(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7226618号
(P7226618)

(45)発行日　令和5年2月21日(2023.2.21)

(24)登録日　令和5年2月13日(2023.2.13)

(51)国際特許分類

Ｈ０３Ｍ　13/19　(2006.01)		Ｈ０３Ｍ	13/19
Ｈ０３Ｍ　13/27　(2006.01)		Ｈ０３Ｍ	13/27

ＦＩ

請求項の数　4　（全176頁）

(21)出願番号　特願2022-48966(P2022-48966)
(22)出願日　令和4年3月24日(2022.3.24)
(62)分割の表示　特願2021-84303(P2021-84303)の分割
原出願日　平成29年2月6日(2017.2.6)
(65)公開番号　特開2022-75963(P2022-75963A)
(43)公開日　令和4年5月18日(2022.5.18)
審査請求日　令和4年3月25日(2022.3.25)
（出願人による申告）平成２８年度、総務省、委託研究「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」、産業技術力強化法第１７条の適用を受ける特許出願

(73)特許権者　000002185
ソニーグループ株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100121131
弁理士　西川 孝
(74)代理人　100082131
弁理士　稲本 義雄
(74)代理人　100168686
弁理士　三浦 勇介
(72)発明者　篠原 雄二
東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内
(72)発明者　山本 真紀子
東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　送信装置、送信方法、受信装置、及び、受信方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが11/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化ステップと、

前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブステップと、

前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピングステップと

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

152, 87, 170, 33, 48, 95, 2, 184, 145, 51, 94, 164, 38, 90, 158, 70, 124, 128, 66, 111, 79, 42, 45, 141, 83, 73, 57, 119, 20, 67, 31, 179, 123, 183, 26, 188, 15, 163, 1, 133, 105, 72, 81, 153, 69, 182, 101, 180, 185, 190, 77, 6, 127, 138, 75, 59, 24, 175, 30, 186, 139, 56, 100, 176, 147, 189, 116, 131, 25, 5, 16, 117, 74, 50, 171, 114, 76, 44, 107, 135, 71, 181, 13, 43, 122, 78, 4, 58, 35, 63, 187, 98, 37, 169, 148, 7, 10, 49, 80, 161, 167, 28, 142, 46, 97, 92, 121, 112, 88, 102, 106, 173, 19, 27, 41, 172, 91, 191, 34, 118, 108, 136, 166, 155, 96, 3, 165, 103, 84, 109, 104, 53, 23, 0, 178, 17, 86, 9, 168,

134, 110, 18, 32, 146, 129, 159, 55, 154, 126, 40, 151, 174, 60, 52, 22, 14
9, 156, 113, 143, 11, 93, 62, 177, 64, 61, 160, 150, 65, 130, 82, 29, 115, 1
37, 36, 8, 157, 54, 89, 99, 120, 68, 21, 140, 14, 39, 132, 125, 12, 85, 162, 47, 144
の並びにインターリーブし、
前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、
前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、
前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、
前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

983 2226 4091 5418 5824 6483 6914 8239 8364 10220 10322 15658 16
928 17307 18061
1584 5655 6787 7213 7270 8585 8995 9294 9832 9982 11185 12221 12
889 17573 19096
319 1077 1796 2421 6574 11763 13465 14527 15147 15218 16000 182
84 20199 21095 21194
767 1018 3780 3826 4288 4855 7169 7431 9151 10097 10919 12050 13
261 19816 20932
173 692 3552 5046 6523 6784 9542 10482 14658 14663 15168 16153 1
6410 17546 20989
2214 2286 2445 2856 3562 3615 3970 6065 7117 7989 8180 15971 202
53 21312 21428
532 1361 1905 3577 5147 10409 11348 11660 15230 17283 18724 201
90 20542 21159 21282
3242 5061 7587 7677 8614 8834 9130 9135 9331 13480 13544 14263 1
5438 20548 21174
1507 4159 4946 5215 5653 6385 7131 8049 10198 10499 12215 14105
16118 17016 21371
212 1856 1981 2056 6766 8123 10128 10957 11159 11237 12893 14064
17760 18933 19009
329 5552 5948 6484 10108 10127 10816 13210 14985 15110 15565 15
969 17136 18504 20818
4753 5744 6511 7062 7355 8379 8817 13503 13650 14014 15393 15640
18127 18595 20426
1152 1707 4013 5932 8540 9077 11521 11923 11954 12529 13519 156
41 16262 17874 19386
858 2355 2511 3125 5531 6472 8146 11423 11558 11760 13556 15194
20782 20988 21261
216 1722 2750 3809 6210 8233 9183 10734 11339 12321 12898 15902
17437 19085 21588
1560 1718 1757 2292 2349 3992 6943 7369 7806 10282 11373 13624 1
4608 17087 18011
1375 1640 2015 2539 2691 2967 4344 7125 9176 9435 12378 12520 12
901 15704 18897
1703 2861 2986 3574 7208 8486 9412 9879 13027 13945 14873 15546
16516 18931 21070
309 1587 3118 5472 10035 13988 15019 15322 16373 17580 17728 18
125 18872 19876 20457
984 991 1203 3159 4303 5734 8850 9626 12217 17227 17269 18695 18
854 19580 19684

2429 6165 6828 7761 9761 9899 9942 10151 11198 11271 13184 14026 14560 18962 20570
876 1074 5177 5185 6415 6451 10856 11603 14590 14658 16293 17221 19273 19319 20447
557 607 2473 5002 6601 9876 10284 10809 13563 14849 15710 16798 17509 18927 21306
939 1271 3085 5054 5723 5959 7530 10912 13375 16696 18753 19673 20328 21068 21258
2802 3312 5015 6041 6943 7606 9375 12116 12868 12964 13374 13594 14978 16125 18621
3002 6512 6965 6967 8504 10777 11217 11931 12647 12686 12740 12900 12958 13870 17860
151 3874 4228 7837 10244 10589 14530 15323 16462 17711 18995 19363 19376 19540 20641
1249 2946 2959 3330 4264 7797 10652 11845 12987 15974 16536 17520 19851 20150 20172
4769 11033 14937
1431 2870 15158
9416 14905 20800
1708 9944 16952
1116 1179 20743
3665 8987 16223
655 11424 17411
42 2717 11613
2787 9015 15081
3718 7305 11822
18306 18499 18843
1208 4586 10578
9494 12676 13710
10580 15127 20614
4439 15646 19861
5255 12337 14649
2532 7552 10813
1591 7781 13020
7264 8634 17208
7462 10069 17710
1320 3382 6439
4057 9762 11401
1618 7604 19881
3858 16826 17768
6158 11759 19274
3767 11872 15137
2111 5563 16776
1888 15452 17925
2840 15375 16376
3695 11232 16970
10181 16329 17920
9743 13974 17724
29 16450 20509
2393 17877 19591

1827 15175 15366
3771 14716 18363
5585 14762 19813
7186 8104 12067
2554 12025 15873
2208 5739 6150
2816 12745 17143
9363 11582 17976
5834 8178 12517
3546 15667 19511
5211 10685 20833
3399 7774 16435
3767 4542 8775
4404 6349 19426
4812 11088 16761
5761 11289 17985
9989 11488 15986
10200 16710 20899
6970 12774 20558
1304 2495 3507
5236 7678 10437
4493 10472 19880
1883 14768 21100
352 18797 20570
1411 3221 4379
3304 11013 18382
14864 16951 18782
2887 15658 17633
7109 7383 19956
4293 12990 13934
9890 15206 15786
2987 5455 8787
5782 7137 15981
736 1961 10441
2728 11808 21305
4663 4693 13680
1965 3668 9025
818 10532 16332
7006 16717 21102
2955 15500 20140
8274 13451 19436
3604 13158 21154
5519 6531 9995
1629 17919 18532
15199 16690 16884
5177 5869 14843
5 5088 19940
16910 20686 21206
10662 11610 17578
3378 4579 12849

5947 19300 19762
2545 10686 12579
4568 10814 19032
677 18652 18992
190 11377 12987
4183 6801 20025
6944 8321 15868
3311 6049 14757
7155 11435 16353
4778 5674 15973
1889 3361 7563
467 5999 10103
7613 11096 19536
2244 4442 6000
9055 13516 15414
4831 6111 10744
3792 8258 15106
6990 9168 17589
7920 11548 20786
10533 14361 19577
である
送信方法。

【請求項２】

符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが11/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、

前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、

前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部と

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

152, 87, 170, 33, 48, 95, 2, 184, 145, 51, 94, 164, 38, 90, 158, 70, 124, 128, 66, 111, 79, 42, 45, 141, 83, 73, 57, 119, 20, 67, 31, 179, 123, 183, 26, 188, 15, 163, 1, 133, 105, 72, 81, 153, 69, 182, 101, 180, 185, 190, 77, 6, 127, 138, 75, 59, 24, 175, 30, 186, 139, 56, 100, 176, 147, 189, 116, 131, 25, 5, 16, 117, 74, 50, 171, 114, 76, 44, 107, 135, 71, 181, 13, 43, 122, 78, 4, 58, 35, 63, 187, 98, 37, 169, 148, 7, 10, 49, 80, 161, 167, 28, 142, 46, 97, 92, 121, 112, 88, 102, 106, 173, 19, 27, 41, 172, 91, 191, 34, 118, 108, 136, 166, 155, 96, 3, 165, 103, 84, 109, 104, 53, 23, 0, 178, 17, 86, 9, 168, 134, 110, 18, 32, 146, 129, 159, 55, 154, 126, 40, 151, 174, 60, 52, 22, 149, 156, 113, 143, 11, 93, 62, 177, 64, 61, 160, 150, 65, 130, 82, 29, 115, 137, 36, 8, 157, 54, 89, 99, 120, 68, 21, 140, 14, 39, 132, 125, 12, 85, 162, 47, 144

の並びにインターリーブし、

前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、

前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、

前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、

前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表す

テーブルであって、

983 2226 4091 5418 5824 6483 6914 8239 8364 10220 10322 15658 16928 17307 18061

1584 5655 6787 7213 7270 8585 8995 9294 9832 9982 11185 12221 12889 17573 19096

319 1077 1796 2421 6574 11763 13465 14527 15147 15218 16000 18284 20199 21095 21194

767 1018 3780 3826 4288 4855 7169 7431 9151 10097 10919 12050 13261 19816 20932

173 692 3552 5046 6523 6784 9542 10482 14658 14663 15168 16153 16410 17546 20989

2214 2286 2445 2856 3562 3615 3970 6065 7117 7989 8180 15971 20253 21312 21428

532 1361 1905 3577 5147 10409 11348 11660 15230 17283 18724 20190 20542 21159 21282

3242 5061 7587 7677 8614 8834 9130 9135 9331 13480 13544 14263 15438 20548 21174

1507 4159 4946 5215 5653 6385 7131 8049 10198 10499 12215 14105 16118 17016 21371

212 1856 1981 2056 6766 8123 10128 10957 11159 11237 12893 14064 17760 18933 19009

329 5552 5948 6484 10108 10127 10816 13210 14985 15110 15565 15969 17136 18504 20818

4753 5744 6511 7062 7355 8379 8817 13503 13650 14014 15393 15640 18127 18595 20426

1152 1707 4013 5932 8540 9077 11521 11923 11954 12529 13519 15641 16262 17874 19386

858 2355 2511 3125 5531 6472 8146 11423 11558 11760 13556 15194 20782 20988 21261

216 1722 2750 3809 6210 8233 9183 10734 11339 12321 12898 15902 17437 19085 21588

1560 1718 1757 2292 2349 3992 6943 7369 7806 10282 11373 13624 14608 17087 18011

1375 1640 2015 2539 2691 2967 4344 7125 9176 9435 12378 12520 12901 15704 18897

1703 2861 2986 3574 7208 8486 9412 9879 13027 13945 14873 15546 16516 18931 21070

309 1587 3118 5472 10035 13988 15019 15322 16373 17580 17728 18125 18872 19876 20457

984 991 1203 3159 4303 5734 8850 9626 12217 17227 17269 18695 18854 19580 19684

2429 6165 6828 7761 9761 9899 9942 10151 11198 11271 13184 14026 14560 18962 20570

876 1074 5177 5185 6415 6451 10856 11603 14590 14658 16293 17221 19273 19319 20447

557 607 2473 5002 6601 9876 10284 10809 13563 14849 15710 16798 17509 18927 21306

939 1271 3085 5054 5723 5959 7530 10912 13375 16696 18753 19673 20328 21068 21258

2802 3312 5015 6041 6943 7606 9375 12116 12868 12964 13374 13594

14978 16125 18621
3002 6512 6965 6967 8504 10777 11217 11931 12647 12686 12740 12900 12958 13870 17860
151 3874 4228 7837 10244 10589 14530 15323 16462 17711 18995 19363 19376 19540 20641
1249 2946 2959 3330 4264 7797 10652 11845 12987 15974 16536 17520 19851 20150 20172
4769 11033 14937
1431 2870 15158
9416 14905 20800
1708 9944 16952
1116 1179 20743
3665 8987 16223
655 11424 17411
42 2717 11613
2787 9015 15081
3718 7305 11822
18306 18499 18843
1208 4586 10578
9494 12676 13710
10580 15127 20614
4439 15646 19861
5255 12337 14649
2532 7552 10813
1591 7781 13020
7264 8634 17208
7462 10069 17710
1320 3382 6439
4057 9762 11401
1618 7604 19881
3858 16826 17768
6158 11759 19274
3767 11872 15137
2111 5563 16776
1888 15452 17925
2840 15375 16376
3695 11232 16970
10181 16329 17920
9743 13974 17724
29 16450 20509
2393 17877 19591
1827 15175 15366
3771 14716 18363
5585 14762 19813
7186 8104 12067
2554 12025 15873
2208 5739 6150
2816 12745 17143
9363 11582 17976
5834 8178 12517

3546 15667 19511
5211 10685 20833
3399 7774 16435
3767 4542 8775
4404 6349 19426
4812 11088 16761
5761 11289 17985
9989 11488 15986
10200 16710 20899
6970 12774 20558
1304 2495 3507
5236 7678 10437
4493 10472 19880
1883 14768 21100
352 18797 20570
1411 3221 4379
3304 11013 18382
14864 16951 18782
2887 15658 17633
7109 7383 19956
4293 12990 13934
9890 15206 15786
2987 5455 8787
5782 7137 15981
736 1961 10441
2728 11808 21305
4663 4693 13680
1965 3668 9025
818 10532 16332
7006 16717 21102
2955 15500 20140
8274 13451 19436
3604 13158 21154
5519 6531 9995
1629 17919 18532
15199 16690 16884
5177 5869 14843
5 5088 19940
16910 20686 21206
10662 11610 17578
3378 4579 12849
5947 19300 19762
2545 10686 12579
4568 10814 19032
677 18652 18992
190 11377 12987
4183 6801 20025
6944 8321 15868
3311 6049 14757
7155 11435 16353

4778 5674 15973
1889 3361 7563
467 5999 10103
7613 11096 19536
2244 4442 6000
9055 13516 15414
4831 6111 10744
3792 8258 15106
6990 9168 17589
7920 11548 20786
10533 14361 19577
である
送信装置
から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズデインターリーブ部を備える
受信装置。

【請求項３】
符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが11/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、
前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、
前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部と
を備え、
前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ
152, 87, 170, 33, 48, 95, 2, 184, 145, 51, 94, 164, 38, 90, 158, 70, 124, 128, 66, 111, 79, 42, 45, 141, 83, 73, 57, 119, 20, 67, 31, 179, 123, 183, 26, 188, 15, 163, 1, 133, 105, 72, 81, 153, 69, 182, 101, 180, 185, 190, 77, 6, 127, 138, 75, 59, 24, 175, 30, 186, 139, 56, 100, 176, 147, 189, 116, 131, 25, 5, 16, 117, 74, 50, 171, 114, 76, 44, 107, 135, 71, 181, 13, 43, 122, 78, 4, 58, 35, 63, 187, 98, 37, 169, 148, 7, 10, 49, 80, 161, 167, 28, 142, 46, 97, 92, 121, 112, 88, 102, 106, 173, 19, 27, 41, 172, 91, 191, 34, 118, 108, 136, 166, 155, 96, 3, 165, 103, 84, 109, 104, 53, 23, 0, 178, 17, 86, 9, 168, 134, 110, 18, 32, 146, 129, 159, 55, 154, 126, 40, 151, 174, 60, 52, 22, 149, 156, 113, 143, 11, 93, 62, 177, 64, 61, 160, 150, 65, 130, 82, 29, 115, 137, 36, 8, 157, 54, 89, 99, 120, 68, 21, 140, 14, 39, 132, 125, 12, 85, 162, 47, 144
の並びにインターリーブし、
前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、
前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、
前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、
前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、
983 2226 4091 5418 5824 6483 6914 8239 8364 10220 10322 15658 16928 17307 18061
1584 5655 6787 7213 7270 8585 8995 9294 9832 9982 11185 12221 12889 17573 19096
319 1077 1796 2421 6574 11763 13465 14527 15147 15218 16000 182

84 20199 21095 21194
767 1018 3780 3826 4288 4855 7169 7431 9151 10097 10919 12050 13261 19816 20932
173 692 3552 5046 6523 6784 9542 10482 14658 14663 15168 16153 16410 17546 20989
2214 2286 2445 2856 3562 3615 3970 6065 7117 7989 8180 15971 20253 21312 21428
532 1361 1905 3577 5147 10409 11348 11660 15230 17283 18724 20190 20542 21159 21282
3242 5061 7587 7677 8614 8834 9130 9135 9331 13480 13544 14263 15438 20548 21174
1507 4159 4946 5215 5653 6385 7131 8049 10198 10499 12215 14105 16118 17016 21371
212 1856 1981 2056 6766 8123 10128 10957 11159 11237 12893 14064 17760 18933 19009
329 5552 5948 6484 10108 10127 10816 13210 14985 15110 15565 15969 17136 18504 20818
4753 5744 6511 7062 7355 8379 8817 13503 13650 14014 15393 15640 18127 18595 20426
1152 1707 4013 5932 8540 9077 11521 11923 11954 12529 13519 15641 16262 17874 19386
858 2355 2511 3125 5531 6472 8146 11423 11558 11760 13556 15194 20782 20988 21261
216 1722 2750 3809 6210 8233 9183 10734 11339 12321 12898 15902 17437 19085 21588
1560 1718 1757 2292 2349 3992 6943 7369 7806 10282 11373 13624 14608 17087 18011
1375 1640 2015 2539 2691 2967 4344 7125 9176 9435 12378 12520 12901 15704 18897
1703 2861 2986 3574 7208 8486 9412 9879 13027 13945 14873 15546 16516 18931 21070
309 1587 3118 5472 10035 13988 15019 15322 16373 17580 17728 18125 18872 19876 20457
984 991 1203 3159 4303 5734 8850 9626 12217 17227 17269 18695 18854 19580 19684
2429 6165 6828 7761 9761 9899 9942 10151 11198 11271 13184 14026 14560 18962 20570
876 1074 5177 5185 6415 6451 10856 11603 14590 14658 16293 17221 19273 19319 20447
557 607 2473 5002 6601 9876 10284 10809 13563 14849 15710 16798 17509 18927 21306
939 1271 3085 5054 5723 5959 7530 10912 13375 16696 18753 19673 20328 21068 21258
2802 3312 5015 6041 6943 7606 9375 12116 12868 12964 13374 13594 14978 16125 18621
3002 6512 6965 6967 8504 10777 11217 11931 12647 12686 12740 12900 12958 13870 17860
151 3874 4228 7837 10244 10589 14530 15323 16462 17711 18995 19363 19376 19540 20641
1249 2946 2959 3330 4264 7797 10652 11845 12987 15974 16536 175

20 19851 20150 20172
4769 11033 14937
1431 2870 15158
9416 14905 20800
1708 9944 16952
1116 1179 20743
3665 8987 16223
655 11424 17411
42 2717 11613
2787 9015 15081
3718 7305 11822
18306 18499 18843
1208 4586 10578
9494 12676 13710
10580 15127 20614
4439 15646 19861
5255 12337 14649
2532 7552 10813
1591 7781 13020
7264 8634 17208
7462 10069 17710
1320 3382 6439
4057 9762 11401
1618 7604 19881
3858 16826 17768
6158 11759 19274
3767 11872 15137
2111 5563 16776
1888 15452 17925
2840 15375 16376
3695 11232 16970
10181 16329 17920
9743 13974 17724
29 16450 20509
2393 17877 19591
1827 15175 15366
3771 14716 18363
5585 14762 19813
7186 8104 12067
2554 12025 15873
2208 5739 6150
2816 12745 17143
9363 11582 17976
5834 8178 12517
3546 15667 19511
5211 10685 20833
3399 7774 16435
3767 4542 8775
4404 6349 19426
4812 11088 16761

5761 11289 17985
9989 11488 15986
10200 16710 20899
6970 12774 20558
1304 2495 3507
5236 7678 10437
4493 10472 19880
1883 14768 21100
352 18797 20570
1411 3221 4379
3304 11013 18382
14864 16951 18782
2887 15658 17633
7109 7383 19956
4293 12990 13934
9890 15206 15786
2987 5455 8787
5782 7137 15981
736 1961 10441
2728 11808 21305
4663 4693 13680
1965 3668 9025
818 10532 16332
7006 16717 21102
2955 15500 20140
8274 13451 19436
3604 13158 21154
5519 6531 9995
1629 17919 18532
15199 16690 16884
5177 5869 14843
5 5088 19940
16910 20686 21206
10662 11610 17578
3378 4579 12849
5947 19300 19762
2545 10686 12579
4568 10814 19032
677 18652 18992
190 11377 12987
4183 6801 20025
6944 8321 15868
3311 6049 14757
7155 11435 16353
4778 5674 15973
1889 3361 7563
467 5999 10103
7613 11096 19536
2244 4442 6000
9055 13516 15414

4831 6111 10744
3792 8258 15106
6990 9168 17589
7920 11548 20786
10533 14361 19577
である
送信装置。
【請求項４】
符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが11/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、
前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、
前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部と
を備え、
前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ
152, 87, 170, 33, 48, 95, 2, 184, 145, 51, 94, 164, 38, 90, 158, 70, 124, 128, 66, 111, 79, 42, 45, 141, 83, 73, 57, 119, 20, 67, 31, 179, 123, 183, 26, 188, 15, 163, 1, 133, 105, 72, 81, 153, 69, 182, 101, 180, 185, 190, 77, 6, 127, 138, 75, 59, 24, 175, 30, 186, 139, 56, 100, 176, 147, 189, 116, 131, 25, 5, 16, 117, 74, 50, 171, 114, 76, 44, 107, 135, 71, 181, 13, 43, 122, 78, 4, 58, 35, 63, 187, 98, 37, 169, 148, 7, 10, 49, 80, 161, 167, 28, 142, 46, 97, 92, 121, 112, 88, 102, 106, 173, 19, 27, 41, 172, 91, 191, 34, 118, 108, 136, 166, 155, 96, 3, 165, 103, 84, 109, 104, 53, 23, 0, 178, 17, 86, 9, 168, 134, 110, 18, 32, 146, 129, 159, 55, 154, 126, 40, 151, 174, 60, 52, 22, 149, 156, 113, 143, 11, 93, 62, 177, 64, 61, 160, 150, 65, 130, 82, 29, 115, 137, 36, 8, 157, 54, 89, 99, 120, 68, 21, 140, 14, 39, 132, 125, 12, 85, 162, 47, 144
の並びにインターリーブし、
前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、
前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、
前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、
前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、
983 2226 4091 5418 5824 6483 6914 8239 8364 10220 10322 15658 16928 17307 18061
1584 5655 6787 7213 7270 8585 8995 9294 9832 9982 11185 12221 12889 17573 19096
319 1077 1796 2421 6574 11763 13465 14527 15147 15218 16000 18284 20199 21095 21194
767 1018 3780 3826 4288 4855 7169 7431 9151 10097 10919 12050 13261 19816 20932
173 692 3552 5046 6523 6784 9542 10482 14658 14663 15168 16153 16410 17546 20989
2214 2286 2445 2856 3562 3615 3970 6065 7117 7989 8180 15971 20253 21312 21428
532 1361 1905 3577 5147 10409 11348 11660 15230 17283 18724 20190 20542 21159 21282

3242 5061 7587 7677 8614 8834 9130 9135 9331 13480 13544 14263 1
5438 20548 21174
1507 4159 4946 5215 5653 6385 7131 8049 10198 10499 12215 14105
16118 17016 21371
212 1856 1981 2056 6766 8123 10128 10957 11159 11237 12893 14064
17760 18933 19009
329 5552 5948 6484 10108 10127 10816 13210 14985 15110 15565 15
969 17136 18504 20818
4753 5744 6511 7062 7355 8379 8817 13503 13650 14014 15393 15640
18127 18595 20426
1152 1707 4013 5932 8540 9077 11521 11923 11954 12529 13519 156
41 16262 17874 19386
858 2355 2511 3125 5531 6472 8146 11423 11558 11760 13556 15194
20782 20988 21261
216 1722 2750 3809 6210 8233 9183 10734 11339 12321 12898 15902
17437 19085 21588
1560 1718 1757 2292 2349 3992 6943 7369 7806 10282 11373 13624 1
4608 17087 18011
1375 1640 2015 2539 2691 2967 4344 7125 9176 9435 12378 12520 12
901 15704 18897
1703 2861 2986 3574 7208 8486 9412 9879 13027 13945 14873 15546
16516 18931 21070
309 1587 3118 5472 10035 13988 15019 15322 16373 17580 17728 18
125 18872 19876 20457
984 991 1203 3159 4303 5734 8850 9626 12217 17227 17269 18695 18
854 19580 19684
2429 6165 6828 7761 9761 9899 9942 10151 11198 11271 13184 14026
14560 18962 20570
876 1074 5177 5185 6415 6451 10856 11603 14590 14658 16293 17221
19273 19319 20447
557 607 2473 5002 6601 9876 10284 10809 13563 14849 15710 16798
17509 18927 21306
939 1271 3085 5054 5723 5959 7530 10912 13375 16696 18753 19673
20328 21068 21258
2802 3312 5015 6041 6943 7606 9375 12116 12868 12964 13374 13594
14978 16125 18621
3002 6512 6965 6967 8504 10777 11217 11931 12647 12686 12740 12
900 12958 13870 17860
151 3874 4228 7837 10244 10589 14530 15323 16462 17711 18995 19
363 19376 19540 20641
1249 2946 2959 3330 4264 7797 10652 11845 12987 15974 16536 175
20 19851 20150 20172
4769 11033 14937
1431 2870 15158
9416 14905 20800
1708 9944 16952
1116 1179 20743
3665 8987 16223
655 11424 17411
42 2717 11613

2787 9015 15081
3718 7305 11822
18306 18499 18843
1208 4586 10578
9494 12676 13710
10580 15127 20614
4439 15646 19861
5255 12337 14649
2532 7552 10813
1591 7781 13020
7264 8634 17208
7462 10069 17710
1320 3382 6439
4057 9762 11401
1618 7604 19881
3858 16826 17768
6158 11759 19274
3767 11872 15137
2111 5563 16776
1888 15452 17925
2840 15375 16376
3695 11232 16970
10181 16329 17920
9743 13974 17724
29 16450 20509
2393 17877 19591
1827 15175 15366
3771 14716 18363
5585 14762 19813
7186 8104 12067
2554 12025 15873
2208 5739 6150
2816 12745 17143
9363 11582 17976
5834 8178 12517
3546 15667 19511
5211 10685 20833
3399 7774 16435
3767 4542 8775
4404 6349 19426
4812 11088 16761
5761 11289 17985
9989 11488 15986
10200 16710 20899
6970 12774 20558
1304 2495 3507
5236 7678 10437
4493 10472 19880
1883 14768 21100
352 18797 20570

1411 3221 4379
3304 11013 18382
14864 16951 18782
2887 15658 17633
7109 7383 19956
4293 12990 13934
9890 15206 15786
2987 5455 8787
5782 7137 15981
736 1961 10441
2728 11808 21305
4663 4693 13680
1965 3668 9025
818 10532 16332
7006 16717 21102
2955 15500 20140
8274 13451 19436
3604 13158 21154
5519 6531 9995
1629 17919 18532
15199 16690 16884
5177 5869 14843
5 5088 19940
16910 20686 21206
10662 11610 17578
3378 4579 12849
5947 19300 19762
2545 10686 12579
4568 10814 19032
677 18652 18992
190 11377 12987
4183 6801 20025
6944 8321 15868
3311 6049 14757
7155 11435 16353
4778 5674 15973
1889 3361 7563
467 5999 10103
7613 11096 19536
2244 4442 6000
9055 13516 15414
4831 6111 10744
3792 8258 15106
6990 9168 17589
7920 11548 20786
10533 14361 19577
である
送信装置
から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズデインターリーブステップを備える

受信方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本技術は、送信装置、送信方法、受信装置、及び、受信方法に関し、特に、例えば、LDPC符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保することができるようにする送信装置、送信方法、受信装置、及び、受信方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
LDPC(Low Density Parity Check)符号は、高い誤り訂正能力を有し、近年では、例えば、欧州等のDVB(Digital Video Broadcasting)-S.2や、DVB-T.2、DVB-C.2、米国等のATSC(Advanced Television Systems Committee)3.0等のディジタル放送等の伝送方式に広く採用されている（例えば、非特許文献１を参照）。
【０００３】
LDPC符号は、近年の研究により、ターボ符号等と同様に、符号長を長くしていくにしたがって、シャノン限界に近い性能が得られることがわかりつつある。また、LDPC符号は、最小距離が符号長に比例するという性質があることから、その特徴として、ブロック誤り確率特性がよく、さらに、ターボ符号等の復号特性において観測される、いわゆるエラーフロア現象が殆ど生じないことも利点として挙げられる。
【先行技術文献】
【非特許文献】
【０００４】
【文献】ATSC Standard:Physical Layer Protocol(A/322), 7 September 2016
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
LDPC符号を用いたデータ伝送では、例えば、LDPC符号が、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)等の直交変調（ディジタル変調）のシンボルとされ（シンボル化され）、そのシンボルが、直交変調の信号点にマッピングされて送信される。
【０００６】
以上のようなLDPC符号を用いたデータ伝送は、世界的に拡がりつつあり、良好な通信（伝送）品質を確保することが要請されている。
【０００７】
本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、LDPC符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保することができるようにするものである。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本技術の第１の送信方法／装置は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが3/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化ステップ／部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブステップ／部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピングステップ／部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ
154, 106, 99, 177, 191, 55, 189, 181, 22, 62, 80, 114, 110, 141, 83, 103, 169, 156, 130, 186, 92, 45, 68, 126, 112, 185, 160, 158, 17, 145, 162, 127, 152, 174, 134, 18, 157, 120, 3, 29, 13, 135, 173, 86, 73, 150, 46, 153, 33, 61, 142, 102, 171, 168, 78, 77, 139, 85, 176, 163, 128, 101, 42, 2, 14, 38, 10, 125, 90, 30, 63, 172, 47, 108, 89, 0, 32, 94, 23, 34, 59, 35, 129, 12, 14

6, 8, 60, 27, 147, 180, 100, 87, 184, 167, 36, 79, 138, 4, 95, 148, 72, 54, 9
1, 182, 28, 133, 164, 175, 123, 107, 137, 88, 44, 116, 69, 7, 31, 124, 144,
105, 170, 6, 165, 15, 161, 24, 58, 70, 11, 56, 143, 111, 104, 74, 67, 109, 8
2, 21, 52, 9, 71, 48, 26, 117, 50, 149, 140, 20, 57, 136, 113, 64, 151, 190,
131, 19, 51, 96, 76, 1, 97, 40, 53, 84, 166, 75, 159, 98, 81, 49, 66, 188, 11
8, 39, 132, 187, 25, 119, 41, 122, 16, 5, 93, 115, 178, 65, 121, 37, 155, 18
3, 43, 179

の並びにインターリーブし、前記検査行列は、所定値M1と、前記LDPC符号の情報長K=N×rとで表されるM1行K列の、前記検査行列の左上のA行列と、M1行M1列の、前記A行列の右に隣接する階段構造のB行列と、M1行N-K-M1列の、前記B行列の右に隣接するゼロ行列であるZ行列と、N-K-M1行K+M1列の、前記A行列及び前記B行列の下に隣接するC行列と、N-K-M1行N-K-M1列の、前記C行列の右に隣接する単位行列であるD行列とを含み、前記所定値M1は、1800であり、前記A行列及びC行列は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記A行列及びC行列の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

126 1125 1373 4698 5254 17832 23701 31126 33867 46596 46794 483
92 49352 51151 52100 55162

794 1435 1552 4483 14668 16919 21871 36755 42132 43323 46650 47
676 50412 53484 54886 55333

698 1356 1519 5555 6877 8407 8414 14248 17811 22998 28378 40695
46542 52817 53284 55968

457 493 1080 2261 4637 5314 9670 11171 12679 29201 35980 43792 4
4337 47131 49880 55301

467 721 1484 5326 8676 11727 15221 17477 21390 22224 27074 28845
37670 38917 40996 43851

