼロ)ではない。

40

【0 3 4 1】

または、

【数 5 1】

$$F = \begin{pmatrix} \beta & 0 \\ 0 & \beta \end{pmatrix} \quad \dots \quad (51)$$

または、

50

【数 5 2】

$$F = \begin{pmatrix} \beta & 0 \\ 0 & -\beta \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (5.2)$$

または、

【数 5 3】

$$F = \begin{pmatrix} \beta & 0 \\ 0 & \beta \times e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (5.3)$$

10

または、

【数 5 4】

$$F = \begin{pmatrix} \beta & 0 \\ 0 & -\beta \times e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (5.4)$$

20

または、

【数 5 5】

$$F = \begin{pmatrix} -\beta & 0 \\ 0 & \beta \times e^{j\theta(i)} \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (5.5)$$

ただし、 $\theta(i)$ は i の（時間の、または、周波数の、または、時間・周波数の）関数であり、 β は実数であってもよいし、虚数であってもよい。ただし、 β も 0（ゼロ）ではない。 30

【0 3 4 2】

また、これら以外のプリコーディング行列を用いても、本明細書の各実施の形態を実施することが可能である。

加えて、上述で説明した、位相変更、を行わずに、プリコーディングを行って変調信号を生成し、送信装置は変調信号を送信する方式であってもよい。このとき、 $z_1(i)$ 、 $z_2(i)$ は次式であらわされる例が考えられる。

【数 5 6】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (5.6)$$

40

【数 5 7】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (5.7)$$

50

【数 5 8】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = F \begin{pmatrix} P_1 & 0 \\ 0 & P_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (58)$$

【数 5 9】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Q_1 & 0 \\ 0 & Q_2 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (59)$$

10

【数 6 0】

$$\begin{pmatrix} z_1(i) \\ z_2(i) \end{pmatrix} = F \begin{pmatrix} s_1(i) \\ s_2(i) \end{pmatrix} \quad \cdots \quad (60)$$

そして、図 2 4 から図 3 2 で得られた $z_1(i)$ (または、式 (5 6) の $z_1(i)$ 、または、式 (5 7) の $z_1(i)$ 、または、式 (5 8) の $z_1(i)$ 、または、式 (5 9) の $z_1(i)$ 、または、式 (6 0) の $z_1(i)$) は図 2 1 の 2 1 1 3 _ 1 に相当し、図 2 4 から図 3 2 で得られた $z_2(i)$ (または、式 (5 6) の $z_2(i)$ 、または、式 (5 7) の $z_2(i)$ 、または、式 (5 8) の $z_2(i)$ 、または、式 (5 9) の $z_2(i)$ 、または、式 (6 0) の $z_2(i)$) は図 2 1 の 2 1 1 3 _ 2 に相当する。

【0 3 4 3】

図 3 3 から図 3 7 は、図 1 7 から図 3 2 で生成した $z_1(i)$ および $z_2(i)$ の配置方法の一例を示している。(前にも記述したように、 $z_1(a)$ と $z_2(a)$ は、同一時間、同一周波数を用い、異なるアンテナから送信されることになる。)

【0 3 4 4】

図 3 3 において、図 3 3 (A) は $z_1(i)$ の配置方法を示しており、図 3 3 (B) は $z_2(i)$ の配置方法を示している。図 3 3 (A)、図 3 3 (B) において、縦軸は時間、横軸は周波数である。

図 3 3 (A) について説明する。まず、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_1(0)$ 、 $z_1(1)$ 、 $z_1(2)$ 、 $z_1(3)$ 、 $\dots$ を生成したとき、 $z_1(0)$ をキャリア 0、時刻 1 に配置し、 $z_1(1)$ をキャリア 1、時刻 1 に配置し、 $z_1(2)$ をキャリア 2、時刻 1 に配置し、 $\dots$ 、 $z_1(10)$ をキャリア 0、時刻 2 に配置し、 $z_1(11)$ をキャリア 1、時刻 2 に配置し、 $z_1(12)$ をキャリア 2、時刻 2 に配置し、 $\dots$ とする。

同様に、図 3 3 (B) において、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_2(0)$ 、 $z_2(1)$ 、 $z_2(2)$ 、 $z_2(3)$ 、 $\dots$ を生成したとき、 $z_2(0)$ をキャリア 0、時刻 1 に配置し、 $z_2(1)$ をキャリア 1、時刻 1 に配置し、 $z_2(2)$ をキャリア 2、時刻 1 に配置し、 $\dots$ 、 $z_2(10)$ をキャリア 0、時刻 2 に配置し、 $z_2(11)$ をキャリア 1、時刻 2 に配置し、 $z_2(12)$ をキャリア 2、時刻 2 に配置し、 $\dots$ とする。

このとき、 $i = a$ のときの $z_1(a)$ と $z_2(a)$ は、同一周波数、同一時刻、から送信されることになる。そして、図 3 3 は、生成した $z_1(i)$ と $z_2(i)$ を周波数軸方向に優先的に並べる場合の例である。

【0 3 4 5】

図 3 4 において、図 3 4 (A) は $z_1(i)$ の配置方法を示しており、図 3 4 (B) は $z_2(i)$ の配置方法を示している。図 3 4 (A)、図 3 4 (B) において、縦軸は時間

50

、横軸は周波数である。

図 3 4 (A) について説明する。まず、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_1(0), z_1(1), z_1(2), z_1(3), \dots$ を生成したとき、 $z_1(0)$ をキャリア 0、時刻 1 に配置し、 $z_1(1)$ をキャリア 1、時刻 2 に配置し、 $z_1(2)$ をキャリア 2、時刻 1 に配置し、 $\dots$ 、 $z_1(10)$ をキャリア 2、時刻 2 に配置し、 $z_1(11)$ をキャリア 7、時刻 1 に配置し、 $z_1(12)$ をキャリア 8、時刻 2 に配置し、 $\dots$ 、とする。

同様に、図 3 4 (B) において、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_2(0), z_2(1), z_2(2), z_2(3), \dots$ を生成したとき、 $z_2(0)$ をキャリア 0、時刻 1 に配置し、 $z_2(1)$ をキャリア 1、時刻 2 に配置し、 $z_2(2)$ をキャリア 2、時刻 1 に配置し、 $\dots$ 、 $z_2(10)$ をキャリア 2、時刻 2 に配置し、 $z_2(11)$ をキャリア 7、時刻 1 に配置し、 $z_2(12)$ をキャリア 8、時刻 2 に配置し、 $\dots$ 、とする。

このとき、 $i = a$ のときの $z_1(a)$ と $z_2(a)$ は、同一周波数、同一時刻、から送信されることになる。そして、図 3 4 は、生成した $z_1(i)$ と $z_2(i)$ を周波数、時間軸方向にランダムに並べる場合の例である。

【0 3 4 6】

図 3 5 において、図 3 5 (A) は $z_1(i)$ の配置方法を示しており、図 3 5 (B) は $z_2(i)$ の配置方法を示している。図 3 5 (A)、図 3 5 (B) において、縦軸は時間、横軸は周波数である。

図 3 5 (A) について説明する。まず、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_1(0), z_1(1), z_1(2), z_1(3), \dots$ を生成したとき、 $z_1(0)$ をキャリア 0、時刻 1 に配置し、 $z_1(1)$ をキャリア 2、時刻 1 に配置し、 $z_1(2)$ をキャリア 4、時刻 1 に配置し、 $\dots$ 、 $z_1(10)$ をキャリア 0、時刻 2 に配置し、 $z_1(11)$ をキャリア 2、時刻 2 に配置し、 $z_1(12)$ をキャリア 4、時刻 2 に配置し、 $\dots$ 、とする。

同様に、図 3 5 (B) において、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_2(0), z_2(1), z_2(2), z_2(3), \dots$ を生成したとき、 $z_2(0)$ をキャリア 0、時刻 1 に配置し、 $z_2(1)$ をキャリア 2、時刻 1 に配置し、 $z_2(2)$ をキャリア 4、時刻 1 に配置し、 $\dots$ 、 $z_2(10)$ をキャリア 0、時刻 2 に配置し、 $z_2(11)$ をキャリア 2、時刻 2 に配置し、 $z_2(12)$ をキャリア 4、時刻 2 に配置し、 $\dots$ 、とする。

このとき、 $i = a$ のときの $z_1(a)$ と $z_2(a)$ は、同一周波数、同一時刻、から送信されることになる。そして、図 3 5 は、生成した $z_1(i)$ と $z_2(i)$ を周波数軸方向に優先的に並べる場合の例である。

【0 3 4 7】

図 3 6 において、図 3 6 (A) は $z_1(i)$ の配置方法を示しており、図 3 6 (B) は $z_2(i)$ の配置方法を示している。図 3 6 (A)、図 3 6 (B) において、縦軸は時間、横軸は周波数である。

図 3 6 (A) について説明する。まず、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_1(0), z_1(1), z_1(2), z_1(3), \dots$ を生成したとき、 $z_1(0)$ をキャリア 0、時刻 1 に配置し、 $z_1(1)$ をキャリア 1、時刻 1 に配置し、 $z_1(2)$ をキャリア 0、時刻 2 に配置し、 $\dots$ 、 $z_1(10)$ をキャリア 2、時刻 2 に配置し、 $z_1(11)$ をキャリア 3、時刻 2 に配置し、 $z_1(12)$ をキャリア 2、時刻 3 に配置し、 $\dots$ 、とする。

同様に、図 3 6 (B) において、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_2(0), z_2(1), z_2(2), z_2(3), \dots$ を生成したとき、 $z_2(0)$ をキャリア 0、時刻 1 に配置し、 $z_2(1)$ をキャリア 1、時刻 1 に配置し、 $z_2(2)$ をキャリア 0、時刻 2 に配置し、 $\dots$ 、 $z_2(10)$ をキャリア 2、時刻 2 に配置し、 $z_2(11)$ をキャリア 3、時刻 2 に配置し、 $z_2(12)$ をキャリア 2、時刻 3 に配置し、 $\dots$ 、とする。

とする。

このとき、 $i = a$ のときの $z_1(a)$ と $z_2(a)$ は、同一周波数、同一時刻、から送信されることになる。そして、図36は、生成した $z_1(i)$ と $z_2(i)$ を時間・周波数軸方向に並べる場合の例である。

【0348】

図37において、図37(A)は $z_1(i)$ の配置方法を示しており、図37(B)は $z_2(i)$ の配置方法を示している。図37(A)、図37(B)において、縦軸は時間、横軸は周波数である。

図37(A)について説明する。まず、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_1(0)$ 、 $z_1(1)$ 、 $z_1(2)$ 、 $z_1(3)$ 、 $\dots$ を生成したとき、 $z_1(0)$ をキャリア0、時刻1に配置し、 $z_1(1)$ をキャリア0、時刻2に配置し、 $z_1(2)$ をキャリア0、時刻3に配置し、 $\dots$ 、 $z_1(10)$ をキャリア2、時刻3に配置し、 $z_1(11)$ をキャリア2、時刻4に配置し、 $z_1(12)$ をキャリア3、時刻1に配置し、 $\dots$ とする。

10

同様に、図37(B)において、 $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ に対応をする $z_2(0)$ 、 $z_2(1)$ 、 $z_2(2)$ 、 $z_2(3)$ 、 $\dots$ を生成したとき、 $z_2(0)$ をキャリア0、時刻1に配置し、 $z_2(1)$ をキャリア0、時刻2に配置し、 $z_2(2)$ をキャリア0、時刻3に配置し、 $\dots$ 、 $z_2(10)$ をキャリア2、時刻3に配置し、 $z_2(11)$ をキャリア2、時刻4に配置し、 $z_2(12)$ をキャリア3、時刻1に配置し、 $\dots$ とする。

20

このとき、 $i = a$ のときの $z_1(a)$ と $z_2(a)$ は、同一周波数、同一時刻、から送信されることになる。そして、図37は、生成した $z_1(i)$ と $z_2(i)$ を時間軸方向に優先的に並べる場合の例である。

【0349】

図38は、図21の送信装置が送信した変調信号を受信する受信装置（端末）の構成例である。

図38において、OFDM方式関連処理部3803__Xは、アンテナ3801__Xで受信した受信信号3802__Xを入力とし、OFDM方式のための受信側の信号処理を施し、信号処理後の信号3804__Xを出力する。同様に、OFDM方式関連処理部3803__Yは、アンテナ3801__Yで受信した受信信号3802__Yを入力とし、OFDM方式のための受信側の信号処理を施し、信号処理後の信号3804__Yを出力する。

30

【0350】

送信装置は、図33から図37、または、それ以外のシンボル配置方法の、いずれの方法でシンボルを配置してもよい。（あくまでも、図33から図37は、シンボル配置の例である。）

第1プリアンブル検出、復号部3811は、信号処理後の信号3804__X、3804__Yを入力とし、第1プリアンブルを検出することで、信号検出、時間周波数同期を行うと同時に、第1プリアンブルに含まれる制御情報を（復調、および、誤り訂正復号を行うことで）得、第1プリアンブル制御情報3812を出力する。

第2プリアンブル復調部3813は、信号処理後の信号3804__X、3804__Y、および、第1プリアンブル制御情報3812を入力とし、第1プリアンブル制御情報3812に基づき、信号処理を行い、復調（誤り訂正復号を含む）を行い、第2プリアンブル制御情報3814を出力する。

40

【0351】

制御情報生成部3815は、第1プリアンブル制御情報3812、および、第2プリアンブル制御情報3814を入力とし、（受信動作に関係する）制御情報をたばね、制御信号3816として出力する。そして、制御信号2316は、図23に示したように、各部に入力されることになる。

【0352】

変調信号 z_1 のチャンネル変動推定部3805__1は、信号処理後の信号3804__X、

50

制御信号 3816 を入力とし、送信装置が変調信号 z 1 を送信したアンテナと受信アンテナ 3801 __X 間のチャネル変動を信号処理後の信号 3804 __X に含まれるパイロットシンボル等を用いて推定し、チャネル推定信号 3806 __1 を出力する。

変調信号 z 2 のチャネル変動推定部 3805 __2 は、信号処理後の信号 3804 __X、制御信号 3816 を入力とし、送信装置が変調信号 z 2 を送信したアンテナと受信アンテナ 3801 __X 間のチャネル変動を信号処理後の信号 3804 __X に含まれるパイロットシンボル等を用いて推定し、チャネル推定信号 3806 __2 を出力する。

【0353】

変調信号 z 1 のチャネル変動推定部 3807 __1 は、信号処理後の信号 3804 __Y、制御信号 3816 を入力とし、送信装置が変調信号 z 1 を送信したアンテナと受信アンテナ 3801 __Y 間のチャネル変動を信号処理後の信号 3804 __Y に含まれるパイロットシンボル等を用いて推定し、チャネル推定信号 3808 __1 を出力する。

変調信号 z 2 のチャネル変動推定部 3807 __2 は、信号処理後の信号 3804 __Y、制御信号 3816 を入力とし、送信装置が変調信号 z 2 を送信したアンテナと受信アンテナ 3801 __Y 間のチャネル変動を信号処理後の信号 3804 __Y に含まれるパイロットシンボル等を用いて推定し、チャネル推定信号 3808 __2 を出力する。

【0354】

信号処理部 3809 は、信号 3806 __1、3806 __2、3808 __1、3808 __2、3804 __X、3804 __Y、および、制御信号 3816 を入力とし、制御信号 3816 に含まれている、伝送方式・変調方式・誤り訂正符号化方式・誤り訂正符号化の符号化率・誤り訂正符号のブロックサイズ等の情報に基づき、復調、復号の処理を行い、受信データ 3810 を出力する。このとき、上述で説明した伝送方法に基づき他、検波（復調）・復号が行われることになる。

【0355】

本実施の形態の場合、信号処理部 3809 は、制御信号 3816 に含まれる 1 符号化ブロックのビット数の情報、符号化率の情報に基づき、例えば、図 5、図 6、図 7、図 8、図 9、図 10、図 12、図 13、図 14、図 15、図 16 などに示された「方法 # A」の復号と「方法 # B」の復号を切り替え、誤り訂正復号を行うことになる。

【0356】

なお、受信装置は、制御信号 3816 から必要としているシンボルを抽出して復調（信号分離、信号検波を含む）、誤り訂正復号を行うことになる。また、受信装置の構成はこれに限ったものではない。

【0357】

（実施の形態 D）

これまでの実施の形態で、図 11、図 18 のデータシンボル、図 20 のデータシンボル群が SISO 方式、SIMO 方式であってもよいことを記載した。本実施の形態では、SISO 方式、SIMO 方式のときの変調信号の生成の、これまで説明したときとは異なる例について説明する。

【0358】

図 39 は、本実施の形態における送信局と端末の関係を示している。端末 # 3（3903）は、送信局 # 1（3901）が送信する変調信号 # 1 と送信局 # 2（3902）が送信する変調信号 # 2 を受信することが可能であるものとする。例えば、周波数帯域 A において、変調信号 # 1 と変調信号 # 2 において、同一のデータを伝送しているものとする。つまり、データ系列に対し、ある変調方式でマッピングされたベースバンド信号を $s_1(t, f)$ とする（ただし、 t は時間、 f は周波数とする。）と、送信局 # 1、送信局 # 2 とともに $s_1(t, f)$ に基づく変調信号を送信するものとする。

したがって、端末 # 3（3903）は、周波数帯域 A では、送信局 # 1 が送信した変調信号と送信局 # 2 が送信した変調信号の両者を受信し、データを復調・復号することになる。

【0359】

図40は、送信局#1、送信局#2の構成の一例であり、前に説明したように周波数帯域Aのように、送信局#1、送信局#2ともに $s1(t, f)$ に基づく変調信号を送信する場合を考える。

誤り訂正符号化部4002は、情報4001、送信方法に関する信号4013を入力とし、送信方法に関する信号4013に含まれる1符号化ブロックのビット数に情報、誤り訂正符号の符号化率に関する情報に基づき、誤り訂正符号化を行い、データ4003を出力する。（例えば、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の符号化処理と「方法#B」の符号化処理を切り替えることになる。）

【0360】

マッピング部4004は、データ4003、送信方法に関する信号4013を入力とし、送信方法に関する信号4013に含まれる変調方式に関する情報に基づき、マッピングを行い、ベースバンド信号4005($s1(t, f)$)を出力する。（なお、誤り訂正符号化部4002とマッピング部4004の間で、データインタリーブ（データの順番の並び替え）を行ってもよい。）

【0361】

制御情報シンボル生成部4007は、制御情報4006、送信方法に関する情報4013を入力とし、送信方法に関する信号4013に含まれる送信方法に関する情報に基づき、制御情報シンボルを生成し、制御情報シンボルのベースバンド信号4008を出力する。（なお、制御情報シンボルは、1符号化ブロックのビット数に情報、誤り訂正符号の符号化率に関する情報を含むことになる。）

【0362】

パイロットシンボル生成部4009は、送信方法に関する信号4013を入力とし、これに基づき、パイロットシンボルを生成し、パイロットシンボルのベースバンド信号4010を出力する。

送信方法指示部4012は、送信方法指示情報4011を入力とし、送信方法に関する信号4013を生成、出力する。

【0363】

位相変更部4014は、ベースバンド信号4005($s1(t, f)$)、制御情報シンボルのベースバンド信号4008、パイロットシンボルのベースバンド信号4010、送信方法に関する信号4013を入力とし、送信方法に関する信号4013に含まれるフレーム構成の情報、位相変更に関する情報に基づいて、位相変更を行い、フレーム構成に基づくベースバンド信号4015を出力する。なお、位相変更に関する情報によっては、位相変更を行わず、フレーム構成に基づくベースバンド信号4015を、位相変更部4014が出力することもある。

【0364】

無線部4016は、フレーム構成に基づくベースバンド信号4015、送信方法に関する信号4013を入力とし、送信方法に関する信号4013に基づき、インタリーブ、逆フーリエ変換、周波数変換等の処理を施し、送信信号4017を生成、出力し、送信信号4017は、アンテナ4018から電波として出力される。

【0365】

そして、図39の端末3903は、送信局#1(3901)、送信局#2(3902)が送信した変調信号を受信し、受信信号に含まれる制御情報シンボルに含まれる1符号化ブロックのビット数の情報および符号化率の情報に基づき、例えば、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の復号と「方法#B」の復号を切り替え、誤り訂正復号を行うことになる。

【0366】

なお、図39の送信局#1、#2の構成は、図40に限ったものではない。別の構成の例を、図41を用いて説明する。

図41において、図40と同様に動作するものについては、同一番号を付しており、説

10

20

30

40

50

明を省略する。図 4 1 の特徴は、データ 4 0 0 3、制御情報 4 0 0 6、送信方法指示情報 4 0 1 1 を他の装置が送信し、図 4 1 の受信部 4 1 0 2 で、復調・復号し、データ 4 0 0 3、制御情報 4 0 0 6、送信方法指示情報 4 0 1 1 を得る点である。

したがって、他の装置が送信した変調信号を受信し、受信部 4 1 0 2 は、受信信号 4 1 0 1 を入力とし、復調、復号を行い、データ 4 0 0 3、制御情報 4 0 0 6、送信方法指示情報 4 0 1 1 を出力する。

よって、他の装置は、実施の形態 A で説明した動作を行うような、例えば、図 1 7 のような送信装置となる。

【0367】

(実施の形態 E)

以下では、これまで説明した符号化方法、復号化方法、送信方法、受信方法の応用例とそれを用いたシステムの構成例を説明する。

上記各実施の形態で示した送信方法及び受信方法は、図 4 2 に示すような放送局と、テレビ(テレビジョン)、DVDレコーダ、ブルーレイレコーダ、STB(Set Top Box)、コンピュータ、車載のテレビ及び携帯電話等の様々な種類の受信機を含むデジタル放送用システム ex 2 0 0 において実施される。具体的には、放送局 ex 2 0 1 が、映像データや音声データ等が多重化された多重化データを上記各実施の形態で示した送信方法を用いて所定の伝送帯域に送信する。

【0368】

放送局から送信された信号は、各受信機に内蔵された、または外部に設置され当該受信機と接続されたアンテナで受信される。各受信機は、アンテナにおいて受信された信号を上記各実施の形態で示した受信方法を用いて復調し、多重化データを取得する。(したがって、送信装置(放送局)は、例えば、図 5、図 6、図 7、図 8、図 9、図 1 0、図 1 2、図 1 3、図 1 4、図 1 5、図 1 6 などに示された「方法# A」の符号化処理と「方法# B」の符号化処理を切り替えることになり、各端末は、例えば、図 5、図 6、図 7、図 8、図 9、図 1 0、図 1 2、図 1 3、図 1 4、図 1 5、図 1 6 などに示された「方法# A」の復号と「方法# B」の復号を切り替え、誤り訂正復号を行うことになる。また、送信装置(放送局)は、本明細書で記載した制御情報を伝送することになり、端末は、この制御情報を得、誤り訂正復号の方法を切り替えることになる。)これにより、デジタル放送用システムは、上記各実施の形態で説明した本願発明の効果を得ることができる。

【0369】

ここで、多重化データに含まれる映像データは、例えば MPEG 2、MPEG 4-AVC、VC-1、H. 2 6 5、HEVC(High Efficiency Video Coding)などの規格に準拠した動画符号化方法を用いて符号化されている。また、多重化データに含まれる音声データは例えばドルビー AC-3、Dolby Digital Plus、MLP、DTS、DTS-HD、リニア PCM 等の音声符号化方法で符号化されている。

【0370】

図 4 3 は、上記各実施の形態で説明した受信方法を実施する受信機 ex 3 0 0 の構成の一例を示す図である。受信機 ex 3 0 0 は、アンテナ ex 2 0 4 で受信された高周波信号をベースバンド信号に変換するチューナ ex 3 0 1 と、周波数変換されたベースバンド信号を復調して多重化データを取得する復調部 ex 3 0 2 とを備える。上記各実施の形態で示した復号方法(図 5、図 6、図 7、図 8、図 9、図 1 0、図 1 2、図 1 3、図 1 4、図 1 5、図 1 6 などに示された「方法# A」の復号と「方法# B」の復号を切り替え、誤り訂正復号を行うこと)は復調部 ex 3 0 2 において実施され、これにより上記各実施の形態で説明した本願発明の効果を得ることができる。

【0371】

また、受信機 ex 3 0 0 は、復調部で得られた多重化データから映像データと音声データとを分離するストリーム入出力部 ex 3 0 3 と、分離された映像データに対応する動画復号方法を用いて映像データを映像信号に復号し、分離された音声データに対応する音声復号方法を用いて音声データを音声信号に復号する信号処理部 ex 3 0 4 と、復号され

10

20

30

40

50

た音声信号をスピーカやオーディオ用アンプ等に出力するための音声出力部 e x 3 0 6 と、復号された映像信号をディスプレイ等に出力するための映像出力部 e x 3 0 8 とを有する。

【0372】

例えば、ユーザは、リモコン（リモートコントローラ） e x 3 1 2 を用いて、選局したチャンネル（選局した（テレビ）番組、選局した音声放送）の情報を送信する。すると、受信機 e x 3 0 0 は、アンテナ e x 2 0 4 で受信した受信信号において、選局したチャンネルに相当する信号を復調、誤り訂正復号等の処理を行い、受信データを得ることになる。このとき、受信機 e x 3 0 0 は、選局したチャンネルに相当する信号に含まれる伝送方法（伝送方式、変調方式、誤り訂正方式等）の情報（例えば、1 符号化ブロックのビット数に関する情報、符号化率の情報など）を含む制御シンボルの情報を得ることで、受信動作、復調方法、誤り訂正復号等の方法を正しく設定することで、放送局（基地局）で送信したデータシンボルに含まれるデータを得ることが可能となる。上述では、ユーザは、リモコンによって、チャンネルを選局する例を説明したが、受信機自身が搭載している選局キーを用いて、チャンネルを選局しても、上記と同様の動作となる。

上記の構成により、ユーザは、受信機が本明細書で記載した、復号方法、受信方法により受信した番組を。視聴することができる。

【0373】

また、本実施の形態の受信機 e x 3 0 0 は、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データ（場合によっては、誤り訂正復号を行わないこともある。また、誤り訂正復号後に他の信号処理が施されることもある。以降について、同様の表現を行っている部分についても、この点は同様である。）に含まれるデータ、または、そのデータに相当する、つまり、データを圧縮することによって得られたデータや、動画、音声加工して得られたデータを、磁気ディスク、光ディスク、不揮発性の半導体メモリ等の記録メディアに記録する記録部（ドライブ）を備える。ここで光ディスクとは、例えば D V D (Digital Versatile Disc) や B D (Blu-ray Disc) 等の、レーザ光を用いて情報の記憶と読み出しがなされる記録メディアである。磁気ディスクとは、例えば F D (Floppy Disk) やハードディスク (Hard Disk) 等の、磁束を用いて磁性体を磁化することにより情報を記憶する記録メディアである。不揮発性の半導体メモリとは、例えばフラッシュメモリや強誘電体メモリ (Ferroelectric Random Access Memory) 等の、半導体素子により構成された記録メディアであり、フラッシュメモリを用いた S D カードや F l a s h S S D (Solid State Drive) などが挙げられる。なお、ここで挙げた記録メディアの種類はあくまでその一例であり、上記の記録メディア以外の記録メディアを用いて記録を行っても良いことは言うまでもない。

上記の構成により、ユーザは、受信機が上記各実施の形態で示した受信方法により受信した番組を記録して保存し、番組の放送されている時間以降の任意の時間に記録されたデータを読み出して視聴することが可能になる。

【0374】

なお、上記の説明では、受信機は、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データを記録部で記録するとしたが、多重化データに含まれるデータのうちの一部のデータを抽出して記録しても良い。例えば、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに映像データや音声データ以外のデータ放送サービスのコンテンツ等が含まれる場合、記録部は、復調部で復調された多重化データから映像データや音声データを抽出して多重した新しい多重化データを記録しても良い。また、記録部は、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに含まれる映像データ及び音声データのうち、どちらか一方のみを多重した新しい多重化データを記録しても良い。そして、上記で述べた多重化データに含まれるデータ放送サービスのコンテンツを記録部は、記録してもよい。

【0375】

さらには、テレビ、記録装置（例えば、D V D レコーダ、B l u e - r a y レコーダ）、

携帯電話に、本発明で説明した受信機が搭載されている場合、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに、テレビや記録装置を動作させるのに使用するソフトウェアの欠陥（バグ）を修正するためのデータや個人情報や記録したデータの流出を防ぐためのソフトウェアの欠陥（バグ）を修正するためのデータが含まれている場合、これらのデータをインストールすることで、テレビや記録装置のソフトウェアの欠陥を修正してもよい。そして、データに、受信機自身のソフトウェアの欠陥（バグ）を修正するためのデータが含まれていた場合、このデータにより、受信機自身の欠陥を修正することもできる。これにより、受信装置が搭載されているテレビ、記録装置、携帯電話が、より安定的に動作させることが可能となる。

【0376】

ここで、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに含まれる複数のデータから一部のデータを抽出して多重する処理は、例えばストリーム処理部で行われる。具体的には、ストリーム処理部が、図示していないCPU等の制御部からの指示により、復調部で復調された多重化データを映像データ、音声データ、データ放送サービスのコンテンツ等の複数のデータに分離し、分離後のデータから指定されたデータのみを抽出して多重し、新しい多重化データを生成する。なお、分離後のデータからどのデータを抽出するかについては、例えばユーザが決定してもよいし、記録メディアの種類毎に予め決められていてもよい。

上記の構成により、受信機は記録された番組を視聴する際に必要なデータのみを抽出して記録することができるので、記録するデータのデータサイズを削減することができる。

【0377】

また、上記の説明では、記録部は、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データを記録するとしたが、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに含まれる映像データを、当該映像データよりもデータサイズまたはビットレートが低くなるよう、当該映像データに施された動画像符号化方法とは異なる動画像符号化方法で符号化された映像データに変換し、変換後の映像データを多重した新しい多重化データを記録してもよい。このとき、元の映像データに施された動画像符号化方法と変換後の映像データに施された動画像符号化方法とは、互いに異なる規格に準拠していてもよいし、同じ規格に準拠して符号化時に使用するパラメータのみが異なってもよい。同様に、記録部は、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに含まれる音声データを、当該音声データよりもデータサイズまたはビットレートが低くなるよう、当該音声データに施された音声符号化方法とは異なる音声符号化方法で符号化された音声データに変換し、変換後の音声データを多重した新しい多重化データを記録してもよい。

【0378】

ここで、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに含まれる映像データや音声データをデータサイズまたはビットレートが異なる映像データや音声データに変換する処理は、例えばストリーム処理部及び信号処理部で行われる。具体的には、ストリーム処理部が、CPU等の制御部からの指示により、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データを映像データ、音声データ、データ放送サービスのコンテンツ等の複数のデータに分離する。信号処理部は、制御部からの指示により、分離後の映像データを当該映像データに施された動画像符号化方法とは異なる動画像符号化方法で符号化された映像データに変換する処理、及び分離後の音声データを当該音声データに施された音声符号化方法とは異なる音声符号化方法で符号化された音声データに変換する処理を行う。ストリーム処理部は、制御部からの指示により、変換後の映像データと変換後の音声データとを多重し、新しい多重化データを生成する。なお、信号処理部は制御部からの指示に応じて、映像データと音声データのうちのいずれか一方に対してのみ変換の処理を行っても良いし、両方に対して変換の処理を行っても良い。また、変換後の映像データ及び音声データのデータサイズまたはビットレートは、ユーザが決定してもよいし、記録メディアの種類毎に予め決められていてもよい。

【0379】

上記の構成により、受信機は、記録メディアに記録可能なデータサイズや記録部がデータの記録または読み出しを行う速度に合わせて映像データや音声データのデータサイズまたはビットレートを変更して記録することができる。これにより、記録メディアに記録可能なデータサイズが復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データのデータサイズよりも小さい場合や、記録部がデータの記録または読み出しを行う速度が復調部で復調された多重化データのビットレートよりも低い場合でも記録部が番組を記録することが可能となるので、ユーザは番組の放送されている時間以降の任意の時間に記録されたデータを読み出して視聴することが可能になる。

【0380】

また、受信機は、復調部で復調された多重化データを外部機器に対して通信媒体を介して送信するストリーム出力 I F（Interface：インターフェース）を備える。ストリーム出力 I F の一例としては、W i - F i（IEEE802.11a、IEEE802.11b、IEEE802.11g、IEEE802.11n、IEEE802.11ac、IEEE802.11ad等）、W i G i g、U l t r a G i g、W i r e l e s s H D、B l u e t o o t h、Z i g b e e等の無線通信規格に準拠した無線通信方法を用いて変調した多重化データを、無線媒体を介して外部機器に送信する無線通信装置が挙げられる。また、ストリーム出力 I F は、イーサネットや U S B（Universal Serial Bus）、U S B 2、U S B 3、P L C（Power Line Communication）、H D M I（High-Definition Multimedia Interface）、H D M I 2等の有線通信規格に準拠した通信方法を用いて変調された多重化データを当該ストリーム出力 I F に接続された有線伝送路を介して外部機器に送信する有線通信装置であってもよい。

【0381】

上記の構成により、ユーザは、受信機が本明細書で説明した復号方法、受信方法により受信した多重化データを外部機器で利用することができる。ここでいう多重化データの利用とは、ユーザが外部機器を用いて多重化データをリアルタイムで視聴することや、外部機器に備えられた記録部で多重化データを記録すること、外部機器からさらに別の外部機器に対して多重化データを送信すること等を含む。

【0382】

なお、上記の説明では、受信機は、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データをストリーム出力 I F が出力するとしたが、多重化データに含まれるデータのうち一部のデータを抽出して出力しても良い。例えば、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに映像データや音声データ以外のデータ放送サービスのコンテンツ等が含まれる場合、ストリーム出力 I F は、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データから映像データや音声データを抽出して多重した新しい多重化データを出力しても良い。また、ストリーム出力 I F は、復調部で復調された多重化データに含まれる映像データ及び音声データのうち、どちらか一方のみを多重した新しい多重化データを出力しても良い。

【0383】

ここで、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに含まれる複数のデータから一部のデータを抽出して多重する処理は、例えばストリーム処理部で行われる。具体的には、ストリーム処理部が、図示していない C P U（Central Processing Unit）等の制御部からの指示により、復調部で復調された多重化データを映像データ、音声データ、データ放送サービスのコンテンツ等の複数のデータに分離し、分離後のデータから指定されたデータのみを抽出して多重し、新しい多重化データを生成する。なお、分離後のデータからどのデータを抽出するかについては、例えばユーザが決定してもよいし、ストリーム出力 I F の種類毎に予め決められていてもよい。

上記の構成により、受信機は外部機器が必要なデータのみを抽出して出力することができるので、多重化データの出力により消費される通信帯域を削減することができる。

【0384】

また、上記の説明では、ストリーム出力 I F は、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行

うことで得られた多重化データを記録するとしたが、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに含まれる映像データを、当該映像データよりもデータサイズまたはビットレートが低くなるよう、当該映像データに施された動画像符号化方法とは異なる動画像符号化方法で符号化された映像データに変換し、変換後の映像データを多重した新しい多重化データを出力してもよい。このとき、元の映像データに施された動画像符号化方法と変換後の映像データに施された動画像符号化方法とは、互いに異なる規格に準拠していてもよいし、同じ規格に準拠して符号化時に使用するパラメータのみが異なっているてもよい。同様に、ストリーム出力 I F は、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに含まれる音声データを、当該音声データよりもデータサイズまたはビットレートが低くなるよう、当該音声データに施された音声符号化方法とは異なる音声符号化方法で符号化された音声データに変換し、変換後の音声データを多重した新しい多重化データを出力してもよい。

10

【0385】

ここで、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データに含まれる映像データや音声データをデータサイズまたはビットレートが異なる映像データや音声データに変換する処理は、例えばストリーム処理部及び信号処理部で行われる。具体的には、ストリーム処理部が、制御部からの指示により、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データを映像データ、音声データ、データ放送サービスのコンテンツ等の複数のデータに分離する。信号処理部は、制御部からの指示により、分離後の映像データを当該映像データに施された動画像符号化方法とは異なる動画像符号化方法で符号化された映像データに変換する処理、及び分離後の音声データを当該音声データに施された音声符号化方法とは異なる音声符号化方法で符号化された音声データに変換する処理を行う。ストリーム処理部は、制御部からの指示により、変換後の映像データと変換後の音声データとを多重し、新しい多重化データを生成する。なお、信号処理部は制御部からの指示に応じて、映像データと音声データのうちのいずれか一方に対してのみ変換の処理を行っても良いし、両方に対して変換の処理を行っても良い。また、変換後の映像データ及び音声データのデータサイズまたはビットレートは、ユーザが決定してもよいし、ストリーム出力 I F の種類毎に予め決められていてもよい。

20

上記の構成により、受信機は、外部機器との間の通信速度に合わせて映像データや音声データのビットレートを変更して出力することができる。これにより、外部機器との間の通信速度が、復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データのビットレートよりも低い場合でもストリーム出力 I F から外部機器新しい多重化データを出力することが可能となるので、ユーザは他の通信装置において新しい多重化データを利用することが可能になる。

30

【0386】

また、受信機は、外部機器に対して信号処理部で復号された映像信号及び音声信号を外部の通信媒体に対して出力する A V (Audio and Visual) 出力 I F (Interface) を備える。A V 出力 I F の一例としては、W i - F i (IEEE802.11a、IEEE802.11b、IEEE802.11g、IEEE802.11n、IEEE802.11ac、IEEE802.11ad等)、W i G i g、U l t r a G i g、W i r e l e s s H D、B l u e t o o t h、Z i g b e e 等の無線通信規格に準拠した無線通信方法を用いて変調した映像信号及び音声信号を、無線媒体を介して外部機器に送信する無線通信装置が挙げられる。また、ストリーム出力 I F は、イーサネットや U S B、U S B 2、U S B 3、P L C、H D M I、H D M I 2 等の有線通信規格に準拠した通信方法を用いて変調された映像信号及び音声信号を当該ストリーム出力 I F に接続された有線伝送路を介して外部機器に送信する有線通信装置であってもよい。また、ストリーム出力 I F は、映像信号及び音声信号をアナログ信号のまま出力するケーブルを接続する端子であってもよい。

40

上記の構成により、ユーザは、信号処理部で復号された映像信号及び音声信号を外部機器で利用することができる。

【0387】

50

さらに、テレビ e x 3 0 0 は、ユーザ操作の入力を受け付ける操作入力部 e x 3 1 2 を備える。受信機は、ユーザの操作に応じて操作入力部に入力される制御信号に基づいて、電源の O N / O F F の切り替えや、受信するチャンネルの切り替え、字幕表示の有無や表示する言語の切り替え、音声出力部から出力される音量の変更等の様々な動作の切り替えや、受信可能なチャンネルの設定等の設定の変更を行う。

【0388】

また、受信機は、当該受信機で受信中の信号の受信品質を示すアンテナレベルを表示する機能を備えていてもよい。ここで、アンテナレベルとは、例えば受信機が受信した信号の R S S I (Received Signal Strength Indication、Received Signal Strength Indicator、受信信号強度)、受信電界強度、C / N (Carrier-to-noise power ratio)、B E R (Bit Error Rate: ビットエラー率)、パケットエラー率、フレームエラー率、チャンネル状態情報 (Channel State Information) 等に基づいて算出される受信品質を示す指標であり、信号レベル、信号の優劣を示す信号である。この場合、復調部は受信した信号の R S S I、受信電界強度、C / N、B E R、パケットエラー率、フレームエラー率、チャンネル状態情報等を測定する受信品質測定部を備え、受信機はユーザの操作に応じてアンテナレベル (信号レベル、信号の優劣を示す信号) をユーザが識別可能な形式で映像出力部に表示する。アンテナレベル (信号レベル、信号の優劣を示す信号) の表示形式は、R S S I、受信電界強度、C / N、B E R、パケットエラー率、フレームエラー率、チャンネル状態情報等に応じた数値を表示するものであっても良いし、R S S I、受信電界強度、C / N、B E R、パケットエラー率、フレームエラー率、チャンネル状態情報等に応じて異なる画像を表示するようなものであっても良い。また、受信機は、上記各実施の形態で示した受信方法を用いて受信して分離された複数のストリーム s 1、s 2、・・・毎に求めた複数のアンテナレベル (信号レベル、信号の優劣を示す信号) を表示しても良いし、複数のストリーム s 1、s 2、・・・から求めた1つのアンテナレベル (信号レベル、信号の優劣を示す信号) を表示しても良い。また、番組を構成する映像データや音声データが階層伝送方式を用いて送信されている場合は、階層毎に信号のレベル (信号の優劣を示す信号) を示しても可能である。

上記の構成により、ユーザは本明細書で説明した復号方法、受信方法を用いて受信する場合のアンテナレベル (信号レベル、信号の優劣を示す信号) を数値的に、または、視覚的に、かつ、効果的に把握することができる。

【0389】

なお、上記の説明では受信機が、音声出力部、映像出力部、記録部、ストリーム出力 I F、及び A V 出力 I F を備えている場合を例に挙げて説明したが、これらの構成の全てを備えている必要はない。受信機が上記の構成のうち少なくともいずれか一つを備えていれば、ユーザは復調部で復調し、誤り訂正の復号を行うことで得られた多重化データを利用することができるため、各受信機はその用途に合わせて上記の構成を任意に組み合わせて備えていれば良い。

【0390】

(多重化データ)

次に、多重化データの構造の一例について詳細に説明する。放送に用いられるデータ構造としては M P E G 2 - トランスポートストリーム (T S) が一般的であり、ここでは M P E G 2 - T S を例に挙げて説明する。しかし、上記各実施の形態で示した送信方法及び受信方法で伝送されるデータ構造は M P E G 2 - T S に限られず、他のいかなるデータ構造であっても上記の各実施の形態で説明した効果を得られることは言うまでもない。

【0391】

図 4 4 は、多重化データの構成の一例を示す図である。図 4 4 に示すように多重化データは、各サービスで現在提供されている番組 (p r o g r a m m e またはその一部である e v e n t) を構成する要素である、例えばビデオストリーム、オーディオストリーム、プレゼンテーショングラフィックスストリーム (P G)、インタラクティブグラフィックスストリーム (I G) などのエレメンタリーストリームのうち、1つ以上を多重化する

ことで得られる。多重化データで提供されている番組が映画の場合、ビデオストリームは映画の主映像および副映像を、オーディオストリームは映画の主音声部分と当該主音声とミキシングする副音声を、プレゼンテーショングラフィックスストリームとは映画の字幕をそれぞれ示している。ここで主映像とは画面に表示される通常の映像を示し、副映像とは主映像の中に小さな画面で表示する映像のことである。また、インタラクティブグラフィックスストリームは、画面上にGUI部品を配置することにより作成される対話画面を示している。

【0392】

多重化データに含まれる各ストリームは、各ストリームに割り当てられた識別子であるPIDによって識別される。例えば、映画の映像に利用するビデオストリームには0x1011が、オーディオストリームには0x1100から0x111Fまでが、プレゼンテーショングラフィックスには0x1200から0x121Fまでが、インタラクティブグラフィックスストリームには0x1400から0x141Fまでが、映画の副映像に利用するビデオストリームには0x1B00から0x1B1Fまで、主音声とミキシングする副音声に利用するオーディオストリームには0x1A00から0x1A1Fが、それぞれ割り当てられている。

【0393】

図45は、多重化データがどのように多重化されるかの一例を模式的に示す図である。まず、複数のビデオフレームからなるビデオストリームex235、複数のオーディオフレームからなるオーディオストリームex238を、それぞれPESパケット列ex236およびex239に変換し、TSパケットex237およびex240に変換する。同じくプレゼンテーショングラフィックスストリームex241およびインタラクティブグラフィックスex244のデータをそれぞれPESパケット列ex242およびex245に変換し、さらにTSパケットex243およびex246に変換する。多重化データex247はこれらのTSパケットを1本のストリームに多重化することで構成される。

【0394】

図46は、PESパケット列に、ビデオストリームがどのように格納されるかをさらに詳しく示している。図46における第1段目はビデオストリームのビデオフレーム列を示す。第2段目は、PESパケット列を示す。図46の矢印yy1, yy2, yy3, yy4に示すように、ビデオストリームにおける複数のVideo Presentation UnitであるIピクチャ、Bピクチャ、Pピクチャは、ピクチャ毎に分割され、PESパケットのペイロードに格納される。各PESパケットはPESヘッダを持ち、PESヘッダには、ピクチャの表示時刻であるPTS (Presentation Time-Stamp) やピクチャの復号時刻であるDTS (Decoding Time-Stamp) が格納される。

【0395】

図47は、多重化データに最終的に書き込まれるTSパケットの形式を示している。TSパケットは、ストリームを識別するPIDなどの情報を持つ4ByteのTSヘッダとデータを格納する184ByteのTSペイロードから構成される188Byte固定長のパケットであり、上記PESパケットは分割されTSペイロードに格納される。BD-ROMの場合、TSパケットには、4ByteのTP__Extra__Headerが付与され、192Byteのソースパケットを構成し、多重化データに書き込まれる。TP__Extra__HeaderにはATS (Arrival__Time__Stamp) などの情報が記載される。ATSは当該TSパケットのデコーダのPIDフィルタへの転送開始時刻を示す。多重化データには図47下段に示すようにソースパケットが並ぶこととなり、多重化データの先頭からインクリメントする番号はSPN (ソースパケットナンバー) と呼ばれる。

【0396】

また、多重化データに含まれるTSパケットには、ビデオストリーム、オーディオストリーム、プレゼンテーショングラフィックスストリームなどの各ストリーム以外にもPAT (Program Association Table)、PMT (Program Map Table)、PCR (Program Cl

10

20

30

40

50

ock Reference) などがある。P A Tは多重化データ中に利用されるP M TのP I Dが何であるかを示し、P A T自身のP I Dは0で登録される。P M Tは、多重化データ中に含まれる映像・音声・字幕などの各ストリームのP I Dと各P I Dに対応するストリームの属性情報を持ち、また多重化データに関する各種ディスクリプタを持つ。ディスクリプタには多重化データのコピーを許可・不許可を指示するコピーコントロール情報などがある。P C Rは、A T Sの時間軸であるA T C (Arrival Time Clock) とP T S・D T Sの時間軸であるS T C (System Time Clock) の同期を取るために、そのP C Rパッケージがデコーダに転送されるA T Sに対応するS T C時間の情報を持つ。

【0397】

図48はP M Tのデータ構造を詳しく説明する図である。P M Tの先頭には、そのP M Tに含まれるデータの長さなどを記したP M Tヘッダが配置される。その後ろには、多重化データに関するディスクリプタが複数配置される。上記コピーコントロール情報などが、ディスクリプタとして記載される。ディスクリプタの後には、多重化データに含まれる各ストリームに関するストリーム情報が複数配置される。ストリーム情報は、ストリームの圧縮コーデックなどを識別するためストリームタイプ、ストリームのP I D、ストリームの属性情報(フレームレート、アスペクト比など)が記載されたストリームディスクリプタから構成される。ストリームディスクリプタは多重化データに存在するストリームの数だけ存在する。

記録媒体などに記録する場合には、上記多重化データは、多重化データ情報ファイルと共に記録される。

【0398】

多重化データ情報ファイルは、図48に示すように多重化データの管理情報であり、多重化データと1対1に対応し、多重化データ情報、ストリーム属性情報とエントリマップから構成される。

多重化データ情報は図49に示すようにシステムレート、再生開始時刻、再生終了時刻から構成されている。システムレートは多重化データの、後述するシステムターゲットデコーダのP I Dフィルタへの最大転送レートを示す。多重化データ中に含まれるA T Sの間隔はシステムレート以下になるように設定されている。再生開始時刻は多重化データの先頭のビデオフレームのP T Sであり、再生終了時刻は多重化データの終端のビデオフレームのP T Sに1フレーム分の再生間隔を足したものが設定される。

【0399】

ストリーム属性情報は図50に示すように、多重化データに含まれる各ストリームについての属性情報が、P I D毎に登録される。属性情報はビデオストリーム、オーディオストリーム、プレゼンテーショングラフィックスストリーム、インタラクティブグラフィックスストリーム毎に異なる情報を持つ。ビデオストリーム属性情報は、そのビデオストリームがどのような圧縮コーデックで圧縮されたか、ビデオストリームを構成する個々のピクチャデータの解像度がどれだけであるか、アスペクト比はどれだけであるか、フレームレートはどれだけであるかなどの情報を持つ。オーディオストリーム属性情報は、そのオーディオストリームがどのような圧縮コーデックで圧縮されたか、そのオーディオストリームに含まれるチャンネル数は何であるか、何の言語に対応するか、サンプリング周波数がどれだけであるかなどの情報を持つ。これらの情報は、プレーヤが再生する前のデコーダの初期化などに利用される。

【0400】

上記多重化データのうち、P M Tに含まれるストリームタイプを利用する。また、記録媒体に多重化データが記録されている場合には、多重化データ情報に含まれる、ビデオストリーム属性情報を利用する。具体的には、上記各実施の形態で示した動画像符号化方法または装置において、P M Tに含まれるストリームタイプ、または、ビデオストリーム属性情報に対し、上記各実施の形態で示した動画像符号化方法または装置によって生成された映像データであることを示す固有の情報を設定するステップまたは手段を設ける。この構成により、上記各実施の形態で示した動画像符号化方法または装置によって生成した映