305 389 526 9156 11091 12367 13337 14299 22072 25367 29827 30710
37688 44321 48351 54663

23 342 1426 5889 7362 8213 8512 10655 14549 15486 26010 30403 32
196 36341 37705 45137

123 429 485 4093 6933 11291 11639 12558 20096 22292 24696 32438
34615 38061 40659 51577

920 1086 1257 8839 10010 13126 14367 18612 23252 23777 32883 32
982 35684 40534 53318 55947

579 937 1593 2549 12702 17659 19393 20047 25145 27792 30322 333
11 39737 42052 50294 53363

116 883 1067 9847 10660 12052 18157 20519 21191 24139 27132 276
43 30745 33852 37692 37724

915 1154 1698 5197 5249 13741 25043 29802 31354 32707 33804 368
56 39887 41245 42065 50240

317 1304 1770 12854 14018 14061 16657 24029 24408 34493 35322 3
5755 38593 47428 53811 55008

163 216 719 5541 13996 18754 19287 24293 38575 39520 43058 43395
45390 46665 50706 55269

42 415 1326 2553 7963 14878 17850 21757 22166 32986 39076 39267
46154 46790 52877 53780

593 1511 1515 13942 14258 14432 24537 38229 38251 40975 41350 4
3490 44880 45278 46574 51442

219 262 955 1978 10654 13021 16873 23340 27412 32762 40024 42723
45976 46603 47761 54095

632 944 1598 12924 17942 18478 26487 28036 42462 43513 44487 44

584 48245 53274 54343 55453
501 912 1656 2009 6339 15581 20597 26886 32241 34471 37497 43009 45977 46587 46821 51187
610 713 1619 5176 6122 6445 8044 12220 14126 32911 38647 40715 45111 47872 50111 55027
258 445 1137 4517 5846 7644 15604 16606 16969 17622 20691 34589 35808 43692 45126 49527
612 854 1521 13045 14525 15821 21096 23774 24274 25855 26266 27296 30033 40847 44681 46072
714 876 1365 5836 10004 15778 17044 22417 26397 31508 32354 37917 42049 50828 50947 54052
1338 1595 1718 4722 4981 12275 13632 15276 15547 17668 21645 26616 29044 39417 39669 53539
687 721 1054 5918 10421 13356 15941 17657 20704 21564 23649 35798 36475 46109 46414 49845
734 1635 1666 9737 23679 24394 24784 26917 27334 28772 29454 35246 35512 37169 39638 44309
469 918 1212 3912 10712 13084 13906 14000 16602 18040 18697 25940 30677 44811 50590 52018
70 332 496 6421 19082 19665 25460 27377 27378 31086 36629 37104 37236 37771 38622 40678
48 142 1668 2102 3421 10462 13086 13671 24889 36914 37586 40166 42935 49052 49205 52170
294 616 840 2360 5386 7278 10202 15133 24149 24629 27338 28672 31892 39559 50438 50453
517 946 1043 2563 3416 6620 8572 10920 31906 32685 36852 40521 46898 48369 48700 49210
1325 1424 1741 11692 11761 19152 19732 28863 30563 34985 42394 44802 49339 54524 55731
664 1340 1437 9442 10378 12176 18760 19872 21648 34682 37784 40545 44808 47558 53061
378 705 1356 16007 16336 19543 21682 28716 30262 34500 40335 44238 48274 50341 52887
999 1202 1328 10688 11514 11724 15674 21039 35182 36272 41441 42542 52517 54945 56157
247 384 1270 6610 10335 24421 25984 27761 38728 41010 46216 46892 47392 48394 51471
10091 10124 12187 13741 18018 20438 21412 24163 35862 36925 37532 46234
7860 8123 8712 17553 20624 29410 29697 29853 43483 43603 53476 53737
11547 11741 19045 20400 23052 28251 32038 44283 50596 53622 55875 55888
3825 11292 11723 13819 26483 28571 33319 33721 34911 37766 47843 48667
10114 10336 14710 15586 19531 22471 27945 28397 45637 46131 47760 52375

である送信方法／装置である。

【０００９】

本技術の第１の受信装置／方法は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが3/16

のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

154, 106, 99, 177, 191, 55, 189, 181, 22, 62, 80, 114, 110, 141, 83, 103, 169, 156, 130, 186, 92, 45, 68, 126, 112, 185, 160, 158, 17, 145, 162, 127, 152, 174, 134, 18, 157, 120, 3, 29, 13, 135, 173, 86, 73, 150, 46, 153, 33, 61, 142, 102, 171, 168, 78, 77, 139, 85, 176, 163, 128, 101, 42, 2, 14, 38, 10, 125, 90, 30, 63, 172, 47, 108, 89, 0, 32, 94, 23, 34, 59, 35, 129, 12, 146, 8, 60, 27, 147, 180, 100, 87, 184, 167, 36, 79, 138, 4, 95, 148, 72, 54, 91, 182, 28, 133, 164, 175, 123, 107, 137, 88, 44, 116, 69, 7, 31, 124, 144, 105, 170, 6, 165, 15, 161, 24, 58, 70, 11, 56, 143, 111, 104, 74, 67, 109, 82, 21, 52, 9, 71, 48, 26, 117, 50, 149, 140, 20, 57, 136, 113, 64, 151, 190, 131, 19, 51, 96, 76, 1, 97, 40, 53, 84, 166, 75, 159, 98, 81, 49, 66, 188, 118, 39, 132, 187, 25, 119, 41, 122, 16, 5, 93, 115, 178, 65, 121, 37, 155, 183, 43, 179

の並びにインターリーブし、前記検査行列は、所定値M1と、前記LDPC符号の情報長K=N×rとで表されるM1行K列の、前記検査行列の左上のA行列と、M1行M1列の、前記A行列の右に隣接する階段構造のB行列と、M1行N-K-M1列の、前記B行列の右に隣接するゼロ行列であるZ行列と、N-K-M1行K+M1列の、前記A行列及び前記B行列の下に隣接するC行列と、N-K-M1行N-K-M1列の、前記C行列の右に隣接する単位行列であるD行列とを含み、前記所定値M1は、1800であり、前記A行列及びC行列は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記A行列及びC行列の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

126 1125 1373 4698 5254 17832 23701 31126 33867 46596 46794 48392 49352 51151 52100 55162

794 1435 1552 4483 14668 16919 21871 36755 42132 43323 46650 47676 50412 53484 54886 55333

698 1356 1519 5555 6877 8407 8414 14248 17811 22998 28378 40695 46542 52817 53284 55968

457 493 1080 2261 4637 5314 9670 11171 12679 29201 35980 43792 44337 47131 49880 55301

467 721 1484 5326 8676 11727 15221 17477 21390 22224 27074 28845 37670 38917 40996 43851

305 389 526 9156 11091 12367 13337 14299 22072 25367 29827 30710 37688 44321 48351 54663

23 342 1426 5889 7362 8213 8512 10655 14549 15486 26010 30403 32196 36341 37705 45137

123 429 485 4093 6933 11291 11639 12558 20096 22292 24696 32438 34615 38061 40659 51577

920 1086 1257 8839 10010 13126 14367 18612 23252 23777 32883 32982 35684 40534 53318 55947

579 937 1593 2549 12702 17659 19393 20047 25145 27792 30322 33311 39737 42052 50294 53363

116 883 1067 9847 10660 12052 18157 20519 21191 24139 27132 27643 30745 33852 37692 37724

915 1154 1698 5197 5249 13741 25043 29802 31354 32707 33804 368

56 39887 41245 42065 50240
317 1304 1770 12854 14018 14061 16657 24029 24408 34493 35322 3
5755 38593 47428 53811 55008
163 216 719 5541 13996 18754 19287 24293 38575 39520 43058 43395
45390 46665 50706 55269
42 415 1326 2553 7963 14878 17850 21757 22166 32986 39076 39267
46154 46790 52877 53780
593 1511 1515 13942 14258 14432 24537 38229 38251 40975 41350 4
3490 44880 45278 46574 51442
219 262 955 1978 10654 13021 16873 23340 27412 32762 40024 42723
45976 46603 47761 54095
632 944 1598 12924 17942 18478 26487 28036 42462 43513 44487 44
584 48245 53274 54343 55453
501 912 1656 2009 6339 15581 20597 26886 32241 34471 37497 43009
45977 46587 46821 51187
610 713 1619 5176 6122 6445 8044 12220 14126 32911 38647 40715 4
5111 47872 50111 55027
258 445 1137 4517 5846 7644 15604 16606 16969 17622 20691 34589
35808 43692 45126 49527
612 854 1521 13045 14525 15821 21096 23774 24274 25855 26266 27
296 30033 40847 44681 46072
714 876 1365 5836 10004 15778 17044 22417 26397 31508 32354 379
17 42049 50828 50947 54052
1338 1595 1718 4722 4981 12275 13632 15276 15547 17668 21645 26
616 29044 39417 39669 53539
687 721 1054 5918 10421 13356 15941 17657 20704 21564 23649 357
98 36475 46109 46414 49845
734 1635 1666 9737 23679 24394 24784 26917 27334 28772 29454 35
246 35512 37169 39638 44309
469 918 1212 3912 10712 13084 13906 14000 16602 18040 18697 259
40 30677 44811 50590 52018
70 332 496 6421 19082 19665 25460 27377 27378 31086 36629 37104
37236 37771 38622 40678
48 142 1668 2102 3421 10462 13086 13671 24889 36914 37586 40166
42935 49052 49205 52170
294 616 840 2360 5386 7278 10202 15133 24149 24629 27338 28672 3
1892 39559 50438 50453
517 946 1043 2563 3416 6620 8572 10920 31906 32685 36852 40521 4
6898 48369 48700 49210
1325 1424 1741 11692 11761 19152 19732 28863 30563 34985 42394
44802 49339 54524 55731
664 1340 1437 9442 10378 12176 18760 19872 21648 34682 37784 40
545 44808 47558 53061
378 705 1356 16007 16336 19543 21682 28716 30262 34500 40335 44
238 48274 50341 52887
999 1202 1328 10688 11514 11724 15674 21039 35182 36272 41441 4
2542 52517 54945 56157
247 384 1270 6610 10335 24421 25984 27761 38728 41010 46216 468
92 47392 48394 51471
10091 10124 12187 13741 18018 20438 21412 24163 35862 36925 375

32 46234
7860 8123 8712 17553 20624 29410 29697 29853 43483 43603 53476 53737
11547 11741 19045 20400 23052 28251 32038 44283 50596 53622 55875 55888
3825 11292 11723 13819 26483 28571 33319 33721 34911 37766 47843 48667
10114 10336 14710 15586 19531 22471 27945 28397 45637 46131 47760 52375
である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズデインターリーブ部／ステップを備える受信装置／方法である。

【００１０】

本技術の第２の送信方法／装置は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが5/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化ステップ／部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブステップ／部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピングステップ／部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ
1, 182, 125, 0, 121, 47, 63, 154, 76, 99, 82, 163, 102, 166, 28, 189, 56, 67, 54, 39, 40, 185, 184, 65, 179, 4, 91, 87, 137, 170, 98, 71, 169, 49, 73, 37, 11, 143, 150, 123, 93, 62, 3, 50, 26, 140, 178, 95, 183, 33, 21, 53, 112, 128, 118, 120, 106, 139, 32, 130, 173, 132, 156, 119, 83, 176, 159, 13, 145, 36, 30, 113, 2, 41, 147, 174, 94, 88, 92, 60, 165, 59, 25, 161, 100, 85, 81, 61, 138, 48, 177, 77, 6, 22, 16, 43, 115, 23, 12, 66, 70, 9, 164, 122, 58, 105, 69, 42, 38, 19, 24, 180, 175, 74, 160, 34, 101, 72, 114, 142, 20, 8, 15, 190, 144, 104, 79, 172, 148, 31, 168, 10, 107, 14, 35, 52, 134, 126, 167, 149, 116, 186, 17, 162, 151, 5, 136, 55, 44, 110, 158, 46, 191, 29, 153, 155, 117, 188, 131, 97, 146, 103, 78, 109, 129, 57, 111, 45, 68, 157, 84, 141, 89, 64, 7, 108, 152, 75, 18, 96, 133, 171, 86, 181, 127, 27, 124, 187, 135, 80, 51, 90
の並びにインターリーブし、前記検査行列は、所定値M1と、前記LDPC符号の情報長K=N×rとで表されるM1行K列の、前記検査行列の左上のA行列と、M1行M1列の、前記A行列の右に隣接する階段構造のB行列と、M1行N-K-M1列の、前記B行列の右に隣接するゼロ行列であるZ行列と、N-K-M1行K+M1列の、前記A行列及び前記B行列の下に隣接するC行列と、N-K-M1行N-K-M1列の、前記C行列の右に隣接する単位行列であるD行列とを含み、前記所定値M1は、1800であり、前記A行列及びC行列は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記A行列及びC行列の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

152 1634 7484 23081 24142 26799 33620 40989 41902 44319 44378 45067
140 701 5137 7313 12672 16929 20359 27052 30236 33846 36254 46973
748 769 2891 7812 9964 15629 19104 20551 25796 28144 31518 34124
542 976 2279 18904 20877 24190 25903 28129 36804 41152 41957 46888
173 960 2926 11682 12304 13284 18037 22702 30255 33718 34073 37152
78 1487 4898 7472 8033 10631 11732 19334 24577 34586 38651 43639
594 1095 1857 2368 8909 17295 17546 21865 23257 31273 37013 41454
72 419 1596 7849 16093 23167 26923 31883 36092 40348 44500
866 1120 1568 1986 3532 20094 21663 26664 26970 33542 42578

868 917 1216 12018 15402 20691 24736 33133 36692 40276 46616
955 1070 1749 7988 10235 19174 22733 24283 27985 38200 44029
613 1729 1787 19542 21227 21376 31057 36104 36874 38078 42445
86 1555 1644 4633 14402 14997 25724 31382 31911 32224 43900
353 1132 1246 5544 7248 17887 25769 27008 28773 33188 44663
600 958 1376 6417 6814 17587 20680 25376 29522 31396 40526
179 528 1472 2481 5589 15696 20148 28040 29690 32370 42163
122 144 681 6613 11230 20862 26396 27737 35928 39396 42713
934 1256 1420 3881 4487 5830 7897 9587 17940 40333 41925
622 1458 1490 16541 18443 19401 24860 26981 28157 32875 38755
1017 1143 1511 2169 17322 24662 25971 29149 31450 31670 34779
935 1084 1534 2918 10596 11534 17476 27269 30344 31104 37975
173 532 1766 8001 10483 17002 19002 26759 31006 43466 47443
221 610 1795 9197 11770 12793 14875 30177 30610 42274 43888
188 439 1332 7030 9246 15150 26060 26541 27190 28259 36763
812 1643 1750 7446 7888 7995 18804 21646 28995 30727 39065
44 481 555 5618 9621 9873 19182 22059 42510 45343 46058
156 532 1799 6258 18733 19988 23237 27657 30835 34738 39503
1128 1553 1790 8372 11543 13764 17062 28627 38502 40796 42461
564 777 1286 3446 5566 12105 16038 18918 21802 25954 28137
1167 1178 1770 4151 11422 11833 16823 17799 19188 22517 29979
576 638 1364 12257 22028 24243 24297 31788 36398 38409 47211
334 592 940 2865 12075 12708 21452 31961 32150 35723 46278
1205 1267 1721 9293 18685 18917 23490 27678 37645 40114 45733
189 628 821 17066 19218 21462 25452 26858 38408 38941 42354
190 951 1019 5572 7135 15647 32613 33863 33981 35670 43727
84 1003 1597 12597 15567 21221 21891 23151 23964 24816 46178
756 1262 1345 6694 6893 9300 9497 17950 19082 35668 38447
848 948 1560 6591 12529 12535 20567 23882 34481 46531 46541
504 631 777 10585 12330 13822 15388 23332 27688 35955 38051
676 1484 1575 2215 5830 6049 13558 25034 33602 35663 41025
1298 1427 1732 13930 15611 19462 20975 23200 30460 30682 34883
1491 1593 1615 4289 7010 10264 21047 26704 27024 29658 46766
969 1730 1748 2217 7181 7623 15860 21332 28133 28998 36077
302 1216 1374 5177 6849 7239 10255 34952 37908 39911 41738
220 362 1491 5235 5439 22708 29228 29481 33272 36831 46487
4 728 1279 4579 8325 8505 27604 31437 33574 41716 45082
472 735 1558 4454 6957 14867 18307 22437 38304 42054 45307
85 466 851 3669 7119 32748 32845 41914 42595 42600 45101
52 553 824 2994 4569 12505 24738 33258 37121 43381 44753
37 495 1553 7684 8908 12412 15563 16461 17872 29292 30619
254 1057 1481 9971 18408 19815 28569 29164 39281 42723 45604
16 1213 1614 4352 8091 8847 10022 24394 35661 43800 44362
395 750 888 2582 3772 4151 26025 36367 42326 42673 47393
862 1379 1441 6413 25621 28378 34869 35491 41774 44165 45411
46 213 1597 2771 4694 4923 17101 17212 19347 22002 43226
1339 1544 1610 13522 14840 15355 29399 30125 33685 36350 37672
251 1162 1260 9766 13137 34769 36646 43313 43736 43828 45151
214 1002 1688 5357 19091 19213 24460 28843 32869 35013 39791
646 733 1735 11175 11336 12043 22962 33892 35646 37116 38655

293 927 1064 4818 5842 10983 12871 17804 33127 41604 46588
10927 15514 22748 34850 37645 40669 41583 44090
3329 7548 8092 11659 16832 35304 46738 46888
3510 5915 9603 30333 37198 42866 44361 46416
2575 5311 9421 13410 15375 34017 37136 43990
12468 14492 24417 26394 38565 38936 41899 45593
である送信方法／装置である。

【００１１】

本技術の第２の受信装置／方法は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが5/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

1, 182, 125, 0, 121, 47, 63, 154, 76, 99, 82, 163, 102, 166, 28, 189, 56, 67, 54, 39, 40, 185, 184, 65, 179, 4, 91, 87, 137, 170, 98, 71, 169, 49, 73, 37, 11, 143, 150, 123, 93, 62, 3, 50, 26, 140, 178, 95, 183, 33, 21, 53, 112, 128, 118, 120, 106, 139, 32, 130, 173, 132, 156, 119, 83, 176, 159, 13, 145, 36, 30, 113, 2, 41, 147, 174, 94, 88, 92, 60, 165, 59, 25, 161, 100, 85, 81, 61, 138, 48, 177, 77, 6, 22, 16, 43, 115, 23, 12, 66, 70, 9, 164, 122, 58, 105, 69, 42, 38, 19, 24, 180, 175, 74, 160, 34, 101, 72, 114, 142, 20, 8, 15, 190, 144, 104, 79, 172, 148, 31, 168, 10, 107, 14, 35, 52, 134, 126, 167, 149, 116, 186, 17, 162, 151, 5, 136, 55, 44, 110, 158, 46, 191, 29, 153, 155, 117, 188, 131, 97, 146, 103, 78, 109, 129, 57, 111, 45, 68, 157, 84, 141, 89, 64, 7, 108, 152, 75, 18, 96, 133, 171, 86, 181, 127, 27, 124, 187, 135, 80, 51, 90

の並びにインターリーブし、前記検査行列は、所定値M1と、前記LDPC符号の情報長K=N×rとで表されるM1行K列の、前記検査行列の左上のA行列と、M1行M1列の、前記A行列の右に隣接する階段構造のB行列と、M1行N-K-M1列の、前記B行列の右に隣接するゼロ行列であるZ行列と、N-K-M1行K+M1列の、前記A行列及び前記B行列の下に隣接するC行列と、N-K-M1行N-K-M1列の、前記C行列の右に隣接する単位行列であるD行列とを含み、前記所定値M1は、1800であり、前記A行列及びC行列は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記A行列及びC行列の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

152 1634 7484 23081 24142 26799 33620 40989 41902 44319 44378 45067
140 701 5137 7313 12672 16929 20359 27052 30236 33846 36254 46973
748 769 2891 7812 9964 15629 19104 20551 25796 28144 31518 34124
542 976 2279 18904 20877 24190 25903 28129 36804 41152 41957 46888
173 960 2926 11682 12304 13284 18037 22702 30255 33718 34073 37152
78 1487 4898 7472 8033 10631 11732 19334 24577 34586 38651 43639
594 1095 1857 2368 8909 17295 17546 21865 23257 31273 37013 41454
72 419 1596 7849 16093 23167 26923 31883 36092 40348 44500
866 1120 1568 1986 3532 20094 21663 26664 26970 33542 42578
868 917 1216 12018 15402 20691 24736 33133 36692 40276 46616
955 1070 1749 7988 10235 19174 22733 24283 27985 38200 44029
613 1729 1787 19542 21227 21376 31057 36104 36874 38078 42445
86 1555 1644 4633 14402 14997 25724 31382 31911 32224 43900
353 1132 1246 5544 7248 17887 25769 27008 28773 33188 44663

600 958 1376 6417 6814 17587 20680 25376 29522 31396 40526
179 528 1472 2481 5589 15696 20148 28040 29690 32370 42163
122 144 681 6613 11230 20862 26396 27737 35928 39396 42713
934 1256 1420 3881 4487 5830 7897 9587 17940 40333 41925
622 1458 1490 16541 18443 19401 24860 26981 28157 32875 38755
1017 1143 1511 2169 17322 24662 25971 29149 31450 31670 34779
935 1084 1534 2918 10596 11534 17476 27269 30344 31104 37975
173 532 1766 8001 10483 17002 19002 26759 31006 43466 47443
221 610 1795 9197 11770 12793 14875 30177 30610 42274 43888
188 439 1332 7030 9246 15150 26060 26541 27190 28259 36763
812 1643 1750 7446 7888 7995 18804 21646 28995 30727 39065
44 481 555 5618 9621 9873 19182 22059 42510 45343 46058
156 532 1799 6258 18733 19988 23237 27657 30835 34738 39503
1128 1553 1790 8372 11543 13764 17062 28627 38502 40796 42461
564 777 1286 3446 5566 12105 16038 18918 21802 25954 28137
1167 1178 1770 4151 11422 11833 16823 17799 19188 22517 29979
576 638 1364 12257 22028 24243 24297 31788 36398 38409 47211
334 592 940 2865 12075 12708 21452 31961 32150 35723 46278
1205 1267 1721 9293 18685 18917 23490 27678 37645 40114 45733
189 628 821 17066 19218 21462 25452 26858 38408 38941 42354
190 951 1019 5572 7135 15647 32613 33863 33981 35670 43727
84 1003 1597 12597 15567 21221 21891 23151 23964 24816 46178
756 1262 1345 6694 6893 9300 9497 17950 19082 35668 38447
848 948 1560 6591 12529 12535 20567 23882 34481 46531 46541
504 631 777 10585 12330 13822 15388 23332 27688 35955 38051
676 1484 1575 2215 5830 6049 13558 25034 33602 35663 41025
1298 1427 1732 13930 15611 19462 20975 23200 30460 30682 34883
1491 1593 1615 4289 7010 10264 21047 26704 27024 29658 46766
969 1730 1748 2217 7181 7623 15860 21332 28133 28998 36077
302 1216 1374 5177 6849 7239 10255 34952 37908 39911 41738
220 362 1491 5235 5439 22708 29228 29481 33272 36831 46487
4 728 1279 4579 8325 8505 27604 31437 33574 41716 45082
472 735 1558 4454 6957 14867 18307 22437 38304 42054 45307
85 466 851 3669 7119 32748 32845 41914 42595 42600 45101
52 553 824 2994 4569 12505 24738 33258 37121 43381 44753
37 495 1553 7684 8908 12412 15563 16461 17872 29292 30619
254 1057 1481 9971 18408 19815 28569 29164 39281 42723 45604
16 1213 1614 4352 8091 8847 10022 24394 35661 43800 44362
395 750 888 2582 3772 4151 26025 36367 42326 42673 47393
862 1379 1441 6413 25621 28378 34869 35491 41774 44165 45411
46 213 1597 2771 4694 4923 17101 17212 19347 22002 43226
1339 1544 1610 13522 14840 15355 29399 30125 33685 36350 37672
251 1162 1260 9766 13137 34769 36646 43313 43736 43828 45151
214 1002 1688 5357 19091 19213 24460 28843 32869 35013 39791
646 733 1735 11175 11336 12043 22962 33892 35646 37116 38655
293 927 1064 4818 5842 10983 12871 17804 33127 41604 46588
10927 15514 22748 34850 37645 40669 41583 44090
3329 7548 8092 11659 16832 35304 46738 46888
3510 5915 9603 30333 37198 42866 44361 46416
2575 5311 9421 13410 15375 34017 37136 43990

12468 14492 24417 26394 38565 38936 41899 45593

である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズデインターリーブ部／ステップを備える受信装置／方法である。

【００１２】

本技術の第３の送信方法／装置は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが7/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化ステップ／部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブステップ／部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピングステップ／部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

35, 75, 166, 145, 143, 184, 62, 96, 54, 63, 157, 103, 32, 43, 126, 187, 144, 91, 78, 44, 39, 109, 185, 102, 10, 68, 29, 42, 149, 83, 133, 94, 130, 27, 171, 19, 51, 165, 148, 28, 36, 33, 173, 136, 87, 82, 100, 49, 120, 152, 161, 162, 147, 71, 137, 57, 8, 53, 132, 151, 163, 123, 47, 92, 90, 60, 99, 79, 59, 108, 115, 72, 0, 12, 140, 160, 61, 180, 74, 37, 86, 117, 191, 101, 52, 15, 80, 156, 127, 81, 131, 141, 142, 31, 95, 4, 73, 64, 16, 18, 146, 70, 181, 7, 89, 124, 77, 67, 116, 21, 34, 41, 105, 113, 97, 2, 6, 55, 17, 65, 38, 48, 158, 159, 179, 5, 30, 183, 170, 135, 125, 20, 106, 186, 182, 188, 114, 1, 14, 3, 134, 178, 189, 167, 40, 119, 22, 190, 58, 23, 155, 138, 98, 84, 11, 110, 88, 46, 177, 175, 25, 150, 118, 121, 129, 168, 13, 128, 104, 69, 112, 169, 9, 45, 174, 93, 26, 56, 76, 50, 154, 139, 66, 85, 153, 107, 111, 172, 176, 164, 24, 122

の並びにインターリーブし、前記検査行列は、所定値M1と、前記LDPC符号の情報長K=N×rとで表されるM1行K列の、前記検査行列の左上のA行列と、M1行M1列の、前記A行列の右に隣接する階段構造のB行列と、M1行N-K-M1列の、前記B行列の右に隣接するゼロ行列であるZ行列と、N-K-M1行K+M1列の、前記A行列及び前記B行列の下に隣接するC行列と、N-K-M1行N-K-M1列の、前記C行列の右に隣接する単位行列であるD行列とを含み、前記所定値M1は、4680であり、前記A行列及びC行列は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記A行列及びC行列の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

1012 3997 5398 5796 21940 23609 25002 28007 32214 33822 38194
1110 4016 5752 10837 15440 15952 17802 27468 32933 33191 35420
95 1953 6554 11381 12839 12880 22901 26742 26910 27621 37825
1146 2232 5658 13131 13785 16771 17466 20561 29400 32962 36879
2023 3420 5107 10789 12303 13316 14428 24912 35363 36348 38787
3283 3637 12474 14376 20459 22584 23093 28876 31485 31742 34849
1807 3890 4865 7562 9091 13778 18361 21934 24548 34267 38260
1613 3620 10165 11464 14071 20675 20803 26814 27593 29483 36485
849 3946 8585 9208 9939 14676 14990 19276 23459 30577 36838
1890 2583 5951 6003 11943 13641 16319 18379 22957 24644 33430
1936 3939 5267 6314 12665 19626 20457 22010 27958 30238 32976
2153 4318 6782 13048 17730 17923 24137 24741 25594 32852 33209
1869 4262 6616 13522 19266 19384 22769 28883 30389 35102 36019
3037 3116 7478 7841 10627 10908 14060 14163 23772 27946 37835
1668 3125 7485 8525 14659 22834 24080 24838 30890 33391 36788
1623 2836 6776 8549 11448 23281 32033 32729 33650 34069 34607
101 1420 5172 7475 11673 18807 21367 23095 26368 30888 37882
3874 3940 4823 16485 21601 21655 21885 25541 30177 31656 35067

592 643 4847 6870 7671 10412 25081 33412 33478 33495 35976
2578 2677 12592 17140 17185 21962 23206 23838 27624 32594 34828
3058 3443 4959 21179 22411 24033 26004 26489 26775 33816 36694
91 2998 10137 11957 12444 22330 24300 26008 26441 26521 38191
889 1840 8881 10228 12495 18162 22259 23385 25687 35853 38848
1332 3031 13482 14262 15897 23112 25954 28035 34898 36286 36991
2505 2599 10980 15245 20084 20114 24496 26309 31139 34090 37258
599 1778 8935 16154 19546 23537 24938 32059 32406 35564 37175
392 1777 4793 8050 10543 10668 14823 25252 32922 36658 37832
1680 2630 7190 7880 10894 20675 27523 33460 33733 34000 35829
532 3750 5075 10603 12466 19838 24231 24998 27647 35111 38617
1786 3066 11367 12452 13896 15346 24646 25509 26109 30358 37392
1027 1659 6483 16919 17636 18905 19741 30579 35934 36515 37617
2064 2354 14085 16460 21378 21719 22981 23329 31701 32057 32640
2009 4421 7595 8790 12803 17649 18527 24246 27584 28757 31794
364 646 9398 13898 17486 17709 20911 31493 31810 32019 33341
2246 3760 4911 19338 25792 27511 28689 30634 31928 34984 36605
3178 3544 8858 9336 9602 12290 16521 27872 28391 28422 36105
1981 2209 12718 20656 21253 22574 28653 29967 33692 36759 37871
787 1545 7652 8376 9628 9995 10289 16260 17606 22673 34564
795 4580 12749 16670 18727 19131 19449 26152 29165 30820 31678
1577 2980 8659 12301 13813 14838 20782 23068 30185 34308 34676
84 434 13572 21777 24581 28397 28490 32547 33282 34655 37579
2927 4440 8979 14992 19009 20435 23558 26280 31320 35106 37704
1974 2712 6552 8585 10051 14848 15186 22968 24285 25878 36054
585 1990 3457 5010 8808
9 2792 4678 22666 32922
342 507 861 18844 32947
554 3395 4094 8147 34616
356 2061 2801 20330 38214
425 2432 4573 7323 28157
73 1192 2618 7812 17947
842 1053 4088 10818 24053
1234 1249 4171 6645 37350
1498 2113 4175 6432 17014
524 2135 2205 6311 7502
191 954 3166 28938 31869
548 586 4101 12129 25819
127 2352 3215 6791 13523
286 4262 4423 14087 38061
1645 3551 4209 14083 15827
719 1087 2813 32857 34499
651 2752 4548 25139 25514
1702 4186 4478 10785 33263
34 3157 4196 5811 36555
643 649 1524 6587 27246
291 836 1036 18936 19201
78 1099 4174 18305 36119
3083 3173 4667 27349 32057
3449 4090 4339 18334 24596

503 3816 4465 29204 35316
102 1693 1799 17180 35877
288 324 1237 16167 33970
224 2831 3571 17861 28530
1202 2803 2834 4943 31485
1112 2196 3027 29308 37101
4242 4291 4503 16344 28769
1020 1927 3349 9686 33845
3179 3304 3891 8448 37247
1076 2319 4512 17010 18781
987 1391 3781 12318 35710
2268 3467 3619 15764 25608
764 1135 2224 8647 17486
2091 4081 4648 8101 33818
471 3668 4069 14925 36242
932 2140 3428 12523 33270
5840 8959 12039 15972 38496
5960 7759 10493 31160 38054
10380 14835 26024 35399 36517
5260 7306 13419 28804 31112
12747 23075 32458 36239 37437
14096 16976 21598 32228 34672
5024 5769 21798 22675 25316
8617 14189 17874 22776 29780
7628 13623 16676 30019 33213
14090 14254 18987 21720 38550
17306 17709 19135 22995 28597
13137 18028 23943 27468 37156
7704 8171 10815 28138 29526

である送信方法／装置である。

【００１３】

本技術の第３の受信装置／方法は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが7/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

35, 75, 166, 145, 143, 184, 62, 96, 54, 63, 157, 103, 32, 43, 126, 187, 144, 91, 78, 44, 39, 109, 185, 102, 10, 68, 29, 42, 149, 83, 133, 94, 130, 27, 171, 19, 51, 165, 148, 28, 36, 33, 173, 136, 87, 82, 100, 49, 120, 152, 161, 162, 147, 71, 137, 57, 8, 53, 132, 151, 163, 123, 47, 92, 90, 60, 99, 79, 59, 108, 115, 72, 0, 12, 140, 160, 61, 180, 74, 37, 86, 117, 191, 101, 52, 15, 80, 156, 127, 81, 131, 141, 142, 31, 95, 4, 73, 64, 16, 18, 146, 70, 181, 7, 89, 124, 77, 67, 116, 21, 34, 41, 105, 113, 97, 2, 6, 55, 17, 65, 38, 48, 158, 159, 179, 5, 30, 183, 170, 135, 125, 20, 106, 186, 182, 188, 114, 1, 14, 3, 134, 178, 189, 167, 40, 119, 22, 190, 58, 23, 155, 138, 98, 84, 11, 110, 88, 46, 177, 175, 25, 150, 118, 121, 129, 168, 13, 128, 104, 69, 112, 169, 9, 45, 174, 93, 26, 56, 76, 50, 154, 139, 66, 85, 153, 107, 111, 172, 176, 164, 24, 122