像データと、他の規格に準拠する映像データとを識別することが可能になる。

【0401】

図51は、放送局（基地局）から送信された、映像および音声のデータ、または、データ放送のためのデータを含む変調信号を受信する受信装置ex1004を含む映像表示、および、音声出力装置ex1000の構成の一例を示している。なお、受信装置ex1004の構成は、図43の受信装置ex300に相当する。映像表示、および、音声出力装置ex1000は、例えば、OS（Operating System：オペレーティングシステム）が搭載されており、また、インターネットに接続するための通信装置ex1006（例えば、無線LAN（Local Area Network）やイーサネットのための通信装置）が搭載されている。これにより、映像を表示する部分ex1001では、映像および音声のデータ、または、データ放送のためのデータにおける映像ex1002、および、インターネット上で提供されるハイパーテキスト（World Wide Web（ワールド ワイド ウェブ：WWW））ex1003を同時に表示することが可能となる。そして、リモコン（携帯電話やキーボードであってもよい）ex1007を操作することにより、データ放送のためのデータにおける映像ex1002、インターネット上で提供されるハイパーテキストex1003のいずれかを選択し、動作を変更することになる。例えば、インターネット上で提供されるハイパーテキストex1003が選択された場合、表示しているWWWのサイトを、リモコンを操作することにより、変更することになる。また、映像および音声のデータ、または、データ放送のためのデータにおける映像ex1002が選択されている場合、リモコンにより、選局したチャンネル（選局した（テレビ）番組、選局した音声放送）の情報を送信する。

10

20

【0402】

すると、IF（ex1005）は、リモコンで送信された情報を取得し、受信装置ex1004は、選局したチャンネルに相当する信号を復調、誤り訂正復号等の処理を行い、受信データを得ることになる。このとき、受信装置ex1004は、選局したチャンネルに相当する信号に含まれる伝送方法（伝送方式、変調方式、誤り訂正方式等）の情報を含む制御シンボルの情報を得ることで、受信動作、復調方法、誤り訂正復号等の方法を正しく設定することで、放送局（基地局）で送信したデータシンボルに含まれるデータを得ることが可能となる。（例えば、制御シンボルに含まれる1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の復号と「方法#B」の復号を切り替え、誤り訂正復号を行うことになる。）上述では、ユーザは、リモコンによって、チャンネルを選局する例を説明したが、受信機自身が搭載している選局キーを用いて、チャンネルを選局しても、上記と同様の動作となる。

30

【0403】

また、インターネットを用い、映像表示、および、音声出力装置ex1000を操作してもよい。例えば、他のインターネット接続している端末から、映像表示、および、音声出力装置ex1000に対し、録画（記憶）の予約を行う。（したがって、映像表示、および、音声出力装置ex1000は、図43のように、記憶部を有していることになる。）そして、録画を開始する前に、チャンネルを選局することになり、受信装置ex1004は、選局したチャンネルに相当する信号を復調、誤り訂正復号等の処理を行い、受信データを得ることになる。このとき、受信装置ex1004は、選局したチャンネルに相当する信号に含まれる伝送方法（伝送方式、変調方式、誤り訂正方式等）の情報を含む制御シンボルの情報を得ることで、受信動作、復調方法、誤り訂正復号等の方法を正しく設定することで、放送局（基地局）で送信したデータシンボルに含まれるデータを得ることが可能となる。（例えば、制御シンボルに含まれる1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の復号と「方法#B」の復号を切り替え、誤り訂正復号を行うことになる。）

40

【0404】

50

また、例えば、非特許文献 1 5 や非特許文献 1 6 に記載されているような動画像の復号化の際、HDR(High Dynamic Range) video compression に対応する復号化を行ってもよい。例えば、リモコン（携帯電話やキーボードなどであってもよい）ex 1 0 0 7 や設定部 ex 1 0 0 8 により「HDR video compression に対応する復号化」の処理を行うか、行わないかを設定することが可能であるものとする。なお、「ON」のとき、HDR video compression に対応する復号化を行うものとし、「OFF」のとき HDR video compression に対応する復号化を行わないものとする。

【0 4 0 5】

受信装置 ex 1 0 0 4 は、受信信号を入力とする。また、受信装置 ex 1 0 0 4 は、リモコン ex 1 0 0 7 で設定した HDR video compression に対応する復号化の ON/OFF 信号を IF (ex 1 0 0 5) を介し入力、および／または、設定部 ex 1 0 0 8 で設定した HDR video compression に対応する復号化の ON/OFF 信号を入力とする。

HDR video compression に対応する復号化の ON/OFF 信号が「ON」を示している場合、受信装置 ex 1 0 0 4 は、復調、復号の処理によって得られたデータに対し、少なくとも HDR video compression に対応する復号化を行い、映像信号を出力する。そして、映像信号に基づく映像を表示部 ex 1 0 0 2 に表示する。（映像信号を外部に出力してもよい。）

また、HDR video compression に対応する復号化の ON/OFF 信号が「OFF」を示している場合、受信装置 ex 1 0 0 4 は、復調、復号の処理に y おって得られたデータに対し、HDR video compression に対応する復号化の処理を行わず、映像信号を生成し、出力する。そして、映像信号に基づく映像を表示部 ex 1 0 0 2 に表示する。（映像信号を外部に出力してもよい。）

【0 4 0 6】

なお、「HDR video compression に対応する復号化の処理」には 2 とおりの方法が考えられる。

方法 1) 装置 ex 1 0 0 0 特有の信号処理を行い、HDR video compression に対応する復号化の処理を行う。（このとき、装置 ex 1 0 0 0 は、送信装置（放送局、基地局など）が送信する「HDR video compression に対応する復号化の処理を行うためのデータ」を用いて、HDR video compression に対応する復号化の処理を行うのではなく、装置 ex 1 0 0 0 特有の信号処理を行い HDR video compression に対応する復号化の処理を行う。）

方法 2) 送信装置（放送局、基地局など）が送信する「HDR video compression に対応する復号化の処理を行うためのデータ」を用いて、HDR video compression に対応する復号化の処理を装置 ex 1 0 0 0 が行う。（よって、送信装置（放送局、基地局など）は、「HDR video compression に対応する復号化の処理を行うためのデータ」を送信していることが前提となる。）

【0 4 0 7】

装置 ex 1 0 0 0 は、方法 1)、方法 2)、どちらの方法で、HDR video compression に対応する復号化の処理を実現してもよい。また、装置 ex 1 0 0 0 は、リモコン ex 1 0 0 7、および／または、設定部 ex 1 0 0 8 により、方法 1) の処理、方法 2) の処理の選択が可能であってもよい。

【0 4 0 8】

また、受信装置 ex 1 0 0 4 において、HDR video compression に対応する復号化の処理の際、彩度・トーンカーブ・輝度・ハイライト。シャドウ・ガンマカーブ・コントラストなどのパラメータを、リモコン ex 1 0 0 7 や設定部 ex 1 0 0 8 を介して、設定できてもよい。

【0 4 0 9】

なお、受信装置 ex 1 0 0 4 は、例えば、制御シンボルに含まれる 1 符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図 5、図 6、図 7、図 8、図 9、図 1 0、図 1 2、図 1 3、図 1 4、図 1 5、図 1 6 など示された「方法 # A」の復号と「方法 # B」の復号を切り替え、誤り訂正復号を行うことになる。）

10

20

30

40

50

【0410】

(実施の形態 F)

以下では、LDPC符号について補足説明を行う。近年、実用可能な回路規模で高い誤り訂正能力を発揮する誤り訂正符号の一つとして、低密度パリティ検査(LDPC: Low-Density Parity-Check)符号に注目が集まっている。LDPC符号は、誤り訂正野力が高く、かつ、実装が容易なので、無線LANシステム、地上デジタル放送などの誤り訂正符号化方式に採用されている。

【0411】

LDPC符号は、低密度なパリティ検査行列Hで定義される誤り訂正符号であり、一例として、パリティ検査行列Hの列数N(Nは自然数である。)と等しいブロック長(符号長)を持つブロック符号がある(LDPCブロック符号)。LDPCブロック符号の例としては、ランダム的なLDPC符号、QC-LDPC符号(QC: Quasi-Cyclic)、アキュムレート構造を持つLDPC符号などがある。(非特許文献3、非特許文献4、非特許文献5、非特許文献6、非特許文献7、非特許文献8参照)

LDPC符号の復号としては、非特許文献4、非特許文献9で示されているsum-product復号、非特許文献10から非特許文献13に示されているsum-product復号を簡略したmin-sum復号、Normalized BP(belief propagation)復号、offset-BP復号、信頼度の更新方法を工夫したShuffled BP復号、Layered BP復号等が用いられる。

また、BP復号とは異なる復号方法として、例えば、非特許文献14で示されているように、Bit-Flippingに基づく復号方法を用いてLDPC符号の復号が行われることもある。

【0412】

本明細書で説明した受信装置における復号では、パリティ検査行列を用い、例えば、上述で説明したBP復号に基づく復号、Bit-Flippingに基づく復号が行われることになる。ただし、パンクチャが行われた場合、図4を用いて説明したように、受信装置は、受信信号から得られた対数尤度比に対し、送信装置が送信しなかったビットの対数尤度比(例えば、値ゼロ)を挿入し、これらの対数尤度比とパリティ検査行列を用いて復号が行われることになる。

【0413】

また、図2を用いた説明において、「 $HS^T = 0$ 」と記載したが、この点について説明する。パリティ検査行列Hの列数をM+N、パリティ検査行列Hの行数をNとする。(M, Nは自然数とする。)このとき、符号化によって得られる符号化系列 $s = (z_1, z_2, \dots, z_{M+N})$ とする(sは1行M+N列のベクトルとなる。)。このとき、 $HS^T = 0$ が成立するが、「 $HS^T = 0$ (ゼロ)の0(ゼロ)」とは、全ての要素が0のベクトルであることを意味する。

【0414】

(実施の形態 G)

これまでに、送信装置が、1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の符号化方法と「方法#B」の符号化方法を切り替え、これに伴い、受信装置は、1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の復号方法と「方法#B」の復号方法を切り替え場合について説明した。

本実施の形態では、特に、「方法#A」のパンクチャを利用したLDPC符号化方法の際のデータの送信方法について、詳しく説明する。

【0415】

一例として図15の符号化率 $6/15$ 、1符号化ブロックビット数 $z = 16200$ ビットのときを考える。このときの符号化部、および、パンクチャ部関連の構成の一例を図52に示す。

符号化部5203は、情報5201、制御信号5202を入力とし、制御信号5202

10

20

30

40

50

に基づき、情報 5201 に対し、例えば、LDPC 符号の誤り訂正符号化を行い、誤り訂正符号化後のデータ 5204 を出力する。

パンクチャ部 5205 は、制御信号 5202、誤り訂正符号化後のデータ 5204 を入力とし、制御信号 5202 に基づき、パンクチャを行い（送信しないビットを選択し）、パンクチャ後のデータ（送信しないビットを除いたデータ）5206 を出力する。

【0416】

符号化率 $6/15$ 、1 符号化ブロックのビット数 16200 ビット、「方法 #A」のデータを生成する場合を考える。このとき、符号化部 5203 は、符号化率 $18/48 = 3/8$ 、符号長 17280 ビットの LDPC 符号（LDPC ブロック）の符号化を行うことになる。そして、第 i 番目のブロックの情報を $X(i, j)$ とあらわし（ i は一例として自然数とし、 j は 1 以上 6480 以下の整数とする。）、第 i 番目のブロックのパリティを $P(i, k)$ とあらわすものとする（ i は一例として自然数とし、 k は 1 以上 10800 以下の自然数とする。）。すると、符号化部 5203 は、第 i 番目の符号化を行う場合、第 i 番目のブロックの情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 6480)$ の 6480 ビットを入力とし、符号化率 $18/48 = 3/8$ 、符号長 17280 ビットの LDPC 符号（LDPC ブロック）の符号化を行い、第 i 番目のブロックの誤り訂正符号化後のデータとして、情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 6480)$ の 6480 ビットおよびパリティ $P(i, 1)$ から $P(i, 10800)$ の 10800 ビットを出力する。

【0417】

そして、パンクチャ部 5205 は、第 i 番目のブロックの誤り訂正符号化後のデータ、情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 6480)$ の 6480 ビットおよびパリティ $P(i, 1)$ から $P(i, 10800)$ の 10800 ビットの計 17280 ビットの中から送信しないビット 1080 ビットを決定し、送信しないビット 1080 ビットを除く 16200 ビットを第 i 番目のブロックのパンクチャ後のデータとして出力する。（これにより、1 符号化ブロックのビット数 $z = 16200$ ビット、符号化率 $6/15$ を実現する。）この点について、一例を図 53 に示す。

【0418】

図 53 (a) は、第 i 番目のブロックの情報の構成を示しており、第 i 番目のブロックの 6480 ビットの情報 (5301) は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6479)$ 、 $X(i, 6480)$ 」の 6480 ビットで構成されている。（つまり、第 i 番目のブロックの情報は、 $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 6480 以下の整数とした 6480 ビットとなる。）

【0419】

図 53 (b) は、符号化率 $18/48 = 3/8$ 、符号長 17280 ビットの LDPC 符号化を行ったときの第 i 番目のブロックのデータの構成を示しており、第 i 番目のブロックの 17280 ビットは、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6479)$ 、 $X(i, 6480)$ 」の 6480 ビットの情報 (5301) と「 $P(i, 1)$ 、 $P(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(i, 10799)$ 、 $P(i, 10800)$ 」の 10800 ビットのパリティ (5302) で構成されている。そして、符号化率 $18/48 = 3/8$ 、符号長 17280 ビットの LDPC 符号のパリティ検査行列を H とし、第 i 番目のブロックの符号語 s_i を $s_i = (X(i, 1), X(i, 2), \dots, X(i, 6479), X(i, 6480), P(i, 1), P(i, 2), \dots, P(i, 10799), P(i, 10800))$ としたとき、 $H s_i^T = 0$ が成立する。（なお A^T は、 A の転置であることを意味する。）

【0420】

図 53 (c) は、1 符号化ブロックのビット数 $z = 16200$ ビット、符号化率 $6/15$ とするときに送信する第 i 番目のブロックのデータの生成方法を示している。ここでの特徴の一つとして、パンクチャするビット（つまり、符号化率 $18/48 = 3/8$ 、符号長 17280 ビットの LDPC 符号化を行うことにより得られた第 i 番目のブロックの 17280 ビットのうち、送信しないビット）は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$

、 $X(i, 6479)$ 、 $X(i, 6480)$ 」の6480ビットの情報から1080ビット選択するものとする。

例えば、図53(c)のように、各ブロックにおいて、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5439)$ 、 $X(i, 5400)$ 」の情報5400ビット(5303) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)を第*i*番目のブロックの5400ビットの送信する情報ビット(5303)とし、「 $X(i, 5401)$ 、 $X(i, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6479)$ 、 $X(i, 6480)$ 」の情報1080ビット(5304) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)を第*i*番目のブロックの1080ビットのパンクチャする情報ビット(送信しない情報ビット)(5304)とする。

10

【0421】

したがって、送信装置は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5439)$ 、 $X(i, 5400)$ 」の情報5400ビット(5303) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)、および、 $P(i, 1)$ 、 $P(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(i, 10799)$ 、 $P(i, 10800)$ の10800ビットのパリティ($P(i, k)$ としたとき k は1以上10800以下の整数)(5302)の16200ビットのデータを送信することになる(5305)。

【0422】

なお、上述の説明では、各ブロックでパンクチャするデータを「 $X(i, 5401)$ 、 $X(i, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6479)$ 、 $X(i, 6480)$ 」の情報1080ビット(5304) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)としているが、これは、あくまでも例であり、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6479)$ 、 $X(i, 6480)$ 」の6480ビット(つまり、第*i*番目のブロックの情報は、 $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6480以下の整数とした6480ビット)の中から、パンクチャするデータ(送信しないデータ)として1080ビットを選択する方法はこれに限ったものではない。(ただし、各ブロックでは、パンクチャするデータ(送信しないデータ)の選択方法は同様とする。つまり、例えば、あるブロックで $X(i, 5400)$ をパンクチャするデータ(送信しないデータ)と設定した場合、他のブロックでも $X(i, 5400)$ をパンクチャするデータ(送信しないデータ)と設定する。)

20

30

【0423】

以下では、「 $X(i, 5401)$ 、 $X(i, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6479)$ 、 $X(i, 6480)$ 」の情報1080ビット(5304) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)を第*i*番目のブロックの1080ビットのパンクチャする情報ビット(送信しない情報ビット)(5304)と設定する場合を例に説明を続ける。

上述の説明では、符号化率6/15、1符号化ブロックのビット数16200ビット、「方法#A」のデータを生成する場合を考えている。その際の1符号化ブロックの生成は上述で説明したとおりである。このとき、1符号化ブロックを形成するためには、6480ビットの情報が必要となる。

40

【0424】

ここで、システムについて考えると、送信したい情報量が、6480の倍数のビット数(6480×*N*ビット(*N*は自然数))となるとは限らない。この場合、特殊な処理が必要となる。以下では、その処理方法について説明する。

送信装置が送信する情報のビット数を「6480×*n*+ α ビット」(ただし、*n*は0以上の整数であり、 α は0以上6479以下の整数)とすることで一般化することができる。

このとき、*n*が1以上の整数であり、かつ、 α が0のとき、送信装置は、図53で示した処理を行い、「符号化率6/15、1符号化ブロックのビット数16200ビット、「方法#A」」のブロックを*n*個生成し、この*n*個のブロックを生成し、送信することにな

50

る。

n が 0 以上の整数であり、かつ、 α が 1 以上 6 4 7 9 以下の整数のとき、図 5 3 で示した処理を行い、「符号化率 $6/15$ 、1 符号化ブロックのビット数 1 6 2 0 0 ビット、「方法 # A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信し、さらに、 α ビットの情報を伝送するための処理が必要となる（上記の「特殊な処理」）を行うことに相当する。）。

【0 4 2 5】

以下では、「 α ビットの情報を伝送するための処理」について詳しく説明する。

ここで考えるケースは、「送信装置が送信する情報のビット数を「 $6 4 8 0 \times n + \alpha$ ビット」であり、 n が 0 以上の整数であり、かつ、 α が 1 以上 6 4 7 9 以下の整数のとき」となる。前にも述べたように、このケースにおいて、「 $6 4 8 0 \times n$ ビット」の情報については、図 5 3 で示した処理を行い、「符号化率 $6/15$ 、1 符号化ブロックのビット数 1 6 2 0 0 ビット、「方法 # A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信することになる。さらに、送信装置は、 α ビットの情報を送信することになる。このときの符号化方法について説明する。

【0 4 2 6】

このときの特徴的な点は、「 α ビットの情報を、優先的に図 5 3 (c) の第 i ブロックの 1 0 8 0 ビットのパンクチャする情報ビット 5 3 0 4 の部分に当てはめ、符号化率 $1 8/4 8 = 3/8$ 、符号長 1 7 2 8 0 ビットの LDPC 符号化を行う」である。この点についての一例を、図 5 3 に沿って説明する。

まず、 α ビットの情報を伝送するブロックは、第 $n+1$ 番目のブロックとなる。したがって、図 5 3 における 6 4 8 0 ビットの情報ビット（情報系列）は、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6 4 7 9)$ 、 $X(n+1, 6 4 8 0)$ 」（つまり、第 $n+1$ 番目のブロックの情報は、 $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 6 4 8 0 以下の整数とした 6 4 8 0 ビットとなる。）とあらわすことができ、図 5 3 における 1 0 8 0 0 ビットのパリティビット（パリティ系列）は、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 1 0 7 9 9)$ 、 $P(n+1, 1 0 8 0 0)$ 」（つまり、 $P(n+1, k)$ としたとき k は 1 以上 1 0 8 0 0 以下の整数とした 1 0 8 0 0 ビットとなる。）とあらわすことができる。

【0 4 2 7】

< 1 > α ビットの情報における α が 1 以上 1 0 8 0 以下の整数のとき：

このとき、 $(1 0 8 0 - \alpha)$ ビットの送信装置、受信装置にとって既知のビットを用意する。例えば、 $(1 0 8 0 - \alpha)$ ビットの“ゼロ”を用意する（ $(1 0 8 0 - \alpha)$ 個のゼロで形成される系列を用意する。）。そして、 α ビットの情報の情報と $(1 0 8 0 - \alpha)$ ビットの“ゼロ”により、形成される 1 0 8 0 ビットの系列を「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 1 7 9 9)$ 、 $Y(n+1, 1 0 8 0)$ 」（つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 1 0 8 0 以下の整数とした 1 0 8 0 ビットとなる。）とあらわすものとする。

【0 4 2 8】

さらに、LDPC 符号化を行うためには、さらに、5 4 0 0 ビットの情報が必要となる。（図 5 3 (a) (b) (c) からわかるように、LDPC 符号化を行うためには、6 4 8 0 ビットの情報が必要となる。 $Y(n+1, j)$ として、1 0 8 0 ビット用意しているため、 $6 4 8 0 - 1 0 8 0 = 5 4 0 0$ ビットの情報が必要となる。）そこで、この 5 4 0 0 ビットの情報として、5 4 0 0 ビットの既知系列を用意する。例えば、既知系列を 5 4 0 0 ビットの“ゼロ”とし（5 4 0 0 個のゼロで形成される系列とし）、「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 5 3 9 9)$ 、 $Z(n+1, 5 4 0 0)$ 」（つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 5 4 0 0 以下の整数とした 5 4 0 0 ビットとなる。）とあらわすものとする。

【0 4 2 9】

このとき、LDPC 符号化、および、データの送信を以下のようにして行う。

「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 1079)$ 、 $Y(n+1, 1080)$ 」(つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1080以下の整数とした1080ビットとなる。)を、図53の「第*i*ブロックの1080ビットのパンクチャする情報(送信しない情報ビット)5304に当てはめる。したがって、「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 1799)$ 、 $Y(n+1, 1080)$ 」(つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1080以下の整数とした1080ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)を得る。

10

【0430】

「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 5399)$ 、 $Z(n+1, 5400)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビットとなる。)を、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5439)$ 、 $X(i, 5400)$ 」の情報5400ビット(5303)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)にあてはめる。したがって、「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 5399)$ 、 $Z(n+1, 5400)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」

20

【0431】

上述により、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)、および、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)を得ているので、これにより、符号化率 $18/48=3/8$ 、符号長17280ビットのLDPC符号化を行い、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10799)$ 、 $P(n+1, 10800)$ 」の10800ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10800以下の整数)を得る。

30

【0432】

そして、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)は、図53(c)はパンクチャするデータであるので、送信装置は送信しない。

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)は、既知の系列であるので、送信装置は送信しない。

40

したがって、送信装置は、第*n*+1番目のブロックのデータとして、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10799)$ 、 $P(n+1, 10800)$ 」の10800ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10800以下の整数)を送信する。

【0433】

受信装置の復号部の第*n*+1番目のブロックの復号では、以下の処理を行う。

送信装置が送信した、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10799)$ 、 $P(n+1, 10800)$ 」の10800ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10800以下の整数)を送信する。

50

、 k ）としたとき k は1以上10800以下の整数）の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0434】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット）は、送信装置が送信していないため、受信装置は受信信号から「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット）の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット）は、既知の系列であるので、この既知系列の各ビットに対応する対数尤度比を作成する。

【0435】

「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット）には、既知の系列の部分と受信装置に伝えたい情報系列の部分が存在するが、送信装置は、この1080ビットについては、パンクチャビット（パンクチャ系列）であるため、送信していない。よって、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット）の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット）のうち既知系列の部分に対応する各ビットの対数尤度比を与え、また、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット）のうち受信装置に伝えたい情報系列の部分に対応する各ビットの対数尤度比を与える（例えば、対数尤度比として、ゼロを与える）。

【0436】

上述のようにして対数尤度比を得ることで、第 $n+1$ 番目のブロックの17280ビットの各ビットの対数尤度比を得ることができる。これらの対数尤度比を用いて、信頼度伝播復号（BP（Belief Propagation）復号）を行い、第 $n+1$ 番目のブロックに含まれる情報の推定値を得ることになる。

【0437】

送信装置は、第 $n+1$ のブロックに含まれる情報のビット数を伝えるために、送信装置が送信するデータのビット数（情報のビット数であってもよいし、情報とパリティのビット数であってもよい。）の情報を含む制御情報シンボルを送信する方法が考えられる。受信装置は、制御情報シンボルに含まれる送信装置が送信するデータのビット数の情報を得、これにより、送信装置が送信した第 $n+1$ 番目のブロックの構成を知ることができ、これに基づき、上記のような復号を行うことになる。

【0438】

<2> α ビットの情報における α が1081以上6480以下の整数のとき：

このとき、 α ビットの情報の中から1080ビットを抽出する。そして、抽出した1080ビットで形成される系列を「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 1079)$ 、 $y(n+1, 1080)$ 」（つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1080以下の整数とした1080ビットとなる。）とあらわすものとする。

10

20

30

40

50

次に、 $(6480 - \alpha)$ ビットの送信装置、受信装置にとって既知のビットを用意する。例えば、 $(6480 - \alpha)$ ビットの”ゼロ”を用意する（ $(6480 - \alpha)$ 個の”ゼロ”を用意する。）。そして、 $(6480 - \alpha)$ ビットの”ゼロ”と「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した1080ビット」以外の、 $(\alpha - 1080)$ ビットの情報」、よって、 $(6480 - \alpha) + (\alpha - 1080) = 5400$ ビットのデータ系列を、「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 5399)$ 、 $z(n+1, 5400)$ 」（つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビットとなる。）とあらわすものとする。

【0439】

このとき、LDPC符号化、および、データの送信を以下のようにして行う。

10

「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 1079)$ 、 $y(n+1, 1080)$ 」（つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1080以下の整数とした1080ビットとなる。）を、図53の「第*i*ブロックの1080ビットのパンクチャする情報（送信しない情報ビット）5304に当てはめる。したがって、「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 1079)$ 、 $y(n+1, 1080)$ 」（つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1080以下の整数とした1080ビットとなる。）によって、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット）を得る。

20

【0440】

「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 5399)$ 、 $z(n+1, 5400)$ 」（つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビットとなる。）を、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5439)$ 、 $X(i, 5400)$ 」の情報5400ビット（5303）（ $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット）にあてはめる。したがって、「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 5399)$ 、 $z(n+1, 5400)$ 」（つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビットとなる。）によって、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット）を得る。

30

【0441】

上述により、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット）、および、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット）を得ているので、これにより、符号化率 $18/48 = 3/8$ 、符号長17280ビットのLDPC符号化を行い、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10799)$ 、 $P(n+1, 10800)$ 」の10800ビットのパリティ（ $P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10800以下の整数）を得る。

40

【0442】

そして、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット（ $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット）は、図53(c)はパンクチャするデータであるので、送信装置は送信しない。

【0443】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」

50

1, 5400)」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)において、(6480- α)ビットの”ゼロ”に対応する系列は、送信装置、受信装置で既知の系列であるので、送信装置は送信しない。そして、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)において、「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した1080ビット」以外の、($\alpha-1080$)ビットの情報」を送信装置は送信する。

【0444】

送信装置は、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10799)$ 、 $P(n+1, 10800)$ 」の10800ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10800以下の整数)を送信する。

したがって、送信装置は、第 $n+1$ 番目のブロックのデータとして、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)において、「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した1080ビット」以外の、($\alpha-1080$)ビットの情報」、および、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10799)$ 、 $P(n+1, 10800)$ 」の10800ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10800以下の整数)を送信する。

【0445】

受信装置の復号部の第 $n+1$ 番目のブロックの復号では、以下の処理を行う。

送信装置が送信した、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10799)$ 、 $P(n+1, 10800)$ 」の10800ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10800以下の整数)の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0446】

「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)は、受信装置に伝えたい情報系列で構成されている。そして、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)は、パルクチャビット(パルクチャ系列)であるため、送信装置は、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)を送信していない。よって、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 5401)$ 、 $X(n+1, 5402)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6479)$ 、 $X(n+1, 6480)$ 」の情報1080ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は5401以上6480以下の整数とした1080ビット)の各ビットに対し、受信装置に伝えたい情報系列に対応する対数対数尤度比を与える(例えば、対数尤度比として、ゼロを与える)。

【0447】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)には、既知の系列の部分と受信装置に伝えたい情報系列の部分が存在する。

【0448】

このとき、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)において、受信装置に伝えたい情報系列については、送信装置が送信しているので、受信装置は、受信信号から、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)において、受信装置に伝えたい情報系列の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0449】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)において、既知の系列については、送信装置が送信していないため、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)における既知の系列の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5439)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報5400ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上5400以下の整数とした5400ビット)における既知の系列の各ビットに対し、既知系列に対応する対数尤度比を与えることになる。

【0450】

上述のようにして対数尤度比を得ることで、第 $n+1$ 番目のブロックの17280ビットの各ビットの対数尤度比を得ることができる。これらの対数尤度比を用いて、信頼度伝播復号(BP(Belief Propagation)復号)を行い、第 $n+1$ 番目のブロックに含まれる情報の推定値を得ることになる。

【0451】

送信装置は、第 $n+1$ のブロックに含まれる情報のビット数を伝えるために、送信装置が送信するデータのビット数(情報のビット数であってもよいし、情報とパリティのビット数であってもよい。)の情報を含む制御情報シンボルを送信する方法が考えられる。受信装置は、制御情報シンボルに含まれる送信装置が送信するデータのビット数の情報を得、これにより、送信装置が送信した第 $n+1$ 番目のブロックの構成を知ることができ、これに基づき、上記のような復号を行うことになる。

【0452】

上述のように、本発明の特徴的な点は、「 α ビットの情報を、優先的に図53(c)の第 i ブロックの1080ビットのパンクチャする情報ビット5304の部分に当てはめ、符号化率 $18/48=3/8$ 、符号長17280ビットのLDPC符号化を行う」である。このようにした場合、第 $n+1$ 番目のブロックのデータ伝送効率の向上、および、データの受信品質向上する効果を得ることができる。この点について、説明する。

【0453】

図53における第 i 番目のブロックの1080ビットのパンクチャする情報ビット5304は、送信装置により、送信されない。受信装置では、第 i 番目のブロックの1080ビットのパンクチャする情報ビット5304は、第 i 番目のブロックの「1080ビットのパンクチャする情報ビット」を除くビットの対数尤度比を用いて推定されることになる。つまり、第 i 番目のブロックの「1080ビットのパンクチャする情報ビット」を除くビットの対数尤度比の信頼性が高ければ、受信装置における、第 i 番目のブロックの1080ビットのパンクチャする情報ビットの推定精度が向上することになる。

【0454】

この点に着目すると、第 i 番目のブロックの1080ビットのパンクチャする情報ビット5304を除く情報ビット、つまり、図53の第 i 番目のブロックの5400ビットの

10

20

30

40

50

送信する情報ビット 5303 に対し、送信装置、受信装置にとって既知の系列を優先的に割り当てると、第 i 番目のブロックの 1080 ビットのパンクチャする情報ビットの推定精度が向上することになる。

【0455】

また、情報の伝送効率という点では、送信装置、受信装置にとって既知の系列は、送信装置により送信されない。加えて、パンクチャするビットは、送信装置によって送信されない。この規則にしたがうと、「 α ビットの情報、優先的に図 53 (c) の第 i ブロックの 1080 ビットのパンクチャする情報ビット 5304 の部分に当てはめ、符号化率 $18/48 = 3/8$ 、符号長 17280 ビットの LDPC 符号化を行う」とすると、第 $n+1$ 番目のデータの伝送効率がよいことになる。

10

【0456】

本実施の形態では、1 符号化ブロックのビット数 $z = 16200$ ビット、符号化率 $6/15$ (パンクチャ後の符号化率)、このときに使用する LDPC 符号の符号長 (ブロック長) を 17280 ビット、LDPC 符号の符号化率を $18/48 = 3/8$ の時を例に説明しているが、これに限ったものではなく、1 符号化ブロックのビット数 z 、符号化率 (パンクチャ後の符号化率)、LDPC 符号の符号長 (ブロック長)、LDPC 符号の符号化率が、これとは異なるケースであっても同様に実施すれば、同様の効果を得ることができる。

【0457】

なお、上述の説明における $\langle 1 \rangle$ のケース、 $\langle 2 \rangle$ のケースでは、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10799)$ 、 $P(n+1, 10800)$ 」の 10800 ビットのパリティ ($P(n+1, k)$ としたとき k は 1 以上 10800 以下の整数) を送信する」というように、パリティビットはすべて送信する例で説明しているが、パリティビット (パリティ系列) (の一部) をパンクチャしてもよい (送信装置が、パリティビット (パリティ系列) (の一部) を送信しなくてもよい。)

20

【0458】

本実施の形態の $\langle 1 \rangle$ のケースにおいて、「 α ビットの情報における α が 1 以上 1080 以下の整数のとき」と記載しているが、 α ビットの情報における α が 1 以上 1080 以下の整数を満たす、すべての α で、 $\langle 1 \rangle$ のケースの説明が成立してもよい。

また、 $\langle 1 \rangle$ のケースの説明が成立するための、1 以上 1080 以下を満たす整数 α が、存在する、であってもよい。

30

同様に、本実施の形態の $\langle 2 \rangle$ のケースにおいて、「 α ビットの情報における α が 1081 以上 6480 以下の整数のとき」と記載しているが、 α ビットの情報における α が 1081 以上 6480 以下の整数を満たす、すべての α で、 $\langle 2 \rangle$ のケースの説明が成立してもよい。

また、 $\langle 2 \rangle$ のケースの説明が成立するための、1081 以上 6480 以下を満たす整数 α が、存在する、であってもよい。

【0459】

上記の説明の概要は、以下のように述べることもできる。

符号長 (ブロック長) $u+v$ であり、ブロックは情報のビット数 u 、パリティのビット数 v で構成される符号化率 $u/(u+v)$ の LDPC 符号の符号化を行い (u は 1 以上の整数、 v は 1 以上の整数)、この符号化により情報 u ビット、パリティ v ビットを得る。

40

【0460】

その後、 u ビットの情報のうち、パンクチャする β ビット (β は 1 以上 v 以下の整数 (消失訂正能力を考慮すると β は v 以下となる。)) の情報を抽出する (送信しない β ビットの情報も抽出する)、構成を具備する処理部において、前記 LDPC 符号化に使用する u ビットの情報のうち受信装置に伝送したい情報のビット数を α ビット (α は 1 以上 $u-1$ 以下の整数) とする。 (このとき、前記 LDPC 符号化に使用する u ビットの情報のうち、 $u-\alpha$ ビットは送信装置、受信装置において、既知の系列となる。)

【0461】

50

このとき、受信装置に伝送したい α ビットの情報を可能な限り「前記パンクチャする β ビットの系列（に対応する情報）」に割り当てることになる。（これに基づき、前記LDPC符号化が行われる。）

これを言い換えると、以下ようになる。

【0462】

符号長（ブロック長） $u+v$ であり、ブロックは情報のビット数 u 、パリティのビット数 v で構成される符号化率 $u/(u+v)$ のLDPC符号の符号化を行い（ u は1以上の整数、 v は1以上の整数）、この符号化により情報 u ビット、パリティ v ビットを得る。

【0463】

その後、 u ビットの情報のうち、パンクチャする β ビット（ β は1以上 v 以下の整数（消失訂正能力を考慮すると β は v 以下となる。））の情報を抽出する（送信しない β ビットの情報を抽出する）、構成を具備する処理部において、前記LDPC符号化に使用する u ビットの情報のうち受信装置に伝送したい情報のビット数を α ビット（ α は1以上 $u-1$ 以下の整数）とする。（このとき、前記LDPC符号化に使用する u ビットの情報のうち、 $u-\alpha$ ビットは送信装置、受信装置において、既知の系列となる。）

【0464】

このとき、 $\alpha \geq \beta$ のとき（ α が β 以上のとき）、受信装置に伝送したい α ビットの情報のうちの β ビットの情報を「前記パンクチャする β ビットの系列（に対応する情報）」に割り当てることになる。（これに基づき、前記LDPC符号化が行われる。）

【0465】

そして、 $\alpha < \beta$ のとき（ α が β より小さいとき）、受信装置に伝送したい α ビットの情報を「前記パンクチャする β ビットの系列（に対応する情報）」に割り当てることになる。（これに基づき、前記LDPC符号化が行われる。）

【0466】

なお、既知ビット（既知系列）の取り扱い、パリティの取り扱いの例は<1>のケース<2>のケースで説明したときと同様に扱うことができる。なお、前にも記載したように、パリティビット（パリティ系列）（の一部）をパンクチャしてもよい（送信装置が、パリティビット（パリティ系列）（の一部）を送信しなくてもよい。）。

【0467】

（実施の形態H）

これまでに、送信装置が、1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の符号化方法と「方法#B」の符号化方法を切り替え、これに伴い、受信装置は、1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の復号方法と「方法#B」の復号方法を切り替え場合について説明した。

【0468】

本実施の形態では、特に、「方法#A」のパンクチャを利用したLDPC符号化方法の際のデータの送信方法について、詳しく説明する。

一例として図15の符号化率 $5/15$ 、1符号化ブロックビット数 $z=16200$ ビットのときを考える。このときの符号化部、および、パンクチャ部関連の構成の一例は、図52に示したとおりであり、説明は省略する。

【0469】

符号化率 $5/15$ 、1符号化ブロックのビット数 16200 ビット、「方法#A」のデータを生成する場合を考える。このとき、符号化部5203は、符号化率 $15/49$ 、符号長 17640 ビットのLDPC符号（LDPCブロック）の符号化を行うことになる。そして、第 i 番目のブロックの情報を $X(i, j)$ とあらわし（ i は一例として自然数とし、 j は1以上 5400 以下の整数とする。）、第 i 番目のブロックのパリティを $P(i, k)$ とあらわすものとする（ i は一例として自然数とし、 k は1以上 12240 以下の自然数とする。）。すると、符号化部5203は、第 i 番目の符号化を行う場合、第 i 番

10

20

30

40

50

目のブロックの情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 5400)$ の 5400 ビットを入力とし、符号化率 $15/49$ 、符号長 17640 ビットの LDPC 符号 (LDPC ブロック) の符号化を行い、第 i 番目のブロックの誤り訂正符号化後のデータとして、情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 5400)$ の 5400 ビットおよびパリティ $P(i, 1)$ から $P(i, 12240)$ の 12240 ビットを出力する。

【0470】

そして、パンクチャ部 5205 は、第 i 番目のブロックの誤り訂正符号化後のデータ、情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 5400)$ の 5400 ビットおよびパリティ $P(i, 1)$ から $P(i, 12240)$ の 12240 ビットの計 17640 ビットの中から送信しないビット 1440 ビットを決定し、送信しないビット 1440 ビットを除く 16200 ビットを第 i 番目のブロックのパンクチャ後のデータとして出力する。(これにより、1 符号化ブロックのビット数 $z = 16200$ ビット、符号化率 $5/15$ を実現する。)

10

この点について、一例を図 54 に示す。

【0471】

図 54 (a) は、第 i 番目のブロックの情報の構成を示しており、第 i 番目のブロックの 5400 ビットの情報 (5401) は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5399)$ 、 $X(i, 5400)$ 」の 5400 ビットで構成されている。(つまり、第 i 番目のブロックの情報は、 $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 5400 以下の整数とした 5400 ビットとなる。)

【0472】

図 54 (b) は、符号化率 $15/49$ 、符号長 17640 ビットの LDPC 符号化を行ったときの第 i 番目のブロックのデータの構成を示しており、第 i 番目のブロックの 17640 ビットは、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5399)$ 、 $X(i, 5400)$ 」の 5400 ビットの情報 (5401) と「 $P(i, 1)$ 、 $P(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(i, 12239)$ 、 $P(i, 12240)$ 」の 12240 ビットのパリティ (5402) で構成されている。そして、符号化率 $15/49$ 、符号長 17640 ビットの LDPC 符号のパリティ検査行列を H とし、第 i 番目のブロックの符号語 s_i を $s_i = (X(i, 1), X(i, 2), \dots, X(i, 5399), X(i, 5400), P(i, 1), P(i, 2), \dots, P(i, 12239), P(i, 12240))$ としたとき、 $H s_i^T = 0$ が成立する。(なお A^T は、 A の転置であることを意味する。)

20

30

【0473】

図 54 (c) は、1 符号化ブロックのビット数 $z = 16200$ ビット、符号化率 $5/15 = 1/3$ とするときに送信する第 i 番目のブロックのデータの生成方法を示している。ここでの特徴の一つとして、パンクチャするビット (つまり、符号化率 $15/49$ 、符号長 17640 ビットの LDPC 符号化を行うことにより得られた第 i 番目のブロックの 17640 ビットのうち、送信しないビット) は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5399)$ 、 $X(i, 5400)$ 」の 5400 ビットの情報から 1440 ビット選択するものとする。

【0474】

例えば、図 54 (c) のように、各ブロックにおいて、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 3959)$ 、 $X(i, 3960)$ 」の情報 3960 ビット (5403) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 3960 以下の整数とした 3960 ビット) を第 i 番目のブロックの 3960 ビットの送信する情報ビット (5403) とし、「 $X(i, 3961)$ 、 $X(i, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5399)$ 、 $X(i, 5400)$ 」の情報 1440 ビット (5404) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 3961 以上 5400 以下の整数とした 1440 ビット) を第 i 番目のブロックの 1440 ビットのパンクチャする情報ビット (送信しない情報ビット) (5404) とする。

40

【0475】

したがって、送信装置は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 3959)$ 、 $X(i, 3960)$ 」の情報 3960 ビット (5403) ($X(i, j)$ とあらわし

50

たとき、 j は 1 以上 3 9 6 0 以下の整数とした 3 9 6 0 ビット)、および、 $P(i, 1)$ 、 $P(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(i, 1 2 2 3 9)$ 、 $P(i, 1 2 2 4 0)$ の 1 2 2 4 0 ビットのパリティ ($P(i, k)$ としたとき k は 1 以上 1 2 2 4 0 以下の整数) (5 4 0 2) の 1 6 2 0 0 ビットのデータを送信することになる (5 4 0 5)。

【0 4 7 6】

なお、上述の説明では、各ブロックでパンクチャするデータを「 $X(i, 3 9 6 1)$ 、 $X(i, 3 9 6 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5 3 9 9)$ 、 $X(i, 5 4 0 0)$ 」の情報 1 4 4 0 ビット (5 4 0 4) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 3 9 6 1 以上 5 4 0 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビット) としているが、これは、あくまでも例であり、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5 3 9 9)$ 、 $X(i, 5 4 0 0)$ 」の 5 4 0 0 ビット (つまり、第 i 番目のブロックの情報は、 $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 5 4 0 0 以下の整数とした 5 4 0 0 ビット) の中から、パンクチャするデータ (送信しないデータ) として 1 4 4 0 ビットを選択する方法はこれに限ったものではない。(ただし、各ブロックでは、パンクチャするデータ (送信しないデータ) の選択方法は同様とする。つまり、例えば、あるブロックで $X(i, 5 4 0 0)$ をパンクチャするデータ (送信しないデータ) と設定した場合、他のブロックでも $X(i, 5 4 0 0)$ をパンクチャするデータ (送信しないデータ) と設定する。)

【0 4 7 7】

以下では、「 $X(i, 3 9 6 1)$ 、 $X(i, 3 9 6 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 5 3 9 9)$ 、 $X(i, 5 4 0 0)$ 」の情報 1 4 4 0 ビット (5 4 0 4) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 3 9 6 1 以上 5 4 0 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビット) を第 i 番目のブロックの 1 4 4 0 ビットのパンクチャする情報ビット (送信しない情報ビット) (5 4 0 4) と設定する場合を例に説明を続ける。

【0 4 7 8】

上述の説明では、符号化率 $5/15 = 1/3$ 、1 符号化ブロックのビット数 1 6 2 0 0 ビット、「方法 # A」のデータを生成する場合を考えている。その際の 1 符号化ブロックの生成は上述で説明したとおりである。このとき、1 符号化ブロックを形成するためには、5 4 0 0 ビットの情報が必要となる。

ここで、システムについて考えると、送信したい情報量が、5 4 0 0 の倍数のビット数 (5 4 0 0 $\times$ N ビット (N は自然数)) となるとは限らない。この場合、特殊な処理が必要となる。以下では、その処理方法について説明する。

【0 4 7 9】

送信装置が送信する情報のビット数を「5 4 0 0 $\times$ $n + \alpha$ ビット」(ただし、 n は 0 以上の整数であり、 α は 0 以上 5 3 9 9 以下の整数) とすることで一般化することができる。

このとき、 n が 1 以上の整数であり、かつ、 α が 0 のとき、送信装置は、図 5 4 で示した処理を行い、「符号化率 $5/15 = 1/3$ 、1 符号化ブロックのビット数 1 6 2 0 0 ビット、「方法 # A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信することになる。

n が 0 以上の整数であり、かつ、 α が 1 以上 5 3 9 9 以下の整数のとき、図 5 4 で示した処理を行い、「符号化率 $5/15 = 1/3$ 、1 符号化ブロックのビット数 1 6 2 0 0 ビット、「方法 # A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信し、さらに、 α ビットの情報を伝送するための処理が必要となる (上記の「特殊な処理」) を行うことに相当する。)

【0 4 8 0】

以下では、「 α ビットの情報を伝送するための処理」について詳しく説明する。

ここで考えるケースは、「送信装置が送信する情報のビット数を「5 4 0 0 $\times$ $n + \alpha$ ビット」であり、 n が 0 以上の整数であり、かつ、 α が 1 以上 5 3 9 9 以下の整数のとき」となる。前にも述べたように、このケースにおいて、「5 4 0 0 $\times$ n ビット」の情報については、図 5 4 で示した処理を行い、「符号化率 $5/15 = 1/3$ 、1 符号化ブロックの

ビット数 16200 ビット、「方法 # A」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信することになる。さらに、送信装置は、 α ビットの情報を送信することになる。このときの符号化方法について説明する。

【0481】

このときの特徴的な点は、「 α ビットの情報を、優先的に図 54 (c) の第 i ブロックの 1440 ビットのパンクチャする情報ビット 5404 の部分に当てはめ、符号化率 $15/49$ 、符号長 17640 ビットの LDPC 符号化を行う」である。この点についての一例を、図 54 に沿って説明する。

【0482】

まず、 α ビットの情報を伝送するブロックは、第 $n+1$ 番目のブロックとなる。したがって、図 54 における 5400 ビットの情報ビット (情報系列) は、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」(つまり、第 $n+1$ 番目のブロックの情報は、 $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 5400 以下の整数とした 5400 ビットとなる。)とあらわすことができ、図 54 における 12240 ビットのパリティビット (パリティ系列) は、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 12239)$ 、 $P(n+1, 12240)$ 」(つまり、 $P(n+1, k)$ としたとき k は 1 以上 12240 以下の整数とした 12240 ビットとなる。)とあらわすことができる。

【0483】

<1> α ビットの情報における α が 1 以上 1440 以下の整数のとき：

このとき、 $(1440 - \alpha)$ ビットの送信装置、受信装置にとって既知のビットを用意する。例えば、 $(1440 - \alpha)$ ビットの "ゼロ" を用意する ($(1440 - \alpha)$ 個のゼロで形成される系列を用意する。)。そして、 α ビットの情報と $(1440 - \alpha)$ ビットの "ゼロ" により、形成される 1440 ビットの系列を「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 1439)$ 、 $Y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 1440 以下の整数とした 1440 ビットとなる。)とあらわすものとする。

【0484】

さらに、LDPC 符号化を行うためには、さらに、3960 ビットの情報が必要となる。(図 54 (a) (b) (c) からわかるように、LDPC 符号化を行うためには、5400 ビットの情報が必要となる。 $Y(n+1, j)$ として、1440 ビット用意しているため、 $5400 - 1440 = 3960$ ビットの情報が必要となる。)そこで、この 3960 ビットの情報として、3960 ビットの既知系列を用意する。例えば、既知系列を 3960 ビットの "ゼロ" とし (3960 個のゼロで形成される系列とし)、「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 3959)$ 、 $Z(n+1, 3960)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 3960 以下の整数とした 3960 ビットとなる。)とあらわすものとする。

【0485】

このとき、LDPC 符号化、および、データの送信を以下のようにして行う。

「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 1439)$ 、 $Y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 1440 以下の整数とした 1440 ビットとなる。)を、図 54 の「第 i ブロックの 1440 ビットのパンクチャする情報 (送信しない情報ビット) 5404 に当てはめる。したがって、「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 1439)$ 、 $Y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 1440 以下の整数とした 1440 ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報 1440 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 3961 以上 5400 以下の整数とした 1440 ビット)を得る。

【0486】

「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 3959)$ 、 $Z(n+1, 3960)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビットとなる。)を、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 3959)$ 、 $X(i, 3960)$ 」の情報3960ビット(5403)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)にあてはめる。したがって、「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 3959)$ 、 $Z(n+1, 3960)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)を得る。 10