の並びにインターリーブし、前記検査行列は、所定値M1と、前記LDPC符号の情報長K=N×rとで表されるM1行K列の、前記検査行列の左上のA行列と、M1行M1列の、前記A行列の右に隣接する階段構造のB行列と、M1行N-K-M1列の、前記B行列の右に隣接するゼロ行列であるZ行列と、N-K-M1行K+M1列の、前記A行列及び前記B行列の下に隣接するC行列と、N-K-M1行N-K-M1列の、前記C行列の右に隣接する単位行列であるD行列とを含み、前記所定値M1は、4680であり、前記A行列及びC行列は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記A行列及びC行列の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

1012 3997 5398 5796 21940 23609 25002 28007 32214 33822 38194
1110 4016 5752 10837 15440 15952 17802 27468 32933 33191 35420
95 1953 6554 11381 12839 12880 22901 26742 26910 27621 37825
1146 2232 5658 13131 13785 16771 17466 20561 29400 32962 36879
2023 3420 5107 10789 12303 13316 14428 24912 35363 36348 38787
3283 3637 12474 14376 20459 22584 23093 28876 31485 31742 34849
1807 3890 4865 7562 9091 13778 18361 21934 24548 34267 38260
1613 3620 10165 11464 14071 20675 20803 26814 27593 29483 36485
849 3946 8585 9208 9939 14676 14990 19276 23459 30577 36838
1890 2583 5951 6003 11943 13641 16319 18379 22957 24644 33430
1936 3939 5267 6314 12665 19626 20457 22010 27958 30238 32976
2153 4318 6782 13048 17730 17923 24137 24741 25594 32852 33209
1869 4262 6616 13522 19266 19384 22769 28883 30389 35102 36019
3037 3116 7478 7841 10627 10908 14060 14163 23772 27946 37835
1668 3125 7485 8525 14659 22834 24080 24838 30890 33391 36788
1623 2836 6776 8549 11448 23281 32033 32729 33650 34069 34607
101 1420 5172 7475 11673 18807 21367 23095 26368 30888 37882
3874 3940 4823 16485 21601 21655 21885 25541 30177 31656 35067
592 643 4847 6870 7671 10412 25081 33412 33478 33495 35976
2578 2677 12592 17140 17185 21962 23206 23838 27624 32594 34828
3058 3443 4959 21179 22411 24033 26004 26489 26775 33816 36694
91 2998 10137 11957 12444 22330 24300 26008 26441 26521 38191
889 1840 8881 10228 12495 18162 22259 23385 25687 35853 38848
1332 3031 13482 14262 15897 23112 25954 28035 34898 36286 36991
2505 2599 10980 15245 20084 20114 24496 26309 31139 34090 37258
599 1778 8935 16154 19546 23537 24938 32059 32406 35564 37175
392 1777 4793 8050 10543 10668 14823 25252 32922 36658 37832
1680 2630 7190 7880 10894 20675 27523 33460 33733 34000 35829
532 3750 5075 10603 12466 19838 24231 24998 27647 35111 38617
1786 3066 11367 12452 13896 15346 24646 25509 26109 30358 37392
1027 1659 6483 16919 17636 18905 19741 30579 35934 36515 37617
2064 2354 14085 16460 21378 21719 22981 23329 31701 32057 32640
2009 4421 7595 8790 12803 17649 18527 24246 27584 28757 31794
364 646 9398 13898 17486 17709 20911 31493 31810 32019 33341
2246 3760 4911 19338 25792 27511 28689 30634 31928 34984 36605
3178 3544 8858 9336 9602 12290 16521 27872 28391 28422 36105
1981 2209 12718 20656 21253 22574 28653 29967 33692 36759 37871
787 1545 7652 8376 9628 9995 10289 16260 17606 22673 34564
795 4580 12749 16670 18727 19131 19449 26152 29165 30820 31678
1577 2980 8659 12301 13813 14838 20782 23068 30185 34308 34676
84 434 13572 21777 24581 28397 28490 32547 33282 34655 37579
2927 4440 8979 14992 19009 20435 23558 26280 31320 35106 37704

1974 2712 6552 8585 10051 14848 15186 22968 24285 25878 36054
585 1990 3457 5010 8808
9 2792 4678 22666 32922
342 507 861 18844 32947
554 3395 4094 8147 34616
356 2061 2801 20330 38214
425 2432 4573 7323 28157
73 1192 2618 7812 17947
842 1053 4088 10818 24053
1234 1249 4171 6645 37350
1498 2113 4175 6432 17014
524 2135 2205 6311 7502
191 954 3166 28938 31869
548 586 4101 12129 25819
127 2352 3215 6791 13523
286 4262 4423 14087 38061
1645 3551 4209 14083 15827
719 1087 2813 32857 34499
651 2752 4548 25139 25514
1702 4186 4478 10785 33263
34 3157 4196 5811 36555
643 649 1524 6587 27246
291 836 1036 18936 19201
78 1099 4174 18305 36119
3083 3173 4667 27349 32057
3449 4090 4339 18334 24596
503 3816 4465 29204 35316
102 1693 1799 17180 35877
288 324 1237 16167 33970
224 2831 3571 17861 28530
1202 2803 2834 4943 31485
1112 2196 3027 29308 37101
4242 4291 4503 16344 28769
1020 1927 3349 9686 33845
3179 3304 3891 8448 37247
1076 2319 4512 17010 18781
987 1391 3781 12318 35710
2268 3467 3619 15764 25608
764 1135 2224 8647 17486
2091 4081 4648 8101 33818
471 3668 4069 14925 36242
932 2140 3428 12523 33270
5840 8959 12039 15972 38496
5960 7759 10493 31160 38054
10380 14835 26024 35399 36517
5260 7306 13419 28804 31112
12747 23075 32458 36239 37437
14096 16976 21598 32228 34672
5024 5769 21798 22675 25316
8617 14189 17874 22776 29780

7628 13623 16676 30019 33213
14090 14254 18987 21720 38550
17306 17709 19135 22995 28597
13137 18028 23943 27468 37156
7704 8171 10815 28138 29526
である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズデインターリーブ部／ステップを備える受信装置／方法である。

【００１４】

本技術の第４の送信方法／装置は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが9/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化ステップ／部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブステップ／部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピングステップ／部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

155, 188, 123, 132, 15, 79, 59, 119, 66, 68, 41, 175, 184, 78, 142, 32, 54, 111, 139, 134, 95, 34, 161, 150, 58, 141, 74, 112, 121, 99, 178, 179, 57, 90, 80, 21, 11, 29, 67, 104, 52, 87, 38, 81, 181, 160, 176, 16, 71, 13, 186, 171, 9, 170, 2, 177, 0, 88, 149, 190, 69, 33, 183, 146, 61, 117, 113, 6, 96, 120, 162, 23, 53, 140, 91, 128, 46, 93, 174, 126, 159, 133, 8, 152, 103, 102, 151, 143, 100, 4, 180, 166, 55, 164, 18, 49, 62, 20, 83, 7, 187, 153, 64, 37, 144, 185, 19, 114, 25, 116, 12, 173, 122, 127, 89, 115, 75, 101, 189, 124, 157, 108, 28, 165, 163, 65, 168, 77, 82, 27, 137, 86, 22, 110, 63, 148, 158, 97, 31, 105, 135, 98, 44, 70, 182, 191, 17, 156, 129, 39, 136, 169, 3, 145, 154, 109, 76, 5, 10, 106, 35, 94, 172, 45, 51, 60, 42, 50, 72, 85, 40, 118, 36, 14, 130, 131, 138, 43, 48, 125, 84, 24, 26, 1, 56, 107, 92, 147, 47, 30, 73, 167

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

110 3064 6740 7801 10228 13445 17599 17891 17979 18044 19923 21848 23262 25585 25968 30124
1578 8914 9141 9731 10605 11690 12824 18127 18458 24648 24950 25150 26323 26514 27385 27460
3054 3640 3923 7332 10770 12215 14455 14849 15619 20870 22033 26427 28067 28560 29777 29780
1348 4248 5479 8902 9101 9356 10581 11614 12813 21554 22985 23701 24099 24575 24786 27370
3266 8358 16544 16689 16693 16823 17565 18543 19229 21121 23799 24981 25423 28997 29808 30202
320 1198 1549 5407 6080 8542 9352 12418 13391 14736 15012 18328 19398 23391 28117 28793
2114 3294 3770 5225 5556 5991 7075 7889 11145 11386 16561 18956 19034 23605 26085 27132
3623 4011 4225 5249 5489 5711 7240 9831 10458 14697 15420 16015 17782 23244 24215 24386

2624 2750 3871 8247 11135 13702 19290 22209 22975 23811 23931 2
4872 25154 25165 28375 30200
1060 1240 2040 2382 7723 9165 9656 10398 14517 16653 21241 22348
23476 27203 28443 28445
1070 1233 3416 6633 11736 12808 15454 16505 18720 20162 21425 2
1874 26069 26855 27292 27978
420 5524 10279 11218 12500 12913 15389 15824 19414 19588 21138
23846 26621 27907 28594 28781
151 1356 2323 3289 4501 10573 13667 14642 16127 17040 17475 180
55 24061 26204 26567 29277
1410 3656 4080 6963 8834 10527 17490 17584 18065 19234 22211 22
338 23746 24662 29863 30227
1924 2694 3285 8761 9693 11005 17592 21259 21322 21546 21555 24
044 24173 26988 27640 28506
1069 6483 6554 9027 11655 12453 16595 17877 18350 18995 21304 2
1442 23836 25468 28820 29453
149 1621 2199 3141 8403 11974 14969 16197 18844 21027 21921 222
66 22399 22691 25727 27721
3689 4839 7971 8419 10500 12308 13435 14487 16502 16622 17229 1
7468 22710 23904 25074 28508
1270 7007 9830 12698 14204 16075 17613 19391 21362 21726 21816
23014 23651 26419 26748 27195
96 1953 2456 2712 2809 3196 5939 10634 21828 24606 26169 26801 2
7391 28578 29725 30142
832 3394 4145 5375 6199 7122 7405 7706 10136 10792 15058 15860 2
1881 23908 25174 25837
730 1735 2917 4106 5004 5849 8194 8943 9136 17599 18456 20191 22
798 27935 29559
6238 6776 6799 9142 11199 11867 15979 16830 18110 18396 21897 2
2590 24020 29578 29644
407 2138 4493 7979 8225 9467 11956 12940 15566 15809 16058 18211
22073 28314 28713
957 1552 1869 4388 7642 7904 13408 13453 16431 19327 21444 22188
25719 28511 29192
3617 8663 22378 28704
8598 12647 19278 22416
15176 16377 16644 22732
12463 12711 18341
11079 13446 29071
2446 4068 8542
10838 11660 27428
16403 21750 23199
9181 16572 18381
7227 18770 21858
7379 9316 16247
8923 14861 29618
6531 24652 26817
5564 8875 18025
8019 14642 21169
16683 17257 29298

4078 6023 8853
13942 15217 15501
7484 8302 27199
671 14966 20886
1240 11897 14925
12800 25474 28603
3576 5308 11168
13430 15265 18232
3439 5544 21849
3257 16996 23750
1865 14153 22669
7640 15098 17364
6137 19401 24836
5986 9035 11444
4799 20865 29150
8360 23554 29246
2002 18215 22258
9679 11951 26583
2844 12330 18156
3744 6949 14754
8262 10288 27142
1087 16563 22815
1328 13273 21749
2092 9191 28045
3250 10549 18252
13975 15172 17135
2520 26310 28787
4395 8961 26753
6413 15437 19520
5809 10936 17089
1670 13574 25125
5865 6175 21175
8391 11680 22660
5485 11743 15165
21021 21798 30209
12519 13402 26300
3472 25935 26412
3377 7398 28867
2430 24650 29426
3364 13409 22914
6838 13491 16229
18393 20764 28078
289 20279 24906
4732 6162 13569
8993 17053 29387
2210 5024 24030
21 22976 24053
12359 15499 28251
4640 11480 24391
1083 7965 16573

13116 23916 24421
10129 16284 23855
1758 3843 21163
5626 13543 26708
14918 17713 21718
13556 20450 24679
3911 16778 29952
11735 13710 22611
5347 21681 22906
6912 12045 15866
713 15429 23281
7133 17440 28982
12355 17564 28059
7658 11158 29885
17610 18755 28852
7680 16212 30111
8812 10144 15718
である送信方法／装置である。

【００１５】

本技術の第４の受信装置／方法は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが9/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

155, 188, 123, 132, 15, 79, 59, 119, 66, 68, 41, 175, 184, 78, 142, 32, 54, 111, 139, 134, 95, 34, 161, 150, 58, 141, 74, 112, 121, 99, 178, 179, 57, 90, 80, 21, 11, 29, 67, 104, 52, 87, 38, 81, 181, 160, 176, 16, 71, 13, 186, 171, 9, 170, 2, 177, 0, 88, 149, 190, 69, 33, 183, 146, 61, 117, 113, 6, 96, 120, 162, 23, 53, 140, 91, 128, 46, 93, 174, 126, 159, 133, 8, 152, 103, 102, 151, 143, 100, 4, 180, 166, 55, 164, 18, 49, 62, 20, 83, 7, 187, 153, 64, 37, 144, 185, 19, 114, 25, 116, 12, 173, 122, 127, 89, 115, 75, 101, 189, 124, 157, 108, 28, 165, 163, 65, 168, 77, 82, 27, 137, 86, 22, 110, 63, 148, 158, 97, 31, 105, 135, 98, 44, 70, 182, 191, 17, 156, 129, 39, 136, 169, 3, 145, 154, 109, 76, 5, 10, 106, 35, 94, 172, 45, 51, 60, 42, 50, 72, 85, 40, 118, 36, 14, 130, 131, 138, 43, 48, 125, 84, 24, 26, 1, 56, 107, 92, 147, 47, 30, 73, 167

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

110 3064 6740 7801 10228 13445 17599 17891 17979 18044 19923 21848 23262 25585 25968 30124
1578 8914 9141 9731 10605 11690 12824 18127 18458 24648 24950 25150 26323 26514 27385 27460
3054 3640 3923 7332 10770 12215 14455 14849 15619 20870 22033 26427 28067 28560 29777 29780

1348 4248 5479 8902 9101 9356 10581 11614 12813 21554 22985 237
01 24099 24575 24786 27370
3266 8358 16544 16689 16693 16823 17565 18543 19229 21121 23799
24981 25423 28997 29808 30202
320 1198 1549 5407 6080 8542 9352 12418 13391 14736 15012 18328
19398 23391 28117 28793
2114 3294 3770 5225 5556 5991 7075 7889 11145 11386 16561 18956
19034 23605 26085 27132
3623 4011 4225 5249 5489 5711 7240 9831 10458 14697 15420 16015
17782 23244 24215 24386
2624 2750 3871 8247 11135 13702 19290 22209 22975 23811 23931 2
4872 25154 25165 28375 30200
1060 1240 2040 2382 7723 9165 9656 10398 14517 16653 21241 22348
23476 27203 28443 28445
1070 1233 3416 6633 11736 12808 15454 16505 18720 20162 21425 2
1874 26069 26855 27292 27978
420 5524 10279 11218 12500 12913 15389 15824 19414 19588 21138
23846 26621 27907 28594 28781
151 1356 2323 3289 4501 10573 13667 14642 16127 17040 17475 180
55 24061 26204 26567 29277
1410 3656 4080 6963 8834 10527 17490 17584 18065 19234 22211 22
338 23746 24662 29863 30227
1924 2694 3285 8761 9693 11005 17592 21259 21322 21546 21555 24
044 24173 26988 27640 28506
1069 6483 6554 9027 11655 12453 16595 17877 18350 18995 21304 2
1442 23836 25468 28820 29453
149 1621 2199 3141 8403 11974 14969 16197 18844 21027 21921 222
66 22399 22691 25727 27721
3689 4839 7971 8419 10500 12308 13435 14487 16502 16622 17229 1
7468 22710 23904 25074 28508
1270 7007 9830 12698 14204 16075 17613 19391 21362 21726 21816
23014 23651 26419 26748 27195
96 1953 2456 2712 2809 3196 5939 10634 21828 24606 26169 26801 2
7391 28578 29725 30142
832 3394 4145 5375 6199 7122 7405 7706 10136 10792 15058 15860 2
1881 23908 25174 25837
730 1735 2917 4106 5004 5849 8194 8943 9136 17599 18456 20191 22
798 27935 29559
6238 6776 6799 9142 11199 11867 15979 16830 18110 18396 21897 2
2590 24020 29578 29644
407 2138 4493 7979 8225 9467 11956 12940 15566 15809 16058 18211
22073 28314 28713
957 1552 1869 4388 7642 7904 13408 13453 16431 19327 21444 22188
25719 28511 29192
3617 8663 22378 28704
8598 12647 19278 22416
15176 16377 16644 22732
12463 12711 18341
11079 13446 29071
2446 4068 8542

10838 11660 27428
16403 21750 23199
9181 16572 18381
7227 18770 21858
7379 9316 16247
8923 14861 29618
6531 24652 26817
5564 8875 18025
8019 14642 21169
16683 17257 29298
4078 6023 8853
13942 15217 15501
7484 8302 27199
671 14966 20886
1240 11897 14925
12800 25474 28603
3576 5308 11168
13430 15265 18232
3439 5544 21849
3257 16996 23750
1865 14153 22669
7640 15098 17364
6137 19401 24836
5986 9035 11444
4799 20865 29150
8360 23554 29246
2002 18215 22258
9679 11951 26583
2844 12330 18156
3744 6949 14754
8262 10288 27142
1087 16563 22815
1328 13273 21749
2092 9191 28045
3250 10549 18252
13975 15172 17135
2520 26310 28787
4395 8961 26753
6413 15437 19520
5809 10936 17089
1670 13574 25125
5865 6175 21175
8391 11680 22660
5485 11743 15165
21021 21798 30209
12519 13402 26300
3472 25935 26412
3377 7398 28867
2430 24650 29426
3364 13409 22914

6838 13491 16229
18393 20764 28078
289 20279 24906
4732 6162 13569
8993 17053 29387
2210 5024 24030
21 22976 24053
12359 15499 28251
4640 11480 24391
1083 7965 16573
13116 23916 24421
10129 16284 23855
1758 3843 21163
5626 13543 26708
14918 17713 21718
13556 20450 24679
3911 16778 29952
11735 13710 22611
5347 21681 22906
6912 12045 15866
713 15429 23281
7133 17440 28982
12355 17564 28059
7658 11158 29885
17610 18755 28852
7680 16212 30111
8812 10144 15718

である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズデインターリーブ部／ステップを備える受信装置／方法である。

【００１６】

本技術の第５の送信方法／装置は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが11/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化ステップ／部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブステップ／部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピングステップ／部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

152, 87, 170, 33, 48, 95, 2, 184, 145, 51, 94, 164, 38, 90, 158, 70, 124, 128, 66, 111, 79, 42, 45, 141, 83, 73, 57, 119, 20, 67, 31, 179, 123, 183, 26, 188, 15, 163, 1, 133, 105, 72, 81, 153, 69, 182, 101, 180, 185, 190, 77, 6, 127, 138, 75, 59, 24, 175, 30, 186, 139, 56, 100, 176, 147, 189, 116, 131, 25, 5, 16, 117, 74, 50, 171, 114, 76, 44, 107, 135, 71, 181, 13, 43, 122, 78, 4, 58, 35, 63, 187, 98, 37, 169, 148, 7, 10, 49, 80, 161, 167, 28, 142, 46, 97, 92, 121, 112, 88, 102, 106, 173, 19, 27, 41, 172, 91, 191, 34, 118, 108, 136, 166, 155, 96, 3, 165, 103, 84, 109, 104, 53, 23, 0, 178, 17, 86, 9, 168, 134, 110, 18, 32, 146, 129, 159, 55, 154, 126, 40, 151, 174, 60, 52, 22, 149, 156, 113, 143, 11, 93, 62, 177, 64, 61, 160, 150, 65, 130, 82, 29, 115, 137, 36, 8, 157, 54, 89, 99, 120, 68, 21, 140, 14, 39, 132, 125, 12, 85, 162, 47, 144

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

983 2226 4091 5418 5824 6483 6914 8239 8364 10220 10322 15658 16928 17307 18061

1584 5655 6787 7213 7270 8585 8995 9294 9832 9982 11185 12221 12889 17573 19096

319 1077 1796 2421 6574 11763 13465 14527 15147 15218 16000 18284 20199 21095 21194

767 1018 3780 3826 4288 4855 7169 7431 9151 10097 10919 12050 13261 19816 20932

173 692 3552 5046 6523 6784 9542 10482 14658 14663 15168 16153 16410 17546 20989

2214 2286 2445 2856 3562 3615 3970 6065 7117 7989 8180 15971 20253 21312 21428

532 1361 1905 3577 5147 10409 11348 11660 15230 17283 18724 20190 20542 21159 21282

3242 5061 7587 7677 8614 8834 9130 9135 9331 13480 13544 14263 15438 20548 21174

1507 4159 4946 5215 5653 6385 7131 8049 10198 10499 12215 14105 16118 17016 21371

212 1856 1981 2056 6766 8123 10128 10957 11159 11237 12893 14064 17760 18933 19009

329 5552 5948 6484 10108 10127 10816 13210 14985 15110 15565 15969 17136 18504 20818

4753 5744 6511 7062 7355 8379 8817 13503 13650 14014 15393 15640 18127 18595 20426

1152 1707 4013 5932 8540 9077 11521 11923 11954 12529 13519 15641 16262 17874 19386

858 2355 2511 3125 5531 6472 8146 11423 11558 11760 13556 15194 20782 20988 21261

216 1722 2750 3809 6210 8233 9183 10734 11339 12321 12898 15902 17437 19085 21588

1560 1718 1757 2292 2349 3992 6943 7369 7806 10282 11373 13624 14608 17087 18011

1375 1640 2015 2539 2691 2967 4344 7125 9176 9435 12378 12520 12901 15704 18897

1703 2861 2986 3574 7208 8486 9412 9879 13027 13945 14873 15546 16516 18931 21070

309 1587 3118 5472 10035 13988 15019 15322 16373 17580 17728 18125 18872 19876 20457

984 991 1203 3159 4303 5734 8850 9626 12217 17227 17269 18695 18854 19580 19684

2429 6165 6828 7761 9761 9899 9942 10151 11198 11271 13184 14026 14560 18962 20570

876 1074 5177 5185 6415 6451 10856 11603 14590 14658 16293 17221 19273 19319 20447

557 607 2473 5002 6601 9876 10284 10809 13563 14849 15710 16798

17509 18927 21306
939 1271 3085 5054 5723 5959 7530 10912 13375 16696 18753 19673 20328 21068 21258
2802 3312 5015 6041 6943 7606 9375 12116 12868 12964 13374 13594 14978 16125 18621
3002 6512 6965 6967 8504 10777 11217 11931 12647 12686 12740 12900 12958 13870 17860
151 3874 4228 7837 10244 10589 14530 15323 16462 17711 18995 19363 19376 19540 20641
1249 2946 2959 3330 4264 7797 10652 11845 12987 15974 16536 17520 19851 20150 20172
4769 11033 14937
1431 2870 15158
9416 14905 20800
1708 9944 16952
1116 1179 20743
3665 8987 16223
655 11424 17411
42 2717 11613
2787 9015 15081
3718 7305 11822
18306 18499 18843
1208 4586 10578
9494 12676 13710
10580 15127 20614
4439 15646 19861
5255 12337 14649
2532 7552 10813
1591 7781 13020
7264 8634 17208
7462 10069 17710
1320 3382 6439
4057 9762 11401
1618 7604 19881
3858 16826 17768
6158 11759 19274
3767 11872 15137
2111 5563 16776
1888 15452 17925
2840 15375 16376
3695 11232 16970
10181 16329 17920
9743 13974 17724
29 16450 20509
2393 17877 19591
1827 15175 15366
3771 14716 18363
5585 14762 19813
7186 8104 12067
2554 12025 15873

2208 5739 6150
2816 12745 17143
9363 11582 17976
5834 8178 12517
3546 15667 19511
5211 10685 20833
3399 7774 16435
3767 4542 8775
4404 6349 19426
4812 11088 16761
5761 11289 17985
9989 11488 15986
10200 16710 20899
6970 12774 20558
1304 2495 3507
5236 7678 10437
4493 10472 19880
1883 14768 21100
352 18797 20570
1411 3221 4379
3304 11013 18382
14864 16951 18782
2887 15658 17633
7109 7383 19956
4293 12990 13934
9890 15206 15786
2987 5455 8787
5782 7137 15981
736 1961 10441
2728 11808 21305
4663 4693 13680
1965 3668 9025
818 10532 16332
7006 16717 21102
2955 15500 20140
8274 13451 19436
3604 13158 21154
5519 6531 9995
1629 17919 18532
15199 16690 16884
5177 5869 14843
5 5088 19940
16910 20686 21206
10662 11610 17578
3378 4579 12849
5947 19300 19762
2545 10686 12579
4568 10814 19032
677 18652 18992
190 11377 12987

4183 6801 20025
6944 8321 15868
3311 6049 14757
7155 11435 16353
4778 5674 15973
1889 3361 7563
467 5999 10103
7613 11096 19536
2244 4442 6000
9055 13516 15414
4831 6111 10744
3792 8258 15106
6990 9168 17589
7920 11548 20786
10533 14361 19577
である送信方法／装置である。

【００１７】

本技術の第５の受信装置／方法は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが11/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

152, 87, 170, 33, 48, 95, 2, 184, 145, 51, 94, 164, 38, 90, 158, 70, 124, 128, 66, 111, 79, 42, 45, 141, 83, 73, 57, 119, 20, 67, 31, 179, 123, 183, 26, 188, 15, 163, 1, 133, 105, 72, 81, 153, 69, 182, 101, 180, 185, 190, 77, 6, 127, 138, 75, 59, 24, 175, 30, 186, 139, 56, 100, 176, 147, 189, 116, 131, 25, 5, 16, 117, 74, 50, 171, 114, 76, 44, 107, 135, 71, 181, 13, 43, 122, 78, 4, 58, 35, 63, 187, 98, 37, 169, 148, 7, 10, 49, 80, 161, 167, 28, 142, 46, 97, 92, 121, 112, 88, 102, 106, 173, 19, 27, 41, 172, 91, 191, 34, 118, 108, 136, 166, 155, 96, 3, 165, 103, 84, 109, 104, 53, 23, 0, 178, 17, 86, 9, 168, 134, 110, 18, 32, 146, 129, 159, 55, 154, 126, 40, 151, 174, 60, 52, 22, 149, 156, 113, 143, 11, 93, 62, 177, 64, 61, 160, 150, 65, 130, 82, 29, 115, 137, 36, 8, 157, 54, 89, 99, 120, 68, 21, 140, 14, 39, 132, 125, 12, 85, 162, 47, 144

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

983 2226 4091 5418 5824 6483 6914 8239 8364 10220 10322 15658 16928 17307 18061
1584 5655 6787 7213 7270 8585 8995 9294 9832 9982 11185 12221 12889 17573 19096
319 1077 1796 2421 6574 11763 13465 14527 15147 15218 16000 18284 20199 21095 21194
767 1018 3780 3826 4288 4855 7169 7431 9151 10097 10919 12050 13261 19816 20932
173 692 3552 5046 6523 6784 9542 10482 14658 14663 15168 16153 1

6410 17546 20989
2214 2286 2445 2856 3562 3615 3970 6065 7117 7989 8180 15971 202
53 21312 21428
532 1361 1905 3577 5147 10409 11348 11660 15230 17283 18724 201
90 20542 21159 21282
3242 5061 7587 7677 8614 8834 9130 9135 9331 13480 13544 14263 1
5438 20548 21174
1507 4159 4946 5215 5653 6385 7131 8049 10198 10499 12215 14105
16118 17016 21371
212 1856 1981 2056 6766 8123 10128 10957 11159 11237 12893 14064
17760 18933 19009
329 5552 5948 6484 10108 10127 10816 13210 14985 15110 15565 15
969 17136 18504 20818
4753 5744 6511 7062 7355 8379 8817 13503 13650 14014 15393 15640
18127 18595 20426
1152 1707 4013 5932 8540 9077 11521 11923 11954 12529 13519 156
41 16262 17874 19386
858 2355 2511 3125 5531 6472 8146 11423 11558 11760 13556 15194
20782 20988 21261
216 1722 2750 3809 6210 8233 9183 10734 11339 12321 12898 15902
17437 19085 21588
1560 1718 1757 2292 2349 3992 6943 7369 7806 10282 11373 13624 1
4608 17087 18011
1375 1640 2015 2539 2691 2967 4344 7125 9176 9435 12378 12520 12
901 15704 18897
1703 2861 2986 3574 7208 8486 9412 9879 13027 13945 14873 15546
16516 18931 21070
309 1587 3118 5472 10035 13988 15019 15322 16373 17580 17728 18
125 18872 19876 20457
984 991 1203 3159 4303 5734 8850 9626 12217 17227 17269 18695 18
854 19580 19684
2429 6165 6828 7761 9761 9899 9942 10151 11198 11271 13184 14026
14560 18962 20570
876 1074 5177 5185 6415 6451 10856 11603 14590 14658 16293 17221
19273 19319 20447
557 607 2473 5002 6601 9876 10284 10809 13563 14849 15710 16798
17509 18927 21306
939 1271 3085 5054 5723 5959 7530 10912 13375 16696 18753 19673
20328 21068 21258
2802 3312 5015 6041 6943 7606 9375 12116 12868 12964 13374 13594
14978 16125 18621
3002 6512 6965 6967 8504 10777 11217 11931 12647 12686 12740 12
900 12958 13870 17860
151 3874 4228 7837 10244 10589 14530 15323 16462 17711 18995 19
363 19376 19540 20641
1249 2946 2959 3330 4264 7797 10652 11845 12987 15974 16536 175
20 19851 20150 20172
4769 11033 14937
1431 2870 15158
9416 14905 20800

1708 9944 16952
1116 1179 20743
3665 8987 16223
655 11424 17411
42 2717 11613
2787 9015 15081
3718 7305 11822
18306 18499 18843
1208 4586 10578
9494 12676 13710
10580 15127 20614
4439 15646 19861
5255 12337 14649
2532 7552 10813
1591 7781 13020
7264 8634 17208
7462 10069 17710
1320 3382 6439
4057 9762 11401
1618 7604 19881
3858 16826 17768
6158 11759 19274
3767 11872 15137
2111 5563 16776
1888 15452 17925
2840 15375 16376
3695 11232 16970
10181 16329 17920
9743 13974 17724
29 16450 20509
2393 17877 19591
1827 15175 15366
3771 14716 18363
5585 14762 19813
7186 8104 12067
2554 12025 15873
2208 5739 6150
2816 12745 17143
9363 11582 17976
5834 8178 12517
3546 15667 19511
5211 10685 20833
3399 7774 16435
3767 4542 8775
4404 6349 19426
4812 11088 16761
5761 11289 17985
9989 11488 15986
10200 16710 20899
6970 12774 20558

1304 2495 3507
5236 7678 10437
4493 10472 19880
1883 14768 21100
352 18797 20570
1411 3221 4379
3304 11013 18382
14864 16951 18782
2887 15658 17633
7109 7383 19956
4293 12990 13934
9890 15206 15786
2987 5455 8787
5782 7137 15981
736 1961 10441
2728 11808 21305
4663 4693 13680
1965 3668 9025
818 10532 16332
7006 16717 21102
2955 15500 20140
8274 13451 19436
3604 13158 21154
5519 6531 9995
1629 17919 18532
15199 16690 16884
5177 5869 14843
5 5088 19940
16910 20686 21206
10662 11610 17578
3378 4579 12849
5947 19300 19762
2545 10686 12579
4568 10814 19032
677 18652 18992
190 11377 12987
4183 6801 20025
6944 8321 15868
3311 6049 14757
7155 11435 16353
4778 5674 15973
1889 3361 7563
467 5999 10103
7613 11096 19536
2244 4442 6000
9055 13516 15414
4831 6111 10744
3792 8258 15106
6990 9168 17589
7920 11548 20786