【0487】

上述により、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)、および、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)を得ているので、これにより、符号化率 $15/49$ 、符号長17640ビットのLDPC符号化を行い、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 12239)$ 、 $P(n+1, 12240)$ 」の12240ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上12240以下の整数)を得る。 20

【0488】

そして、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)は、図54(c)はパンクチャするデータであるので、送信装置は送信しない。

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)は、既知の系列であるので、送信装置は送信しない。 30

【0489】

したがって、送信装置は、第 $n+1$ 番目のブロックのデータとして、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 12239)$ 、 $P(n+1, 12240)$ 」の12240ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上12240以下の整数)を送信する。

【0490】

受信装置の復号部の第 $n+1$ 番目のブロックの復号では、以下の処理を行う。

送信装置が送信した、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 12239)$ 、 $P(n+1, 12240)$ 」の12240ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上12240以下の整数)の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。 40

【0491】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)は、送信装置が送信していないため、受信装置は受信信号から「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n$ 50

+1, 3959)、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)は、既知の系列であるので、この既知系列の各ビットに対応する対数尤度比を作成する。

【0492】

「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)には、既知の系列の部分と受信装置に伝えたい情報系列の部分が存在するが、送信装置は、この1440ビットについては、パンクチャビット(パンクチャ系列)であるため、送信していない。よって、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)のうち既知系列の部分に対応する各ビットの対数尤度比を与え、また、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)のうち受信装置に伝えたい情報系列の部分に対応する各ビットの対数尤度比を与える(例えば、対数尤度比として、ゼロを与える)。

【0493】

上述のようにして対数尤度比を得ることで、第 $n+1$ 番目のブロックの17640ビットの各ビットの対数尤度比を得ることができる。これらの対数尤度比を用いて、信頼度伝播復号(BP(Belief Propagation)復号)を行い、第 $n+1$ 番目のブロックに含まれる情報の推定値を得ることになる。

【0494】

送信装置は、第 $n+1$ のブロックに含まれる情報のビット数を伝えるために、送信装置が送信するデータのビット数(情報のビット数であってもよいし、情報とパリティのビット数であってもよい。)の情報を含む制御情報シンボルを送信する方法が考えられる。受信装置は、制御情報シンボルに含まれる送信装置が送信するデータのビット数の情報を得、これにより、送信装置が送信した第 $n+1$ 番目のブロックの構成を知ることができ、これに基づき、上記のような復号を行うことになる。

【0495】

<2> α ビットの情報における α が1441以上5400以下の整数のとき：

このとき、 α ビットの情報の中から1440ビットを抽出する。そして、抽出した1440ビットで形成される系列を「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 1439)$ 、 $y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1440以下の整数とした1440ビットとなる。)とあらわすものとする。

【0496】

次に、 $(5400 - \alpha)$ ビットの送信装置、受信装置にとって既知のビットを用意する。例えば、 $(5400 - \alpha)$ ビットの“ゼロ”を用意する($(5400 - \alpha)$ 個の“ゼロ”を用意する。)。そして、 $(5400 - \alpha)$ ビットの“ゼロ”と「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した1440ビット」以外の、 $(\alpha - 1440)$ ビットの情報」、よって、 $(5400 - \alpha) + (\alpha - 1440) = 3960$ ビットのデータ系列を、「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 3959)$ 、 $z(n+1, 3960)$ 」(つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビットとなる。)とあらわすものとする。

【0497】

このとき、LDPC符号化、および、データの送信を以下のようにして行う。

「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 1439)$ 、 $y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1440以下の整数とした1440ビットとなる。)を、図54の「第*i*ブロックの1440ビットのパンクチャする情報(送信しない情報ビット)5404に当てはめる。したがって、「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 1439)$ 、 $y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1440以下の整数とした1440ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)を得る。 10

【0498】

「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 3959)$ 、 $z(n+1, 3960)$ 」(つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビットとなる。)を、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 3959)$ 、 $X(i, 3960)$ 」の情報3960ビット(5403)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)にあてはめる。したがって、「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 3959)$ 、 $z(n+1, 3960)$ 」(つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)を得る。 20

【0499】

上述により、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)、および、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)を得ているので、これにより、符号化率15/49、符号長17640ビットのLDPC符号化を行い、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 12239)$ 、 $P(n+1, 12240)$ 」の12240ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上12240以下の整数)を得る。 30

【0500】

そして、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)は、図54(c)はパンクチャするデータであるので、送信装置は送信しない。

【0501】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)において、 $(5400 - \alpha)$ ビットの”ゼロ”に対応する系列は、送信装置、受信装置で既知の系列であるので、送信装置は送信しない。そして、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)において、「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した1440ビット」以外の、 $(\alpha - 1440)$ ビットの情報」を送信装置は送信する。 40

【0502】

送信装置は、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 12239)$ 、 $P(n+1, 12240)$ 」の12240ビットのパリティ($P(n+1, k)$)としたとき k は1以上12240以下の整数)を送信する。

【0503】

したがって、送信装置は、第 $n+1$ 番目のブロックのデータとして、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)において、「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した1440ビット」以外の、 $(\alpha-1440)$ ビットの情報」、および、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 12239)$ 、 $P(n+1, 12240)$ 」の12240ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上12240以下の整数)を送信する。

10

【0504】

受信装置の復号部の第 $n+1$ 番目のブロックの復号では、以下の処理を行う。

送信装置が送信した、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 12239)$ 、 $P(n+1, 12240)$ 」の12240ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上12240以下の整数)の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0505】

「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)は、受信装置に伝えたい情報系列で構成されている。そして、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)は、パंकチャビット(パंकチャ系列)であるため、送信装置は、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)を送信していない。よって、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 3961)$ 、 $X(n+1, 3962)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 5399)$ 、 $X(n+1, 5400)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は3961以上5400以下の整数とした1440ビット)の各ビットに対し、受信装置に伝えたい情報系列に対応する対数対数尤度比を与える(例えば、対数尤度比として、ゼロを与える)。

20

30

【0506】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)には、既知の系列の部分と受信装置に伝えたい情報系列の部分が存在する。

40

【0507】

このとき、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)において、受信装置に伝えたい情報系列については、送信装置が送信しているので、受信装置は、受信信号から、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)において、受信装置に伝えたい情報系列の各ビット

50

に対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0508】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)において、既知の系列については、送信装置が送信していないため、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)における既知の系列の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 3959)$ 、 $X(n+1, 3960)$ 」の情報3960ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上3960以下の整数とした3960ビット)における既知の系列の各ビットに対し、既知系列に対応する対数尤度比を与えることになる。

10

【0509】

上述のようにして対数尤度比を得ることで、第 $n+1$ 番目のブロックの17640ビットの各ビットの対数尤度比を得ることができる。これらの対数尤度比を用いて、信頼度伝播復号(BP(Belief Propagation)復号)を行い、第 $n+1$ 番目のブロックに含まれる情報の推定値を得ることになる。

【0510】

送信装置は、第 $n+1$ のブロックに含まれる情報のビット数を伝えるために、送信装置が送信するデータのビット数(情報のビット数であってもよいし、情報とパリティのビット数であってもよい。)の情報を含む制御情報シンボルを送信する方法が考えられる。受信装置は、制御情報シンボルに含まれる送信装置が送信するデータのビット数の情報を得、これにより、送信装置が送信した第 $n+1$ 番目のブロックの構成を知ることができ、これに基づき、上記のような復号を行うことになる。

20

【0511】

上述のように、本発明の特徴的な点は、「 α ビットの情報を、優先的に図54(c)の第 i ブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5404の部分に当てはめ、符号化率15/49、符号長17640ビットのLDPC符号化を行う」である。このようにした場合、第 $n+1$ 番目のブロックのデータ伝送効率の向上、および、データの受信品質向上する効果を得ることができる。この点について、説明する。

30

【0512】

図54における第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5404は、送信装置により、送信されない。受信装置では、第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5404は、第 i 番目のブロックの「1440ビットのパンクチャする情報ビット」を除くビットの対数尤度比を用いて推定されることになる。つまり、第 i 番目のブロックの「1440ビットのパンクチャする情報ビット」を除くビットの対数尤度比の信頼性が高ければ、受信装置における、第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビットの推定精度が向上することになる。

【0513】

この点に着目すると、第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5404を除く情報ビット、つまり、図54の第 i 番目のブロックの3960ビットの送信する情報ビット5403に対し、送信装置、受信装置にとって既知の系列を優先的に割り当てると、第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビットの推定精度が向上することになる。

40

【0514】

また、情報の伝送効率という点では、送信装置、受信装置にとって既知の系列は、送信装置により送信されない。加えて、パンクチャするビットは、送信装置によって送信されない。この規則にしたがうと、「 α ビットの情報を、優先的に図54(c)の第 i ブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5404の部分に当てはめ、符号化率1

50

5/49、符号長17640ビットのLDPC符号化を行う」とすると、第 $n+1$ 番目のデータの伝送効率がよいことになる。

【0515】

本実施の形態では、1符号化ブロックのビット数 $z=16200$ ビット、符号化率 $5/15$ （パンクチャ後の符号化率）、このときに使用するLDPC符号の符号長（ブロック長）を17640ビット、LDPC符号の符号化率を $5/49$ の時を例に説明しているが、これに限ったものではなく、1符号化ブロックのビット数 z 、符号化率（パンクチャ後の符号化率）、LDPC符号の符号長（ブロック長）、LDPC符号の符号化率が、これとは異なるケースであっても同様に実施すれば、同様の効果を得ることができる。

【0516】

なお、上述の説明における<1>のケース、<2>のケースでは、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 12239)$ 、 $P(n+1, 12240)$ 」の12240ビットのパリティ（ $P(n+1, k)$ としたとき k は1以上12240以下の整数）を送信する」というように、パリティビットはすべて送信する例で説明しているが、パリティビット（パリティ系列）（の一部）をパンクチャしてもよい（送信装置が、パリティビット（パリティ系列）（の一部）を送信しなくてもよい。）。

【0517】

本実施の形態の<1>のケースにおいて、「 α ビットの情報における α が1以上1440以下の整数のとき」と記載しているが、 α ビットの情報における α が1以上1440以下の整数を満たす、すべての α で、<1>のケースの説明が成立してもよい。

また、<1>のケースの説明が成立するための、1以上1440以下を満たす整数 α が、存在する、であってもよい。

同様に、本実施の形態の<2>のケースにおいて、「 α ビットの情報における α が1441以上5400以下の整数のとき」と記載しているが、 α ビットの情報における α が1441以上5400以下の整数を満たす、すべての α で、<2>のケースの説明が成立してもよい。

また、<2>のケースの説明が成立するための、1441以上5400以下を満たす整数 α が、存在する、であってもよい。

【0518】

（実施の形態I）

これまでに、送信装置が、1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の符号化方法と「方法#B」の符号化方法を切り替え、これに伴い、受信装置は、1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の復号方法と「方法#B」の復号方法を切り替え場合について説明した。

【0519】

本実施の形態では、特に、「方法#A」のパンクチャを利用したLDPC符号化方法の際のデータの送信方法について、詳しく説明する。

一例として図15の符号化率 $7/15$ 、1符号化ブロックビット数 $z=16200$ ビットのときを考える。このときの符号化部、および、パンクチャ部関連の構成の一例は、図52に示したとおりであり、説明は省略する。

【0520】

符号化率 $7/15$ 、1符号化ブロックのビット数16200ビット、「方法#A」のデータを生成する場合を考える。このとき、符号化部5203は、符号化率 $21/49$ 、符号長17640ビットのLDPC符号（LDPCブロック）の符号化を行うことになる。そして、第 i 番目のブロックの情報を $X(i, j)$ とあらわし（ i は一例として自然数とし、 j は1以上7560以下の整数とする。）、第 i 番目のブロックのパリティを $P(i, k)$ とあらわすものとする（ i は一例として自然数とし、 k は1以上10080以下の自然数とする。）。すると、符号化部5203は、第 i 番目の符号化を行う場合、第 i 番

10

20

30

40

50

目のブロックの情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 7560)$ の 7560 ビットを入力とし、符号化率 $21/49$ 、符号長 17640 ビットの LDPC 符号 (LDPC ブロック) の符号化を行い、第 i 番目のブロックの誤り訂正符号化後のデータとして、情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 7560)$ の 7560 ビットおよびパリティ $P(i, 1)$ から $P(i, 10080)$ の 10080 ビットを出力する。

【0521】

そして、パンクチャ部 5205 は、第 i 番目のブロックの誤り訂正符号化後のデータ、情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 7560)$ の 7560 ビットおよびパリティ $P(i, 1)$ から $P(i, 10080)$ の 10080 ビットの計 17640 ビットの中から送信しないビット 1440 ビットを決定し、送信しないビット 1440 ビットを除く 16200 ビットを第 i 番目のブロックのパンクチャ後のデータとして出力する。(これにより、1 符号化ブロックのビット数 $z = 16200$ ビット、符号化率 $7/15$ を実現する。)

10

【0522】

この点について、一例を図 55 に示す。

図 55 (a) は、第 i 番目のブロックの情報の構成を示しており、第 i 番目のブロックの 7560 ビットの情報 (5501) は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 7559)$ 、 $X(i, 7560)$ 」の 7560 ビットで構成されている。(つまり、第 i 番目のブロックの情報は、 $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 7560 以下の整数とした 7560 ビットとなる。)

【0523】

20

図 55 (b) は、符号化率 $21/49$ 、符号長 17640 ビットの LDPC 符号化を行ったときの第 i 番目のブロックのデータの構成を示しており、第 i 番目のブロックの 17640 ビットは、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 7559)$ 、 $X(i, 7560)$ 」の 7560 ビットの情報 (5501) と「 $P(i, 1)$ 、 $P(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(i, 10079)$ 、 $P(i, 10080)$ 」の 10080 ビットのパリティ (5502) で構成されている。そして、符号化率 $21/49$ 、符号長 17640 ビットの LDPC 符号のパリティ検査行列を H とし、第 i 番目のブロックの符号語 s_i を $s_i = (X(i, 1), X(i, 2), \dots, X(i, 7559), X(i, 7560), P(i, 1), P(i, 2), \dots, P(i, 10079), P(i, 10080))$ としたとき、 $H s_i^T = 0$ が成立する。(なお A^T は、 A の転置であることを意味する。)

30

【0524】

図 55 (c) は、1 符号化ブロックのビット数 $z = 16200$ ビット、符号化率 $7/15$ とするときに送信する第 i 番目のブロックのデータの生成方法を示している。ここでの特徴の一つとして、パンクチャするビット (つまり、符号化率 $21/49$ 、符号長 17640 ビットの LDPC 符号化を行うことにより得られた第 i 番目のブロックの 17640 ビットのうち、送信しないビット) は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 7559)$ 、 $X(i, 7560)$ 」の 7560 ビットの情報から 1440 ビット選択するものとする。

【0525】

40

例えば、図 55 (c) のように、各ブロックにおいて、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6119)$ 、 $X(i, 6120)$ 」の情報 6120 ビット (5503) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 6120 以下の整数とした 6120 ビット) を第 i 番目のブロックの 6120 ビットの送信する情報ビット (5503) とし、「 $X(i, 6121)$ 、 $X(i, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 7559)$ 、 $X(i, 7560)$ 」の情報 1440 ビット (5504) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 6121 以上 7560 以下の整数とした 1440 ビット) を第 i 番目のブロックの 1440 ビットのパンクチャする情報ビット (送信しない情報ビット) (5504) とする。

【0526】

したがって、送信装置は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6119)$ 、 $X(i, 6120)$ 」の情報 6120 ビット (5503) ($X(i, j)$ とあらわし

50

たとき、 j は 1 以上 6 1 2 0 以下の整数とした 6 1 2 0 ビット)、および、 $P(i, 1)$ 、 $P(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(i, 10079)$ 、 $P(i, 10080)$ の 1 0 0 8 0 ビットのパリティ ($P(i, k)$ としたとき k は 1 以上 1 0 0 8 0 以下の整数) (5 5 0 2) の 1 6 2 0 0 ビットのデータを送信することになる (5 5 0 5)。

【0 5 2 7】

なお、上述の説明では、各ブロックでパンクチャするデータを「 $X(i, 6121)$ 、 $X(i, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 7559)$ 、 $X(i, 7560)$ 」の情報 1 4 4 0 ビット (5 5 0 4) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 6 1 2 1 以上 7 5 6 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビット) としているが、これは、あくまでも例であり、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 7559)$ 、 $X(i, 7560)$ 」の 7 5 6 0 ビット (つまり、第 i 番目のブロックの情報は、 $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 7 5 6 0 以下の整数とした 7 5 6 0 ビット) の中から、パンクチャするデータ (送信しないデータ) として 1 4 4 0 ビットを選択する方法はこれに限ったものではない。(ただし、各ブロックでは、パンクチャするデータ (送信しないデータ) の選択方法は同様とする。つまり、例えば、あるブロックで $X(i, 5400)$ をパンクチャするデータ (送信しないデータ) と設定した場合、他のブロックでも $X(i, 5400)$ をパンクチャするデータ (送信しないデータ) と設定する。)

10

【0 5 2 8】

以下では、「 $X(i, 6121)$ 、 $X(i, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 7559)$ 、 $X(i, 7560)$ 」の情報 1 4 4 0 ビット (5 5 0 4) ($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は 6 1 2 1 以上 7 5 6 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビット) を第 i 番目のブロックの 1 4 4 0 ビットのパンクチャする情報ビット (送信しない情報ビット) (5 5 0 4) と設定する場合を例に説明を続ける。

20

【0 5 2 9】

上述の説明では、符号化率 $7/15$ 、1 符号化ブロックのビット数 1 6 2 0 0 ビット、「方法 # A」のデータを生成する場合を考えている。その際の 1 符号化ブロックの生成は上述で説明したとおりである。このとき、1 符号化ブロックを形成するためには、7 5 6 0 ビットの情報が必要となる。

【0 5 3 0】

ここで、システムについて考えると、送信したい情報量が、7 5 6 0 の倍数のビット数 ($7560 \times N$ ビット (N は自然数)) となるとは限らない。この場合、特殊な処理が必要となる。以下では、その処理方法について説明する。

30

送信装置が送信する情報のビット数を「 $7560 \times n + \alpha$ ビット」(ただし、 n は 0 以上の整数であり、 α は 0 以上 7 5 5 9 以下の整数) とすることで一般化することができる。

【0 5 3 1】

このとき、 n が 1 以上の整数であり、かつ、 α が 0 のとき、送信装置は、図 5 5 で示した処理を行い、「符号化率 $7/15$ 、1 符号化ブロックのビット数 1 6 2 0 0 ビット、「方法 # A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信することになる。

40

n が 0 以上の整数であり、かつ、 α が 1 以上 7 5 5 9 以下の整数のとき、図 5 5 で示した処理を行い、「符号化率 $7/15$ 、1 符号化ブロックのビット数 1 6 2 0 0 ビット、「方法 # A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信し、さらに、 α ビットの情報を伝送するための処理が必要となる (上記の「特殊な処理」) を行うことに相当する。)

【0 5 3 2】

以下では、「 α ビットの情報を伝送するための処理」について詳しく説明する。

ここで考えるケースは、「送信装置が送信する情報のビット数を「 $7560 \times n + \alpha$ ビット」であり、 n が 0 以上の整数であり、かつ、 α が 1 以上 7 5 5 9 以下の整数のとき」となる。前にも述べたように、このケースにおいて、「 $7560 \times n$ ビット」の情報につ

50

いては、図 5 5 で示した処理を行い、「符号化率 $7/15$ 、1 符号化ブロックのビット数 1 6 2 0 0 ビット、「方法 # A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信することになる。さらに、送信装置は、 α ビットの情報を送信することになる。このときの符号化方法について説明する。

【0 5 3 3】

このときの特徴的な点は、「 α ビットの情報を、優先的に図 5 5 (c) の第 i ブロックの 1 4 4 0 ビットのパンクチャする情報ビット 5 5 0 4 の部分に当てはめ、符号化率 $21/49$ 、符号長 1 7 6 4 0 ビットの LDPC 符号化を行う」である。この点についての一例を、図 5 5 に沿って説明する。

【0 5 3 4】

まず、 α ビットの情報を伝送するブロックは、第 $n+1$ 番目のブロックとなる。したがって、図 5 5 における 7 5 6 0 ビットの情報ビット (情報系列) は、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」(つまり、第 $n+1$ 番目のブロックの情報は、 $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 7 5 6 0 以下の整数とした 7 5 6 0 ビットとなる。)とあらわすことができ、図 5 5 における 1 0 0 8 0 ビットのパリティビット (パリティ系列) は、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10079)$ 、 $P(n+1, 10080)$ 」(つまり、 $P(n+1, k)$ としたとき k は 1 以上 1 0 0 8 0 以下の整数とした 1 0 0 8 0 ビットとなる。)とあらわすことができる。

【0 5 3 5】

< 1 > α ビットの情報における α が 1 以上 1 4 4 0 以下の整数のとき：

このとき、 $(1440 - \alpha)$ ビットの送信装置、受信装置にとって既知のビットを用意する。例えば、 $(1440 - \alpha)$ ビットの "ゼロ" を用意する ($(1440 - \alpha)$ 個のゼロで形成される系列を用意する。)。そして、 α ビットの情報の情報と $(1440 - \alpha)$ ビットの "ゼロ" により、形成される 1 4 4 0 ビットの系列を「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 1439)$ 、 $Y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 1 4 4 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビットとなる。)とあらわすものとする。

【0 5 3 6】

さらに、LDPC 符号化を行うためには、さらに、6 1 2 0 ビットの情報が必要となる。(図 5 5 (a) (b) (c) からわかるように、LDPC 符号化を行うためには、7 5 6 0 ビットの情報が必要となる。 $Y(n+1, j)$ として、1 4 4 0 ビット用意しているため、 $7560 - 1440 = 6120$ ビットの情報がさらに必要となる。)そこで、この 6 1 2 0 ビットの情報として、6 1 2 0 ビットの既知系列を用意する。例えば、既知系列を 6 1 2 0 ビットの "ゼロ" とし (6 1 2 0 個のゼロで形成される系列とし)、「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 6119)$ 、 $Z(n+1, 6120)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 6 1 2 0 以下の整数とした 6 1 2 0 ビットとなる。)とあらわすものとする。

【0 5 3 7】

このとき、LDPC 符号化、および、データの送信を以下のようにして行う。

「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 1439)$ 、 $Y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 1 4 4 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビットとなる。)を、図 5 5 の「第 i ブロックの 1 4 4 0 ビットのパンクチャする情報 (送信しない情報ビット) 5 5 0 4 に当てはめる。したがって、「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 1439)$ 、 $Y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 1 4 4 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報 1 4 4 0 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 6 1 2 1 以上 7 5 6 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビット)を得る。

【0538】

「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 6119)$ 、 $Z(n+1, 6120)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビットとなる。)を、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6119)$ 、 $X(i, 6120)$ 」の情報6120ビット(5503)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)にあてはめる。したがって、「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 6119)$ 、 $Z(n+1, 6120)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)を得る。

10

【0539】

上述により、「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)、および、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)を得ているので、これにより、符号化率 $21/49$ 、符号長17640ビットのLDPC符号化を行い、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10079)$ 、 $P(n+1, 10080)$ 」の10080ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10080以下の整数)を得る。

20

【0540】

そして、「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)は、図55(c)はパンクチャするデータであるので、送信装置は送信しない。

【0541】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)は、既知の系列であるので、送信装置は送信しない。

30

【0542】

したがって、送信装置は、第 $n+1$ 番目のブロックのデータとして、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10079)$ 、 $P(n+1, 10080)$ 」の10080ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10080以下の整数)を送信する。

【0543】

受信装置の復号部の第 $n+1$ 番目のブロックの復号では、以下の処理を行う。

40

送信装置が送信した、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10079)$ 、 $P(n+1, 10080)$ 」の10080ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10080以下の整数)の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0544】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)は、送信装置が送信していないため、受信装置は受信信号から「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわし

50

たとき、 j は 1 以上 6 1 2 0 以下の整数とした 6 1 2 0 ビット) の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6 1 1 9)$ 、 $X(n+1, 6 1 2 0)$ 」の情報 6 1 2 0 ビット ($X(n+1, j)$) とあらわしたとき、 j は 1 以上 6 1 2 0 以下の整数とした 6 1 2 0 ビット) は、既知の系列であるので、この既知系列の各ビットに対応する対数尤度比を作成する。