10533 14361 19577
である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズデインターリーブ部／ステップを備える受信装置／方法である。
【００１８】
本技術の第６の送信方法／装置は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが13/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化ステップ／部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブステップ／部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピングステップ／部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ
140, 8, 176, 13, 41, 165, 27, 109, 121, 153, 58, 181, 143, 164, 103, 115, 91, 66, 60, 189, 101, 4, 14, 102, 45, 124, 104, 159, 130, 133, 135, 77, 25, 59, 180, 141, 144, 62, 114, 182, 134, 148, 11, 20, 125, 83, 162, 75, 126, 67, 9, 178, 171, 152, 166, 69, 174, 15, 80, 168, 131, 95, 56, 48, 63, 82, 147, 51, 108, 52, 30, 139, 22, 37, 173, 112, 191, 98, 116, 149, 167, 142, 29, 154, 92, 94, 71, 117, 79, 122, 129, 24, 81, 105, 97, 137, 128, 1, 113, 170, 119, 7, 158, 76, 19, 183, 68, 31, 50, 118, 33, 72, 55, 65, 146, 185, 111, 145, 28, 21, 177, 160, 32, 61, 70, 106, 156, 78, 132, 88, 184, 35, 5, 53, 138, 47, 100, 10, 42, 36, 175, 93, 120, 190, 16, 123, 87, 54, 186, 18, 57, 84, 99, 12, 163, 157, 188, 64, 38, 26, 2, 136, 40, 169, 90, 107, 46, 172, 49, 6, 39, 44, 150, 85, 0, 17, 127, 155, 110, 34, 96, 74, 86, 187, 89, 151, 43, 179, 161, 73, 23, 3
の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、
1031 4123 6253 6610 8007 8656 9181 9404 9596 11501 11654 11710 11994 12177
399 553 1442 2820 4402 4823 5011 5493 7070 8340 8500 9054 11201 11387
201 607 1428 2354 5358 5524 6617 6785 7708 10220 11970 12268 12339 12537
36 992 1930 4525 5837 6283 6887 7284 7489 7550 10329 11202 11399 12795
589 1564 1747 2960 3833 4502 7491 7746 8196 9567 9574 10187 10591 12947
804 1177 1414 3765 4745 7594 9126 9230 9251 10299 10336 11563 11844 12209
2774 2830 3918 4148 4963 5356 7125 7645 7868 8137 9119 9189 9206 12363
59 448 947 3622 5139 8115 9364 9548 9609 9750 10212 10937 11044 12668
715 1352 4538 5277 5729 6210 6418 6938 7090 7109 7386 9012 10737 11893
1583 2059 3398 3619 4277 6896 7484 7525 8284 9318 9817 10227 11636 12204
53 549 3010 5441 6090 9175 9336 9358 9839 10117 11307 11467 11507 12902
861 1054 1177 1201 1383 2538 4563 6451 6800 10540 11222 11757 12

240 12732
330 1450 1798 2301 2652 3038 3187 3277 4324 4610 9395 10240 1079
6 11100
316 751 1226 1746 2124 2505 3497 3833 3891 7551 8696 9763 11978 12661
2677 2888 2904 3923 4804 5105 6855 7222 7893 7907 9674 10274 126
83 12702
173 3397 3520 5131 5560 6666 6783 6893 7742 7842 9364 9442 12287
421 943 1893 1920 3273 4052 5758 5787 7043 11051 12141 12209 12500
679 792 2543 3243 3385 3576 4190 7501 8233 8302 9212 9522 12286
911 3651 4023 4462 4650 5336 5762 6506 8050 8381 9636 9724 12486
1373 1728 1911 4101 4913 5003 6859 7137 8035 9056 9378 9937 10184
515 2357 2779 2797 3163 3845 3976 6969 7704 9104 10102 11507 12700
270 1744 1804 3432 3782 4643 5946 6279 6549 7064 7393 11659 12002
261 1517 2269 3554 4762 5103 5460 6429 6464 8962 9651 10927 12268
782 1217 1395 2383 5754 6060 6540 7109 7286 7438 7846 9488 10119
2070 2247 2589 2644 3270 3875 4901 6475 8953 10090 10629 12496 12547
863 1190 1609 2971 3564 4148 5123 5262 6301 7797 7804 9517 11408
449 488 865 3549 3939 4410 4500 5700 7120 8778 9223 11660 12021
1107 1408 1883 2752 3818 4714 5979 6485 7314 7821 11290 11472 12325
713 2492 2507 2641 3576 4711 5021 5831 7334 8362 9094 9690 10778
1487 2344 5035 5336 5727 6495 9009 9345 11090 11261 11314 12383
12944
1038 1463 1472 2944 3202 5742 5793 6972 7853 8919 9808 10549 12619
134 957 2018 2140 2629 3884 5821 7319 8676 10305 10670 12031 12588
5294 9842
4396 6648
2863 5308
10467 11711
3412 6909
450 3919
5639 9801
298 4323
397 10223
4424 9051
2038 2376
5889 11321 12500
3590 4081 12684
3485 4016 9826
6 2869 8310
5983 9818 10877
2282 9346 11477
4931 6135 10473
300 2901 9937
3185 5215 7479
472 5845 5915
2476 7687 11934
3279 8782 11527
4350 7138 7144
7454 7818 8253
1391 8717 8844

1940 4736 10556
5471 7344 8089
9157 10640 11919
1343 5402 12724
2581 4118 8142
5165 9328 11386
7222 7262 12955
6711 11224 11737
401 3195 11940
6114 6969 8208
1402 7917 9738
965 7700 10139
3428 5767 12000
3501 7052 8803
1447 10504 10961
1870 1914 7762
613 2063 10520
3561 6480 10466
3389 3887 10110
995 1104 1640
1492 4122 7572
3243 9765 12415
7297 11200 11533
1959 10325 11306
1675 5313 11475
3621 4658 12790
4208 5650 8687
2467 7691 11886
3039 3190 5017
866 1375 2272
4374 6453 8228
2763 4668 4749
640 1346 6924
6588 6983 10075
3389 9260 12508
89 5799 9973
1290 2978 8038
317 742 8017
5378 5618 6586
3369 3827 4536
1000 10436 12288
3762 11384 11897
848 874 8968
1001 4751 12066
1788 6685 12397
5721 8247 9005
649 7547 9837
2263 9415 10862
3954 4111 7767
952 4393 5523

8132 8580 10906
4191 9677 12585
1071 10601 11106
3069 6943 11015
5555 8088 9537
85 2810 3100
1249 8418 8684
2743 12099 12686
2908 3691 9890
10172 10409 11615
8358 10584 12082
4902 6310 8368
4976 10047 11299
7325 8228 11092
4942 6974 8533
5782 9780 9869
15 4728 10395
369 1900 11517
3796 7434 9085
2473 9813 12636
1472 3557 6607
174 3715 4811
6263 6694 8114
4538 6635 9101
3199 8348 10057
6176 7498 7937
1837 3382 5688
8897 11342 11680
455 6465 7428
1900 3666 8968
3481 6308 10199
159 2654 12150
5602 6695 12897
3309 4899 6415
6 99 7615
1722 6386 11112
5090 8873 10718
4164 6731 12121
367 846 7678
222 6050 12711
3154 7149 7557
1556 4667 7990
2536 9712 9932
4104 7040 9983
6365 11604 12457
3393 10323 10743
724 2237 5455
108 1705 6151
である送信方法／装置である。

【００１９】

本技術の第６の受信装置／方法は、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが13/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、前記LDPC符号を、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びを、ビットグループ

140, 8, 176, 13, 41, 165, 27, 109, 121, 153, 58, 181, 143, 164, 103, 115, 91, 66, 60, 189, 101, 4, 14, 102, 45, 124, 104, 159, 130, 133, 135, 77, 25, 59, 180, 141, 144, 62, 114, 182, 134, 148, 11, 20, 125, 83, 162, 75, 126, 67, 9, 178, 171, 152, 166, 69, 174, 15, 80, 168, 131, 95, 56, 48, 63, 82, 147, 51, 108, 52, 30, 139, 22, 37, 173, 112, 191, 98, 116, 149, 167, 142, 29, 154, 92, 94, 71, 117, 79, 122, 129, 24, 81, 105, 97, 137, 128, 1, 113, 170, 119, 7, 158, 76, 19, 183, 68, 31, 50, 118, 33, 72, 55, 65, 146, 185, 111, 145, 28, 21, 177, 160, 32, 61, 70, 106, 156, 78, 132, 88, 184, 35, 5, 53, 138, 47, 100, 10, 42, 36, 175, 93, 120, 190, 16, 123, 87, 54, 186, 18, 57, 84, 99, 12, 163, 157, 188, 64, 38, 26, 2, 136, 40, 169, 90, 107, 46, 172, 49, 6, 39, 44, 150, 85, 0, 17, 127, 155, 110, 34, 96, 74, 86, 187, 89, 151, 43, 179, 161, 73, 23, 3

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

1031 4123 6253 6610 8007 8656 9181 9404 9596 11501 11654 11710 11994 12177

399 553 1442 2820 4402 4823 5011 5493 7070 8340 8500 9054 11201 11387

201 607 1428 2354 5358 5524 6617 6785 7708 10220 11970 12268 12339 12537

36 992 1930 4525 5837 6283 6887 7284 7489 7550 10329 11202 11399 12795

589 1564 1747 2960 3833 4502 7491 7746 8196 9567 9574 10187 10591 12947

804 1177 1414 3765 4745 7594 9126 9230 9251 10299 10336 11563 11844 12209

2774 2830 3918 4148 4963 5356 7125 7645 7868 8137 9119 9189 9206 12363

59 448 947 3622 5139 8115 9364 9548 9609 9750 10212 10937 11044 12668

715 1352 4538 5277 5729 6210 6418 6938 7090 7109 7386 9012 10737 11893

1583 2059 3398 3619 4277 6896 7484 7525 8284 9318 9817 10227 11636 12204

53 549 3010 5441 6090 9175 9336 9358 9839 10117 11307 11467 11507 12902

861 1054 1177 1201 1383 2538 4563 6451 6800 10540 11222 11757 12240 12732

330 1450 1798 2301 2652 3038 3187 3277 4324 4610 9395 10240 10796 11100

316 751 1226 1746 2124 2505 3497 3833 3891 7551 8696 9763 11978 12661

2677 2888 2904 3923 4804 5105 6855 7222 7893 7907 9674 10274 126

83 12702
173 3397 3520 5131 5560 6666 6783 6893 7742 7842 9364 9442 12287
421 943 1893 1920 3273 4052 5758 5787 7043 11051 12141 12209 12500
679 792 2543 3243 3385 3576 4190 7501 8233 8302 9212 9522 12286
911 3651 4023 4462 4650 5336 5762 6506 8050 8381 9636 9724 12486
1373 1728 1911 4101 4913 5003 6859 7137 8035 9056 9378 9937 10184
515 2357 2779 2797 3163 3845 3976 6969 7704 9104 10102 11507 12700
270 1744 1804 3432 3782 4643 5946 6279 6549 7064 7393 11659 12002
261 1517 2269 3554 4762 5103 5460 6429 6464 8962 9651 10927 12268
782 1217 1395 2383 5754 6060 6540 7109 7286 7438 7846 9488 10119
2070 2247 2589 2644 3270 3875 4901 6475 8953 10090 10629 12496 12547
863 1190 1609 2971 3564 4148 5123 5262 6301 7797 7804 9517 11408
449 488 865 3549 3939 4410 4500 5700 7120 8778 9223 11660 12021
1107 1408 1883 2752 3818 4714 5979 6485 7314 7821 11290 11472 12325
713 2492 2507 2641 3576 4711 5021 5831 7334 8362 9094 9690 10778
1487 2344 5035 5336 5727 6495 9009 9345 11090 11261 11314 12383
12944
1038 1463 1472 2944 3202 5742 5793 6972 7853 8919 9808 10549 12619
134 957 2018 2140 2629 3884 5821 7319 8676 10305 10670 12031 12588
5294 9842
4396 6648
2863 5308
10467 11711
3412 6909
450 3919
5639 9801
298 4323
397 10223
4424 9051
2038 2376
5889 11321 12500
3590 4081 12684
3485 4016 9826
6 2869 8310
5983 9818 10877
2282 9346 11477
4931 6135 10473
300 2901 9937
3185 5215 7479
472 5845 5915
2476 7687 11934
3279 8782 11527
4350 7138 7144
7454 7818 8253
1391 8717 8844
1940 4736 10556
5471 7344 8089
9157 10640 11919
1343 5402 12724
2581 4118 8142

5165 9328 11386
7222 7262 12955
6711 11224 11737
401 3195 11940
6114 6969 8208
1402 7917 9738
965 7700 10139
3428 5767 12000
3501 7052 8803
1447 10504 10961
1870 1914 7762
613 2063 10520
3561 6480 10466
3389 3887 10110
995 1104 1640
1492 4122 7572
3243 9765 12415
7297 11200 11533
1959 10325 11306
1675 5313 11475
3621 4658 12790
4208 5650 8687
2467 7691 11886
3039 3190 5017
866 1375 2272
4374 6453 8228
2763 4668 4749
640 1346 6924
6588 6983 10075
3389 9260 12508
89 5799 9973
1290 2978 8038
317 742 8017
5378 5618 6586
3369 3827 4536
1000 10436 12288
3762 11384 11897
848 874 8968
1001 4751 12066
1788 6685 12397
5721 8247 9005
649 7547 9837
2263 9415 10862
3954 4111 7767
952 4393 5523
8132 8580 10906
4191 9677 12585
1071 10601 11106
3069 6943 11015
5555 8088 9537

85 2810 3100
1249 8418 8684
2743 12099 12686
2908 3691 9890
10172 10409 11615
8358 10584 12082
4902 6310 8368
4976 10047 11299
7325 8228 11092
4942 6974 8533
5782 9780 9869
15 4728 10395
369 1900 11517
3796 7434 9085
2473 9813 12636
1472 3557 6607
174 3715 4811
6263 6694 8114
4538 6635 9101
3199 8348 10057
6176 7498 7937
1837 3382 5688
8897 11342 11680
455 6465 7428
1900 3666 8968
3481 6308 10199
159 2654 12150
5602 6695 12897
3309 4899 6415
6 99 7615
1722 6386 11112
5090 8873 10718
4164 6731 12121
367 846 7678
222 6050 12711
3154 7149 7557
1556 4667 7990
2536 9712 9932
4104 7040 9983
6365 11604 12457
3393 10323 10743
724 2237 5455
108 1705 6151

である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズデインターリーブ部／ステップを備える受信装置／方法である。

【００２０】

本技術の第１の送信方法／装置においては、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが3/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化が行われ、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブが行わ

れる。そして、前記LDPC符号が、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングされる。前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

154, 106, 99, 177, 191, 55, 189, 181, 22, 62, 80, 114, 110, 141, 83, 103, 169, 156, 130, 186, 92, 45, 68, 126, 112, 185, 160, 158, 17, 145, 162, 127, 152, 174, 134, 18, 157, 120, 3, 29, 13, 135, 173, 86, 73, 150, 46, 153, 33, 61, 142, 102, 171, 168, 78, 77, 139, 85, 176, 163, 128, 101, 42, 2, 14, 38, 10, 125, 90, 30, 63, 172, 47, 108, 89, 0, 32, 94, 23, 34, 59, 35, 129, 12, 146, 8, 60, 27, 147, 180, 100, 87, 184, 167, 36, 79, 138, 4, 95, 148, 72, 54, 91, 182, 28, 133, 164, 175, 123, 107, 137, 88, 44, 116, 69, 7, 31, 124, 144, 105, 170, 6, 165, 15, 161, 24, 58, 70, 11, 56, 143, 111, 104, 74, 67, 109, 82, 21, 52, 9, 71, 48, 26, 117, 50, 149, 140, 20, 57, 136, 113, 64, 151, 190, 131, 19, 51, 96, 76, 1, 97, 40, 53, 84, 166, 75, 159, 98, 81, 49, 66, 188, 118, 39, 132, 187, 25, 119, 41, 122, 16, 5, 93, 115, 178, 65, 121, 37, 155, 183, 43, 179

の並びにインターリーブされる。前記検査行列を規定する前記検査行列初期値テーブルは、上述のようになっている。

【００２１】

本技術の第１の受信装置／方法においては、第１の送信方法を実施する第１の送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びが元の並びに戻される。

【００２２】

本技術の第２の送信方法／装置においては、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが5/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化が行われ、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブが行われる。そして、前記LDPC符号が、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングされる。前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

1, 182, 125, 0, 121, 47, 63, 154, 76, 99, 82, 163, 102, 166, 28, 189, 56, 67, 54, 39, 40, 185, 184, 65, 179, 4, 91, 87, 137, 170, 98, 71, 169, 49, 73, 37, 11, 143, 150, 123, 93, 62, 3, 50, 26, 140, 178, 95, 183, 33, 21, 53, 112, 128, 118, 120, 106, 139, 32, 130, 173, 132, 156, 119, 83, 176, 159, 13, 145, 36, 30, 113, 2, 41, 147, 174, 94, 88, 92, 60, 165, 59, 25, 161, 100, 85, 81, 61, 138, 48, 177, 77, 6, 22, 16, 43, 115, 23, 12, 66, 70, 9, 164, 122, 58, 105, 69, 42, 38, 19, 24, 180, 175, 74, 160, 34, 101, 72, 114, 142, 20, 8, 15, 190, 144, 104, 79, 172, 148, 31, 168, 10, 107, 14, 35, 52, 134, 126, 167, 149, 116, 186, 17, 162, 151, 5, 136, 55, 44, 110, 158, 46, 191, 29, 153, 155, 117, 188, 131, 97, 146, 103, 78, 109, 129, 57, 111, 45, 68, 157, 84, 141, 89, 64, 7, 108, 152, 75, 18, 96, 133, 171, 86, 181, 127, 27, 124, 187, 135, 80, 51, 90

の並びにインターリーブされる。前記検査行列を規定する前記検査行列初期値テーブルは、上述のようになっている。

【００２３】

本技術の第２の受信装置／方法においては、第２の送信方法を実施する第２の送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びが元の並びに戻される。

【００２４】
本技術の第３の送信方法／装置においては、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが7/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化が行われ、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブが行われる。そして、前記LDPC符号が、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングされる。前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

35, 75, 166, 145, 143, 184, 62, 96, 54, 63, 157, 103, 32, 43, 126, 187, 144, 91, 78, 44, 39, 109, 185, 102, 10, 68, 29, 42, 149, 83, 133, 94, 130, 27, 171, 19, 51, 165, 148, 28, 36, 33, 173, 136, 87, 82, 100, 49, 120, 152, 161, 162, 147, 71, 137, 57, 8, 53, 132, 151, 163, 123, 47, 92, 90, 60, 99, 79, 59, 108, 115, 72, 0, 12, 140, 160, 61, 180, 74, 37, 86, 117, 191, 101, 52, 15, 80, 156, 127, 81, 131, 141, 142, 31, 95, 4, 73, 64, 16, 18, 146, 70, 181, 7, 89, 124, 77, 67, 116, 21, 34, 41, 105, 113, 97, 2, 6, 55, 17, 65, 38, 48, 158, 159, 179, 5, 30, 183, 170, 135, 125, 20, 106, 186, 182, 188, 114, 1, 14, 3, 134, 178, 189, 167, 40, 119, 22, 190, 58, 23, 155, 138, 98, 84, 11, 110, 88, 46, 177, 175, 25, 150, 118, 121, 129, 168, 13, 128, 104, 69, 112, 169, 9, 45, 174, 93, 26, 56, 76, 50, 154, 139, 66, 85, 153, 107, 111, 172, 176, 164, 24, 122

の並びにインターリーブされる。前記検査行列を規定する前記検査行列初期値テーブルは、上述のようになっている。

【００２５】
本技術の第３の受信装置／方法においては、第３の送信方法を実施する第３の送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びが元の並びに戻される。

【００２６】
本技術の第４の送信方法／装置においては、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが9/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化が行われ、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブが行われる。そして、前記LDPC符号が、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングされる。前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

155, 188, 123, 132, 15, 79, 59, 119, 66, 68, 41, 175, 184, 78, 142, 32, 54, 111, 139, 134, 95, 34, 161, 150, 58, 141, 74, 112, 121, 99, 178, 179, 57, 90, 80, 21, 11, 29, 67, 104, 52, 87, 38, 81, 181, 160, 176, 16, 71, 13, 186, 171, 9, 170, 2, 177, 0, 88, 149, 190, 69, 33, 183, 146, 61, 117, 113, 6, 96, 120, 162, 23, 53, 140, 91, 128, 46, 93, 174, 126, 159, 133, 8, 152, 103, 102, 151, 143, 100, 4, 180, 166, 55, 164, 18, 49, 62, 20, 83, 7, 187, 153, 64, 37, 144, 185, 19, 114, 25, 116, 12, 173, 122, 127, 89, 115, 75, 101, 189, 124, 157, 108, 28, 165, 163, 65, 168, 77, 82, 27, 137, 86, 22, 110, 63, 148, 158, 97, 31, 105, 135, 98, 44, 70, 182, 191, 17, 156, 129, 39, 136, 169, 3, 145, 154, 109, 76, 5, 10, 106, 35, 94, 172, 45, 51, 60, 42, 50, 72, 85, 40, 118, 36, 14, 130, 131, 138, 43, 48, 125, 84, 24, 26, 1, 56, 107, 92, 147, 47, 30, 73, 167

の並びにインターリーブされる。前記検査行列を規定する前記検査行列初期値テーブルは、上述のようになっている。

【００２７】

本技術の第４の受信装置／方法においては、第４の送信方法を実施する第４の送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びが元の並びに戻される。

【００２８】

本技術の第５の送信方法／装置においては、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが11/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化が行われ、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブが行われる。そして、前記LDPC符号が、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングされる。前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

152, 87, 170, 33, 48, 95, 2, 184, 145, 51, 94, 164, 38, 90, 158, 70, 124, 128, 66, 111, 79, 42, 45, 141, 83, 73, 57, 119, 20, 67, 31, 179, 123, 183, 26, 188, 15, 163, 1, 133, 105, 72, 81, 153, 69, 182, 101, 180, 185, 190, 77, 6, 127, 138, 75, 59, 24, 175, 30, 186, 139, 56, 100, 176, 147, 189, 116, 131, 25, 5, 16, 117, 74, 50, 171, 114, 76, 44, 107, 135, 71, 181, 13, 43, 122, 78, 4, 58, 35, 63, 187, 98, 37, 169, 148, 7, 10, 49, 80, 161, 167, 28, 142, 46, 97, 92, 121, 112, 88, 102, 106, 173, 19, 27, 41, 172, 91, 191, 34, 118, 108, 136, 166, 155, 96, 3, 165, 103, 84, 109, 104, 53, 23, 0, 178, 17, 86, 9, 168, 134, 110, 18, 32, 146, 129, 159, 55, 154, 126, 40, 151, 174, 60, 52, 22, 149, 156, 113, 143, 11, 93, 62, 177, 64, 61, 160, 150, 65, 130, 82, 29, 115, 137, 36, 8, 157, 54, 89, 99, 120, 68, 21, 140, 14, 39, 132, 125, 12, 85, 162, 47, 144

の並びにインターリーブされる。前記検査行列を規定する前記検査行列初期値テーブルは、上述のようになっている。

【００２９】

本技術の第５の受信装置／方法においては、第５の送信方法を実施する第５の送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びが元の並びに戻される。

【００３０】

本技術の第６の送信方法／装置においては、符号長Nが69120ビットであり、符号化率rが13/16のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化が行われ、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブが行われる。そして、前記LDPC符号が、4ビット単位で、16QAMのUC(Uniform Constellation)の16個の信号点のうちのいずれかにマッピングされる。前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

140, 8, 176, 13, 41, 165, 27, 109, 121, 153, 58, 181, 143, 164, 103, 115, 91, 66, 60, 189, 101, 4, 14, 102, 45, 124, 104, 159, 130, 133, 135, 77, 25, 59, 180, 141, 144, 62, 114, 182, 134, 148, 11, 20, 125, 83, 162, 75, 126, 67, 9, 178, 171, 152, 166, 69, 174, 15, 80, 168, 131, 95, 56, 48, 63, 82, 147, 51, 108, 52, 30, 139, 22, 37, 173, 112, 191, 98, 116, 149, 167, 142, 29, 154, 92, 94, 71, 117, 79, 122, 129, 24, 81, 105, 97, 137, 128, 1, 113, 170, 119, 7, 158, 76, 19, 183, 68, 31, 50, 118, 33, 72, 55, 65, 146, 185, 111, 145, 28, 21, 177, 160, 32, 61, 70, 106, 156, 78, 132, 88, 184, 35, 5, 53, 138, 47, 100, 10, 42, 36, 175, 93, 120, 190, 16, 123, 87, 54, 186, 18, 57, 84, 99, 12, 163, 157, 188, 64, 38, 26, 2, 136, 40, 169, 90, 107, 46, 172, 49, 6, 39, 44, 150, 85, 0, 17, 127, 155, 110, 34, 96, 74, 86, 187, 89, 151, 43, 179, 161, 73, 23, 3

の並びにインターリーブされる。前記検査行列を規定する前記検査行列初期値テーブル

は、上述のようになっている。

【００３１】

本技術の第６の受信装置／方法においては、第６の送信方法を実施する第６の送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びが元の並びに戻される。

【００３２】

なお、受信装置及び送信装置それぞれは、独立した装置であっても良いし、１個の装置を構成している内部ブロックであっても良い。

【発明の効果】

【００３３】

本技術によれば、LDPC符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保することができる。

【００３４】

なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【００３５】

【図１】LDPC符号の検査行列Hを説明する図である。

【図２】LDPC符号の復号手順を説明するフローチャートである。

【図３】LDPC符号の検査行列の例を示す図である。

【図４】検査行列のタナーグラフの例を示す図である。

【図５】バリアブルノードの例を示す図である。

【図６】チェックノードの例を示す図である。

【図７】本技術を適用した伝送システムの一実施の形態の構成例を示す図である。

【図８】送信装置１１の構成例を示すブロック図である。

【図９】ビットインターリーバ１１６の構成例を示すブロック図である。

【図１０】検査行列の例を示す図である。

【図１１】パリティ行列の例を示す図である。

【図１２】DVB-T.2の規格に規定されているLDPC符号の検査行列を説明する図である。

【図１３】DVB-T.2の規格に規定されているLDPC符号の検査行列を説明する図である。

【図１４】LDPC符号の復号についてのタナーグラフの例を示す図である。

【図１５】階段構造になっているパリティ行列H_Tと、そのパリティ行列H_Tに対応するタナーグラフの例を示す図である。

【図１６】パリティインターリーブ後のLDPC符号に対応する検査行列Hのパリティ行列H_Tの例を示す図である。

【図１７】ビットインターリーバ１１６、及び、マッパ１１７で行われる処理の例を説明するフローチャートである。

【図１８】LDPCエンコーダ１１５の構成例を示すブロック図である。

【図１９】LDPCエンコーダ１１５の処理の例を説明するフローチャートである。

【図２０】符号化率1/4、符号長16200の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【図２１】検査行列初期値テーブルから検査行列Hを求める方法を説明する図である。

【図２２】検査行列の構造を示す図である。

【図２３】検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【図２４】検査行列初期値テーブルから生成されるA行列を説明する図である。

【図２５】B行列のパリティインターリーブを説明する図である。

【図２６】検査行列初期値テーブルから生成されるC行列を説明する図である。

【図２７】D行列のパリティインターリーブを説明する図である。

【図２８】検査行列に、パリティインターリーブを元に戻すパリティデインターリーブとしての列置換(column permutation)を行った検査行列を示す図である。

【図２９】検査行列に、行置換(row permutation)を行うことにより得られる変換検査行

列を示す図である。
【図３０】N=69120ビットで、r=2/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図３１】N=69120ビットで、r=3/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図３２】N=69120ビットで、r=3/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図３３】N=69120ビットで、r=4/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図３４】N=69120ビットで、r=5/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図３５】N=69120ビットで、r=5/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図３６】N=69120ビットで、r=6/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図３７】N=69120ビットで、r=6/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図３８】N=69120ビットで、r=7/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図３９】N=69120ビットで、r=7/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図４０】N=69120ビットで、r=8/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図４１】N=69120ビットで、r=8/16のタイプA符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図４２】N=69120ビットで、r=7/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図４３】N=69120ビットで、r=7/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図４４】N=69120ビットで、r=7/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図４５】N=69120ビットで、r=7/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図４６】N=69120ビットで、r=8/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図４７】N=69120ビットで、r=8/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図４８】N=69120ビットで、r=8/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図４９】N=69120ビットで、r=8/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図５０】N=69120ビットで、r=9/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図５１】N=69120ビットで、r=9/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図５２】N=69120ビットで、r=9/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図５３】N=69120ビットで、r=9/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図５４】N=69120ビットで、r=9/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の

例を示す図である。
【図５５】N=69120ビットで、r=9/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図５６】N=69120ビットで、r=10/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図５７】N=69120ビットで、r=10/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図５８】N=69120ビットで、r=10/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図５９】N=69120ビットで、r=10/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図６０】N=69120ビットで、r=10/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図６１】N=69120ビットで、r=10/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図６２】N=69120ビットで、r=11/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図６３】N=69120ビットで、r=11/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図６４】N=69120ビットで、r=11/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図６５】N=69120ビットで、r=11/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図６６】N=69120ビットで、r=11/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図６７】N=69120ビットで、r=11/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図６８】N=69120ビットで、r=12/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図６９】N=69120ビットで、r=12/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図７０】N=69120ビットで、r=12/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図７１】N=69120ビットで、r=12/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図７２】N=69120ビットで、r=12/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図７３】N=69120ビットで、r=12/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図７４】N=69120ビットで、r=13/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図７５】N=69120ビットで、r=13/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図７６】N=69120ビットで、r=13/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図７７】N=69120ビットで、r=13/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図７８】N=69120ビットで、r=13/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図７９】N=69120ビットで、r=13/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他

の例を示す図である。
【図８０】N=69120ビットで、r=14/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図８１】N=69120ビットで、r=14/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図８２】N=69120ビットで、r=14/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
【図８３】N=69120ビットで、r=14/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図８４】N=69120ビットで、r=14/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図８５】N=69120ビットで、r=14/16のタイプB符号の検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。
【図８６】列重みが3で、行重みが6であるデグリーシーケンスのアンサンブルのタナーグラフの例を示す図である。
【図８７】マルチエッジタイプのアンサンブルのタナーグラフの例を示す図である。
【図８８】タイプA方式の検査行列を説明する図である。
【図８９】タイプA方式の検査行列を説明する図である。
【図９０】タイプB方式の検査行列を説明する図である。
【図９１】タイプB方式の検査行列を説明する図である。
【図９２】変調方式がQPSKである場合のUCの信号点の座標の例を示す図である。
【図９３】変調方式が16QAMである場合の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。
【図９４】変調方式が1024QAMである場合の1D NUCの信号点の座標の例を示す図である。
【図９５】1024QAMのシンボルyと、そのシンボルyに対応する1D NUCの信号点z_sの座標としての複素数のリアルパートRe(z_s)及びイマジナリパートIm(z_s)それぞれとの関係を示す図である。
【図９６】QPSK-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図９７】QPSK-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図９８】16QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図９９】16QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図１００】64QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図１０１】64QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図１０２】256QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図１０３】256QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図１０４】1024QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図１０５】1024QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図１０６】4096QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図１０７】4096QAM-UCの信号点の座標z_qの例を示す図である。
【図１０８】ブロックインターリーバ２５で行われるブロックインターリーブを説明する図である。
【図１０９】ブロックインターリーバ２５で行われるブロックインターリーブを説明する図である。
【図１１０】グループワイズインターリーバ２４で行われるグループワイズインターリーブを説明する図である。
【図１１１】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１の例を示す図である。
【図１１２】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２の例を示す図である。
【図１１３】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３の例を示す

図である。
【図１１４】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４の例を示す図である。
【図１１５】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第５の例を示す図である。
【図１１６】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第６の例を示す図である。
【図１１７】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第７の例を示す図である。
【図１１８】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第８の例を示す図である。
【図１１９】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第９の例を示す図である。
【図１２０】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１０の例を示す図である。
【図１２１】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１１の例を示す図である。
【図１２２】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１２の例を示す図である。
【図１２３】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１３の例を示す図である。
【図１２４】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１４の例を示す図である。
【図１２５】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１５の例を示す図である。
【図１２６】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１６の例を示す図である。
【図１２７】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１７の例を示す図である。
【図１２８】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１８の例を示す図である。
【図１２９】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１９の例を示す図である。
【図１３０】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２０の例を示す図である。
【図１３１】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２１の例を示す図である。
【図１３２】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２２の例を示す図である。
【図１３３】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２３の例を示す図である。
【図１３４】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２４の例を示す図である。
【図１３５】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２５の例を示す図である。
【図１３６】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２６の例を示す図である。
【図１３７】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２７の例を示す図である。
【図１３８】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２８の例を示