【0 5 4 5】

「 $X(n+1, 6 1 2 1)$ 、 $X(n+1, 6 1 2 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7 5 5 9)$ 、 $X(n+1, 7 5 6 0)$ 」の情報 1 4 4 0 ビット ($X(n+1, j)$) とあらわしたとき、 j は 6 1 2 1 以上 7 5 6 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビット) には、既知の系列の部分と受信装置に伝えたい情報系列の部分が存在するが、送信装置は、この 1 4 4 0 ビットについては、パルクチャビット (パルクチャ系列) であるため、送信していない。よって、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 6 1 2 1)$ 、 $X(n+1, 6 1 2 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7 5 5 9)$ 、 $X(n+1, 7 5 6 0)$ 」の情報 1 4 4 0 ビット ($X(n+1, j)$) とあらわしたとき、 j は 6 1 2 1 以上 7 5 6 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビット) の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 6 1 2 1)$ 、 $X(n+1, 6 1 2 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7 5 5 9)$ 、 $X(n+1, 7 5 6 0)$ 」の情報 1 4 4 0 ビット ($X(n+1, j)$) とあらわしたとき、 j は 6 1 2 1 以上 7 5 6 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビット) のうち既知系列の部分に対応する各ビットの対数尤度比を与え、また、「 $X(n+1, 6 1 2 1)$ 、 $X(n+1, 6 1 2 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7 5 5 9)$ 、 $X(n+1, 7 5 6 0)$ 」の情報 1 4 4 0 ビット ($X(n+1, j)$) とあらわしたとき、 j は 6 1 2 1 以上 7 5 6 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビット) のうち受信装置に伝えたい情報系列の部分に対応する各ビットの対数尤度比を与える (例えば、対数尤度比として、ゼロを与える)。

【0 5 4 6】

上述のようにして対数尤度比を得ることで、第 $n+1$ 番目のブロックの 1 7 6 4 0 ビットの各ビットの対数尤度比を得ることができる。これらの対数尤度比を用いて、信頼度伝播復号 (BP (Belief Propagation) 復号) を行い、第 $n+1$ 番目のブロックに含まれる情報の推定値を得ることになる。

【0 5 4 7】

送信装置は、第 $n+1$ のブロックに含まれる情報のビット数を伝えるために、送信装置が送信するデータのビット数 (情報のビット数であってもよいし、情報とパリティのビット数であってもよい。) の情報を含む制御情報シンボルを送信する方法が考えられる。受信装置は、制御情報シンボルに含まれる送信装置が送信するデータのビット数の情報を得、これにより、送信装置が送信した第 $n+1$ 番目のブロックの構成を知ることができ、これに基づき、上記のような復号を行うことになる。

【0 5 4 8】

< 2 > α ビットの情報における α が 1 4 4 1 以上 7 5 6 0 以下の整数のとき：

このとき、 α ビットの情報の中から 1 4 4 0 ビットを抽出する。そして、抽出した 1 4 4 0 ビットで形成される系列を「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 1 4 3 9)$ 、 $y(n+1, 1 4 4 0)$ 」 (つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 1 4 4 0 以下の整数とした 1 4 4 0 ビットとなる。) とあらわすものとする。

【0 5 4 9】

次に、 $(7 5 6 0 - \alpha)$ ビットの送信装置、受信装置にとって既知のビットを用意する。例えば、 $(7 5 6 0 - \alpha)$ ビットの "ゼロ" を用意する ($(7 5 6 0 - \alpha)$ 個の "ゼロ" を用意する。)。そして、 $(7 5 6 0 - \alpha)$ ビットの "ゼロ" と「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した 1 4 4 0 ビット」以外の、 $(\alpha - 1 4 4 0)$ ビットの情報」、よって、 $(7 5 6 0 - \alpha) + (\alpha - 1 4 4 0) = 6 1 2 0$ ビットのデータ系列を、「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 6 1 1 9)$ 、 $z(n+1, 6 1 2 0)$ 」 (つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 6 1 2

0以下の整数とした6120ビットとなる。)とあらわすものとする。

【0550】

このとき、LDPC符号化、および、データの送信を以下のようにして行う。

「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 1439)$ 、 $y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1440以下の整数とした1440ビットとなる。)を、図55の「第*i*ブロックの1440ビットのパンクチャする情報(送信しない情報ビット)5504に当てはめる。したがって、「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 1439)$ 、 $y(n+1, 1440)$ 」(つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上1440以下の整数とした1440ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)を得る。

【0551】

「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 6119)$ 、 $z(n+1, 6120)$ 」(つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビットとなる。)を、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 6119)$ 、 $X(i, 6120)$ 」の情報6120ビット(5503)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)にあてはめる。したがって、「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 6119)$ 、 $z(n+1, 6120)$ 」(つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)を得る。

【0552】

上述により、「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)、および、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)を得ているので、これにより、符号化率 $21/49$ 、符号長17640ビットのLDPC符号化を行い、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10079)$ 、 $P(n+1, 10080)$ 」の10080ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10080以下の整数)を得る。

【0553】

そして、「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)は、図55(c)はパンクチャするデータであるので、送信装置は送信しない。

【0554】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)において、 $(7560 - \alpha)$ ビットの“ゼロ”に対応する系列は、送信装置、受信装置で既知の系列であるので、送信装置は送信しない。そして、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)において、「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した1440ビット」以外の、 $(\alpha - 1440)$

ビットの情報」を送信装置は送信する。

【0555】

送信装置は、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10079)$ 、 $P(n+1, 10080)$ 」の10080ビットのパリティ ($P(n+1, k)$) としたとき k は1以上10080以下の整数)を送信する。

【0556】

したがって、送信装置は、第 $n+1$ 番目のブロックのデータとして、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)において、「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した1440ビット」以外の、 $(\alpha-1440)$ ビットの情報」、および、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10079)$ 、 $P(n+1, 10080)$ 」の10080ビットのパリティ ($P(n+1, k)$) としたとき k は1以上10080以下の整数)を送信する。

【0557】

受信装置の復号部の第 $n+1$ 番目のブロックの復号では、以下の処理を行う。

送信装置が送信した、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10079)$ 、 $P(n+1, 10080)$ 」の10080ビットのパリティ ($P(n+1, k)$) としたとき k は1以上10080以下の整数)の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0558】

「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)は、受信装置に伝えたい情報系列で構成されている。そして、「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)は、パンクチャビット (パンクチャ系列)であるため、送信装置は、「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)を送信していない。よって、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 6121)$ 、 $X(n+1, 6122)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 7559)$ 、 $X(n+1, 7560)$ 」の情報1440ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は6121以上7560以下の整数とした1440ビット)の各ビットに対し、受信装置に伝えたい情報系列に対応する対数対数尤度比を与える (例えば、対数尤度比として、ゼロを与える)。

【0559】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)には、既知の系列の部分と受信装置に伝えたい情報系列の部分が存在する。

【0560】

このとき、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)において、受信装置に伝えたい情報系列については、送信装置が送信しているので、受信装置は、受信信号から、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 61$

10

20

30

40

50

20)」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)において、受信装置に伝えたい情報系列の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0561】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)において、既知の系列については、送信装置が送信していないため、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120 10
ビット)における既知の系列の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6119)$ 、 $X(n+1, 6120)$ 」の情報6120ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上6120以下の整数とした6120ビット)における既知の系列の各ビットに対し、既知系列に対応する対数尤度比を与えることになる。

【0562】

上述のようにして対数尤度比を得ることで、第 $n+1$ 番目のブロックの17640ビットの各ビットの対数尤度比を得ることができる。これらの対数尤度比を用いて、信頼度伝播復号(BP(Belief Propagation)復号)を行い、第 $n+1$ 番目のブロックに含まれる情報の推定値を得ることになる。 20

【0563】

送信装置は、第 $n+1$ のブロックに含まれる情報のビット数を伝えるために、送信装置が送信するデータのビット数(情報のビット数であってもよいし、情報とパリティのビット数であってもよい。)の情報を含む制御情報シンボルを送信する方法が考えられる。受信装置は、制御情報シンボルに含まれる送信装置が送信するデータのビット数の情報を得、これにより、送信装置が送信した第 $n+1$ 番目のブロックの構成を知ることができ、これに基づき、上記のような復号を行うことになる。

【0564】

上述のように、本発明の特徴的な点は、「 α ビットの情報を、優先的に図55(c)の第 i ブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5504の部分に当てはめ、 30
符号化率 $21/49$ 、符号長17640ビットのLDPC符号化を行う」である。このようにした場合、第 $n+1$ 番目のブロックのデータ伝送効率の向上、および、データの受信品質向上する効果を得ることができる。この点について、説明する。

【0565】

図55における第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5504は、送信装置により、送信されない。受信装置では、第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5504は、第 i 番目のブロックの「1440ビットのパンクチャする情報ビット」を除くビットの対数尤度比を用いて推定されることになる。つまり、第 i 番目のブロックの「1440ビットのパンクチャする情報ビット」を除く 40
ビットの対数尤度比の信頼性が高ければ、受信装置における、第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビットの推定精度が向上することになる。

【0566】

この点に着目すると、第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5504を除く情報ビット、つまり、図55の第 i 番目のブロックの6120ビットの送信する情報ビット5503に対し、送信装置、受信装置にとって既知の系列を優先的割り当てると、第 i 番目のブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビットの推定精度が向上することになる。

【0567】

また、情報の伝送効率という点では、送信装置、受信装置にとって既知の系列は、送信装置により送信されない。加えて、パンクチャするビットは、送信装置によって送信され 50

ない。この規則にしたがうと、「 α ビットの情報を、優先的に図55(c)の第 i ブロックの1440ビットのパンクチャする情報ビット5504の部分に当てはめ、符号化率 $21/49$ 、符号長17640ビットのLDPC符号化を行う」とすると、第 $n+1$ 番目のデータの伝送効率がよいことになる。

【0568】

本実施の形態では、1符号化ブロックのビット数 $z=16200$ ビット、符号化率 $7/15$ （パンクチャ後の符号化率）、このときに使用するLDPC符号の符号長（ブロック長）を17640ビット、LDPC符号の符号化率を $21/49$ の時を例に説明しているが、これに限ったものではなく、1符号化ブロックのビット数 z 、符号化率（パンクチャ後の符号化率）、LDPC符号の符号長（ブロック長）、LDPC符号の符号化率が、こ

10

【0569】

なお、上述の説明における $\langle 1 \rangle$ のケース、 $\langle 2 \rangle$ のケースでは、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 10079)$ 、 $P(n+1, 10080)$ 」の10080ビットのパリティ（ $P(n+1, k)$ としたとき k は1以上10080以下の整数）を送信する」というように、パリティビットはすべて送信する例で説明しているが、パリティビット（パリティ系列）（の一部）をパンクチャしてもよい（送信装置が、パリティビット（パリティ系列）（の一部）を送信しなくてもよい。）。

【0570】

本実施の形態の $\langle 1 \rangle$ のケースにおいて、「 α ビットの情報における α が1以上1440以下の整数のとき」と記載しているが、 α ビットの情報における α が1以上1440以下の整数を満たす、すべての α で、 $\langle 1 \rangle$ のケースの説明が成立してもよい。また、 $\langle 1 \rangle$ のケースの説明が成立するための、1以上1440以下を満たす整数 α が、存在する、であってもよい。

20

同様に、本実施の形態の $\langle 2 \rangle$ のケースにおいて、「 α ビットの情報における α が1441以上7560以下の整数のとき」と記載しているが、 α ビットの情報における α が1441以上7560以下の整数を満たす、すべての α で、 $\langle 2 \rangle$ のケースの説明が成立してもよい。

また、 $\langle 2 \rangle$ のケースの説明が成立するための、1441以上7560以下を満たす整数 α が、存在する、であってもよい。

30

【0571】

（実施の形態J）

これまでに、送信装置が、1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の符号化方法と「方法#B」の符号化方法を切り替え、これに伴い、受信装置は、1符号化ブロックのビット数、符号化率に基づき、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図15、図16などに示された「方法#A」の復号方法と「方法#B」の復号方法を切り替え場合について説明した。

【0572】

本実施の形態では、特に、「方法#A」のパンクチャを利用したLDPC符号化方法の際のデータの送信方法について、詳しく説明する。

40

一例として図15の符号化率 $9/15$ 、1符号化ブロックビット数 $z=16200$ ビットのときを考える。このときの符号化部、および、パンクチャ部関連の構成の一例は、図52に示したとおりであり、説明は省略する。

【0573】

符号化率 $9/15$ 、1符号化ブロックのビット数16200ビット、「方法#A」のデータを生成する場合を考える。このとき、符号化部5203は、符号化率 $27/46$ 、符号長16560ビットのLDPC符号（LDPCブロック）の符号化を行うことになる。そして、第 i 番目のブロックの情報を $X(i, j)$ とあらわし（ i は一例として自然数とし、 j は1以上9720以下の整数とする。）、第 i 番目のブロックのパリティを $P(i$

50

、 k ）とあらわすものとする（ i は一例として自然数とし、 k は1以上6840以下の自然数とする。）。すると、符号化部5203は、第 i 番目の符号化を行う場合、第 i 番目のブロックの情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 9720)$ の9720ビットを入力とし、符号化率 $27/46$ 、符号長16560ビットのLDPC符号（LDPCブロック）の符号化を行い、第 i 番目のブロックの誤り訂正符号化後のデータとして、情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 9720)$ の9720ビットおよびパリティ $P(i, 1)$ から $P(i, 6840)$ の6840ビットを出力する。

【0574】

そして、パンクチャ部5205は、第 i 番目のブロックの誤り訂正符号化後のデータ、情報 $X(i, 1)$ から $X(i, 9720)$ の9720ビットおよびパリティ $P(i, 1)$ から $P(i, 6840)$ の6840ビットの計16560ビットの中から送信しないビット360ビットを決定し、送信しないビット360ビットを除く16200ビットを第 i 番目のブロックのパンクチャ後のデータとして出力する。（これにより、1符号化ブロックのビット数 $z = 16200$ ビット、符号化率 $9/15$ を実現する。）

【0575】

この点について、一例を図56に示す。

図56（a）は、第 i 番目のブロックの情報の構成を示しており、第 i 番目のブロックの9720ビットの情報（5601）は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9719)$ 、 $X(i, 9720)$ 」の9720ビットで構成されている。（つまり、第 i 番目のブロックの情報は、 $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9720以下の整数とした9720ビットとなる。）

【0576】

図56（b）は、符号化率 $27/46$ 、符号長16560ビットのLDPC符号化を行ったときの第 i 番目のブロックのデータの構成を示しており、第 i 番目のブロックの16560ビットは、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9719)$ 、 $X(i, 9720)$ 」の9720ビットの情報（5601）と「 $P(i, 1)$ 、 $P(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(i, 6839)$ 、 $P(i, 6840)$ 」の6840ビットのパリティ（5602）で構成されている。そして、符号化率 $27/46$ 、符号長16560ビットのLDPC符号のパリティ検査行列を H とし、第 i 番目のブロックの符号語 s_i を $s_i = (X(i, 1), X(i, 2), \dots, X(i, 9719), X(i, 9720), P(i, 1), P(i, 2), \dots, P(i, 6839), P(i, 6840))$ としたとき、 $H s_i^T = 0$ が成立する。（なお A^T は、 A の転置であることを意味する。）

【0577】

図56（c）は、1符号化ブロックのビット数 $z = 16200$ ビット、符号化率 $9/15$ とするときに送信する第 i 番目のブロックのデータの生成方法を示している。ここでの特徴の一つとして、パンクチャするビット（つまり、符号化率 $27/46$ 、符号長16560ビットのLDPC符号化を行うことにより得られた第 i 番目のブロックの16560ビットのうち、送信しないビット）は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9719)$ 、 $X(i, 9720)$ 」の9720ビットの情報から360ビット選択するものとする。

【0578】

例えば、図56（c）のように、各ブロックにおいて、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9359)$ 、 $X(i, 9360)$ 」の情報9360ビット（5603）（ $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット）を第 i 番目のブロックの9360ビットの送信する情報ビット（5603）とし、「 $X(i, 9361)$ 、 $X(i, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9719)$ 、 $X(i, 9720)$ 」の情報360ビット（5604）（ $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット）を第 i 番目のブロックの360ビットのパンクチャする情報ビット（送信しない情報ビット）（5604）とする。

【0579】

10

20

30

40

50

したがって、送信装置は、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9359)$ 、 $X(i, 9360)$ 」の情報9360ビット(5603)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)、および、 $P(i, 1)$ 、 $P(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(i, 6839)$ 、 $P(i, 6840)$ の6840ビットのパリティ($P(i, k)$ としたとき k は1以上6840以下の整数)(5602)の16200ビットのデータを送信することになる(5605)。

【0580】

なお、上述の説明では、各ブロックでパンクチャするデータを「 $X(i, 9361)$ 、 $X(i, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9719)$ 、 $X(i, 9720)$ 」の情報360ビット(5604)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)としているが、これは、あくまでも例であり、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9719)$ 、 $X(i, 9720)$ 」の9720ビット(つまり、第 i 番目のブロックの情報は、 $X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9720以下の整数とした9720ビット)の中から、パンクチャするデータ(送信しないデータ)として360ビットを選択する方法はこれに限ったものではない。(ただし、各ブロックでは、パンクチャするデータ(送信しないデータ)の選択方法は同様とする。つまり、例えば、あるブロックで $X(i, 5400)$ をパンクチャするデータ(送信しないデータ)と設定した場合、他のブロックでも $X(i, 5400)$ をパンクチャするデータ(送信しないデータ)と設定する。)

【0581】

以下では、「 $X(i, 9361)$ 、 $X(i, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9719)$ 、 $X(i, 9720)$ 」の情報360ビット(5604)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)を第 i 番目のブロックの360ビットのパンクチャする情報ビット(送信しない情報ビット)(5604)と設定する場合を例に説明を続ける。

【0582】

上述の説明では、符号化率 $9/15$ 、1符号化ブロックのビット数16200ビット、「方法#A」のデータを生成する場合を考えている。その際の1符号化ブロックの生成は上述で説明したとおりである。このとき、1符号化ブロックを形成するためには、9720ビットの情報が必要となる。

【0583】

ここで、システムについて考えると、送信したい情報量が、9720の倍数のビット数($9720 \times N$ ビット(N は自然数))となるとは限らない。この場合、特殊な処理が必要となる。以下では、その処理方法について説明する。

【0584】

送信装置が送信する情報のビット数を「 $9720 \times n + \alpha$ ビット」(ただし、 n は0以上の整数であり、 α は0以上9719以下の整数)とすることで一般化することができる。

【0585】

このとき、 n が1以上の整数であり、かつ、 α が0のとき、送信装置は、図56で示した処理を行い、「符号化率 $9/15$ 、1符号化ブロックのビット数16200ビット、「方法#A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信することになる。

【0586】

n が0以上の整数であり、かつ、 α が1以上9719以下の整数のとき、図56で示した処理を行い、「符号化率 $9/15$ 、1符号化ブロックのビット数16200ビット、「方法#A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信し、さらに、 α ビットの情報を伝送するための処理が必要となる(上記の「特殊な処理」)を行うことに相当する。)

【0587】

以下では、「 α ビットの情報を伝送するための処理」について詳しく説明する。

ここで考えるケースは、

「送信装置が送信する情報のビット数を「 $9720 \times n + \alpha$ ビット」であり、 n が0以上の整数であり、かつ、 α が1以上9719以下の整数のとき」となる。前にも述べたように、このケースにおいて、「 $9720 \times n$ ビット」の情報については、図56で示した処理を行い、「符号化率 $9/15$ 、1符号化ブロックのビット数16200ビット、「方法#A」」のブロックを n 個生成し、この n 個のブロックを生成し、送信することになる。さらに、送信装置は、 α ビットの情報を送信することになる。このときの符号化方法について説明する。

【0588】

このときの特徴的な点は、「 α ビットの情報を、優先的に図56(c)の第 i ブロックの360ビットのパンクチャする情報ビット5604の部分に当てはめ、符号化率 $27/46$ 、符号長16560ビットのLDPC符号化を行う」である。この点についての一例を、図56に沿って説明する。

【0589】

まず、 α ビットの情報を伝送するブロックは、第 $n+1$ 番目のブロックとなる。したがって、図56における9720ビットの情報ビット（情報系列）は、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」（つまり、第 $n+1$ 番目のブロックの情報は、 $X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9720以下の整数とした9720ビットとなる。）とあらわすことができ、図56における6840ビットのパリティビット（パリティ系列）は、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 6839)$ 、 $P(n+1, 6840)$ 」（つまり、 $P(n+1, k)$ としたとき k は1以上6840以下の整数とした6840ビットとなる。）とあらわすことができる。

【0590】

<1> α ビットの情報における α が1以上360以下の整数のとき：

このとき、 $(360 - \alpha)$ ビットの送信装置、受信装置にとって既知のビットを用意する。例えば、 $(360 - \alpha)$ ビットの“ゼロ”を用意する（ $(360 - \alpha)$ 個のゼロで形成される系列を用意する。）。そして、 α ビットの情報の情報と $(360 - \alpha)$ ビットの“ゼロ”により、形成される360ビットの系列を「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 359)$ 、 $Y(n+1, 360)$ 」（つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上360以下の整数とした360ビットとなる。）とあらわすものとする。

【0591】

さらに、LDPC符号化を行うためには、さらに、9720ビットの情報が必要となる。（図56(a)(b)(c)からわかるように、LDPC符号化を行うためには、9720ビットの情報が必要となる。 $Y(n+1, j)$ として、360ビット用意しているため、 $9720 - 360 = 9360$ ビットの情報がさらに必要となる。）そこで、この9360ビットの情報として、9360ビットの既知系列を用意する。例えば、既知系列を9360ビットの“ゼロ”とし（9360個のゼロで形成される系列とし）、「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 9359)$ 、 $Z(n+1, 9360)$ 」（つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビットとなる。）とあらわすものとする。

【0592】

このとき、LDPC符号化、および、データの送信を以下のようにして行う。

「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 359)$ 、 $Y(n+1, 360)$ 」（つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上360以下の整数とした360ビットとなる。）を、図56の「第 i ブロックの360ビットのパンクチャする情報（送信しない情報ビット）5604に当てはめる。したがって、「 $Y(n+1, 1)$ 、 $Y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Y(n+1, 359)$ 、 $Y(n+1, 360)$ 」（

10

20

30

40

50

つまり、 $Y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上360以下の整数とした360ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)を得る。

【0593】

「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 9359)$ 、 $Z(n+1, 9360)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビットとなる。)を、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9359)$ 、 $X(i, 9360)$ 」の情報9360ビット(5603)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)にあてはめる。したがって、「 $Z(n+1, 1)$ 、 $Z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $Z(n+1, 9359)$ 、 $Z(n+1, 9360)$ 」(つまり、 $Z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)を得る。

【0594】

上述により、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)、および、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)を得ているので、これにより、符号化率27/46、符号長16560ビットのLDPC符号化を行い、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 6839)$ 、 $P(n+1, 6840)$ 」の6840ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上6840以下の整数)を得る。

【0595】

そして、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)は、図56(c)はパンクチャするデータであるので、送信装置は送信しない。

【0596】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)は、既知の系列であるので、送信装置は送信しない。

【0597】

したがって、送信装置は、第 $n+1$ 番目のブロックのデータとして、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 6839)$ 、 $P(n+1, 6840)$ 」の6840ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上6840以下の整数)を送信する。

【0598】

受信装置の復号部の第 $n+1$ 番目のブロックの復号では、以下の処理を行う。

送信装置が送信した、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 6839)$ 、 $P(n+1, 6840)$ 」の6840ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上6840以下の整数)の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0599】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1,$

1, 9360)」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)は、送信装置が送信していないため、受信装置は受信信号から「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 6359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)は、既知の系列であるので、この既知系列の各ビットに対応する対数尤度比を作成する。

【0600】

「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)には、既知の系列の部分と受信装置に伝えたい情報系列の部分が存在するが、送信装置は、この360ビットについては、パンクチャビット(パンクチャ系列)であるため、送信していない。よって、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)のうち既知系列の部分に対応する各ビットの対数尤度比を与え、また、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)のうち受信装置に伝えたい情報系列の部分に対応する各ビットの対数尤度比を与える(例えば、対数尤度比として、ゼロを与える)。

【0601】

上述のようにして対数尤度比を得ることで、第 $n+1$ 番目のブロックの16560ビットの各ビットの対数尤度比を得ることができる。これらの対数尤度比を用いて、信頼度伝播復号(BP(Belief Propagation)復号)を行い、第 $n+1$ 番目のブロックに含まれる情報の推定値を得ることになる。

【0602】

送信装置は、第 $n+1$ のブロックに含まれる情報のビット数を伝えるために、送信装置が送信するデータのビット数(情報のビット数であってもよいし、情報とパリティのビット数であってもよい。)の情報を含む制御情報シンボルを送信する方法が考えられる。受信装置は、制御情報シンボルに含まれる送信装置が送信するデータのビット数の情報を得、これにより、送信装置が送信した第 $n+1$ 番目のブロックの構成を知ることができ、これに基づき、上記のような復号を行うことになる。

【0603】

<2> α ビットの情報における α が361以上9720以下の整数のとき：

このとき、 α ビットの情報の中から360ビットを抽出する。そして、抽出した360ビットで形成される系列を「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 359)$ 、 $y(n+1, 360)$ 」(つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上360以下の整数とした360ビットとなる。)とあらわすものとする。

【0604】

次に、 $(9720 - \alpha)$ ビットの送信装置、受信装置にとって既知のビットを用意する。例えば、 $(9720 - \alpha)$ ビットの"ゼロ"を用意する($(9720 - \alpha)$ 個の"ゼロ"を用意する。)。そして、 $(9720 - \alpha)$ ビットの"ゼロ"と「 α ビットの情報のうち、「 α ビットの情報の中から抽出した360ビット」以外の、 $(\alpha - 360)$ ビットの

10

20

30

40

50

情報」、よって、 $(9720 - \alpha) + (\alpha - 360) = 9360$ ビットのデータ系列を、「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 9359)$ 、 $z(n+1, 9360)$ 」(つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビットとなる。)とあらわすものとする。

【0605】

このとき、LDPC符号化、および、データの送信を以下のようにして行う。

「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 359)$ 、 $y(n+1, 360)$ 」(つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上360以下の整数とした360ビットとなる。)を、図56の「第*i*ブロックの360ビットのパンクチャする情報(送信しない情報ビット)5604に当てはめる。したがって、「 $y(n+1, 1)$ 、 $y(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $y(n+1, 359)$ 、 $y(n+1, 360)$ 」(つまり、 $y(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上360以下の整数とした360ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)を得る。

【0606】

「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 9359)$ 、 $z(n+1, 9360)$ 」(つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビットとなる。)を、「 $X(i, 1)$ 、 $X(i, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(i, 9359)$ 、 $X(i, 9360)$ 」の情報9360ビット(5603)($X(i, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)にあてはめる。したがって、「 $z(n+1, 1)$ 、 $z(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $z(n+1, 9359)$ 、 $z(n+1, 9360)$ 」(つまり、 $z(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビットとなる。)によって、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)を得る。

【0607】

上述により、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)、および、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)を得ているので、これにより、符号化率27/46、符号長16560ビットのLDPC符号化を行い、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 6839)$ 、 $P(n+1, 6840)$ 」の6840ビットのパリティ($P(n+1, k)$ としたとき k は1以上6840以下の整数)を得る。

【0608】

そして、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は9361以上9720以下の整数とした360ビット)は、図56(c)はパンクチャするデータであるので、送信装置は送信しない。

【0609】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)において、 $(9720 - \alpha)$ ビットの“ゼロ”に対応する系列は、送信装置、受信装置で既知の系列であるので、送信装置は送信しない。そして、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたと

10

20

30

40

50

き、 j は 1 以上 9360 以下の整数とした 9360 ビット) において、「 a ビットの情報のうち、「 a ビットの情報の中から抽出した 360 ビット」以外の、 $(a - 360)$ ビットの情報」を送信装置は送信する。

【0610】

送信装置は、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 6839)$ 、 $P(n+1, 6840)$ 」の 6840 ビットのパリティ ($P(n+1, k)$ としたとき k は 1 以上 6840 以下の整数) を送信する。

【0611】

したがって、送信装置は、第 $n+1$ 番目のブロックのデータとして、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の 10
情報 9360 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 9360 以下の整数とした 9360 ビット) において、「 a ビットの情報のうち、「 a ビットの情報の中から抽出した 360 ビット」以外の、 $(a - 360)$ ビットの情報」、および、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 6839)$ 、 $P(n+1, 6840)$ 」の 6840 ビットのパリティ ($P(n+1, k)$ としたとき k は 1 以上 6840 以下の整数) を送信する。

【0612】

受信装置の復号部の第 $n+1$ 番目のブロックの復号では、以下の処理を行う。

送信装置が送信した、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 6839)$ 、 $P(n+1, 6840)$ 」の 6840 ビットのパリティ ($P(n+1, k)$ としたとき k は 1 以上 6840 以下の整数) の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比 20
を得る。

【0613】

「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報 360 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 9361 以上 9720 以下の整数とした 360 ビット) は、受信装置に伝えたい情報系列で構成されている。そして、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報 360 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 9361 以上 9720 以下の整数とした 360 ビット) は、パルクチャビット (パルクチャ系列) であるため、送信装置は、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報 360 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 9361 以上 9720 以下の整数とした 360 ビット) を送信していない。よって、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報 360 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 9361 以上 9720 以下の整数とした 360 ビット) の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 9361)$ 、 $X(n+1, 9362)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9719)$ 、 $X(n+1, 9720)$ 」の情報 360 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 9361 以上 9720 以下の整数とした 360 ビット) の各ビットに対し、受信装置に伝えたい情報系列に対応する対数対数尤度比 30
を与える (例えば、対数尤度比として、ゼロを与える)。

【0614】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報 9360 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 9360 以下の整数とした 9360 ビット) には、既知の系列の部分と受信装置に伝えたい情報系列の部分が存在する。

【0615】

このとき、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報 9360 ビット ($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は 1 以上 9360 以下の整数とした 9360 ビット) において、受信装置に伝えたい 50

情報系列については、送信装置が送信しているので、受信装置は、受信信号から、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)において、受信装置に伝えたい情報系列の各ビットに対応する、例えば、対数尤度比を得る。

【0616】

「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)において、既知の系列については、送信装置が送信していないため、受信装置は、受信信号から「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)における既知の系列の各ビットに対応する対数尤度比を求めるのではなく、「 $X(n+1, 1)$ 、 $X(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $X(n+1, 9359)$ 、 $X(n+1, 9360)$ 」の情報9360ビット($X(n+1, j)$ とあらわしたとき、 j は1以上9360以下の整数とした9360ビット)における既知の系列の各ビットに対し、既知系列に対応する対数尤度比を与えることになる。

【0617】

上述のようにして対数尤度比を得ることで、第 $n+1$ 番目のブロックの16560ビットの各ビットの対数尤度比を得ることができる。これらの対数尤度比を用いて、信頼度伝播復号(BP(Belief Propagation)復号)を行い、第 $n+1$ 番目のブロックに含まれる情報の推定値を得ることになる。

【0618】

送信装置は、第 $n+1$ のブロックに含まれる情報のビット数を伝えるために、送信装置が送信するデータのビット数(情報のビット数であってもよいし、情報とパリティのビット数であってもよい。)の情報を含む制御情報シンボルを送信する方法が考えられる。受信装置は、制御情報シンボルに含まれる送信装置が送信するデータのビット数の情報を得、これにより、送信装置が送信した第 $n+1$ 番目のブロックの構成を知ることができ、これに基づき、上記のような復号を行うことになる。

【0619】

上述のように、本発明の特徴的な点は、「 α ビットの情報を、優先的に図56(c)の第 i ブロックの360ビットのパンクチャする情報ビット5604の部分に当てはめ、符号化率 $27/46$ 、符号長16560ビットのLDPC符号化を行う」である。このようにした場合、第 $n+1$ 番目のブロックのデータ伝送効率の向上、および、データの受信品質向上する効果を得ることができる。この点について、説明する。

【0620】

図56における第 i 番目のブロックの360ビットのパンクチャする情報ビット5604は、送信装置により、送信されない。受信装置では、第 i 番目のブロックの360ビットのパンクチャする情報ビット5604は、第 i 番目のブロックの「360ビットのパンクチャする情報ビット」を除くビットの対数尤度比を用いて推定されることになる。つまり、第 i 番目のブロックの「360ビットのパンクチャする情報ビット」を除くビットの対数尤度比の信頼性が高ければ、受信装置における、第 i 番目のブロックの360ビットのパンクチャする情報ビットの推定精度が向上することになる。

【0621】

この点に着目すると、第 i 番目のブロックの360ビットのパンクチャする情報ビット5604を除く情報ビット、つまり、図56の第 i 番目のブロックの9360ビットの送信する情報ビット5603に対し、送信装置、受信装置にとって既知の系列を優先的割り当てると、第 i 番目のブロックの360ビットのパンクチャする情報ビットの推定精度が向上することになる。

【0622】

また、情報の伝送効率という点では、送信装置、受信装置にとって既知の系列は、送信装置により送信されない。加えて、パンクチャするビットは、送信装置によって送信されない。この規則にしたがうと、「 α ビットの情報を、優先的に図56(c)の第 i ブロックの360ビットのパンクチャする情報ビット5604の部分に当てはめ、符号化率 $27/46$ 、符号長16560ビットのLDPC符号化を行う」とすると、第 $n+1$ 番目のデータの伝送効率がよいことになる。

【0623】

本実施の形態では、1符号化ブロックのビット数 $z=16200$ ビット、符号化率 $9/15$ （パンクチャ後の符号化率）、このときに使用するLDPC符号の符号長（ブロック長）を16560ビット、LDPC符号の符号化率を $27/46$ の時を例に説明しているが、これに限ったものではなく、1符号化ブロックのビット数 z 、符号化率（パンクチャ後の符号化率）、LDPC符号の符号長（ブロック長）、LDPC符号の符号化率が、これとは異なるケースであっても同様に実施すれば、同様の効果を得ることができる。

10

【0624】

なお、上述の説明における $\langle 1 \rangle$ のケース、 $\langle 2 \rangle$ のケースでは、「 $P(n+1, 1)$ 、 $P(n+1, 2)$ 、 $\dots$ 、 $P(n+1, 6839)$ 、 $P(n+1, 6840)$ 」の6840ビットのパリティ（ $P(n+1, k)$ としたとき k は1以上6840以下の整数）を送信する」というように、パリティビットはすべて送信する例で説明しているが、パリティビット（パリティ系列）（の一部）をパンクチャしてもよい（送信装置が、パリティビット（パリティ系列）（の一部）を送信しなくてもよい。）。

20

【0625】

本実施の形態の $\langle 1 \rangle$ のケースにおいて、「 α ビットの情報における α が1以上360以下の整数のとき」と記載しているが、 α ビットの情報における α が1以上360以下の整数を満たす、すべての α で、 $\langle 1 \rangle$ のケースの説明が成立してもよい。

また、 $\langle 1 \rangle$ のケースの説明が成立するための、1以上360以下を満たす整数 α が、存在する、であってもよい。

同様に、本実施の形態の $\langle 2 \rangle$ のケースにおいて、「 α ビットの情報における α が361以上9720以下の整数のとき」と記載しているが、 α ビットの情報における α が361以上9720以下の整数を満たす、すべての α で、 $\langle 2 \rangle$ のケースの説明が成立してもよい。

30

また、 $\langle 2 \rangle$ のケースの説明が成立するための、361以上9720以下を満たす整数 α が、存在する、であってもよい。

【産業上の利用可能性】

【0626】

本発明に係る送信方法、受信方法、送信装置及び受信装置は、誤り訂正能力が高いため、高いデータ受信品質を確保することができる。

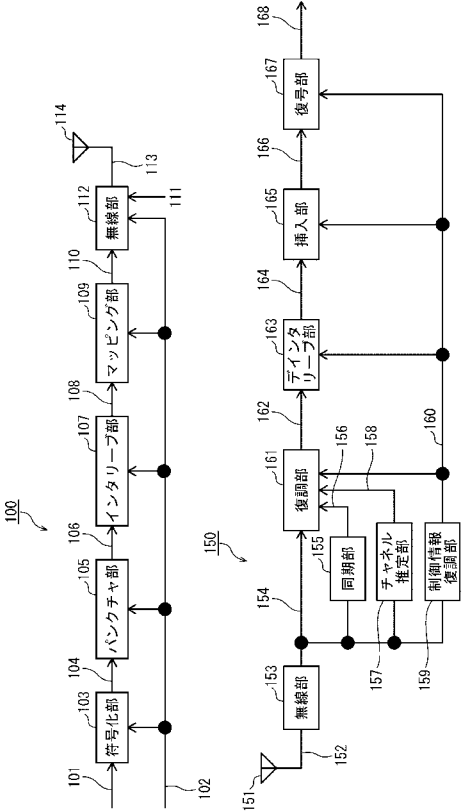
【符号の説明】

【0627】

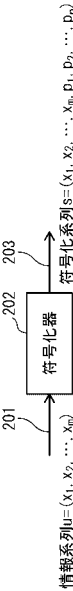
100	送信装置
150	受信装置

40

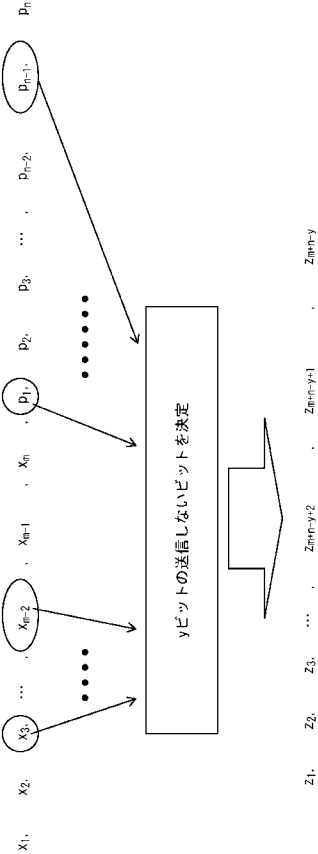
【図 1】



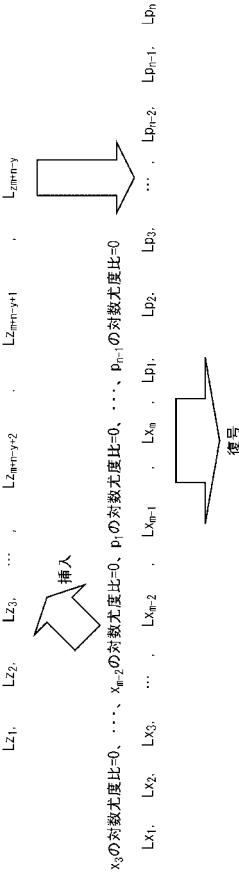
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

[illegible]

【图 6】

[illegible]

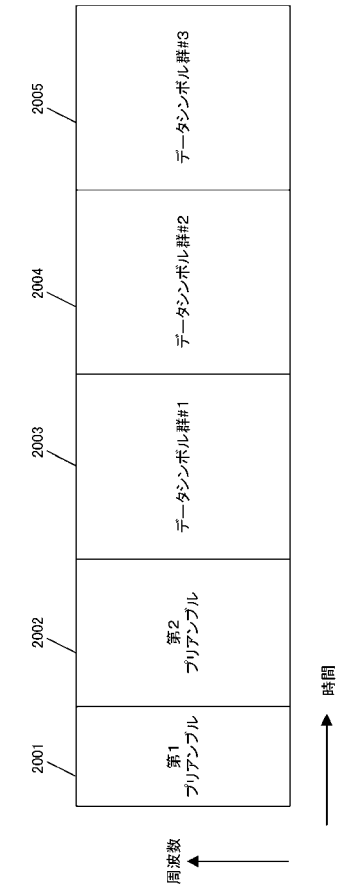
【图 7】

[illegible]

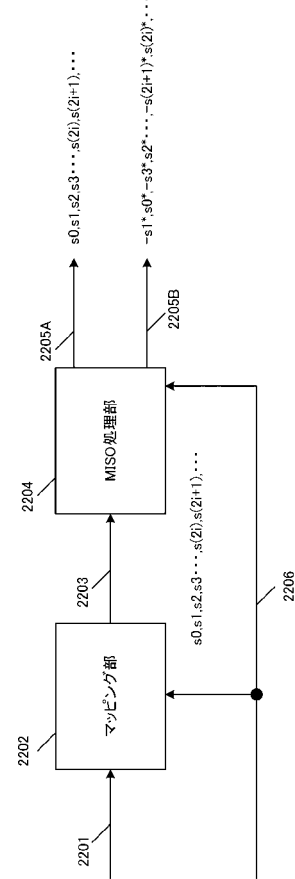
【 図 8 】

[illegible]