す図である。
【図１３９】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２９の例を示す図である。
【図１４０】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３０の例を示す図である。
【図１４１】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３１の例を示す図である。
【図１４２】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３２の例を示す図である。
【図１４３】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３３の例を示す図である。
【図１４４】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３４の例を示す図である。
【図１４５】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３５の例を示す図である。
【図１４６】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３６の例を示す図である。
【図１４７】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３７の例を示す図である。
【図１４８】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３８の例を示す図である。
【図１４９】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３９の例を示す図である。
【図１５０】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４０の例を示す図である。
【図１５１】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４１の例を示す図である。
【図１５２】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４２の例を示す図である。
【図１５３】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４３の例を示す図である。
【図１５４】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４４の例を示す図である。
【図１５５】符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４５の例を示す図である。
【図１５６】受信装置１２の構成例を示すブロック図である。
【図１５７】ビットデインターリーバ１６５の構成例を示すブロック図である。
【図１５８】デマッパ１６４、ビットデインターリーバ１６５、及び、LDPCデコーダ１６６が行う処理の例を説明するフローチャートである。
【図１５９】LDPC符号の検査行列の例を示す図である。
【図１６０】検査行列に行置換と列置換を施した行列（変換検査行列）の例を示す図である。
【図１６１】５×５単位に分割した変換検査行列の例を示す図である。
【図１６２】ノード演算をP個まとめて行う復号装置の構成例を示すブロック図である。
【図１６３】LDPCデコーダ１６６の構成例を示すブロック図である。
【図１６４】ブロックデインターリーバ５４で行われるブロックデインターリーブを説明する図である。
【図１６５】ビットデインターリーバ１６５の他の構成例を示すブロック図である。
【図１６６】受信装置１２を適用可能な受信システムの第１の構成例を示すブロック図である。

【図１６７】受信装置１２を適用可能な受信システムの第２の構成例を示すブロック図である。
【図１６８】受信装置１２を適用可能な受信システムの第３の構成例を示すブロック図である。
【図１６９】本技術を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００３６】
以下、本技術の実施の形態について説明するが、その前に、LDPC符号について説明する。
【００３７】
＜LDPC符号＞
【００３８】
なお、LDPC符号は、線形符号であり、必ずしも２元である必要はないが、ここでは、２元であるものとして説明する。
【００３９】
LDPC符号は、そのLDPC符号を定義する検査行列(parity check matrix)が疎なものであることを最大の特徴とする。ここで、疎な行列とは、行列の要素の"1"の個数が非常に少ない行列（ほとんどの要素が0の行列）である。
【００４０】
図１は、LDPC符号の検査行列Hの例を示す図である。
【００４１】
図１の検査行列Hでは、各列の重み（列重み）（"1"の数）(weight)が"3"であり、且つ、各行の重み（行重み）が"6"になっている。
【００４２】
LDPC符号による符号化（LDPC符号化）では、例えば、検査行列Hに基づいて生成行列Gを生成し、この生成行列Gを２元の情報ビットに対して乗算することで、符号語（LDPC符号）が生成される。
【００４３】
具体的には、LDPC符号化を行う符号化装置は、まず、検査行列Hの転置行列H^Tとの間に、式$GH^T=0$が成立する生成行列Gを算出する。ここで、生成行列Gが、K×N行列である場合には、符号化装置は、生成行列Gに対してKビットからなる情報ビットのビット列（ベクトルu）を乗算し、Nビットからなる符号語c(＝uG)を生成する。この符号化装置によって生成された符号語（LDPC符号）は、所定の通信路を介して受信側において受信される。
【００４４】
LDPC符号の復号は、Gallagerが確率復号(Probabilistic Decoding)と称して提案したアルゴリズムであって、バリアブルノード（variable node（メッセージノード(message node)とも呼ばれる）)と、チェックノード(check node)とからなる、いわゆるタナーグラフ(Tanner graph)上での確率伝播(belief propagation)によるメッセージ・パッシング・アルゴリズムによって行うことが可能である。ここで、以下、適宜、バリアブルノードとチェックノードを、単に、ノードともいう。
【００４５】
図２は、LDPC符号の復号の手順を示すフローチャートである。
【００４６】
なお、以下、適宜、受信側で受信したLDPC符号（１符号語）のi番目の符号ビットの、値の"0"らしさを対数尤度比(log likelihood ratio)で表現した実数値（受信LLR）を、受信値u_{0i}ともいう。また、チェックノードから出力されるメッセージをu_jとし、バリアブルノードから出力されるメッセージをv_iとする。
【００４７】
まず、LDPC符号の復号においては、図２に示すように、ステップＳ１１において、LD

PC符号が受信され、メッセージ（チェックノードメッセージ）u_jが"0"に初期化されるとともに、繰り返し処理のカウンタとしての整数をとる変数kが"0"に初期化され、ステップＳ１２に進む。ステップＳ１２において、LDPC符号を受信して得られる受信値u_{0i}に基づいて、式（１）に示す演算（バリアブルノード演算）を行うことによってメッセージ（バリアブルノードメッセージ）v_iが求められ、さらに、このメッセージv_iに基づいて、式（２）に示す演算（チェックノード演算）を行うことによってメッセージu_jが求められる。

【００４８】

【数１】

$$v_i = u_{0i} + \sum_{j=1}^{d_v-1} u_j$$

・・・（１）

【００４９】

【数２】

$$\tanh\left(\frac{u_j}{2}\right) = \prod_{i=1}^{d_c-1} \tanh\left(\frac{v_i}{2}\right)$$

・・・（２）

【００５０】

ここで、式（１）と式（２）におけるd_vとd_cは、それぞれ、検査行列Hの縦方向（列）と横方向（行）の"1"の個数を示す任意に選択可能とされるパラメータである。例えば、図１に示したような列重みが3で、行重みが6の検査行列Hに対するLDPC符号（(3,6)LDPC符号）の場合には、$d_v=3$，$d_c=6$となる。

【００５１】

なお、式（１）のバリアブルノード演算、及び（２）のチェックノード演算においては、それぞれ、メッセージを出力しようとする枝(edge)（バリアブルノードとチェックノードとを結ぶ線）から入力されたメッセージを、演算の対象としないことから、演算の範囲が、１ないしd_v-1又は１ないしd_c-1となっている。また、式（２）のチェックノード演算は、実際には、２入力v_1，v_2に対する１出力で定義される式（３）に示す関数$R(v_1,v_2)$のテーブルを予め作成しておき、これを式（４）に示すように連続的（再帰的）に用いることによって行われる。

【００５２】

【数３】

$$x = 2\tanh^{-1}\{\tanh(v_1/2)\tanh(v_2/2)\} = R(v_1, v_2)$$

・・・（３）

【００５３】

【数４】

$$u_j = R(v_1, R(v_2, R(v_3, \cdots R(v_{d_c-2}, v_{d_c-1}))))$$

・・・（４）

【００５４】

ステップＳ１２では、さらに、変数kが"1"だけインクリメントされ、ステップＳ１３に進む。ステップＳ１３では、変数kが所定の繰り返し復号回数Cよりも大きいか否かが判定される。ステップＳ１３において、変数kがCよりも大きくないと判定された場合、ステップＳ１２に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【００５５】
また、ステップＳ１３において、変数kがCよりも大きいと判定された場合、ステップＳ１４に進み、式（５）に示す演算を行うことによって最終的に出力する復号結果としてのメッセージv_iが求められて出力され、LDPC符号の復号処理が終了する。
【００５６】
【数５】

$$v_i = u_{0i} + \sum_{j=1}^{d_v} u_j \quad \cdots (5)$$

【００５７】
ここで、式（５）の演算は、式（１）のバリアブルノード演算とは異なり、バリアブルノードに接続している全ての枝からのメッセージu_jを用いて行われる。
【００５８】
図３は、(3,6)LDPC符号（符号化率1/2、符号長12）の検査行列Hの例を示す図である。
【００５９】
図３の検査行列Hでは、図１と同様に、列の重みが３に、行の重みが６に、それぞれなっている。
【００６０】
図４は、図３の検査行列Hのタナーグラフを示す図である。
【００６１】
ここで、図４において、プラス"+"で表わされるのが、チェックノードであり、イコール"＝"で表わされるのが、バリアブルノードである。チェックノードとバリアブルノードは、それぞれ、検査行列Hの行と列に対応する。チェックノードとバリアブルノードとの間の結線は、枝(edge)であり、検査行列の要素の"1"に相当する。
【００６２】
すなわち、検査行列の第ｊ行第ｉ列の要素が１である場合には、図４において、上からｉ番目のバリアブルノード（"＝"のノード）と、上からｊ番目のチェックノード（"+"のノード）とが、枝により接続される。枝は、バリアブルノードに対応する符号ビットが、チェックノードに対応する拘束条件を持つことを表す。
【００６３】
LDPC符号の復号方法であるサムプロダクトアルゴリズム(Sum Product Algorithm)では、バリアブルノード演算とチェックノード演算とが繰り返し行われる。
【００６４】
図５は、バリアブルノードで行われるバリアブルノード演算を示す図である。
【００６５】
バリアブルノードでは、計算しようとしている枝に対応するメッセージv_iは、バリアブルノードに繋がっている残りの枝からのメッセージu_1およびu_2と、受信値u_{0i}を用いた式（１）のバリアブルノード演算により求められる。他の枝に対応するメッセージも同様に求められる。
【００６６】
図６は、チェックノードで行われるチェックノード演算を示す図である。
【００６７】
ここで、式（２）のチェックノード演算は、式$a \times b = \exp\{\ln(|a|)+\ln(|b|)\} \times \mathrm{sign}(a) \times \mathrm{sign}(b)$の関係を用いて、式（６）に書き直すことができる。但し、sign(x)は、$x \geqq 0$のとき1であり、$x < 0$のとき-1である。
【００６８】
【数６】

$$u_j = 2\tanh^{-1}\left(\prod_{i=1}^{d_c-1}\tanh\left(\frac{v_i}{2}\right)\right)$$
$$= 2\tanh^{-1}\left[\exp\left\{\sum_{i=1}^{d_c-1}\ln\left(\left|\tanh\left(\frac{v_i}{2}\right)\right|\right)\right\}\times\prod_{i=1}^{d_c-1}\mathrm{sign}\left(\tanh\left(\frac{v_i}{2}\right)\right)\right]$$
$$= 2\tanh^{-1}\left[\exp\left\{-\left(\sum_{i=1}^{d_c-1}-\ln\left(\tanh\left(\frac{|v_i|}{2}\right)\right)\right)\right\}\right]\times\prod_{i=1}^{d_c-1}\mathrm{sign}(v_i)$$

・・・（６）

【００６９】

x≧0において、関数φ(x)を、式φ(x)＝ln(tanh(x/2))と定義すると、式$\phi^{-1}(x)$＝2tanh$^{-1}(e^{-x})$が成り立つから、式（６）は、式（７）に変形することができる。

【００７０】

【数７】

$$u_j = \phi^{-1}\left(\sum_{i=1}^{d_c-1}\phi(|v_i|)\right)\times\prod_{i=1}^{d_c-1}\mathrm{sign}(v_i)$$

・・・（７）

【００７１】

チェックノードでは、式（２）のチェックノード演算が、式（７）に従って行われる。

【００７２】

すなわち、チェックノードでは、図６のように、計算しようとしている枝に対応するメッセージu_jは、チェックノードに繋がっている残りの枝からのメッセージv_1,v_2,v_3,v_4,v_5を用いた式（７）のチェックノード演算によって求められる。他の枝に対応するメッセージも同様に求められる。

【００７３】

なお、式（７）の関数φ(x)は、式φ(x)＝ln((e^x+1)/(e^x-1))で表すことができ、x＞0において、φ(x)＝ϕ^{-1}(x)である。関数φ(x)およびϕ^{-1}(x)をハードウェアに実装する際には、LUT(Look Up Table)を用いて実装される場合があるが、両者共に同一のLUTとなる。

【００７４】

＜本技術を適用した伝送システムの構成例＞

【００７５】

図７は、本技術を適用した伝送システム（システムとは、複数の装置が論理的に集合した物をいい、各構成の装置が同一筐体中にあるか否かは、問わない）の一実施の形態の構成例を示す図である。

【００７６】

図７において、伝送システムは、送信装置１１と受信装置１２とから構成される。

【００７７】

送信装置１１は、例えば、テレビジョン放送の番組等の送信（放送）（伝送）を行う。すなわち、送信装置１１は、例えば、番組としての画像データや音声データ等の、送信の対象である対象データをLDPC符号に符号化し、例えば、衛星回線や、地上波、ケーブル（有線回線）等の通信路１３を介して送信する。

【００７８】

受信装置１２は、送信装置１１から通信路１３を介して送信されてくるLDPC符号を受信し、対象データに復号して出力する。

【００７９】

ここで、図７の伝送システムで使用されるLDPC符号は、AWGN(Additive White Gaussian Noise)通信路で極めて高い能力を発揮することが知られている。

【００８０】

一方、通信路１３では、バースト(burst)誤りやイレージャ(erasure)を発生することがある。例えば、特に、通信路１３が地上波である場合、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)システムでは、D/U(Desired to Undesired Ratio)が0dB(Undesired＝echoのパワーがDesired＝メインパスのパワーと等しい)のマルチパス環境において、エコー(echo)（メインパス以外のパス）の遅延(delay)に応じて、特定のシンボルのパワーが0になってしまう(erasure)ことがある。

【００８１】

また、フラッタ(flutter)(遅延が0でドップラ(doppler)周波数の掛かったechoが加算される通信路)でも、D/Uが0dBである場合には、ドップラ周波数によって、特定の時刻のOFDMのシンボル全体のパワーが0になる(erasure)場合が生じる。

【００８２】

さらに、受信装置１２側の、送信装置１１からの信号を受信するアンテナ等の受信部（図示せず）から受信装置１２までの配線の状況や、受信装置１２の電源の不安定性により、バースト誤りが発生することがある。

【００８３】

一方、LDPC符号の復号においては、検査行列Hの列、ひいては、LDPC符号の符号ビットに対応するバリアブルノードにおいて、図５に示したように、LDPC符号の符号ビット（の受信値u_{0i}）の加算を伴う式（１）のバリアブルノード演算が行われるため、そのバリアブルノード演算に用いられる符号ビットにエラーが生じると、求められるメッセージの精度が低下する。

【００８４】

そして、LDPC符号の復号では、チェックノードにおいて、そのチェックノードに繋がっているバリアブルノードで求められるメッセージを用いて、式（７）のチェックノード演算が行われるため、繋がっている複数のバリアブルノード（に対応するLDPC符号の符号ビット）が同時にエラー（イレージャを含む）となるチェックノードの数が多くなると、復号の性能が劣化する。

【００８５】

すなわち、例えば、チェックノードは、そのチェックノードに繋がっているバリアブルノードの２個以上が同時にイレージャになると、全バリアブルノードに、値が0である確率と1である確率とが等確率のメッセージを戻す。この場合、等確率のメッセージを戻すチェックノードは、１回の復号処理（１セットのバリアブルノード演算及びチェックノード演算）に寄与しないこととなり、その結果、復号処理の繰り返し回数を多く必要とすることになって、復号の性能が劣化し、さらに、LDPC符号の復号を行う受信装置１２の消費電力が増大する。

【００８６】

そこで、図７の伝送システムでは、AWGN通信路（AWGNチャネル）での性能を維持しつつ、バースト誤りやイレージャへの耐性を向上させることが可能になっている。

【００８７】

＜送信装置１１の構成例＞

【００８８】

図８は、図７の送信装置１１の構成例を示すブロック図である。

【００８９】

送信装置１１では、対象データとしての１以上のインプットストリーム(Input Streams)が、モードアダプテーション／マルチプレクサ(Mode Adaptation/Multiplexer)１１

１に供給される。
【００９０】
モードアダプテーション／マルチプレクサ１１１は、モード選択、及び、そこに供給される１以上のインプットストリームの多重化等の処理を必要に応じて行い、その結果得られるデータを、パダー(padder)１１２に供給する。
【００９１】
パダー１１２は、モードアダプテーション／マルチプレクサ１１１からのデータに対して、必要なゼロ詰め（Nullの挿入）を行い、その結果得られるデータを、BBスクランブラ(BB Scrambler)１１３に供給する。
【００９２】
BBスクランブラ１１３は、パダー１１２からのデータに、BBスクランブル(Base-Band Scrambling)を施し、その結果得られるデータを、BCHエンコーダ(BCH encoder)１１４に供給する。
【００９３】
BCHエンコーダ１１４は、BBスクランブラ１１３からのデータをBCH符号化し、その結果得られるデータを、LDPC符号化の対象であるLDPC対象データとして、LDPCエンコーダ(LDPC encoder)１１５に供給する。
【００９４】
LDPCエンコーダ１１５は、BCHエンコーダ１１４からのLDPC対象データについて、例えば、LDPC符号のパリティビットに対応する部分であるパリティ行列が階段(dual diagonal)構造になっている検査行列等に従ったLDPC符号化を行い、LDPC対象データを情報ビットとするLDPC符号を出力する。
【００９５】
すなわち、LDPCエンコーダ１１５は、LDPC対象データを、例えば、DVB-S.2や、DVB-T.2，DVB-C.2，ATSC3.0等の所定の規格に規定されている（検査行列に対応する）LDPC符号、その他のLDPC符号に符号化するLDPC符号化を行い、その結果得られるLDPC符号を出力する。
【００９６】
ここで、DVB-S.2やATSC3.0の規格に規定されているLDPC符号や、ATSC3.0で採用予定のLDPC符号は、IRA(Irregular Repeat Accumulate)符号であり、そのLDPC符号の検査行列におけるパリティ行列（の一部又は全部）は、階段構造になっている。パリティ行列、及び、階段構造については、後述する。また、IRA符号については、例えば、"Irregular Repeat-Accumulate Codes," H. Jin, A. Khandekar, and R. J. McEliece, in Proceedings of 2nd International Symposium on Turbo codes and Related Topics, pp. 1-8, Sept. 2000に記載されている。
【００９７】
LDPCエンコーダ１１５が出力するLDPC符号は、ビットインターリーバ(Bit Interleaver)１１６に供給される。
【００９８】
ビットインターリーバ１１６は、LDPCエンコーダ１１５からのLDPC符号について、後述するビットインターリーブを行い、そのビットインターリーブ後のLDPC符号を、マッパ(Mapper)１１７に供給する。
【００９９】
マッパ１１７は、ビットインターリーバ１１６からのLDPC符号を、そのLDPC符号の１ビット以上の符号ビットの単位（シンボル単位）で、直交変調の１つのシンボルを表す信号点にマッピングして直交変調（多値変調）を行う。
【０１００】
すなわち、マッパ１１７は、ビットインターリーバ１１６からのLDPC符号を、搬送波と同相のI成分を表すI軸と、搬送波と直交するQ成分を表すQ軸とで規定されるIQ平面であるコンスタレーション上の、LDPC符号の直交変調を行う変調方式で定める信号点にマッ

ピングして直交変調を行う。

【０１０１】

マッパ１１７で行われる直交変調の変調方式で使用するコンスタレーションの信号点の数が、2^m個である場合、LDPC符号のmビットの符号ビットを、シンボル（1シンボル）として、マッパ１１７では、ビットインターリーバ１１６からのLDPC符号が、シンボル単位で、2^m個の信号点のうちの、シンボルを表す信号点にマッピングされる。

【０１０２】

ここで、マッパ１１７で行われる直交変調の変調方式としては、例えば、DVB-S.2やATSC3.0の規格等に規定されている変調方式、その他の変調方式、すなわち、例えば、BPSK(Binary Phase Shift Keying)や、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)，8PSK(Phase-Shift Keying)，16APSK(Amplitude Phase-Shift Keying)，32APSK，16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)，16QAM，64QAM，256QAM，1024QAM，4096QAM，4PAM(Pulse Amplitude Modulation)等がある。マッパ１１７において、いずれの変調方式による直交変調が行われるかは、例えば、送信装置１１のオペレータの操作等に従って、あらかじめ設定される。

【０１０３】

マッパ１１７での処理により得られるデータ（シンボルを信号点にマッピングしたマッピング結果）は、時間インターリーバ(Time Interleaver)１１８に供給される。

【０１０４】

時間インターリーバ１１８は、マッパ１１７からのデータについて、シンボル単位での時間インターリーブ（時間方向のインターリーブ）を行い、その結果得られるデータを、SISO/MISOエンコーダ(SISO/MISO(Single Input Single Output／Multiple Input Single Output) encoder)１１９に供給する。

【０１０５】

SISO/MISOエンコーダ１１９は、時間インターリーバ１１８からのデータに、時空間符号化を施し、周波数インターリーバ(Frequency Interleaver)１２０に供給する。

【０１０６】

周波数インターリーバ１２０は、SISO/MISOエンコーダ１１９からのデータについて、シンボル単位での周波数インターリーブ（周波数方向のインターリーブ）を行い、フレームビルダ／リソースアロケーション部(Frame Builder & Resource Allocation)１３１に供給する。

【０１０７】

一方、BCHエンコーダ１２１には、例えば、BBシグナリング(Base Band Signalling)(BB Header)等の伝送制御用の制御データ（signalling)が供給される。

【０１０８】

BCHエンコーダ１２１は、そこに供給される制御データを、BCHエンコーダ１１４と同様にBCH符号化し、その結果得られるデータを、LDPCエンコーダ１２２に供給する。

【０１０９】

LDPCエンコーダ１２２は、BCHエンコーダ１２１からのデータを、LDPC対象データとして、LDPCエンコーダ１１５と同様にLDPC符号化し、その結果得られるLDPC符号を、マッパ１２３に供給する。

【０１１０】

マッパ１２３は、マッパ１１７と同様に、LDPCエンコーダ１２２からのLDPC符号を、そのLDPC符号の１ビット以上の符号ビットの単位（シンボル単位）で、直交変調の１つのシンボルを表す信号点にマッピングして直交変調を行い、その結果得られるデータを、周波数インターリーバ１２４に供給する。

【０１１１】

周波数インターリーバ１２４は、周波数インターリーバ１２０と同様に、マッパ１２３からのデータについて、シンボル単位での周波数インターリーブを行い、フレームビルダ／リソースアロケーション部１３１に供給する。

【０１１２】
フレームビルダ／リソースアロケーション部１３１は、周波数インターリーバ１２０、及び、１２４からのデータ（シンボル）の必要な位置に、パイロット(Pilot)のシンボルを挿入し、その結果られるデータ（シンボル）から、所定の数のシンボルで構成されるフレーム（例えば、PL(Physical Layer)フレームや、T2フレーム、C2フレーム等）を構成して、OFDM生成部(OFDM generation)１３２に供給する。
【０１１３】
OFDM生成部１３２は、フレームビルダ／リソースアロケーション部１３１からのフレームから、そのフレームに対応するOFDM信号を生成し、通信路１３（図７）を介して送信する。
【０１１４】
なお、送信装置１１は、例えば、時間インターリーバ１１８、SISO/MISOエンコーダ１１９、周波数インターリーバ１２０、及び、周波数インターリーバ１２４等の、図８に図示したブロックの一部を設けずに構成することができる。
【０１１５】
＜ビットインターリーバ１１６の構成例＞
【０１１６】
図９は、図８のビットインターリーバ１１６の構成例を示すブロック図である。
【０１１７】
ビットインターリーバ１１６は、データをインターリーブする機能を有し、パリティインターリーバ(Parity Interleaver)２３、グループワイズインターリーバ(Group-Wise Interleaver)２４、及びブロックインターリーバ(Block Interleaver)２５から構成される。
【０１１８】
パリティインターリーバ２３は、LDPCエンコーダ１１５からのLDPC符号のパリティビットを、他のパリティビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブを行い、そのパリティインターリーブ後のLDPC符号を、グループワイズインターリーバ２４に供給する。
【０１１９】
グループワイズインターリーバ２４は、パリティインターリーバ２３からのLDPC符号について、グループワイズインターリーブを行い、そのグループワイズインターリーブ後のLDPC符号を、ブロックインターリーバ２５に供給する。
【０１２０】
ここで、グループワイズインターリーブでは、1符号分のLDPC符号を、その先頭から、後述するユニットサイズPに等しい360ビット単位に区分した、その1区分の360ビットを、ビットグループとして、パリティインターリーバ２３からのLDPC符号が、ビットグループ単位でインターリーブされる。
【０１２１】
グループワイズインターリーブを行う場合には、グループワイズインターリーブを行わない場合に比較して、エラーレートを改善させることができ、その結果、データ伝送において、良好な通信品質を確保することができる。
【０１２２】
ブロックインターリーバ２５は、グループワイズインターリーバ２４からのLDPC符号を逆多重化するためのブロックインターリーブを行うことで、例えば、1符号分のLDPC符号を、マッピングの単位であるmビットのシンボルにシンボル化し、マッパ１１７（図８）に供給する。
【０１２３】
ここで、ブロックインターリーブでは、例えば、カラム(column)（縦）方向に所定のビット数を記憶する記憶領域としてのカラムが、ロウ(row)（横）方向に、シンボルのビット数mに等しい数だけ並んだ記憶領域に対して、グループワイズインターリーバ２４から

のLDPC符号が、カラム方向に書き込まれ、ロウ方向に読み出されることで、LDPC符号が、mビットのシンボルにシンボル化される。

【０１２４】

＜LDPC符号の検査行列＞

【０１２５】

図１０は、図８のLDPCエンコーダ１１５でLDPC符号化に用いられる検査行列Hの例を示す図である。

【０１２６】

検査行列Hは、LDGM(Low-Density Generation Matrix)構造になっており、LDPC符号の符号ビットのうちの、情報ビットに対応する部分の情報行列H_Aと、パリティビットに対応するパリティ行列H_Tとによって、式$H=[H_A \mid H_T]$（情報行列H_Aの要素を左側の要素とし、パリティ行列H_Tの要素を右側の要素とする行列）で表すことができる。

【０１２７】

ここで、１符号のLDPC符号（１符号語）の符号ビットのうちの情報ビットのビット数と、パリティビットのビット数を、それぞれ、情報長Kと、パリティ長Mというとともに、１個（１符号語）のLDPC符号の符号ビットのビット数を、符号長N(＝K+M)という。

【０１２８】

ある符号長NのLDPC符号についての情報長Kとパリティ長Mは、符号化率によって決まる。また、検査行列Hは、行×列がM×Nの行列（M行N列の行列）となる。そして、情報行列H_Aは、M×Kの行列となり、パリティ行列H_Tは、M×Mの行列となる。

【０１２９】

図１１は、図８のLDPCエンコーダ１１５でLDPC符号化に用いられる検査行列Hのパリティ行列H_Tの例を示す図である。

【０１３０】

LDPCエンコーダ１１５でLDPC符号化に用いられる検査行列Hのパリティ行列H_Tとしては、例えば、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列Hと同様のパリティ行列H_Tを採用することができる。

【０１３１】

DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列Hのパリティ行列H_Tは、図１１に示すように、1の要素が、いわば階段状に並ぶ階段構造の行列(lower bidiagonal matrix)になっている。パリティ行列H_Tの行重みは、１行目については１で、残りの全ての行については２になっている。また、列重みは、最後の１列については１で、残りの全ての列で２になっている。

【０１３２】

以上のように、パリティ行列H_Tが階段構造になっている検査行列HのLDPC符号は、その検査行列Hを用いて、容易に生成することができる。

【０１３３】

すなわち、LDPC符号（１符号語）を、行ベクトルcで表すとともに、その行ベクトルを転置して得られる列ベクトルを、c^Tと表す。また、LDPC符号である行ベクトルcのうちの、情報ビットの部分を、行ベクトルAで表すとともに、パリティビットの部分を、行ベクトルTで表すこととする。

【０１３４】

この場合、行ベクトルcは、情報ビットとしての行ベクトルAと、パリティビットとしての行ベクトルTとによって、式$c=[A \mid T]$（行ベクトルAの要素を左側の要素とし、行ベクトルTの要素を右側の要素とする行ベクトル）で表すことができる。

【０１３５】

検査行列Hと、LDPC符号としての行ベクトル$c=[A \mid T]$とは、式$H\bar{c}=0$を満たす必要があり、かかる式$Hc^T=0$を満たす行ベクトル$c=[A \mid T]$を構成するパリティビットとしての行ベクトルTは、検査行列$H=[H_A \mid H_T]$のパリティ行列H_Tが、図１１に示した階段構造になっている場合には、式$Hc^T=0$における列ベクトルHc^Tの１行目の要素から順に、各行の

要素を０にしていくようにすることで、逐次的（順番）に求めることができる。
【０１３６】
図１２は、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列Hを説明する図である。
【０１３７】
DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列Hの１列目からのKX列については、列重みがXに、その後のK3列については、列重みが３に、その後のM-1列については、列重みが２に、最後の１列については、列重みが１に、それぞれなっている。
【０１３８】
ここで、KX+K3+M-1+1は、符号長Nに等しい。
【０１３９】
図１３は、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の各符号化率rについての、列数KX，K3、及びM、並びに、列重みXを示す図である。
【０１４０】
DVB-T.2等の規格では、64800ビットと16200ビットの符号長NのLDPC符号が規定されている。
【０１４１】
そして、符号長Nが64800ビットのLDPC符号については、１１個の符号化率(nominal rate)1/4,1/3,2/5,1/2,3/5,2/3,3/4,4/5,5/6,8/9、及び9/10が規定されており、符号長Nが16200ビットのLDPC符号については、１０個の符号化率1/4,1/3,2/5,1/2,3/5,2/3,3/4,4/5,5/6、及び8/9が規定されている。
【０１４２】
ここで、以下、64800ビットの符号長Nを、64kビットともいい、16200ビットの符号長Nを、16kビットともいう。
【０１４３】
LDPC符号については、検査行列Hの列重みが大の列に対応する符号ビットほど、エラーレートが低い傾向がある。
【０１４４】
図１２及び図１３に示した、DVB-T.2等の規格に規定されている検査行列Hでは、先頭側（左側）の列ほど、列重みが大の傾向にあり、したがって、その検査行列Hに対応するLDPC符号については、先頭の符号ビットほど、エラーに強く（エラーに対する耐性があり）、終わりの符号ビットほど、エラーに弱い傾向がある。
【０１４５】
＜パリティインターリーブ＞
【０１４６】
図１４ないし図１６を参照して、図９のパリティインターリーバ２３によるパリティインターリーブについて説明する。
【０１４７】
図１４は、LDPC符号の検査行列のタナーグラフ（の一部）の例を示す図である。
【０１４８】
チェックノードは、図１４に示すように、そのチェックノードに繋がっているバリアブルノード（に対応する符号ビット）の２個等の複数が同時にイレージャ等のエラーになると、そのチェックノードに繋がっている全バリアブルノードに、値が0である確率と1である確率とが等確率のメッセージを戻す。このため、同一のチェックノードに繋がっている複数のバリアブルノードが同時にイレージャ等になると、復号の性能が劣化する。
【０１４９】
ところで、図８のLDPCエンコーダ１１５が出力するLDPC符号は、例えば、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号と同様に、IRA符号であり、検査行列Hのパリティ行列H_Tは、図１１に示したように、階段構造になっている。
【０１５０】

図１５は、図１１に示したように、階段構造になっているパリティ行列H_Tと、そのパリティ行列H_Tに対応するタナーグラフの例を示す図である。

【０１５１】

図１５のＡは、階段構造になっているパリティ行列H_Tの例を示しており、図１５のＢは、図１５のＡのパリティ行列H_Tに対応するタナーグラフを示している。

【０１５２】

階段構造になっているパリティ行列H_Tでは、各行において、１の要素が隣接する（１行目を除く）。このため、パリティ行列H_Tのタナーグラフにおいて、パリティ行列H_Tの値が1になっている隣接する２つの要素の列に対応する、隣接する２つのバリアブルノードは、同一のチェックノードに繋がっている。

【０１５３】

したがって、バースト誤りやイレージャ等によって、上述の隣接する２つのバリアブルノードに対応するパリティビットが同時にエラーとなると、そのエラーとなった２つのパリティビットに対応する２つのバリアブルノード（パリティビットを用いてメッセージを求めるバリアブルノード）に繋がっているチェックノードは、値が0である確率と1である確率とが等確率のメッセージを、そのチェックノードに繋がっているバリアブルノードに戻すため、復号の性能が劣化する。そして、バースト長（連続してエラーとなるパリティビットのビット数）が大になると、等確率のメッセージを戻すチェックノードが増加し、復号の性能は、さらに劣化する。

【０１５４】

そこで、パリティインターリーバ２３（図９）は、上述した復号の性能の劣化を防止するため、LDPCエンコーダ１１５からの、LDPC符号のパリティビットを、他のパリティビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブを行う。

【０１５５】

図１６は、図９のパリティインターリーバ２３が行うパリティインターリーブ後のLDPC符号に対応する検査行列Hのパリティ行列H_Tを示す図である。

【０１５６】

ここで、LDPCエンコーダ１１５が出力するLDPC符号に対応する検査行列Hの情報行列H_Aは、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号に対応する検査行列Hの情報行列と同様に、巡回構造になっている。

【０１５７】

巡回構造とは、ある列が、他の列をサイクリックシフトしたものと一致している構造をいい、例えば、P列ごとに、そのP列の各行の1の位置が、そのP列の最初の列を、パリティ長Mを除算して得られる値qに比例する値等の所定の値だけ、列方向にサイクリックシフトした位置になっている構造も含まれる。以下、適宜、巡回構造におけるP列を、ユニットサイズという。

【０１５８】

DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号としては、図１２及び図１３で説明したように、符号長Nが64800ビットと16200ビットとの、２種類のLDPC符号があり、その２種類のLDPC符号のいずれについても、ユニットサイズPが、パリティ長Mの約数のうちの、1とMを除く約数の１つである360に規定されている。

【０１５９】

また、パリティ長Mは、符号化率によって異なる値qを用いて、式$M＝q×P＝q×360$で表される素数以外の値になっている。したがって、値qも、ユニットサイズPと同様に、パリティ長Mの約数のうちの、1とMを除く約数の他の１つであり、パリティ長Mを、ユニットサイズPで除算することにより得られる（パリティ長Mの約数であるP及びqの積は、パリティ長Mとなる）。

【０１６０】

パリティインターリーバ２３は、上述したように、情報長をKとし、また、0以上P未満の整数をxとするとともに、0以上q未満の整数をyとすると、パリティインターリーブとし

て、NビットのLDPC符号の符号ビットのうちの、K+qx+y+1番目の符号ビットを、K+Py+x+1番目の符号ビットの位置にインターリーブする。

【０１６１】

K+qx+y+1番目の符号ビット、及び、K+Py+x+1番目の符号ビットは、いずれも、K+1番目以降の符号ビットであるから、パリティビットであり、したがって、パリティインターリーブによれば、LDPC符号のパリティビットの位置が移動される。

【０１６２】

このようなパリティインターリーブによれば、同一のチェックノードに繋がれるバリアブルノード（に対応するパリティビット）が、ユニットサイズP、すなわち、ここでは、360ビットだけ離れるので、バースト長が360ビット未満である場合には、同一のチェックノードに繋がっているバリアブルノードの複数が同時にエラーになる事態を避けることができ、その結果、バースト誤りに対する耐性を改善することができる。

【０１６３】

なお、K+qx+y+1番目の符号ビットを、K+Py+x+1番目の符号ビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブ後のLDPC符号は、元の検査行列Hの、K+qx+y+1番目の列を、K+Py+x+1番目の列に置換する列置換を行って得られる検査行列（以下、変換検査行列ともいう）のLDPC符号に一致する。

【０１６４】

また、変換検査行列のパリティ行列には、図１６に示すように、P列（図１６では、360列）を単位とする擬似巡回構造が現れる。

【０１６５】

ここで、擬似巡回構造とは、一部を除く部分が巡回構造になっている構造を意味する。

【０１６６】

DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列に対して、パリティインターリーブに相当する列置換を施して得られる変換検査行列は、変換検査行列の右上隅部分の360行×360列の部分（後述するシフト行列）に、1の要素が１つだけ足らず（0の要素になっており）、その点で、（完全な）巡回構造ではなく、いわば、擬似巡回構造になっている。

【０１６７】

LDPCエンコーダ１１５が出力するLDPC符号の検査行列に対する変換検査行列は、例えば、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列に対する変換検査行列と同様に、擬似巡回構造になっている。

【０１６８】

なお、図１６の変換検査行列は、元の検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換の他、変換検査行列が、後述する構成行列で構成されるようにするための行の置換（行置換）も施された行列になっている。

【０１６９】

図１７は、図８のLDPCエンコーダ１１５、ビットインターリーバ１１６、及び、マッパ１１７で行われる処理を説明するフローチャートである。

【０１７０】

LDPCエンコーダ１１５は、BCHエンコーダ１１４から、LDPC対象データが供給されるのを待って、ステップＳ１０１において、LDPC対象データを、LDPC符号に符号化し、そのLDPC符号を、ビットインターリーバ１１６に供給して、処理は、ステップＳ１０２に進む。

【０１７１】

ビットインターリーバ１１６は、ステップＳ１０２において、LDPCエンコーダ１１５からのLDPC符号を対象として、ビットインターリーブを行い、そのビットインターリーブによって得られるシンボルを、マッパ１１７に供給して、処理は、ステップＳ１０３に進む。

【０１７２】

すなわち、ステップＳ１０２では、ビットインターリーバ１１６（図９）において、パリティインターリーバ２３が、LDPCエンコーダ１１５からのLDPC符号を対象として、パリティインターリーブを行い、そのパリティインターリーブ後のLDPC符号を、グループワイズインターリーバ２４に供給する。

【０１７３】

グループワイズインターリーバ２４は、パリティインターリーバ２３からのLDPC符号を対象として、グループワイズインターリーブを行い、ブロックインターリーバ２５に供給する。

【０１７４】

ブロックインターリーバ２５は、グループワイズインターリーバ２４によるグループワイズインターリーブ後のLDPC符号を対象として、ブロックインターリーブを行い、その結果得られるmビットのシンボルを、マッパ１１７に供給する。

【０１７５】

マッパ１１７は、ステップＳ１０３において、ブロックインターリーバ２５からのシンボルを、マッパ１１７で行われる直交変調の変調方式で定める2^m個の信号点のいずれかにマッピングして直交変調し、その結果得られるデータを、時間インターリーバ１１８に供給する。

【０１７６】

以上のように、パリティインターリーブや、グループワイズインターリーブを行うことで、LDPC符号の複数の符号ビットを１個のシンボルとして送信する場合のエラーレートを改善することができる。

【０１７７】

ここで、図９では、説明の便宜のため、パリティインターリーブを行うブロックであるパリティインターリーバ２３と、グループワイズインターリーブを行うブロックであるグループワイズインターリーバ２４とを、別個に構成するようにしたが、パリティインターリーバ２３とグループワイズインターリーバ２４とは、一体的に構成することができる。

【０１７８】

すなわち、パリティインターリーブと、グループワイズインターリーブとは、いずれも、メモリに対する符号ビットの書き込み、及び読み出しによって行うことができ、符号ビットの書き込みを行うアドレス（書き込みアドレス）を、符号ビットの読み出しを行うアドレス（読み出しアドレス）に変換する行列によって表すことができる。

【０１７９】

したがって、パリティインターリーブを表す行列と、グループワイズインターリーブを表す行列とを乗算して得られる行列を求めておけば、それらの行列によって、符号ビットを変換することで、パリティインターリーブを行い、さらに、そのパリティインターリーブ後のLDPC符号をグループワイズインターリーブした結果を得ることができる。

【０１８０】

また、パリティインターリーバ２３とグループワイズインターリーバ２４に加えて、ブロックインターリーバ２５も、一体的に構成することが可能である。

【０１８１】

すなわち、ブロックインターリーバ２５で行われるブロックインターリーブも、LDPC符号を記憶するメモリの書き込みアドレスを、読み出しアドレスに変換する行列によって表すことができる。

【０１８２】

したがって、パリティインターリーブを表す行列、グループワイズインターリーブを表す行列、及び、ブロックインターリーブを表す行列を乗算して得られる行列を求めておけば、それらの行列によって、パリティインターリーブ、グループワイズインターリーブ、及び、ブロックインターリーブを、一括して行うことができる。

【０１８３】

なお、パリティインターリーブ及びグループワイズインターリーブのうちの一方又は量

は、行わないこととすることができる。

【０１８４】

＜LDPCエンコーダ１１５の構成例＞

【０１８５】

図１８は、図８のLDPCエンコーダ１１５の構成例を示すブロック図である。

【０１８６】

なお、図８のLDPCエンコーダ１２２も、同様に構成される。

【０１８７】

図１２及び図１３で説明したように、DVB-T.2等の規格では、64800ビットと16200ビットとの２通りの符号長NのLDPC符号が規定されている。

【０１８８】

そして、符号長Nが64800ビットのLDPC符号については、１１個の符号化率1/4,1/3,2/5,1/2,3/5,2/3,3/4,4/5,5/6,8/9、及び9/10が規定されており、符号長Nが16200ビットのLDPC符号については、１０個の符号化率1/4,1/3,2/5,1/2,3/5,2/3,3/4,4/5,5/6、及び8/9が規定されている（図１２及び図１３）。

【０１８９】

LDPCエンコーダ１１５は、例えば、このような、符号長Nが64800ビットや16200ビットの各符号化率のLDPC符号による符号化（誤り訂正符号化）を、符号長Nごと、及び符号化率ごとに用意された検査行列Hに従って行うことができる。

【０１９０】

その他、LDPCエンコーダ１１５は、任意の符号長Nの、任意の符号化率rのLDPC符号の検査行列Hに従って、LDPC符号化を行うことができる。

【０１９１】

LDPCエンコーダ１１５は、符号化処理部６０１と記憶部６０２とから構成される。

【０１９２】

符号化処理部６０１は、符号化率設定部６１１、初期値テーブル読み出し部６１２、検査行列生成部６１３、情報ビット読み出し部６１４、符号化パリティ演算部６１５、及び制御部６１６から構成され、LDPCエンコーダ１１５に供給されるLDPC対象データのLDPC符号化を行い、その結果得られるLDPC符号を、ビットインターリーバ１１６（図８）に供給する。

【０１９３】

すなわち、符号化率設定部６１１は、例えば、オペレータの操作等に応じて、LDPC符号の符号長Nや符号化率r、その他、LDPC符号を特定する特定情報を設定する。

【０１９４】

初期値テーブル読み出し部６１２は、符号化率設定部６１１が設定した特定情報によって特定されるLDPC符号の検査行列を表す、後述する検査行列初期値テーブルを、記憶部６０２から読み出す。

【０１９５】

検査行列生成部６１３は、初期値テーブル読み出し部６１２が読み出した検査行列初期値テーブルに基づいて、検査行列Hを生成し、記憶部６０２に格納する。例えば、検査行列生成部６１３は、符号化率設定部６１１が設定した符号長N及び符号化率rに応じた情報長K（＝符号長N-パリティ長M）に対応する情報行列H_Aの１の要素を列方向に360列（ユニットサイズP）ごとの周期で配置して検査行列Hを生成し、記憶部６０２に格納する。

【０１９６】

情報ビット読み出し部６１４は、LDPCエンコーダ１１５に供給されるLDPC対象データから、情報長K分の情報ビットを読み出す（抽出する）。

【０１９７】

符号化パリティ演算部６１５は、検査行列生成部６１３が生成した検査行列Hを記憶部６０２から読み出し、その検査行列Hを用いて、情報ビット読み出し部６１４が読み出した情報ビットに対するパリティビットを所定の式に基づいて算出することにより、符号語

（LDPC符号）を生成する。

【０１９８】

制御部６１６は、符号化処理部６０１を構成する各ブロックを制御する。

【０１９９】

記憶部６０２には、例えば、64800ビットや16200ビット等の符号長Nそれぞれについての、図１２及び図１３に示した複数の符号化率等それぞれに対応する複数の検査行列初期値テーブル等が格納されている。また、記憶部６０２は、符号化処理部６０１の処理上必要なデータを一時記憶する。

【０２００】

図１９は、図１８のLDPCエンコーダ１１５の処理の例を説明するフローチャートである。

【０２０１】

ステップＳ２０１において、符号化率設定部６１１は、LDPC符号化を行う符号長N及び符号化率r、その他のLDPC符号を特定する特定情報を設定する。

【０２０２】

ステップＳ２０２において、初期値テーブル読み出し部６１２は、符号化率設定部６１１により設定された特定情報としての符号長N及び符号化率r等により特定される、予め定められた検査行列初期値テーブルを、記憶部６０２から読み出す。

【０２０３】

ステップＳ２０３において、検査行列生成部６１３は、初期値テーブル読み出し部６１２が記憶部６０２から読み出した検査行列初期値テーブルを用いて、符号化率設定部６１１により設定された符号長N及び符号化率rのLDPC符号の検査行列Hを求め（生成し）、記憶部６０２に供給して格納する。

【０２０４】

ステップＳ２０４において、情報ビット読み出し部６１４は、LDPCエンコーダ１１５に供給されるLDPC対象データから、符号化率設定部６１１により設定された符号長N及び符号化率rに対応する情報長K(＝N×r)の情報ビットを読み出すとともに、検査行列生成部６１３が求めた検査行列Hを、記憶部６０２から読み出し、符号化パリティ演算部６１５に供給する。

【０２０５】

ステップＳ２０５において、符号化パリティ演算部６１５は、情報ビット読み出し部６１４からの情報ビットと検査行列Hとを用い、式（８）を満たす符号語cのパリティビットを順次演算する。

【０２０６】

$$Hc^T = 0 \quad \cdots (8)$$

【０２０７】

式（８）において、cは、符号語（LDPC符号）としての行ベクトルを表し、c^Tは、行ベクトルcの転置を表す。

【０２０８】

ここで、上述したように、LDPC符号（１符号語）としての行ベクトルcのうちの、情報ビットの部分を、行ベクトルAで表すとともに、パリティビットの部分を、行ベクトルTで表す場合には、行ベクトルcは、情報ビットとしての行ベクトルAと、パリティビットとしての行ベクトルTとによって、式$c = [A \mid T]$で表すことができる。

【０２０９】

検査行列Hと、LDPC符号としての行ベクトル$c = [A \mid T]$とは、式$H\vec{c} = 0$を満たす必要があり、かかる式$Hc^T = 0$を満たす行ベクトル$c = [A \mid T]$を構成するパリティビットとしての行ベクトルTは、検査行列$H = [H_A \mid H_T]$のパリティ行列H_Tが、図１１に示した階段構造になっている場合には、式$Hc^T = 0$における列ベクトルHc^Tの１行目の要素から順に、各行の要素を０にしていくようにすることで、逐次的に求めることができる。

【０２１０】
符号化パリティ演算部６１５は、情報ビット読み出し部６１４からの情報ビットAに対して、パリティビットTを求め、その情報ビットAとパリティビットTとによって表される符号語c ＝［A｜T］を、情報ビットAのLDPC符号化結果として出力する。
【０２１１】
その後、ステップＳ２０６において、制御部６１６は、LDPC符号化を終了するかどうかを判定する。ステップＳ２０６において、LDPC符号化を終了しないと判定された場合、すなわち、例えば、LDPC符号化すべきLDPC対象データが、まだある場合、処理は、ステップＳ２０１（又は、ステップＳ２０４）に戻り、以下、ステップＳ２０１（又は、ステップＳ２０４）ないしＳ２０６の処理が繰り返される。
【０２１２】
また、ステップＳ２０６において、LDPC符号化を終了すると判定された場合、すなわち、例えば、LDPC符号化すべきLDPC対象データがない場合、LDPCエンコーダ１１５は、処理を終了する。
【０２１３】
LDPCエンコーダ１１５については、様々な符号長Nや符号化率rのLDPC符号の（検査行列を表す）検査行列初期値テーブルをあらかじめ用意することができる。LDPCエンコーダ１１５では、あらかじめ用意された検査行列初期値テーブルから生成される検査行列Hを用いて、様々な符号長Nや符号化率rのLDPC符号へのLDPC符号化を行うことができる。
【０２１４】
＜検査行列初期値テーブルの例＞
【０２１５】
検査行列初期値テーブルは、例えば、検査行列Hの、LDPC符号（検査行列Hによって定義されるLDPC符号）の符号長N及び符号化率rに応じた情報長Kに対応する情報行列H_A（図１０）の１の要素の位置を360列（ユニットサイズP）ごとに表すテーブルであり、各符号長N及び各符号化率rの検査行列Hごとに、あらかじめ作成される。
【０２１６】
すなわち、検査行列初期値テーブルは、少なくとも、情報行列H_Aの１の要素の位置を360列（ユニットサイズP）ごとに表す。
【０２１７】
また、検査行列Hには、パリティ行列H_Tの全部が階段構造になっている検査行列や、パリティ行列H_Tの一部が階段構造になっており、残りの部分が対角行列（単位行列）になっている検査行列がある。
【０２１８】
以下、パリティ行列H_Tの一部が階段構造になっており、残りの部分が対角行列になっている検査行列を表す検査行列初期値テーブルの表現方式を、タイプA方式ともいう。また、パリティ行列H_Tの全部が階段構造になっている検査行列を表す検査行列初期値テーブルの表現方式を、タイプB方式ともいう。
【０２１９】
また、タイプA方式の検査行列初期値テーブルが表す検査行列に対するLDPC符号を、タイプA符号ともいい、タイプB方式の検査行列初期値テーブルが表す検査行列に対するLDPC符号を、タイプB符号ともいう。
【０２２０】
「タイプA」及び「タイプB」の呼称は、ATSC 3.0の規格に準じた呼称である。例えば、ATSC3.0では、タイプA符号及びタイプB符号の両方が採用されている。
【０２２１】
なお、DVB-T.2等では、タイプB符号が採用されている。
【０２２２】
図２０は、タイプB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０２２３】
すなわち、図２０は、DVB-T.2の規格に規定されている、符号長Nが16200ビットの、符号化率（DVB-T.2の表記上の符号化率）rが1/4のタイプB符号の（検査行列Hを表す）検査行列初期値テーブルを示している。
【０２２４】
検査行列生成部６１３（図１８）は、タイプB方式の検査行列初期値テーブルを用いて、以下のように、検査行列Hを求める。
【０２２５】
図２１は、タイプB方式の検査行列初期値テーブルから検査行列Hを求める方法を説明する図である。
【０２２６】
すなわち、図２１は、DVB-T.2の規格に規定されている、符号長Nが16200ビットの、符号化率rが2/3のタイプB符号の検査行列初期値テーブルを示している。
【０２２７】
タイプB方式の検査行列初期値テーブルは、LDPC符号の符号長N及び符号化率rに応じた情報長Kに対応する情報行列H_Aの全体の１の要素の位置を、360列（ユニットサイズP）ごとに表すテーブルであり、そのi行目には、検査行列Hの1+360×(i-1)列目の１の要素の行番号（検査行列Hの１行目の行番号を０とする行番号）が、その1+360×(i-1)列目の列が持つ列重みの数だけ並んでいる。
【０２２８】
ここで、タイプB方式の検査行列Hの、パリティ長Mに対応するパリティ行列H_T（図１０）は、図１５に示したように階段構造に決まっているので、検査行列初期値テーブルにより、情報長Kに対応する情報行列H_A（図１０）を求めることができれば、検査行列Hを求めることができる。
【０２２９】
タイプB方式の検査行列初期値テーブルの行数k+1は、情報長Kによって異なる。
【０２３０】
情報長Kと、検査行列初期値テーブルの行数k+1との間には、式（９）の関係が成り立つ。
【０２３１】

$$K=(k+1)\times 360 \quad \cdots (9)$$

【０２３２】
ここで、式（９）の360は、図１６で説明したユニットサイズPである。
【０２３３】
図２１の検査行列初期値テーブルでは、１行目から３行目までに、１３個の数値が並び、４行目からk+1行目（図２１では、３０行目）までに、３個の数値が並んでいる。
【０２３４】
したがって、図２１の検査行列初期値テーブルから求められる検査行列Hの列重みは、１列目から、1+360×(3-1)-1列目までは、１３であり、1+360×(3-1)列目から、K列目までは、３である。
【０２３５】
図２１の検査行列初期値テーブルの１行目は、0,2084,1613,1548,1286,1460,3196,4297,2481,3369,3451,4620,2622となっており、これは、検査行列Hの１列目において、行番号が、0,2084,1613,1548,1286,1460,3196,4297,2481,3369,3451,4620,2622の行の要素が１であること（かつ、他の要素が０であること）を示している。
【０２３６】
また、図２１の検査行列初期値テーブルの２行目は、1,122,1516,3448,2880,1407,1847,3799,3529,373,971,4358,3108となっており、これは、検査行列Hの３６１（＝１＋360×（２－１））列目において、行番号が、1,122,1516,3448,2880,1407,1

847,3799,3529,373,971,4358,3108の行の要素が１であることを示している。

【０２３７】

以上のように、検査行列初期値テーブルは、検査行列Hの情報行列H_Aの１の要素の位置を360列ごとに表す。

【０２３８】

検査行列Hの1+360×(i-1)列目以外の列、つまり、2+360×(i-1)列目から、360×i列目までの各列は、検査行列初期値テーブルによって定まる1+360×(i-1)列目の１の要素を、パリティ長Mに従って下方向（列の下方向）に、周期的にサイクリックシフトして配置したものになっている。

【０２３９】

すなわち、例えば、2+360×(i-1)列目は、1+360×(i-1)列目を、M/360(＝q)だけ下方向にサイクリックシフトしたものとなっており、次の3+360×(i-1)列目は、1+360×(i-1)列目を、2×M/360(＝2×q)だけ下方向にサイクリックシフトしたもの（2+360×(i-1)列目を、M/360(＝q)だけ下方向にサイクリックシフトしたもの）となっている。

【０２４０】

いま、検査行列初期値テーブルのi行目（上からi番目）のj列目（左からj番目）の数値を、$h_{i,j}$と表すとともに、検査行列Hのw列目の、j個目の１の要素の行番号を、$H_{w\text{-}j}$と表すこととすると、検査行列Hの1+360×(i-1)列目以外の列であるw列目の、１の要素の行番号$H_{w\text{-}j}$は、式（１０）で求めることができる。

【０２４１】

$$H_{w\text{-}j}=\mathrm{mod}\{h_{i,j}+\mathrm{mod}((w-1),P)\times q,\ M\} \quad \cdots（１０）$$

【０２４２】

ここで、mod（x，y）はxをyで割った余りを意味する。

【０２４３】

また、Pは、上述したユニットサイズであり、本実施の形態では、例えば、DVB-T.2等やATSC3.0の規格と同様に、360である。さらに、qは、パリティ長Mを、ユニットサイズP(＝360)で除算することにより得られる値M/360である。

【０２４４】

検査行列生成部６１３（図１８）は、検査行列初期値テーブルによって、検査行列Hの1+360×(i-1)列目の１の要素の行番号を特定する。

【０２４５】

さらに、検査行列生成部６１３（図１８）は、検査行列Hの1+360×(i-1)列目以外の列であるw列目の、１の要素の行番号$H_{w\text{-}j}$を、式（１０）に従って求め、以上により得られた行番号の要素を１とする検査行列Hを生成する。

【０２４６】

図２２は、タイプA方式の検査行列Hの構造を示す図である。

【０２４７】

タイプA方式の検査行列は、A行列、B行列、C行列、D行列、及び、Z行列で構成される。

【０２４８】

A行列は、所定値M1と、LDPC符号の情報長K＝符号長N×符号化率rとで表されるM1行K列の、検査行列Hの左上の行列である。

【０２４９】

B行列は、M1行M1列の、A行列の右に隣接する階段構造の行列である。

【０２５０】

C行列は、N-K-M1行K+M1列の、A行列及びB行列の下に隣接する行列である。

【０２５１】

D行列は、N-K-M1行N-K-M1列の、C行列の右に隣接する単位行列である。

【０２５２】

Z行列は、M1行N-K-M1列の、B行列の右に隣接するゼロ行列（０行列）である。

【０２５３】

以上のようなA行列ないしD行列、及び、Z行列で構成されるタイプA方式の検査行列Hでは、A行列、及び、C行列の一部が、情報行列を構成しており、B行列、C行列の残りの部分、D行列、及び、Z行列が、パリティ行列を構成している。

【０２５４】

なお、B行列は、階段構造の行列であり、D行列は、単位行列であるので、タイプA方式の検査行列Hのパリティ行列は、一部（B行列の部分）が階段構造になっており、残りの部分（D行列の部分）が対角行列（単位行列）になっている。

【０２５５】

A行列及びC行列は、タイプB方式の検査行列Hの情報行列と同様に、ユニットサイズPの列（例えば、360列）ごとの巡回構造になっており、タイプA方式の検査行列初期値テーブルは、A行列及びC行列の1の要素の位置を360列ごとに表す。

【０２５６】

ここで、上述したように、A行列、及び、C行列の一部は、情報行列を構成するから、A行列及びC行列の1の要素の位置を360列ごとに表すタイプA方式の検査行列初期値テーブルは、少なくとも、情報行列の１の要素の位置を360列ごとに表している、ということができる。

【０２５７】

なお、タイプA方式の検査行列初期値テーブルは、A行列及びC行列の1の要素の位置を360列ごとに表すから、検査行列の一部（C行列の残りの部分）の1の要素の位置を360列ごとに表している、ということもできる。

【０２５８】

図２３は、タイプA方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０２５９】

すなわち、図２３は、符号長Nが35ビットの、符号化率rが2/7の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示している。

【０２６０】

タイプA方式の検査行列初期値テーブルは、A行列及びC行列の１の要素の位置を、ユニットサイズPごとに表すテーブルであり、そのi行目には、検査行列Hの1+P×(i-1)列目の１の要素の行番号（検査行列Hの１行目の行番号を０とする行番号）が、その1+P×(i-1)列目の列が持つ列重みの数だけ並んでいる。

【０２６１】

なお、ここでは、説明を簡単にするため、ユニットサイズPは、例えば、5であるとする。

【０２６２】

タイプA方式の検査行列Hについては、パラメータとして、M1，M2，Q1、及び、Q2がある。

【０２６３】

M1（図２２）は、B行列のサイズを決めるパラメータであり、ユニットサイズPの倍数の値をとる。M1を調整することで、LDPC符号の性能は変化し、検査行列Hを決定するときに、所定の値に調整される。ここでは、M1として、ユニットサイズP＝5の3倍の15が採用されていることとする。

【０２６４】

M2（図２２）は、パリティ長Mから、M1を減算した値M-M1をとる。

【０２６５】

ここでは、情報長Kは、N×r＝35×2/7＝10であり、パリティ長Mは、N-K＝35-10＝25であるので、M2は、M-M1＝25-15＝10となる。

【０２６６】

Q1は、式Q1＝M1/Pに従って求められ、A行列におけるサイクリックシフトのシフト数

（行数）を表す。
【０２６７】
すなわち、タイプA方式の検査行列HのA行列の1+P×(i-1)列目以外の列、つまり、2+P×(i-1)列目から、P×i列目までの各列は、検査行列初期値テーブルによって定まる1+P×(i-1)列目の１の要素を下方向（列の下方向）に、周期的にサイクリックシフトして配置したものになっており、Q1は、A行列における、そのサイクリックシフトのシフト数を表す。
【０２６８】
Q2は、式Q2＝M2/Pに従って求められ、C行列におけるサイクリックシフトのシフト数（行数）を表す。
【０２６９】
すなわち、タイプA方式の検査行列HのC行列の1+P×(i-1)列目以外の列、つまり、2+P×(i-1)列目から、P×i列目までの各列は、検査行列初期値テーブルによって定まる1+P×(i-1)列目の１の要素を下方向（列の下方向）に、周期的にサイクリックシフトして配置したものになっており、Q2は、C行列における、そのサイクリックシフトのシフト数を表す。
【０２７０】
ここでは、Q1は、M1/P＝15/5＝3であり、Q2は、M2/P＝10/5＝2である。
【０２７１】
図２３の検査行列初期値テーブルでは、１行目と２行目に、３個の数値が並び、３行目から５行目までに、１個の数値が並んでおり、かかる数値の並びによれば、図２３の検査行列初期値テーブルから求められる検査行列HのA行列及びC行列の部分の列重みは、1=1+5×(1-1)列目から、10=5×2列目までは、３であり、11=1+5×(3-1)列目から、25=5×5列目までは、１である。
【０２７２】
すなわち、図２３の検査行列初期値テーブルの1行目は、2,6,18となっており、これは、検査行列Hの1列目において、行番号が、2,6,18の行の要素が１であること（かつ、他の要素が０であること）を示している。
【０２７３】
ここで、いまの場合、A行列（図２２）は、15行10列（M1行K列）の行列であり、C行列（図２２）は、10行25列（N-K-M1行K+M1列）の行列であるから、検査行列Hの行番号0ないし14の行は、A行列の行であり、検査行列Hの行番号15ないし24の行は、C行列の行である。
【０２７４】
したがって、行番号が2,6,18の行（以下、行#2,#6,#18のように記載する）のうちの、行#2及び#6は、A行列の行であり、行#18は、C行列の行である。
【０２７５】
図２３の検査行列初期値テーブルの2行目は、2,10,19となっており、これは、検査行列Hの6(＝1+5×(2-1))列目において、行#2,#10,#19の要素が１であることを示している。
【０２７６】
ここで、検査行列Hの6(＝1+5×(2-1))列目において、行#2,#10,#19のうちの、行#2及び#10は、A行列の行であり、行#19は、C行列の行である。
【０２７７】
図２３の検査行列初期値テーブルの3行目は、22となっており、これは、検査行列Hの11(＝1+5×(3-1))列目において、行#22の要素が１であることを示している。
【０２７８】
ここで、検査行列Hの11(＝1+5×(3-1))列目において、行#22は、C行列の行である。
【０２７９】
以下同様に、図２３の検査行列初期値テーブルの4行目の19は、検査行列Hの16(＝1+5

×(4-1))列目において、行#19の要素が１であることを示しており、図２３の検査行列初期値テーブルの5行目の15は、検査行列Hの21(＝1+5×(5-1))列目において、行#15の要素が１であることを示している。

【０２８０】

以上のように、検査行列初期値テーブルは、検査行列HのA行列及びC行列の１の要素の位置をユニットサイズP＝5列ごとに表す。

【０２８１】

検査行列HのA行列及びC行列の1+5×(i-1)列目以外の列、つまり、2+5×(i-1)列目から、5×i列目までの各列は、検査行列初期値テーブルによって定まる1+5×(i-1)列目の１の要素を、パラメータQ1及びQ2に従って下方向（列の下方向）に、周期的にサイクリックシフトして配置したものになっている。

【０２８２】

すなわち、例えば、A行列の、2+5×(i-1)列目は、1+5×(i-1)列目を、Q1(＝3)だけ下方向にサイクリックシフトしたものとなっており、次の3+5×(i-1)列目は、1+5×(i-1)列目を、2×Q1(＝2×3)だけ下方向にサイクリックシフトしたもの（2+5×(i-1)列目を、Q1だけ下方向にサイクリックシフトしたもの）となっている。

【０２８３】

また、例えば、C行列の、2+5×(i-1)列目は、1+5×(i-1)列目を、Q2(＝2)だけ下方向にサイクリックシフトしたものとなっており、次の3+5×(i-1)列目は、1+5×(i-1)列目を、2×Q2(＝2×2)だけ下方向にサイクリックシフトしたもの（2+5×(i-1)列目を、Q2だけ下方向にサイクリックシフトしたもの）となっている。

【０２８４】

図２４は、図２３の検査行列初期値テーブルから生成されるA行列を示す図である。

【０２８５】

図２４のA行列では、図２３の検査行列初期値テーブルの1行目にしたがい、1(＝1+5×(1-1))列目の行#2及び#6の要素が1になっている。

【０２８６】

そして、2(＝2+5×(1-1))列目から5(＝5+5×(1-1))列目までの各列は、直前の列を、Q1＝3だけ下方向にサイクリックシフトしたものになっている。

【０２８７】

さらに、図２４のA行列では、図２３の検査行列初期値テーブルの2行目にしたがい、6(＝1+5×(2-1))列目の行#2及び#10の要素が1になっている。

【０２８８】

そして、7(＝2+5×(2-1))列目から10(＝5+5×(2-1))列目までの各列は、直前の列を、Q1＝3だけ下方向にサイクリックシフトしたものになっている。

【０２８９】

図２５は、B行列のパリティインターリーブを示す図である。

【０２９０】

検査行列生成部６１３（図１８）は、検査行列初期値テーブルを用いて、A行列を生成し、そのA行列の右隣に、階段構造のB行列を配置する。そして、検査行列生成部６１３は、B行列をパリティ行列とみなして、階段構造のB行列の隣接する1の要素が、行方向に、ユニットサイズP＝5だけ離れるように、パリティインターリーブを行う。