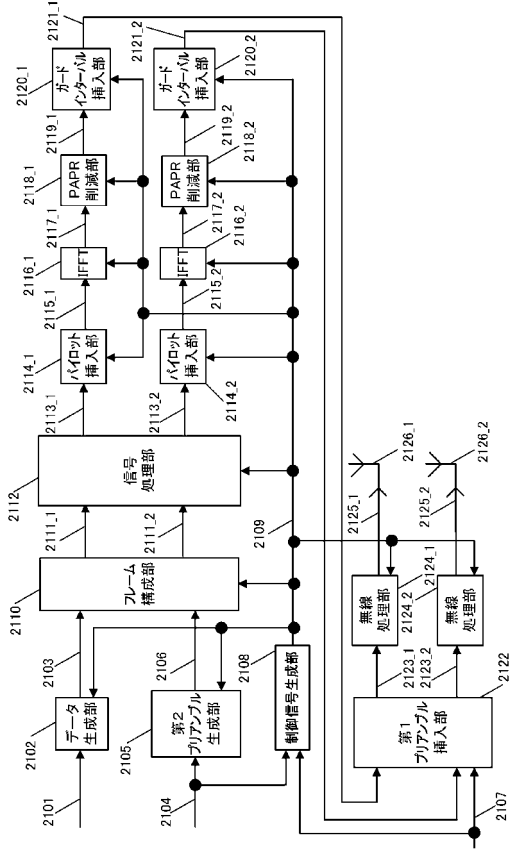
【図 20】



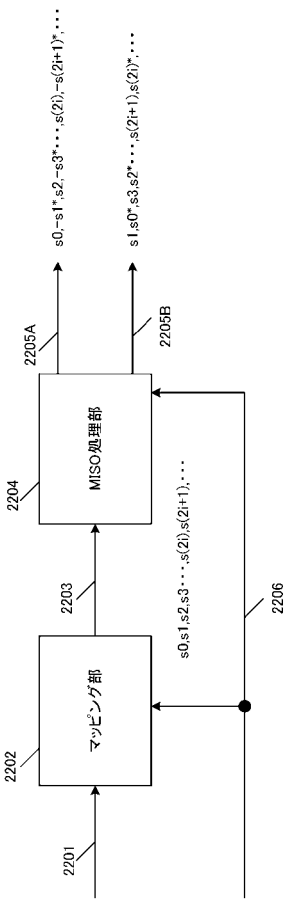
【図 22】



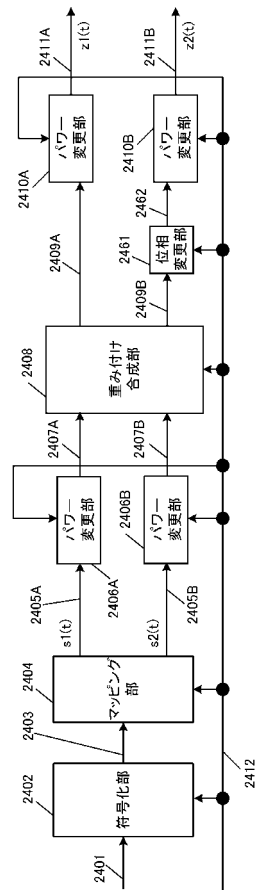
【図 21】



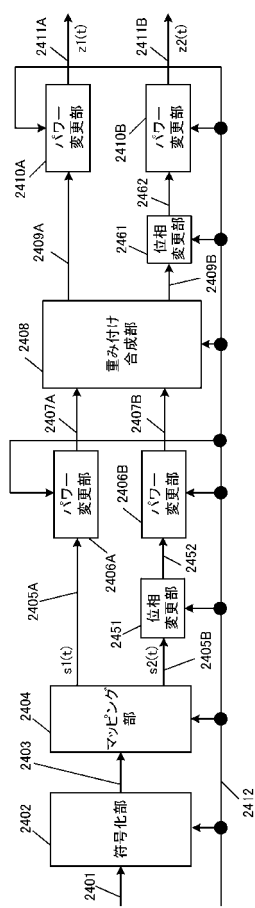
【図 23】



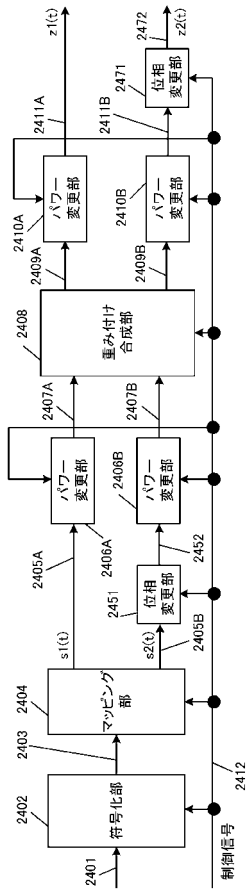
【図 25】



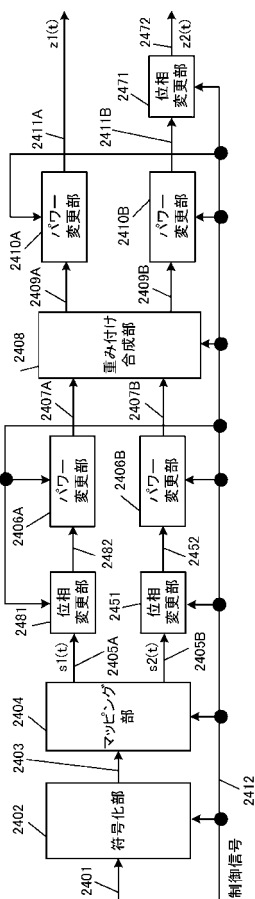
【図 27】



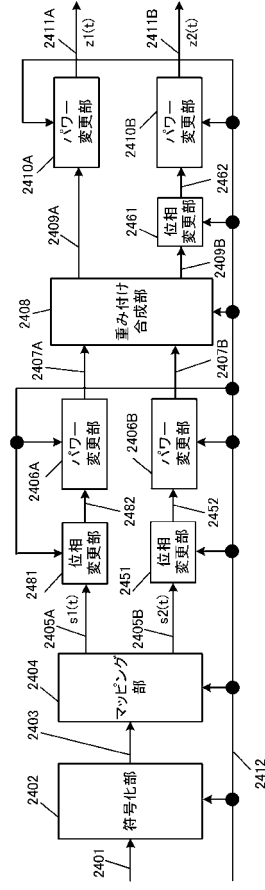
【図 28】



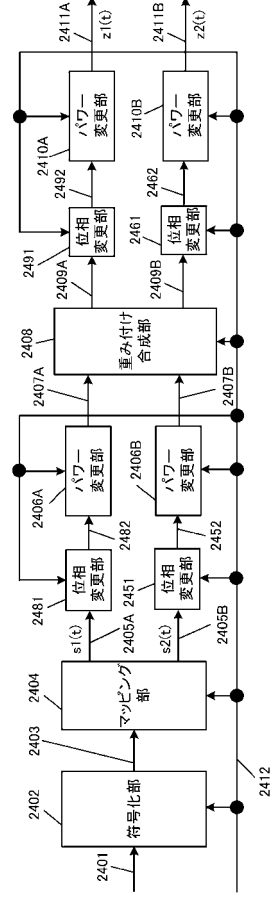
【図 30】



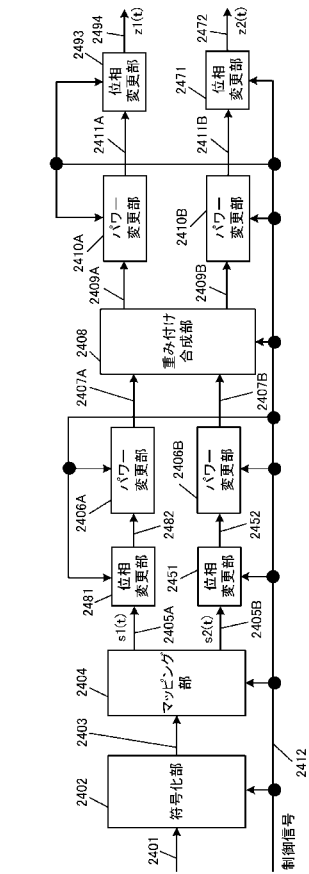
【図 29】



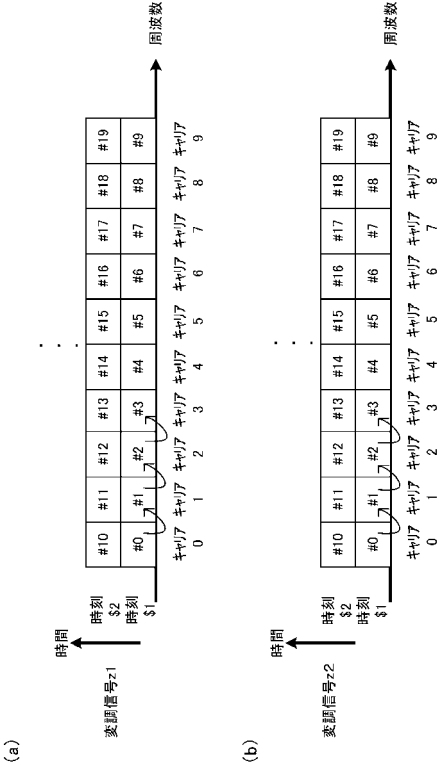
【図 31】



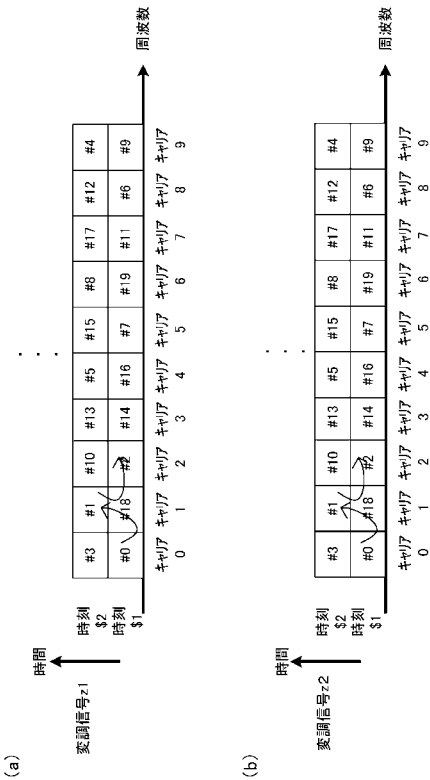
【図 3 2】



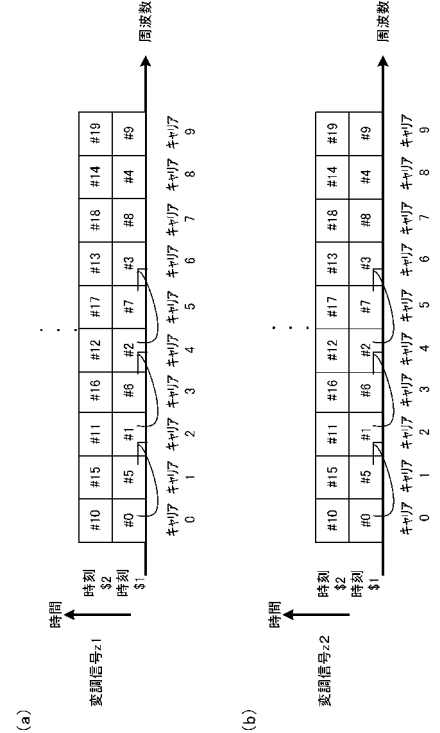
【図 3 3】



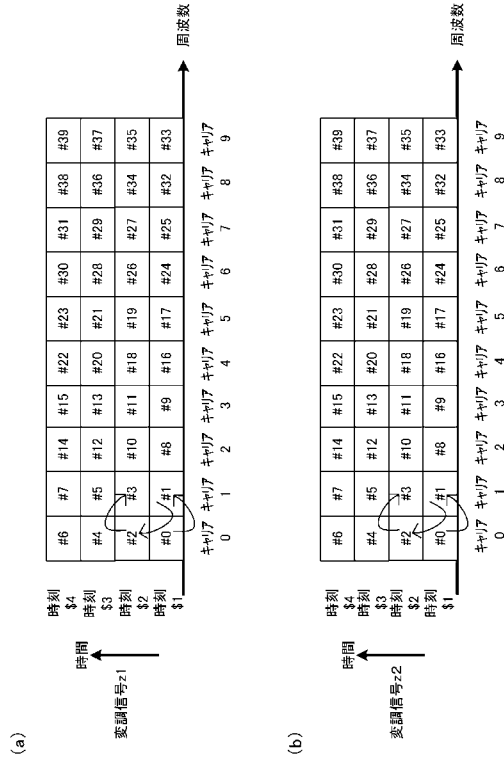
【図 3 4】



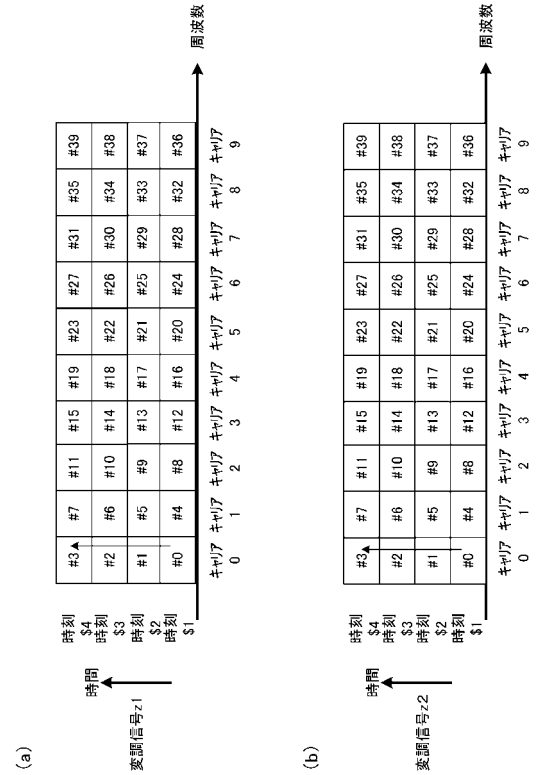
【図 3 5】



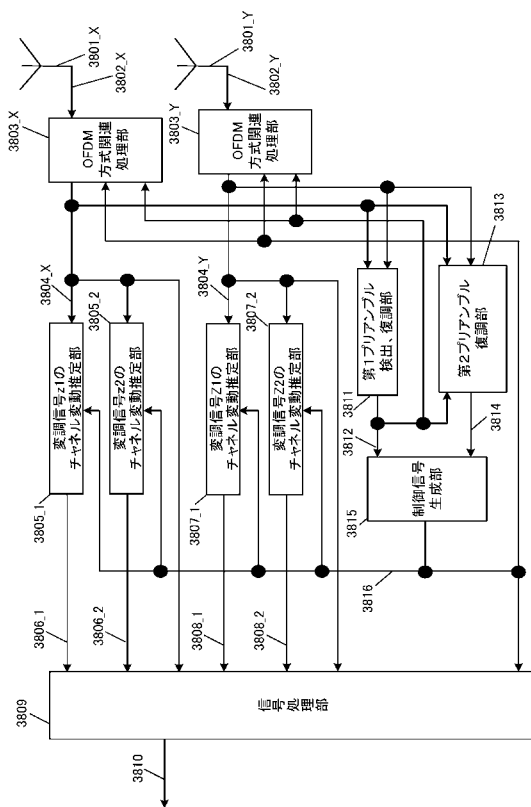
【図 36】



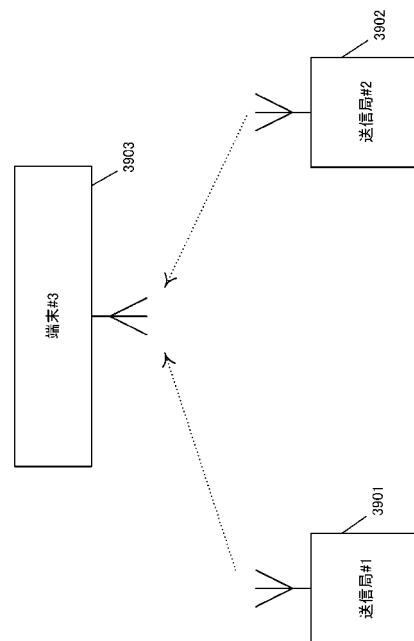
【図 37】



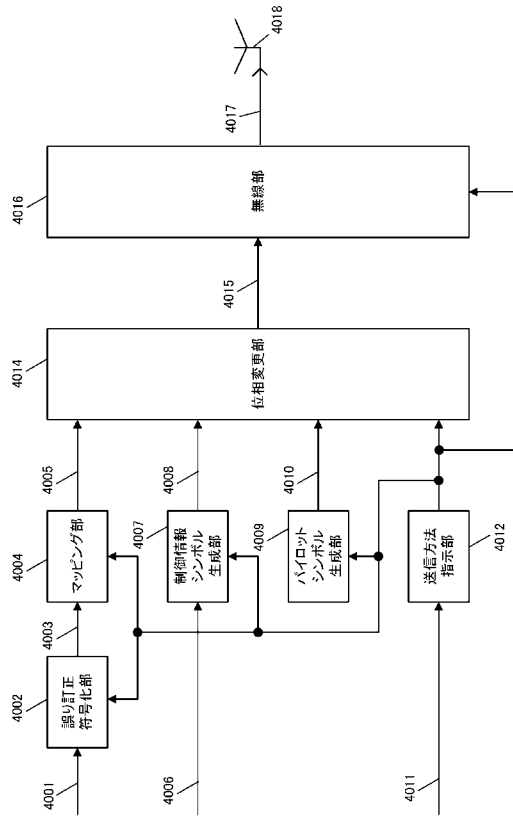
【図 38】



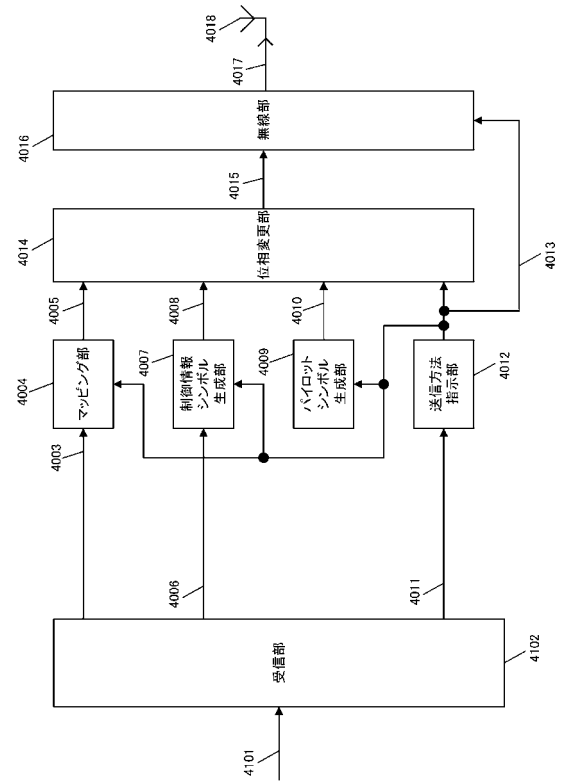
【図 39】



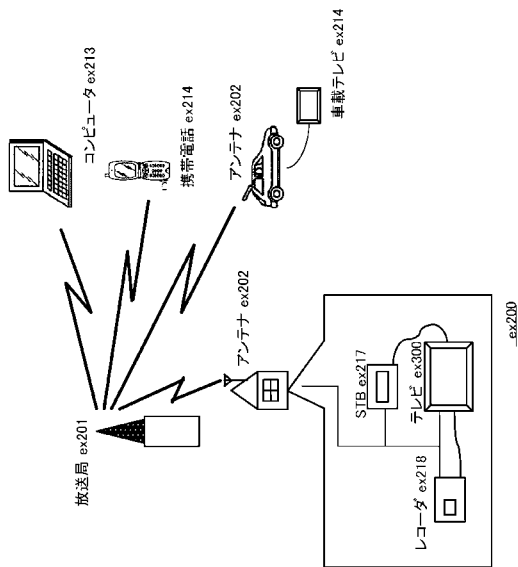
【図 40】



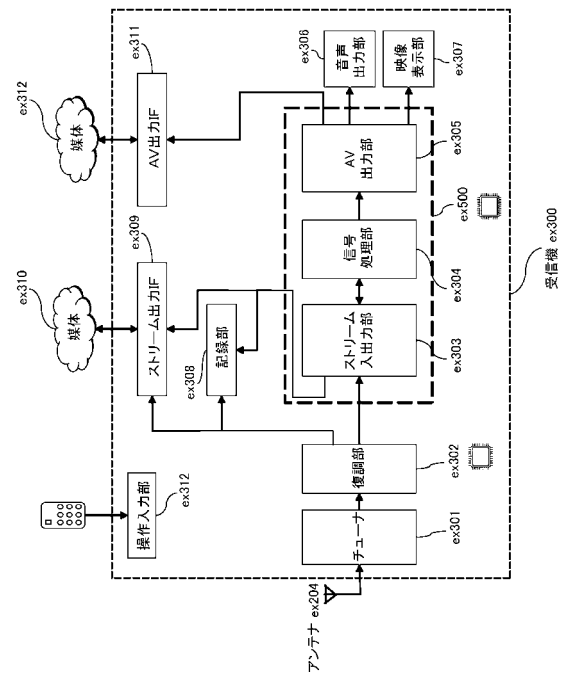
【図 41】



【図 42】



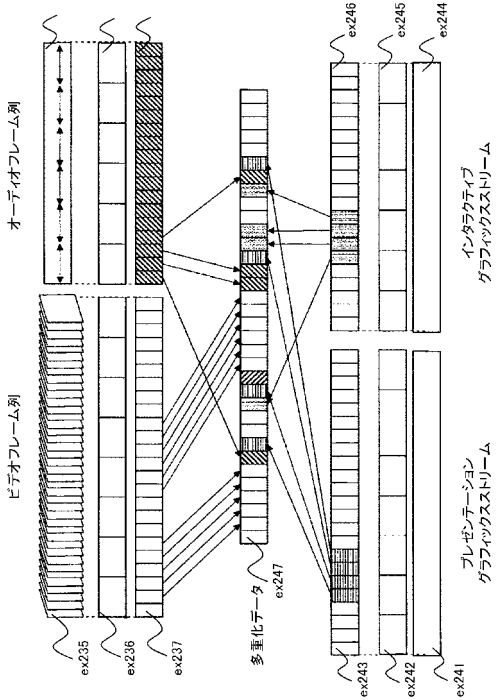
【図 43】



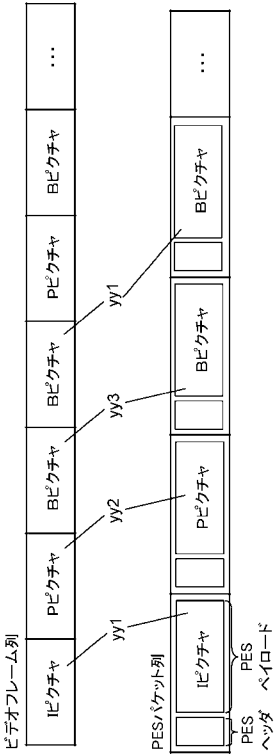
【図 4 4】

ビデオストリーム (PID=0x1011 主映像)
オーディオストリーム (PID=0x1100)
オーディオストリーム (PID=0x1101)
プレゼンテーショングラフィックスストリーム (PID=0x1200)
プレゼンテーショングラフィックスストリーム (PID=0x1201)
インタラクティブグラフィックスストリーム (PID=0x1400)
ビデオストリーム (PID=0x1B00 副映像)
ビデオストリーム (PID=0x1B01 副映像)

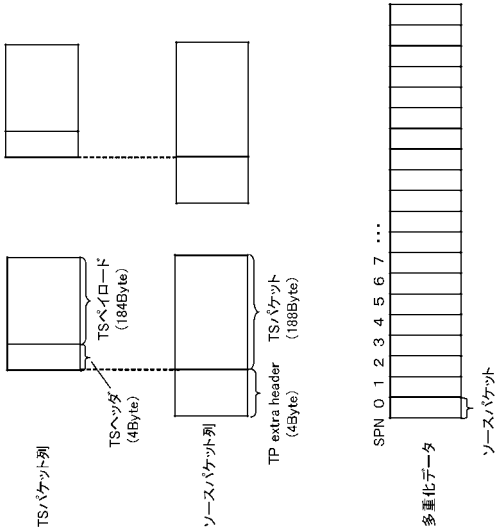
【図 4 5】



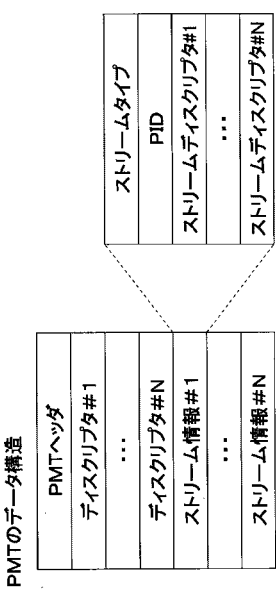
【図 4 6】



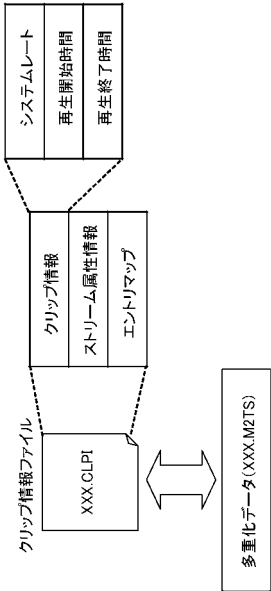
【図 4 7】



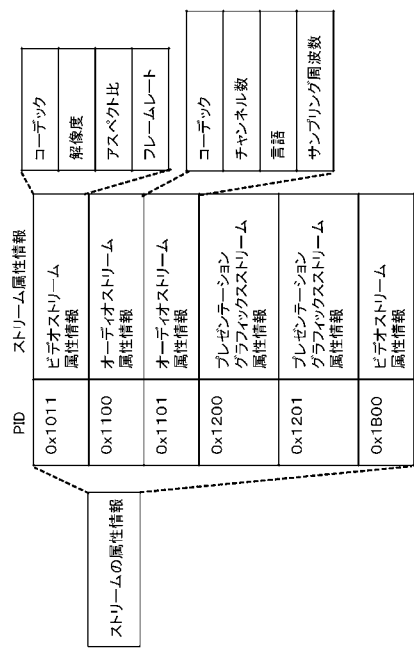
【図 48】



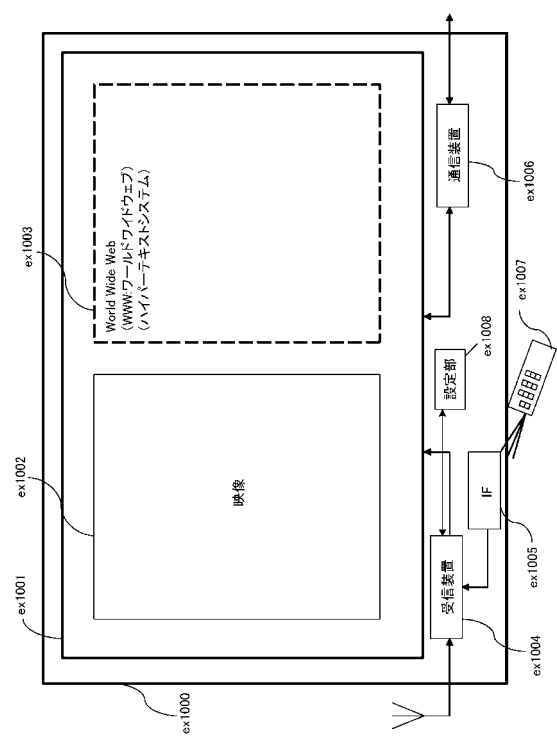
【図 49】



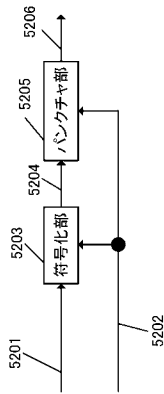
【図 50】



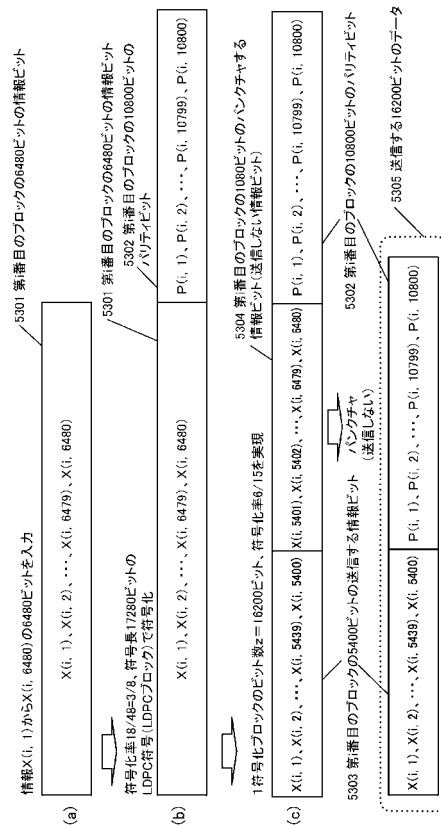
【図 51】



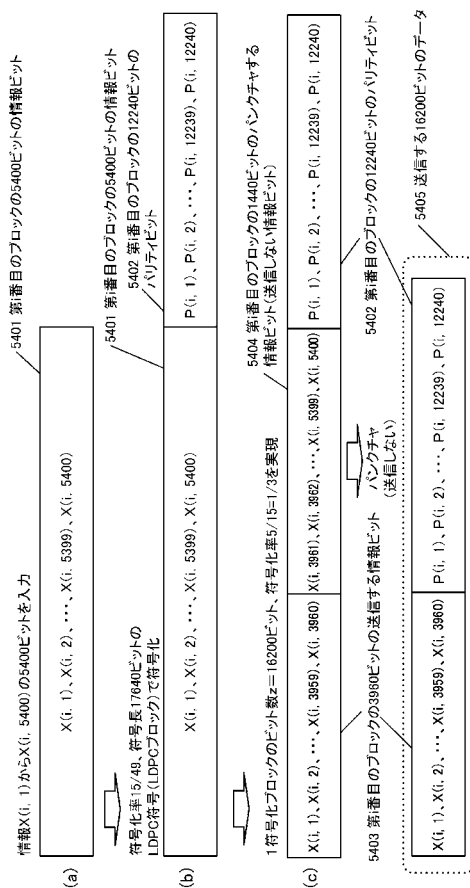
【図 5 2】



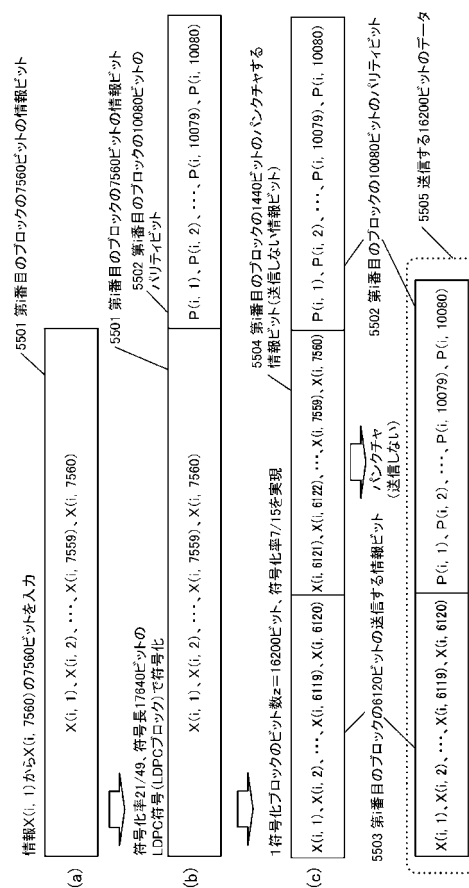
【図 5 3】



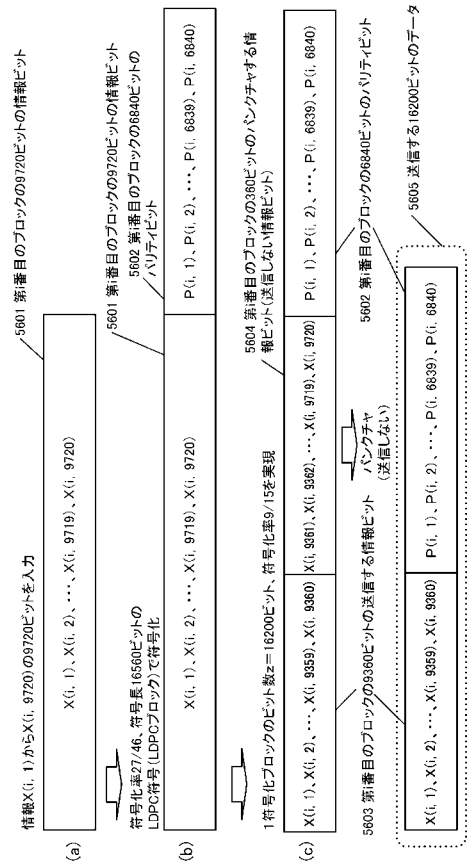
【図 5 4】



【図 5 5】



【図 56】



フロントページの続き

4. Z I G B E E

5. イーサネット

Fターム(参考) 5J065 AD07 AG05
5K014 BA05 EA01