【０２９１】

図２５は、図２４のB行列のパリティインターリーブ後のA行列及びB行列を示している。

【０２９２】

図２６は、図２３の検査行列初期値テーブルから生成されるC行列を示す図である。

【０２９３】

図２６のC行列では、図２３の検査行列初期値テーブルの1行目にしたがい、検査行列Hの1(＝1+5×(1-1))列目の行#18の要素が1になっている。

【０２９４】
そして、C行列の2(＝2+5×(1-1))列目から5(＝5+5×(1-1))列目までの各列は、直前の列を、Q2＝2だけ下方向にサイクリックシフトしたものになっている。
【０２９５】
さらに、図２６のC行列では、図２３の検査行列初期値テーブルの2行目ないし5行目にしたがい、検査行列Hの6(＝1+5×(2-1))列目の行#19、11(＝1+5×(3-1))列目の行#22、16(＝1+5×(4-1))列目の行#19、及び、21(＝1+5×(5-1))列目の行#15の要素が1になっている。
【０２９６】
そして、7(＝2+5×(2-1))列目から10(＝5+5×(2-1))列目までの各列、12(＝2+5×(3-1))列目から15(＝5+5×(3-1))列目までの各列、17(＝2+5×(4-1))列目から20(＝5+5×(4-1))列目までの各列、及び、22(＝2+5×(5-1))列目から25(＝5+5×(5-1))列目までの各列は、直前の列を、Q2＝2だけ下方向にサイクリックシフトしたものになっている。
【０２９７】
検査行列生成部６１３（図１８）は、検査行列初期値テーブルを用いて、C行列を生成し、そのC行列を、A行列及び（パリティインターリーブ後の）B行列の下に配置する。
【０２９８】
さらに、検査行列生成部６１３は、B行列の右隣に、Z行列を配置するとともに、C行列の右隣に、D行列を配置し、図２６に示す検査行列Hを生成する。
【０２９９】
図２７は、D行列のパリティインターリーブを示す図である。
【０３００】
検査行列生成部６１３は、図２６の検査行列Hを生成した後、D行列をパリティ行列とみなして、単位行列のD行列の奇数行と次の偶数行との1の要素が、行方向に、ユニットサイズP＝5だけ離れるように、（D行列のみの）パリティインターリーブを行う。
【０３０１】
図２７は、図２６の検査行列Hについて、D行列のパリティインターリーブを行った後の検査行列Hを示している。
【０３０２】
LDPCエンコーダ１１５（の符号化パリティ演算部６１５（図１８））は、例えば、図２７の検査行列Hを用いて、LDPC符号化（LDPC符号の生成）を行う。
【０３０３】
ここで、図２７の検査行列Hを用いて生成されるLDPC符号は、パリティインターリーブを行ったLDPC符号になっており、したがって、図２７の検査行列Hを用いて生成されるLDPC符号については、パリティインターリーバ２３（図９）において、パリティインターリーブを行う必要はない。すなわち、D行列のパリティインターリーブを行った後の検査行列Hを用いて生成されるLDPC符号は、パリティインターリーブを行ったLDPC符号になるため、かかるLDPC符号については、パリティインターリーバ２３でのパリティインターリーブは、スキップされる。
【０３０４】
図２８は、図２７の検査行列HのB行列、C行列の一部（C行列のうちの、B行列の下に配置されている部分）、及び、D行列に、パリティインターリーブを元に戻すパリティデインターリーブとしての列置換(column permutation)を行った検査行列Hを示す図である。
【０３０５】
LDPCエンコーダ１１５では、図２８の検査行列Hを用いて、LDPC符号化（LDPC符号の生成）を行うことができる。
【０３０６】
図２８の検査行列Hを用いて、LDPC符号化を行う場合、そのLDPC符号化によれば、パリティインターリーブを行っていないLDPC符号が得られる。したがって、図２８の検査行列Hを用いて、LDPC符号化を行う場合には、パリティインターリーバ２３（図９）にお

いて、パリティインターリーブが行われる。

【０３０７】

図２９は、図２７の検査行列Hに、行置換(row permutation)を行うことにより得られる変換検査行列Hを示す図である。

【０３０８】

変換検査行列は、後述するように、Ｐ×Ｐの単位行列、その単位行列の１のうち１個以上が０になった準単位行列、単位行列又は準単位行列をサイクリックシフトしたシフト行列、単位行列、準単位行列、又はシフト行列のうちの２以上の和である和行列、及び、Ｐ×Ｐの０行列の組合わせで表される行列になっている。

【０３０９】

変換検査行列を、LDPC符号の復号に用いることにより、LDPC符号の復号において、後述するように、チェックノード演算、及びバリアブルノード演算を、P個同時に行うアーキテクチャを採用することができる。

【０３１０】

＜新LDPC符号＞

【０３１１】

LDPC符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保する方法の１つとして、性能の良いLDPC符号を用いる方法がある。

【０３１２】

以下では、性能の良い新たなLDPC符号（以下、新LDPC符号ともいう）について説明する。

【０３１３】

新LDPC符号としては、例えば、ユニットサイズPが、DVB-T.2やATSC3.0等と同様の360で、巡回構造の検査行列Hに対応するタイプA符号やタイプB符号を採用することができる。

【０３１４】

LDPCエンコーダ１１５（図８、図１８）は、以下のような、符号長Nが、64kビットよりも長い、例えば、69120ビットで、符号化率rが、例えば、2/16，3/16，4/16，5/16，6/16，7/16，8/16，9/16，10/16，11/16，12/16，13/16、又は、14/16のうちのいずれかの新LDPC符号の検査行列初期値テーブル（から求められる検査行列H）を用いて、新LDPC符号へのLDPC符号化を行うことができる。

【０３１５】

この場合、LDPCエンコーダ１１５（図８）の記憶部６０２には、新LDPC符号の検査行列初期値テーブルが記憶される。

【０３１６】

図３０は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが2/16の新LDPC符号としてのタイプA符号（以下、r=2/16のタイプA符号ともいう）の検査行列Hを表す（タイプA方式の）検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３１７】

図３１、及び、図３２は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが3/16の新LDPC符号としてのタイプA符号（以下、r=3/16のタイプA符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３１８】

なお、図３２は、図３１に続く図である。

【０３１９】

図３３は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが4/16の新LDPC符号としてのタイプA符号（以下、r=4/16のタイプA符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３２０】

図３４、及び、図３５は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが5/16の新LDPC符

号としてのタイプA符号（以下、r=5/16のタイプA符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３２１】

なお、図３５は、図３４に続く図である。

【０３２２】

図３６、及び、図３７は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが6/16の新LDPC符号としてのタイプA符号（以下、r=6/16のタイプA符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３２３】

なお、図３７は、図３６に続く図である。

【０３２４】

図３８、及び、図３９は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが7/16の新LDPC符号としてのタイプA符号（以下、r=7/16のタイプA符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３２５】

なお、図３９は、図３８に続く図である。

【０３２６】

図４０、及び、図４１は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが8/16の新LDPC符号としてのタイプA符号（以下、r=8/16のタイプA符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３２７】

なお、図４１は、図４０に続く図である。

【０３２８】

図４２、及び、図４３は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが7/16の新LDPC符号としてのタイプB符号（以下、r=7/16のタイプB符号ともいう）の検査行列Hを表す（タイプB方式の）検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３２９】

なお、図４３は、図４２に続く図である。

【０３３０】

図４４、及び、図４５は、r=7/16のタイプB符号の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。

【０３３１】

なお、図４５は、図４４に続く図である。図４４、及び、図４５の検査行列初期値テーブル（が表す検査行列H）から得られるr=7/16のタイプB符号を、以下、r=7/16の他のタイプB符号ともいう。

【０３３２】

図４６、及び、図４７は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが8/16の新LDPC符号としてのタイプB符号（以下、r=8/16のタイプB符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３３３】

なお、図４７は、図４６に続く図である。

【０３３４】

図４８、及び、図４９は、r=8/16のタイプB符号の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。

【０３３５】

なお、図４９は、図４８に続く図である。図４８、及び、図４９の検査行列初期値テーブルから得られるr=8/16のタイプB符号を、以下、r=8/16の他のタイプB符号ともいう。

【０３３６】

図５０、図５１、及び、図５２は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが9/16の新LDPC符号としてのタイプB符号（以下、r=9/16のタイプB符号ともいう）の検査行列Hを

表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３３７】

なお、図５１は、図５０に続く図であり、図５２は、図５１に続く図である。

【０３３８】

図５３、図５４、及び、図５５は、r=9/16のタイプB符号の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。

【０３３９】

なお、図５４は、図５３に続く図であり、図５５は、図５４に続く図である。図５３ないし図５５の検査行列初期値テーブルから得られるr=9/16のタイプB符号を、以下、r=9/16の他のタイプB符号ともいう。

【０３４０】

図５６、図５７、及び、図５８は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが10/16の新LDPC符号としてのタイプB符号（以下、r=10/16のタイプB符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３４１】

なお、図５７は、図５６に続く図であり、図５８は、図５７に続く図である。

【０３４２】

図５９、図６０、及び、図６１は、r=10/16のタイプB符号の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。

【０３４３】

なお、図６０は、図５９に続く図であり、図６１は、図６０に続く図である。図５９ないし図６１の検査行列初期値テーブルから得られるr=10/16のタイプB符号を、以下、r=10/16の他のタイプB符号ともいう。

【０３４４】

図６２、図６３、及び、図６４は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが11/16の新LDPC符号としてのタイプB符号（以下、r=11/16のタイプB符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３４５】

なお、図６３は、図６２に続く図であり、図６４は、図６３に続く図である。

【０３４６】

図６５、図６６、及び、図６７は、r=11/16のタイプB符号の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。

【０３４７】

なお、図６６は、図６５に続く図であり、図６７は、図６６に続く図である。図６５ないし図６７の検査行列初期値テーブルから得られるr=11/16のタイプB符号を、以下、r=11/16の他のタイプB符号ともいう。

【０３４８】

図６８、図６９、及び、図７０は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが12/16の新LDPC符号としてのタイプB符号（以下、r=12/16のタイプB符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３４９】

なお、図６９は、図６８に続く図であり、図７０は、図６９に続く図である。

【０３５０】

図７１、図７２、及び、図７３は、r=12/16のタイプB符号の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。

【０３５１】

なお、図７２は、図７１に続く図であり、図７３は、図７２に続く図である。図７１ないし図７３の検査行列初期値テーブルから得られるr=12/16のタイプB符号を、以下、r=12/16の他のタイプB符号ともいう。

【０３５２】

図７４、図７５、及び、図７６は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが13/16の新LDPC符号としてのタイプB符号（以下、r=13/16のタイプB符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３５３】

なお、図７５は、図７４に続く図であり、図７６は、図７５に続く図である。

【０３５４】

図７７、図７８、及び、図７９は、r=13/16のタイプB符号の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。

【０３５５】

なお、図７８は、図７７に続く図であり、図７９は、図７８に続く図である。図７７ないし図７９の検査行列初期値テーブルから得られるr=13/16のタイプB符号を、以下、r=13/16の他のタイプB符号ともいう。

【０３５６】

図８０、図８１、及び、図８２は、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが14/16の新LDPC符号としてのタイプB符号（以下、r=14/16のタイプB符号ともいう）の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

【０３５７】

なお、図８１は、図８０に続く図であり、図８２は、図８１に続く図である。

【０３５８】

図８３、図８４、及び、図８５は、r=14/16のタイプB符号の検査行列Hを表す検査行列初期値テーブルの他の例を示す図である。

【０３５９】

なお、図８４は、図８３に続く図であり、図８５は、図８４に続く図である。図８３ないし図８５の検査行列初期値テーブルから得られるr=14/16のタイプB符号を、以下、r=14/16の他のタイプB符号ともいう。

【０３６０】

新LDPC符号は、性能の良いLDPC符号になっている。

【０３６１】

ここで、性能の良いLDPC符号とは、適切な検査行列Hから得られるLDPC符号である。

【０３６２】

適切な検査行列Hとは、例えば、検査行列Hから得られるLDPC符号を、低いE_s/N_0、又はE_b/N_0（１ビットあたりの信号電力対雑音電力比）で送信したときに、BER(bit error rate)（及びFER(frame error rate)）をより小にする、所定の条件を満たす検査行列である。

【０３６３】

適切な検査行列Hは、例えば、所定の条件を満たす様々な検査行列から得られるLDPC符号を、低いE_s/N_0で送信したときのBERを計測するシミュレーションを行うことにより求めることができる。

【０３６４】

適切な検査行列Hが満たすべき所定の条件としては、例えば、デンシティエボリューション(Density Evolution)と呼ばれる符号の性能の解析法で得られる解析結果が良好であること、サイクル４と呼ばれる、１の要素のループが存在しないこと、等がある。

【０３６５】

ここで、情報行列H_Aにおいて、サイクル４のように、１の要素が密集していると、LDPC符号の復号性能が劣化することが知られており、このため、検査行列Hには、サイクル４が存在しないことが望ましい。

【０３６６】

検査行列Hにおいて、1の要素によって構成されるループの長さ（ループ長）の最小値は、ガース(girth)と呼ばれる。サイクル４が存在しないこととは、ガースが４より大であることを意味する。

【０３６７】
なお、適切な検査行列Hが満たすべき所定の条件は、LDPC符号の復号性能の向上や、LDPC符号の復号処理の容易化（単純化）等の観点から適宜決定することができる。
【０３６８】
図８６及び図８７は、適切な検査行列Hが満たすべき所定の条件としての解析結果が得られるデンシティエボリューションを説明する図である。
【０３６９】
デンシティエボリューションとは、後述するデグリーシーケンス（degree sequence)で特徴付けられる符号長Nが∞のLDPC符号全体（アンサンブル(ensemble)）に対して、そのエラー確率の期待値を計算する、符号の解析法である。
【０３７０】
例えば、AWGNチャネル上で、ノイズの分散値を0からどんどん大きくしていくと、あるアンサンブルのエラー確率の期待値は、最初は0であるが、ノイズの分散値が、ある閾値(threshold)以上となると、0ではなくなる。
【０３７１】
デンシティエボリューションによれば、そのエラー確率の期待値が0ではなくなる、ノイズの分散値の閾値（以下、性能閾値ともいう）を比較することで、アンサンブルの性能（検査行列の適切さ）の良し悪しを決めることができる。
【０３７２】
なお、具体的なLDPC符号に対して、そのLDPC符号が属するアンサンブルを決定し、そのアンサンブルに対してデンシティエボリューションを行うと、そのLDPC符号のおおまかな性能を予想することができる。
【０３７３】
したがって、性能の良いLDPC符号は、性能の良いアンサンブルを見つければ、そのアンサンブルに属するLDPC符号の中から見つけることができる。
【０３７４】
ここで、上述のデグリーシーケンスとは、LDPC符号の符号長Nに対して、各値の重みをもつバリアブルノードやチェックノードがどれくらいの割合だけあるかを表す。
【０３７５】
例えば、符号化率が1/2のregular(3,6)LDPC符号は、すべてのバリアブルノードの重み（列重み）が3で、すべてのチェックノードの重み（行重み）が6であるというデグリーシーケンスによって特徴付けられるアンサンブルに属する。
【０３７６】
図８６は、そのようなアンサンブルのタナーグラフ(Tanner graph)を示している。
【０３７７】
図８６のタナーブラフでは、図中丸印（○印）で示すバリアブルノードが、符号長Nに等しいN個だけ存在し、図中四角形（□印）で示すチェックノードが、符号長Nに符号化率1/2を乗算した乗算値に等しいN/2個だけ存在する。
【０３７８】
各バリアブルノードには、列重みに等しい3本の枝(edge)が接続されており、したがって、N個のバリアブルノードに接続している枝は、全部で、3N本だけ存在する。
【０３７９】
また、各チェックノードには、行重みに等しい6本の枝が接続されており、したがって、N/2個のチェックノードに接続している枝は、全部で、3N本だけ存在する。
【０３８０】
さらに、図８６のタナーグラフでは、１つのインターリーバが存在する。
【０３８１】
インターリーバは、N個のバリアブルノードに接続している3N本の枝をランダムに並べ替え、その並べ替え後の各枝を、N/2個のチェックノードに接続している3N本の枝のうちのいずれかに繋げる。

【０３８２】
インターリーバでの、N個のバリアブルノードに接続している3N本の枝を並べ替える並べ替えパターンは、(3N)!（＝(3N)×(3N-1)×・・・×1）通りだけある。したがって、すべてのバリアブルノードの重みが3で、すべてのチェックノードの重みが6であるというデグリーリーケンスによって特徴付けられるアンサンブルは、(3N)!個のLDPC符号の集合となる。
【０３８３】
性能の良いLDPC符号（適切な検査行列）を求めるシミュレーションでは、デンシティエボリューションにおいて、マルチエッジタイプ(multi-edge type)のアンサンブルを用いた。
【０３８４】
マルチエッジタイプでは、バリアブルノードに接続している枝と、チェックノードに接続している枝とが経由するインターリーバが、複数(multi edge)に分割され、これにより、アンサンブルの特徴付けが、より厳密に行われる。
【０３８５】
図８７は、マルチエッジタイプのアンサンブルのタナーグラフの例を示している。
【０３８６】
図８７のタナーグラフでは、第１インターリーバと第２インターリーバとの２つのインターリーバが存在する。
【０３８７】
また、図８７のタナーグラフでは、第１インターリーバに繋がる枝が1本で、第２インターリーバに繋がる枝が0本のバリアブルノードがv1個だけ、第１インターリーバに繋がる枝が1本で、第２インターリーバに繋がる枝が2本のバリアブルノードがv2個だけ、第１インターリーバに繋がる枝が0本で、第２インターリーバに繋がる枝が2本のバリアブルノードがv3個だけ、それぞれ存在する。
【０３８８】
さらに、図８７のタナーグラフでは、第１インターリーバに繋がる枝が2本で、第２インターリーバに繋がる枝が0本のチェックノードがc1個だけ、第１インターリーバに繋がる枝が2本で、第２インターリーバに繋がる枝が2本のチェックノードがc2個だけ、第１インターリーバに繋がる枝が0本で、第２インターリーバに繋がる枝が3本のチェックノードがc3個だけ、それぞれ存在する。
【０３８９】
ここで、デンシティエボリューションと、その実装については、例えば、"On the Design of Low-Density Parity-Check Codes within 0.0045 dB of the Shannon Limit", S.Y.Chung, G.D.Forney, T.J.Richardson,R.Urbanke, IEEE Communications Leggers, VOL.5, NO.2, Feb 2001に記載されている。
【０３９０】
新LDPC符号（の検査行列）を求めるシミュレーションでは、マルチエッジタイプのデンシティエボリューションによって、BERが落ち始める（小さくなっていく）E_b/N_0（１ビットあたりの信号電力対雑音電力比）である性能閾値が、所定値以下になるアンサンブルを見つけ、そのアンサンブルに属するLDPC符号の中から、QPSK等の１以上の直交変調を用いた場合のBERを小さくするLDPC符号を、性能の良いLDPC符号として選択した。
【０３９１】
新LDPC符号（の検査行列を表す検査行列初期値テーブル）は、以上のようなシミュレーションにより求められた。
【０３９２】
したがって、新LDPC符号によれば、データ伝送において、良好な通信品質を確保することができる。
【０３９３】
図８８は、新LDPC符号としてのタイプA符号の検査行列Hの列重みを説明する図である

。

【０３９４】

タイプA符号の検査行列Hについては、図８８に示すように、A行列の1列目からK1列の列重みをY1と、A行列のその後のK2列の列重みをY2と、C行列の1列目からK1列の列重みをX1と、C行列のその後のK2列の列重みをX2と、C行列のさらにその後のM1列の列重みをX3と、それぞれ表すこととする。

【０３９５】

なお、K1+K2は、情報長Kに等しく、M1+M2は、パリティ長Mに等しい。したがって、K1+K2+M1+M2は、符号長N=69120ビットに等しい。

【０３９６】

また、タイプA符号の検査行列Hについては、B行列の1列目からM1-1列の列重みは2であり、B行列のM1列目（最後の列）の列重みは1である。さらに、D行列の列重みは1であり、Z行列の列重みは0である。

【０３９７】

図８９は、図３０ないし図４１の（検査行列初期値テーブルが表す）タイプA符号の検査行列Hのパラメータを示す図である。

【０３９８】

r=2/16，3/16，4/16，5/16，6/16，7/16，8/16のタイプA符号の検査行列Hのパラメータとしての X1，Y1，K1，X2，Y2，K2，X3，M1，M2、及び、性能閾値は、図８９に示す通りになっている。

【０３９９】

パラメータX1，Y1，K1（又はK2）、X2，Y2，X3，M1（又はM2）は、LDPC符号の性能（例えば、エラーレート等）がより向上するように設定される。

【０４００】

図９０は、新LDPC符号としてのタイプB符号の検査行列Hの列重みを説明する図である。

【０４０１】

タイプB符号の検査行列Hについては、図９０に示すように、1列目からKX1列の列重みをX1と、その後のKX2列の列重みをX2と、その後のKY1列の列重みをY1と、その後のKY2列の列重みをY2と、それぞれ表すこととする。

【０４０２】

なお、KX1+KX2+KY1+KY2は、情報長Kに等しく、KX1+KX2+KY1+KY2+Mは、符号長N=69120ビットに等しい。

【０４０３】

また、タイプB符号の検査行列Hについては、最後のM列のうちの、最後の1列を除くM-1列の列重みは2であり、最後の1列の列重みは1である。

【０４０４】

図９１は、図４２ないし図８５の（検査行列初期値テーブルが表す）タイプB符号の検査行列Hのパラメータを示す図である。

【０４０５】

r=7/16，8/16，9/16，10/16，11/16，12/16，13/16，14/16のタイプB符号及び他のタイプB符号の検査行列Hのパラメータとしての X1，KX1，X2，KX2，Y1，KY1，Y2，KY2，M、及び、性能閾値は、図９１に示す通りになっている。

【０４０６】

パラメータX1，KX1，X2，KX2，Y1，KY1，Y2，KY2は、LDPC符号の性能がより向上するように設定される。

【０４０７】

新LDPC符号によれば、良好なBER/FERが実現されるとともに、シャノン限界に近いキャパシティ（通信路容量）が実現される。

【０４０８】

＜コンスタレーション＞

【０４０９】

図９２ないし図１０７は、図７の伝送システムで採用し得るコンスタレーションの例を示す図である。

【０４１０】

図７の伝送システムでは、例えば、変調方式(MODulation)とLDPC符号(CODe)との組み合わせであるMODCODに対して、そのMODCODで使用するコンスタレーションを設定することができる。

【０４１１】

１のMODCODに対しては、１以上のコンスタレーションを設定することができる。

【０４１２】

コンスタレーションには、信号点の配置が一様になっているUC(Uniform Constellation)と、一様になっていないNUC(Non Uniform Constellation)とがある。

【０４１３】

また、NUCには、例えば、1D NUC(1-dimensional M^2-QAM non-uniform constellation)と呼ばれるコンスタレーションや、2D NUC(2-dimensional QQAM non-uniform constellation)と呼ばれるコンスタレーション等がある。

【０４１４】

一般に、UCよりも1D NUCの方が、BERが改善し、さらに、1D NUCよりも2D NUCの方が、BERが改善する。

【０４１５】

変調方式がQPSKのコンスタレーションは、UCになる。変調方式が16QAMや、64QAM，256QAM等のコンスタレーションとしては、例えば、UCや、2D NUCを採用することができ、変調方式が1024QAMや4096QAM等のコンスタレーションとしては、例えば、UCや、1D NUCを採用することができる。

【０４１６】

図７の伝送システムでは、例えば、ATSC3.0や、DVB-C.2等で規定されているコンスタレーション、その他、様々なコンスタレーションを使用することができる。

【０４１７】

すなわち、変調方式がQPSKである場合には、LDPC符号の各符号化率rについて、例えば、同一のUCを使用することができる。

【０４１８】

また、変調方式が、16QAM，64QAM、又は、256QAMである場合には、LDPC符号の各符号化率rについて、例えば、同一のUCを使用することができる。さらに、変調方式が、16QAM，64QAM、又は、256QAMである場合には、例えば、LDPC符号の符号化率rそれぞれごとに異なる2D NUCを使用することができる。

【０４１９】

また、変調方式が、1024QAM又は4096QAMである場合には、LDPC符号の各符号化率rについて、例えば、同一のUCを使用することができる。さらに、変調方式が、1024QAM又は4096QAMである場合には、例えば、LDPC符号の符号化率rそれぞれごとに異なる1D NUCを使用することができる。

【０４２０】

ここで、QPSKのUCを、QPSK-UCとも記載し、2^mQAMのUCを、2^mQAM-UCとも記載する。また、2^mQAMの1D NUC及び2D NUCを、それぞれ、2^mQAM-1D NUC及び2^mQAM-2D NUCとも記載する。

【０４２１】

以下、ATSC3.0で規定されているコンスタレーションの幾つかについて説明する。

【０４２２】

図９２は、変調方式がQPSKである場合に、ATSC3.0で規定されているLDPC符号のすべての符号化率について使用されるQPSK-UCの信号点の座標を示す図である。

【０４２３】
図９２において、"Input Data cell y"は、QPSK-UCにマッピングする2ビットのシンボルを表し、"Constellation point z_s"は、信号点z_sの座標を表す。なお、信号点z_sのインデクスsは（後述する信号点z_qのインデクスqも同様）、シンボルの離散時間（あるシンボルと次のシンボルとの間の時間間隔）を表す。
【０４２４】
図９２では、信号点z_sの座標は、複素数の形で表されており、jは、虚数単位（$\sqrt{(-1)}$）を表す。
【０４２５】
図９３は、変調方式が16QAMである場合に、ATSC3.0で規定されているLDPC符号の符号化率r(CR)＝2/15，3/15，4/15，5/15，6/15，7/15，8/15，9/15，10/15，11/15，12,15，13/15について使用される16QAM-2D NUCの信号点の座標を示す図である。
【０４２６】
図９３では、図９２と同様に、信号点z_sの座標は、複素数の形で表されており、jは、虚数単位を表す。
【０４２７】
図９３において、w#kは、コンスタレーションの第１象限の信号点の座標を表す。
【０４２８】
2D NUCにおいて、コンスタレーションの第２象限の信号点は、第１象限の信号点を、Q軸に対して対称に移動した位置に配置され、コンスタレーションの第３象限の信号点は、第１象限の信号点を、原点に対して対称に移動した位置に配置される。そして、コンスタレーションの第４象限の信号点は、第１象限の信号点を、I軸に対して対称に移動した位置に配置される。
【０４２９】
ここで、変調方式が2^mQAMである場合には、mビットを1個のシンボルとして、その1個のシンボルが、そのシンボルに対応する信号点にマッピングされる。
【０４３０】
mビットのシンボルは、例えば、0ないし2^m-1の整数値で表現することができるが、いま、b＝2^m/4とすると、0ないし2^m-1の整数値で表現されるシンボルy(0)，y(1)，・・・，y(2^m-1)は、シンボルy(0)ないしy(b-1)，y(b)ないしy(2b-1)，y(2b)ないしy(3b-1)、及び、y(3b)ないしy(4b-1)の４つに分類することができる。
【０４３１】
図９３において、w#kのサフィックスkは、0ないしb-1の範囲の整数値をとり、w#kは、シンボルy(0)ないしy(b-1)の範囲のシンボルy(k)に対応する信号点の座標を表す。
【０４３２】
そして、シンボルy(b)ないしy(2b-1)の範囲のシンボルy(k+b)に対応する信号点の座標は、-conj(w#k)で表され、シンボルy(2b)ないしy(3b-1)の範囲のシンボルy(k+2b)に対応する信号点の座標は、conj(w#k)で表される。また、シンボルy(3b)ないしy(4b-1)の範囲のシンボルy(k+3b)に対応する信号点の座標は、-w#kで表される。
【０４３３】
ここで、conj(w#k)は、w#kの複素共役を表す。
【０４３４】
例えば、変調方式が16QAMである場合には、m＝4ビットのシンボルy(0)，y(1)，・・・，y(15)は、b＝2^4/4＝4として、シンボルy(0)ないしy(3)，y(4)ないしy(7)，y(8)ないしy(11)、及び、y(12)ないしy(15)の４つに分類される。
【０４３５】
そして、シンボルy(0)ないしy(15)のうちの、例えば、シンボルy(12)は、シンボルy(3b)ないしy(4b-1)の範囲のシンボルy(k+3b)＝y(0+3×4)であり、k＝0であるから、シンボルy(12)に対応する信号点の座標は、-w#k＝-w0となる。

【０４３６】
いま、LDPC符号の符号化率r(CR)が、例えば、9/15であるとすると、図９３によれば、変調方式が16QAMで、符号化率rが、9/15である場合のw0は、0.2386+j0.5296であるので、シンボルy(12)に対応する信号点の座標-w0は、-(0.2386+j0.5296)となる。
【０４３７】
図９４は、変調方式が1024QAMである場合に、ATSC3.0で規定されているLDPC符号の符号化率r(CR)＝2/15，3/15，4/15，5/15，6/15，7/15，8/15，9/15，10/15，11/15，12,15，13/15について使用される1024QAM-1D NUCの信号点の座標の例を示す図である。
【０４３８】
図９４において、u#kは、1D NUCの信号点z_sの座標としての複素数のリアルパートRe(z_s)及びイマジナリパートIm(z_s)を表す。
【０４３９】
図９５は、1024QAMのシンボルyと、そのシンボルyに対応する1D NUCの信号点z_sの座標を表す複素数のリアルパートRe(z_s)及びイマジナリパートIm(z_s)それぞれとしてのu#kとの関係を示す図である。
【０４４０】
いま、1024QAMの10ビットのシンボルyを、その先頭のビット（最上位ビット）から、$y_{0,s}$，$y_{1,s}$，$y_{2,s}$，$y_{3,s}$，$y_{4,s}$，$y_{5,s}$，$y_{6,s}$，$y_{7,s}$，$y_{8,s}$，$y_{9,s}$と表すこととする。
【０４４１】
図９５のＡは、シンボルyの偶数番目の5ビット$y_{1,s}$，$y_{3,s}$，$y_{5,s}$，$y_{7,s}$，$y_{9,s}$と、そのシンボルyに対応する信号点z_sの（座標の）リアルパートRe(z_s)を表すu#kとの対応関係を表している。
【０４４２】
図９５のＢは、シンボルyの奇数番目の5ビット$y_{0,s}$，$y_{2,s}$，$y_{4,s}$，$y_{6,s}$，$y_{8,s}$と、そのシンボルyに対応する信号点z_sのイマジナリパートIm(z_s)を表すu#kとの対応関係を表している。
【０４４３】
1024QAMの10ビットのシンボルy＝($y_{0,s}$，$y_{1,s}$，$y_{2,s}$，$y_{3,s}$，$y_{4,s}$，$y_{5,s}$，$y_{6,s}$，$y_{7,s}$，$y_{8,s}$，$y_{9,s}$)が、例えば、(0,0,1,0,0,1,1,1,0,0)である場合、奇数番目の5ビット($y_{0,s}$，$y_{2,s}$，$y_{4,s}$，$y_{6,s}$，$y_{8,s}$)は、(0,1,0,1,0)であり、偶数番目の5ビット($y_{1,s}$，$y_{3,s}$，$y_{5,s}$，$y_{7,s}$，$y_{9,s}$)は、(0,0,1,1,0)である。
【０４４４】
図９５のＡでは、偶数番目の5ビット(0,0,1,1,0)は、u11に対応付けられており、したがって、シンボルy＝(0,0,1,0,0,1,1,1,0,0)に対応する信号点z_sのリアルパートRe(z_s)は、u11になる。
【０４４５】
図９５のＢでは、奇数番目の5ビット(0,1,0,1,0)は、u3に対応付けられており、したがって、シンボルy＝(0,0,1,0,0,1,1,1,0,0)に対応する信号点z_sのイマジナリパートIm(z_s)は、u3になる。
【０４４６】
一方、LDPC符号の符号化率rが、例えば、6/15であるとすると、上述の図９４によれば、変調方式が1024QAMで、LDPC符号の符号化率r(CR)＝6/15である場合に使用される1D NUCについては、u3は、0.1295であり、u11は、0.7196である。
【０４４７】
したがって、シンボルy＝(0,0,1,0,0,1,1,1,0,0)に対応する信号点z_sのリアルパートRe(z_s)は、u11＝0.7196になり、イマジナリパートIm(z_s)は、u3＝0.1295になる。その結果、シンボルy＝(0,0,1,0,0,1,1,1,0,0)に対応する信号点z_sの座標は、0.7196+j0.1295で表される。
【０４４８】

なお、1D NUCの信号点は、コンスタレーションにおいて、I軸に平行な直線上やQ軸に平行な直線上に、格子状に並ぶ。但し、信号点どうしの間隔は、一定にはならない。また、信号点（にマッピングされたデータ）の送信にあたって、コンスタレーション上の信号点の平均電力は正規化することができる。正規化は、コンスタレーション上の信号点（の座標）のすべてについての絶対値の自乗平均値をP_{ave}と表すこととすると、その自乗平均値P_{ave}の平方根$\sqrt{P_{ave}}$の逆数$1/(\sqrt{P_{ave}})$を、コンスタレーション上の各信号点z_sに乗算することによって行うことができる。

【０４４９】

図７の伝送システムでは、以上のようなATSC3.0で規定されているコンスタレーションを使用することができる。

【０４５０】

図９６ないし図１０７は、DVB-C.2で規定されているUCの信号点の座標を示す図である。

【０４５１】

すなわち、図９６は、DVB-C.2で規定されているQPSK-UC（QPSKのUC）の信号点の座標z_qのリアルパートRe(z_q)を示す図である。図９７は、DVB-C.2で規定されているQPSK-UCの信号点の座標z_qのイマジナリパートIm(z_q)を示す図である。

【０４５２】

図９８は、DVB-C.2で規定されている16QAM-UC（16QAMのUC）の信号点の座標z_qのリアルパートRe(z_q)を示す図である。図９９は、DVB-C.2で規定されている16QAM-UCの信号点の座標z_qのイマジナリパートIm(z_q)を示す図である。

【０４５３】

図１００は、DVB-C.2で規定されている64QAM-UC（64QAMのUC）の信号点の座標z_qのリアルパートRe(z_q)を示す図である。図１０１は、DVB-C.2で規定されている64QAM-UCの信号点の座標z_qのイマジナリパートIm(z_q)を示す図である。

【０４５４】

図１０２は、DVB-C.2で規定されている256QAM-UC（256QAMのUC）の信号点の座標z_qのリアルパートRe(z_q)を示す図である。図１０３は、DVB-C.2で規定されている256QAM-UCの信号点の座標z_qのイマジナリパートIm(z_q)を示す図である。

【０４５５】

図１０４は、DVB-C.2で規定されている1024QAM-UC（1024QAMのUC）の信号点の座標z_qのリアルパートRe(z_q)を示す図である。図１０５は、DVB-C.2で規定されている1024QAM-UCの信号点の座標z_qのイマジナリパートIm(z_q)を示す図である。

【０４５６】

図１０６は、DVB-C.2で規定されている4096QAM-UC（4096QAMのUC）の信号点の座標z_qのリアルパートRe(z_q)を示す図である。図１０７は、DVB-C.2で規定されている4096QAM-UCの信号点の座標z_qのイマジナリパートIm(z_q)を示す図である。

【０４５７】

なお、図９６ないし図１０７において、$y_{i,q}$は、2^mQAMのmビット（例えば、QPSKでは2ビット）のシンボルの先頭から、i+1ビット目を表す。また、UCの信号点（にマッピングされたデータ）の送信にあたって、コンスタレーション上の信号点の平均電力は正規化することができる。正規化は、コンスタレーション上の信号点（の座標）のすべてについての絶対値の自乗平均値をP_{ave}と表すこととすると、その自乗平均値P_{ave}の平方根$\sqrt{P_{ave}}$の逆数$1/(\sqrt{P_{ave}})$を、コンスタレーション上の各信号点z_qに乗算することによって行うことができる。

【０４５８】

図７の伝送システムでは、以上のようなDVB-C.2で規定されているUCを使用することができる。

【０４５９】

すなわち、図３０ないし図８５の、符号長Nが69120ビットで、符号化率rが2/16，3/

16，4/16，5/16，6/16，7/16，8/16，9/16，10/16，11/16，12/16，13/16、及び、14/16それぞれの（検査行列初期値テーブル）に対応する新LDPC符号については、図９６ないし図１０７に示したUCを使用することができる。

【０４６０】

＜ブロックインターリーバ２５＞

【０４６１】

図１０８は、図９のブロックインターリーバ２５で行われるブロックインターリーブを説明する図である。

【０４６２】

ブロックインターリーブは、１符号語のLDPC符号を、その先頭から、パート1(part 1)と呼ばれる部分と、パート2(part 2)と呼ばれる部分とに分けて行われる。

【０４６３】

パート1の長さ（ビット数）を、Npart1を表すとともに、パート2の長さを、Npart2と表すこととすると、Npart1+Npart2は、符号長Nに等しい。

【０４６４】

観念的には、ブロックインターリーブでは、１方向としてのカラム（縦）方向に、Npart1/mビットを記憶する記憶領域としてのカラム(column)が、カラム方向と直交するロウ方向に、シンボルのビット数mに等しい数mだけ並べられ、各カラムが、上から、ユニットサイズPである360ビットの小単位に区切られる。この、カラムの小単位を、カラムユニットともいう。

【０４６５】

ブロックインターリーブでは、図１０８に示すように、1符号語のLDPC符号のパート1を、カラムの1番目のカラムユニットの上から下方向（カラム方向）に書き込むことが、左から右方向のカラムに向かって行われる。

【０４６６】

そして、右端のカラムの1番目のカラムユニットへの書き込みが終了すると、図１０８に示すように、左端のカラムに戻り、カラムの2番目のカラムユニットの上から下方向に書き込むことが、左から右方向のカラムに向かって行われ、以下、同様にして、1符号語のLDPC符号のパート1の書き込みが行われる。

【０４６７】

1符号語のLDPC符号のパート1の書き込みが終了すると、図１０８に示すように、m個すべてのカラムの１行目から、ロウ方向に、mビット単位で、LDPC符号のパート1が読み出される。

【０４６８】

このパート1のmビット単位は、mビットのシンボルとして、ブロックインターリーバ２５からマッパ１１７（図８）に供給される。

【０４６９】

mビット単位でのパート1の読み出しは、m個のカラムの下の行に向かって順次行われ、パート1の読み出しが終了すると、パート2は、先頭から、mビット単位に分割され、mビットのシンボルとして、ブロックインターリーバ２５からマッパ１１７に供給される。

【０４７０】

したがって、パート1は、インターリーブされながら、シンボル化され、パート2は、インターリーブされることなく、順次、mビットに区切って、シンボル化される。

【０４７１】

カラムの長さであるNpart1/mは、ユニットサイズPである360の倍数であり、そのようにNpart1/mが360の倍数になるように、１符号語のLDPC符号は、パート1とパート2とに分けられる。

【０４７２】

図１０９は、変調方式が、QPSK，16QAM，64QAM，256QAM，1024QAM、及び、4096QAMである場合それぞれの、符号長Nが69120ビットのLDPC符号のパート1及びパ

ート2の例を示す図である。

【０４７３】

図１０９では、変調方式が1024QAMである場合に、パート1が68400ビットで、パート2が720ビットになっており、変調方式が、QPSK，16QAM，64QAM，256QAM、及び、4096QAMである場合、いずれの場合も、パート1が69120ビットで、パート2が0ビットになっている。

【０４７４】

＜グループワイズインターリーブ＞

【０４７５】

図１１０は、図９のグループワイズインターリーバ２４で行われるグループワイズインターリーブを説明する図である。

【０４７６】

グループワイズインターリーブでは、図１１０に示すように、1符号語のLDPC符号を、その先頭から、ユニットサイズPに等しい360ビット単位に区分した、その1区分の360ビットを、ビットグループとして、1符号語のLDPC符号が、ビットグループ単位で、所定のパターン（以下、GWパターンともいう）に従ってインターリーブされる。

【０４７７】

ここで、1符号語のLDPC符号をビットグループに区分したときの先頭からi+1番目のビットグループを、以下、ビットグループiとも記載する。

【０４７８】

ユニットサイズPが360である場合、例えば、符号長Nが1800ビットのLDPC符号は、ビットグループ0,1,2,3,4の5(＝1800/360)個のビットグループに区分される。さらに、例えば、符号長Nが69120ビットのLDPC符号は、ビットグループ0,1,・・・,191の192(＝69120/360)個のビットグループに区分される。

【０４７９】

また、以下では、GWパターンを、ビットグループを表す数字の並びで表すこととする。例えば、符号長Nが1800ビットのLDPC符号について、例えば、GWパターン4,2,0,3,1は、ビットグループ0,1,2,3,4の並びを、ビットグループ4,2,0,3,1の並びにインターリーブする（並び替える）ことを表す。

【０４８０】

例えば、いま、符号長Nが1800ビットのLDPC符号の先頭からi+1番目の符号ビットを、x_iで表すこととする。

【０４８１】

この場合、GWパターン4,2,0,3,1のグループワイズインターリーブによれば、1800ビットのLDPC符号$\{x_0,x_1,\ldots,x_{1799}\}$は、$\{x_{1440},x_{1441},\ldots,x_{1799}\}$，$\{x_{720},x_{721},\ldots,x_{1079}\}$，$\{x_0,x_1,\ldots,x_{359}\}$，$\{x_{1080},x_{1081},\ldots,x_{1439}\}$，$\{x_{360},x_{361},\ldots,x_{719}\}$の並びにインターリーブされる。

【０４８２】

GWパターンは、LDPC符号の符号長Nごとや、符号化率rごと、変調方式ごと、コンスタレーションごと、さらには、符号長N、符号化率r、変調方式、及び、コンスタレーションの２以上の組み合わせごとに設定することができる。

【０４８３】

＜LDPC符号に対するGWパターンの例＞

【０４８４】

図１１１は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１の例を示す図である。

【０４８５】

図１１１のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

12, 8, 132, 26, 3, 18, 19, 98, 37, 190, 123, 81, 95, 167, 76, 66, 27, 46, 1

05, 28, 29, 170, 20, 96, 35, 177, 24, 86, 114, 63, 52, 80, 119, 153, 121, 10
7, 97, 129, 57, 38, 15, 91, 122, 14, 104, 175, 150, 1, 124, 72, 90, 32, 161,
78, 44, 73, 134, 162, 5, 11, 179, 93, 6, 152, 180, 68, 36, 103, 160, 100, 13
8, 146, 9, 82, 187, 147, 7, 87, 17, 102, 69, 110, 130, 42, 16, 71, 2, 169, 58,
33, 136, 106, 140, 84, 79, 143, 156, 139, 55, 116, 4, 21, 144, 64, 70, 158,
48, 118, 184, 50, 181, 120, 174, 133, 115, 53, 127, 74, 25, 49, 88, 22, 89,
34, 126, 61, 94, 172, 131, 39, 99, 183, 163, 111, 155, 51, 191, 31, 128, 14
9, 56, 85, 109, 10, 151, 188, 40, 83, 41, 47, 178, 186, 43, 54, 164, 13, 142,
117, 92, 113, 182, 168, 165, 101, 171, 159, 60, 166, 77, 30, 67, 23, 0, 65,
141, 185, 112, 145, 135, 108, 176, 45, 148, 137, 125, 62, 75, 189, 59, 173,
154, 157

の並びにインターリーブされる。

【０４８６】

図１１２は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２の例を示す図である。

【０４８７】

図１１２のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

14, 119, 182, 5, 127, 21, 152, 11, 39, 164, 25, 69, 59, 140, 73, 9, 104, 14
8, 77, 44, 138, 89, 184, 35, 112, 150, 178, 26, 123, 133, 91, 76, 70, 0, 176,
118, 22, 147, 96, 108, 109, 139, 18, 157, 181, 126, 174, 179, 116, 38, 45,
158, 106, 168, 10, 97, 114, 129, 180, 52, 7, 67, 43, 50, 120, 122, 3, 13, 72,
185, 34, 83, 124, 105, 162, 87, 131, 155, 135, 42, 64, 165, 41, 71, 189, 15
9, 143, 102, 153, 17, 24, 30, 66, 137, 62, 55, 48, 98, 110, 40, 121, 187, 74,
92, 60, 101, 57, 33, 130, 173, 32, 166, 128, 54, 99, 111, 100, 16, 84, 132,
161, 4, 190, 49, 95, 141, 28, 85, 61, 53, 183, 6, 68, 2, 163, 37, 103, 186, 1
54, 171, 170, 78, 117, 93, 8, 145, 51, 56, 191, 90, 82, 151, 115, 175, 1, 12
5, 79, 20, 80, 36, 169, 46, 167, 63, 177, 149, 81, 12, 156, 142, 31, 47, 88,
65, 134, 94, 86, 160, 172, 19, 23, 136, 58, 146, 15, 75, 107, 188, 29, 113, 144, 27

の並びにインターリーブされる。

【０４８８】

図１１３は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３の例を示す図である。

【０４８９】

図１１３のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

121, 28, 49, 4, 21, 191, 90, 101, 188, 126, 8, 131, 81, 150, 141, 152, 17,
82, 61, 119, 125, 145, 153, 45, 108, 22, 94, 48, 29, 12, 59, 140, 75, 169, 1
83, 157, 142, 158, 113, 79, 89, 186, 112, 80, 56, 120, 166, 15, 43, 2, 62, 1
15, 38, 123, 73, 179, 155, 171, 185, 5, 168, 172, 190, 106, 174, 96, 116, 9
1, 30, 147, 19, 149, 37, 175, 124, 156, 14, 144, 86, 110, 40, 68, 162, 66, 1
30, 74, 165, 180, 13, 177, 122, 23, 109, 95, 42, 117, 65, 3, 111, 18, 32, 52,
97, 184, 54, 46, 167, 136, 1, 134, 189, 187, 16, 36, 84, 132, 170, 34, 57, 2
4, 137, 100, 39, 127, 6, 102, 10, 25, 114, 146, 53, 99, 85, 35, 78, 148, 9, 1
43, 139, 92, 173, 27, 11, 26, 104, 176, 98, 129, 51, 103, 160, 71, 154, 118,
67, 33, 181, 87, 77, 47, 159, 178, 83, 70, 164, 44, 69, 88, 63, 161, 182, 13
3, 20, 41, 64, 76, 31, 50, 128, 105, 0, 135, 55, 72, 93, 151, 107, 163, 60, 1
38, 7, 58

の並びにインターリーブされる。

【０４９０】

図１１４は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４の例を示す図である。

【０４９１】

図１１４のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

99, 59, 95, 50, 122, 15, 144, 6, 129, 36, 175, 159, 165, 35, 182, 181, 189, 29, 2, 115, 91, 41, 60, 160, 51, 106, 168, 173, 20, 138, 183, 70, 24, 127, 47, 5, 119, 171, 102, 135, 116, 156, 120, 105, 117, 136, 149, 128, 85, 46, 186, 113, 73, 103, 52, 82, 89, 184, 22, 185, 155, 125, 133, 37, 27, 10, 137, 76, 12, 98, 148, 109, 42, 16, 190, 84, 94, 97, 25, 11, 88, 166, 131, 48, 161, 65, 9, 8, 58, 56, 124, 68, 54, 3, 169, 146, 87, 108, 110, 121, 163, 57, 90, 100, 66, 49, 61, 178, 18, 7, 28, 67, 13, 32, 34, 86, 153, 112, 63, 43, 164, 132, 118, 93, 38, 39, 17, 154, 170, 81, 141, 191, 152, 111, 188, 147, 180, 75, 72, 26, 177, 126, 179, 55, 1, 143, 45, 21, 40, 123, 23, 162, 77, 62, 134, 158, 176, 31, 69, 114, 142, 19, 96, 101, 71, 30, 140, 187, 92, 80, 79, 0, 104, 53, 145, 139, 14, 33, 74, 157, 150, 44, 172, 151, 64, 78, 130, 83, 167, 4, 107, 174

の並びにインターリーブされる。

【０４９２】

図１１５は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第５の例を示す図である。

【０４９３】

図１１５のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

170, 45, 67, 94, 110, 153, 19, 38, 112, 176, 49, 138, 35, 114, 184, 159, 17, 41, 47, 189, 65, 125, 154, 57, 83, 6, 97, 167, 51, 59, 23, 81, 54, 46, 168, 178, 148, 5, 122, 129, 155, 179, 95, 102, 8, 119, 29, 113, 14, 60, 43, 66, 55, 103, 111, 88, 56, 7, 118, 63, 134, 108, 61, 187, 124, 31, 133, 22, 79, 52, 36, 144, 89, 177, 40, 116, 121, 135, 163, 92, 117, 162, 149, 106, 173, 181, 11, 164, 185, 99, 18, 158, 16, 12, 48, 9, 123, 147, 145, 169, 130, 183, 28, 151, 71, 126, 69, 165, 21, 13, 15, 62, 80, 182, 76, 90, 180, 50, 127, 131, 109, 3, 115, 120, 161, 82, 34, 78, 128, 142, 136, 75, 86, 137, 26, 25, 44, 91, 42, 73, 140, 146, 152, 27, 101, 93, 20, 166, 171, 100, 70, 84, 53, 186, 24, 98, 4, 37, 141, 190, 68, 150, 1, 72, 39, 87, 188, 191, 156, 33, 30, 160, 143, 64, 132, 77, 0, 58, 174, 157, 105, 175, 10, 172, 104, 2, 96, 139, 32, 85, 107, 74

の並びにインターリーブされる。

【０４９４】

図１１６は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第６の例を示す図である。

【０４９５】

図１１６のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

111, 156, 189, 11, 132, 114, 100, 154, 77, 79, 95, 161, 47, 142, 36, 98, 3, 125, 159, 120, 40, 160, 29, 153, 16, 39, 101, 58, 191, 46, 76, 4, 183, 176, 62, 60, 74, 7, 37, 127, 19, 186, 71, 50, 139, 27, 188, 113, 38, 130, 124, 26, 146, 131, 102, 110, 105, 147, 86, 150, 94, 162, 175, 88, 104, 55, 89, 181, 34, 69, 22, 92, 133, 1, 25, 0, 158, 10, 24, 116, 164, 165, 112, 72, 106, 129, 81, 66, 54, 49, 136, 118, 83, 41, 2, 56, 145, 28, 177, 168, 117, 9, 157, 173, 115, 149, 42, 103, 14, 84, 155, 187, 99, 6, 43, 70, 140, 73, 32, 78, 75, 167, 148, 48, 134, 178, 59, 15, 63, 91, 82, 33, 135, 166, 190, 152, 96, 137, 12, 182, 61, 107, 128, 119, 179, 45, 184, 65, 172, 138, 31, 57, 174, 17, 180, 5,

30, 170, 23, 85, 185, 35, 44, 123, 90, 20, 122, 8, 64, 141, 169, 121, 97, 108, 80, 171, 18, 13, 87, 163, 109, 52, 51, 21, 93, 67, 126, 68, 53, 143, 144, 151
の並びにインターリーブされる。

【０４９６】

図１１７は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第７の例を示す図である。

【０４９７】

図１１７のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191
の並びにインターリーブされる。

【０４９８】

図１１８は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第８の例を示す図である。

【０４９９】

図１１８のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191
の並びにインターリーブされる。

【０５００】

図１１９は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第９の例を示す図である。

【０５０１】

図１１９のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 1

01, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191
の並びにインターリーブされる。

【０５０２】

図１２０は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１０の例を示す図である。

【０５０３】

図１２０のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191
の並びにインターリーブされる。

【０５０４】

図１２１は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１１の例を示す図である。

【０５０５】

図１２１のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191
の並びにインターリーブされる。

【０５０６】

図１２２は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１２の例を示す図である。

【０５０７】

図１２２のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 2

2, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191
の並びにインターリーブされる。

【０５０８】

図１２３は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１３の例を示す図である。

【０５０９】

図１２３のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191
の並びにインターリーブされる。

【０５１０】

図１２４は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１４の例を示す図である。

【０５１１】

図１２４のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

154, 106, 99, 177, 191, 55, 189, 181, 22, 62, 80, 114, 110, 141, 83, 103, 169, 156, 130, 186, 92, 45, 68, 126, 112, 185, 160, 158, 17, 145, 162, 127, 152, 174, 134, 18, 157, 120, 3, 29, 13, 135, 173, 86, 73, 150, 46, 153, 33, 61, 142, 102, 171, 168, 78, 77, 139, 85, 176, 163, 128, 101, 42, 2, 14, 38, 10, 125, 90, 30, 63, 172, 47, 108, 89, 0, 32, 94, 23, 34, 59, 35, 129, 12, 146, 8, 60, 27, 147, 180, 100, 87, 184, 167, 36, 79, 138, 4, 95, 148, 72, 54, 91, 182, 28, 133, 164, 175, 123, 107, 137, 88, 44, 116, 69, 7, 31, 124, 144, 105, 170, 6, 165, 15, 161, 24, 58, 70, 11, 56, 143, 111, 104, 74, 67, 109, 82, 21, 52, 9, 71, 48, 26, 117, 50, 149, 140, 20, 57, 136, 113, 64, 151, 190, 131, 19, 51, 96, 76, 1, 97, 40, 53, 84, 166, 75, 159, 98, 81, 49, 66, 188, 118, 39, 132, 187, 25, 119, 41, 122, 16, 5, 93, 115, 178, 65, 121, 37, 155, 183, 43, 179
の並びにインターリーブされる。

【０５１２】

図１２５は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１５の例を

示す図である。

【０５１３】

図１２５のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

1, 182, 125, 0, 121, 47, 63, 154, 76, 99, 82, 163, 102, 166, 28, 189, 56, 67, 54, 39, 40, 185, 184, 65, 179, 4, 91, 87, 137, 170, 98, 71, 169, 49, 73, 37, 11, 143, 150, 123, 93, 62, 3, 50, 26, 140, 178, 95, 183, 33, 21, 53, 112, 128, 118, 120, 106, 139, 32, 130, 173, 132, 156, 119, 83, 176, 159, 13, 145, 36, 30, 113, 2, 41, 147, 174, 94, 88, 92, 60, 165, 59, 25, 161, 100, 85, 81, 61, 138, 48, 177, 77, 6, 22, 16, 43, 115, 23, 12, 66, 70, 9, 164, 122, 58, 105, 69, 42, 38, 19, 24, 180, 175, 74, 160, 34, 101, 72, 114, 142, 20, 8, 15, 190, 144, 104, 79, 172, 148, 31, 168, 10, 107, 14, 35, 52, 134, 126, 167, 149, 116, 186, 17, 162, 151, 5, 136, 55, 44, 110, 158, 46, 191, 29, 153, 155, 117, 188, 131, 97, 146, 103, 78, 109, 129, 57, 111, 45, 68, 157, 84, 141, 89, 64, 7, 108, 152, 75, 18, 96, 133, 171, 86, 181, 127, 27, 124, 187, 135, 80, 51, 90

の並びにインターリーブされる。

【０５１４】

図１２６は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１６の例を示す図である。

【０５１５】

図１２６のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

35, 75, 166, 145, 143, 184, 62, 96, 54, 63, 157, 103, 32, 43, 126, 187, 144, 91, 78, 44, 39, 109, 185, 102, 10, 68, 29, 42, 149, 83, 133, 94, 130, 27, 171, 19, 51, 165, 148, 28, 36, 33, 173, 136, 87, 82, 100, 49, 120, 152, 161, 162, 147, 71, 137, 57, 8, 53, 132, 151, 163, 123, 47, 92, 90, 60, 99, 79, 59, 108, 115, 72, 0, 12, 140, 160, 61, 180, 74, 37, 86, 117, 191, 101, 52, 15, 80, 156, 127, 81, 131, 141, 142, 31, 95, 4, 73, 64, 16, 18, 146, 70, 181, 7, 89, 124, 77, 67, 116, 21, 34, 41, 105, 113, 97, 2, 6, 55, 17, 65, 38, 48, 158, 159, 179, 5, 30, 183, 170, 135, 125, 20, 106, 186, 182, 188, 114, 1, 14, 3, 134, 178, 189, 167, 40, 119, 22, 190, 58, 23, 155, 138, 98, 84, 11, 110, 88, 46, 177, 175, 25, 150, 118, 121, 129, 168, 13, 128, 104, 69, 112, 169, 9, 45, 174, 93, 26, 56, 76, 50, 154, 139, 66, 85, 153, 107, 111, 172, 176, 164, 24, 122

の並びにインターリーブされる。

【０５１６】

図１２７は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１７の例を示す図である。

【０５１７】

図１２７のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

155, 188, 123, 132, 15, 79, 59, 119, 66, 68, 41, 175, 184, 78, 142, 32, 54, 111, 139, 134, 95, 34, 161, 150, 58, 141, 74, 112, 121, 99, 178, 179, 57, 90, 80, 21, 11, 29, 67, 104, 52, 87, 38, 81, 181, 160, 176, 16, 71, 13, 186, 171, 9, 170, 2, 177, 0, 88, 149, 190, 69, 33, 183, 146, 61, 117, 113, 6, 96, 120, 162, 23, 53, 140, 91, 128, 46, 93, 174, 126, 159, 133, 8, 152, 103, 102, 151, 143, 100, 4, 180, 166, 55, 164, 18, 49, 62, 20, 83, 7, 187, 153, 64, 37, 144, 185, 19, 114, 25, 116, 12, 173, 122, 127, 89, 115, 75, 101, 189, 124, 157, 108, 28, 165, 163, 65, 168, 77, 82, 27, 137, 86, 22, 110, 63, 148, 158, 97, 31, 105, 135, 98, 44, 70, 182, 191, 17, 156, 129, 39, 136, 169, 3,

145, 154, 109, 76, 5, 10, 106, 35, 94, 172, 45, 51, 60, 42, 50, 72, 85, 40, 1
18, 36, 14, 130, 131, 138, 43, 48, 125, 84, 24, 26, 1, 56, 107, 92, 147, 47,
30, 73, 167
の並びにインターリーブされる。

【０５１８】

図１２８は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１８の例を示す図である。

【０５１９】

図１２８のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

152, 87, 170, 33, 48, 95, 2, 184, 145, 51, 94, 164, 38, 90, 158, 70, 124, 1
28, 66, 111, 79, 42, 45, 141, 83, 73, 57, 119, 20, 67, 31, 179, 123, 183, 26,
188, 15, 163, 1, 133, 105, 72, 81, 153, 69, 182, 101, 180, 185, 190, 77, 6,
127, 138, 75, 59, 24, 175, 30, 186, 139, 56, 100, 176, 147, 189, 116, 131,
25, 5, 16, 117, 74, 50, 171, 114, 76, 44, 107, 135, 71, 181, 13, 43, 122, 78,
4, 58, 35, 63, 187, 98, 37, 169, 148, 7, 10, 49, 80, 161, 167, 28, 142, 46, 9
7, 92, 121, 112, 88, 102, 106, 173, 19, 27, 41, 172, 91, 191, 34, 118, 108,
136, 166, 155, 96, 3, 165, 103, 84, 109, 104, 53, 23, 0, 178, 17, 86, 9, 168,
134, 110, 18, 32, 146, 129, 159, 55, 154, 126, 40, 151, 174, 60, 52, 22, 14
9, 156, 113, 143, 11, 93, 62, 177, 64, 61, 160, 150, 65, 130, 82, 29, 115, 1
37, 36, 8, 157, 54, 89, 99, 120, 68, 21, 140, 14, 39, 132, 125, 12, 85, 162, 47, 144
の並びにインターリーブされる。

【０５２０】

図１２９は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１９の例を示す図である。

【０５２１】

図１２９のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

140, 8, 176, 13, 41, 165, 27, 109, 121, 153, 58, 181, 143, 164, 103, 115,
91, 66, 60, 189, 101, 4, 14, 102, 45, 124, 104, 159, 130, 133, 135, 77, 25,
59, 180, 141, 144, 62, 114, 182, 134, 148, 11, 20, 125, 83, 162, 75, 126, 6
7, 9, 178, 171, 152, 166, 69, 174, 15, 80, 168, 131, 95, 56, 48, 63, 82, 147,
51, 108, 52, 30, 139, 22, 37, 173, 112, 191, 98, 116, 149, 167, 142, 29, 15
4, 92, 94, 71, 117, 79, 122, 129, 24, 81, 105, 97, 137, 128, 1, 113, 170, 11
9, 7, 158, 76, 19, 183, 68, 31, 50, 118, 33, 72, 55, 65, 146, 185, 111, 145,
28, 21, 177, 160, 32, 61, 70, 106, 156, 78, 132, 88, 184, 35, 5, 53, 138, 47,
100, 10, 42, 36, 175, 93, 120, 190, 16, 123, 87, 54, 186, 18, 57, 84, 99, 12,
163, 157, 188, 64, 38, 26, 2, 136, 40, 169, 90, 107, 46, 172, 49, 6, 39, 44,
150, 85, 0, 17, 127, 155, 110, 34, 96, 74, 86, 187, 89, 151, 43, 179, 161, 73, 23, 3
の並びにインターリーブされる。

【０５２２】

図１３０は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２０の例を示す図である。

【０５２３】

図１３０のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

10, 61, 30, 88, 33, 60, 1, 102, 45, 103, 119, 181, 82, 112, 12, 67, 69, 171
, 108, 26, 145, 156, 81, 152, 8, 16, 68, 13, 99, 183, 146, 27, 158, 147, 132,
118, 180, 120, 173, 59, 186, 49, 7, 17, 35, 104, 129, 75, 54, 72, 18, 48, 15,
177, 191, 51, 24, 93, 106, 22, 71, 29, 141, 32, 143, 128, 175, 86, 190, 74,

36, 43, 144, 46, 63, 65, 133, 31, 87, 44, 20, 117, 76, 187, 80, 101, 151, 47, 130, 116, 162, 127, 153, 100, 94, 2, 41, 138, 125, 131, 11, 50, 40, 21, 184, 167, 172, 85, 160, 105, 73, 38, 157, 53, 39, 97, 107, 165, 168, 89, 148, 126, 3, 4, 114, 161, 155, 182, 136, 149, 111, 98, 113, 139, 92, 109, 174, 185, 95, 56, 135, 37, 163, 154, 0, 96, 78, 122, 5, 179, 140, 83, 123, 77, 9, 19, 66, 42, 137, 14, 23, 159, 189, 110, 142, 84, 169, 166, 52, 91, 164, 28, 124, 121, 70, 115, 90, 170, 58, 6, 178, 176, 64, 188, 57, 34, 79, 62, 25, 134, 150, 55

の並びにインターリーブされる。

【０５２４】

図１３１は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２１の例を示す図である。

【０５２５】

図１３１のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

8, 165, 180, 182, 189, 61, 7, 140, 105, 78, 86, 75, 15, 28, 82, 1, 136, 130, 35, 24, 70, 152, 121, 11, 36, 66, 83, 57, 164, 111, 137, 128, 175, 156, 151, 48, 44, 147, 18, 64, 184, 42, 159, 3, 6, 162, 170, 98, 101, 29, 102, 21, 188, 79, 138, 45, 124, 118, 155, 125, 34, 27, 5, 97, 109, 145, 54, 56, 126, 187, 16, 149, 160, 178, 23, 141, 30, 117, 25, 69, 116, 131, 94, 65, 191, 99, 181, 185, 115, 67, 93, 106, 38, 71, 76, 113, 132, 172, 103, 95, 92, 107, 4, 163, 139, 72, 157, 0, 12, 52, 68, 88, 161, 183, 39, 14, 32, 49, 19, 77, 174, 47, 154, 17, 134, 133, 51, 120, 74, 177, 41, 108, 142, 143, 13, 26, 59, 100, 123, 55, 158, 62, 104, 148, 135, 9, 179, 53, 176, 33, 169, 129, 186, 43, 167, 87, 119, 84, 90, 150, 20, 10, 122, 114, 80, 50, 146, 144, 96, 171, 40, 73, 81, 168, 112, 190, 37, 173, 46, 110, 60, 85, 153, 2, 63, 91, 127, 89, 31, 58, 22, 166

の並びにインターリーブされる。

【０５２６】

図１３２は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２２の例を示す図である。

【０５２７】

図１３２のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

17, 84, 125, 70, 134, 63, 68, 162, 61, 31, 74, 137, 7, 138, 5, 60, 76, 105, 160, 12, 114, 81, 155, 112, 153, 191, 82, 148, 118, 108, 58, 159, 43, 161, 149, 96, 71, 30, 145, 174, 67, 77, 47, 94, 48, 156, 151, 141, 131, 176, 183, 41, 35, 83, 164, 55, 169, 98, 187, 124, 100, 54, 104, 40, 2, 72, 8, 85, 182, 103, 6, 37, 107, 39, 42, 123, 57, 106, 13, 150, 129, 46, 109, 188, 45, 113, 44, 90, 20, 165, 142, 110, 22, 28, 173, 38, 52, 16, 34, 0, 3, 144, 27, 49, 139, 177, 132, 184, 25, 87, 152, 119, 158, 78, 186, 167, 97, 24, 99, 69, 120, 122, 133, 163, 21, 51, 101, 185, 111, 26, 18, 10, 33, 170, 95, 65, 14, 130, 157, 59, 115, 127, 92, 56, 1, 80, 66, 126, 178, 147, 75, 179, 171, 53, 146, 88, 4, 128, 121, 86, 117, 19, 23, 168, 181, 11, 102, 93, 73, 140, 89, 136, 9, 180, 62, 36, 79, 91, 190, 143, 29, 154, 32, 64, 166, 116, 15, 189, 175, 50, 135, 172

の並びにインターリーブされる。

【０５２８】

図１３３は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２３の例を示す図である。

【０５２９】

図１３３のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

157, 20, 116, 115, 49, 178, 148, 152, 174, 130, 171, 81, 60, 146, 182, 72, 46, 22, 93, 101, 9, 55, 40, 163, 118, 30, 52, 181, 151, 31, 87, 117, 120, 82, 95, 190, 23, 36, 67, 62, 14, 167, 80, 27, 24, 43, 94, 0, 63, 5, 74, 78, 158, 88, 84, 109, 147, 112, 124, 110, 21, 47, 45, 68, 184, 70, 1, 66, 149, 105, 140, 170, 56, 98, 135, 61, 79, 123, 166, 185, 41, 108, 122, 92, 16, 26, 37, 177, 173, 113, 136, 89, 162, 85, 54, 39, 73, 58, 131, 134, 188, 127, 3, 164, 13, 132, 129, 179, 25, 18, 57, 32, 119, 111, 53, 155, 28, 107, 133, 144, 19, 160, 71, 186, 153, 103, 2, 12, 91, 106, 64, 175, 75, 189, 128, 142, 187, 76, 180, 34, 59, 169, 90, 11, 172, 97, 141, 38, 191, 17, 114, 126, 145, 83, 143, 125, 121, 10, 44, 137, 86, 29, 104, 154, 168, 65, 159, 15, 99, 35, 50, 48, 138, 96, 100, 102, 7, 42, 156, 8, 4, 69, 183, 51, 165, 6, 150, 77, 161, 33, 176, 139

の並びにインターリーブされる。

【０５３０】

図１３４は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２４の例を示す図である。

【０５３１】

図１３４のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

42, 168, 36, 37, 152, 118, 14, 83, 105, 131, 26, 120, 92, 130, 158, 132, 49, 72, 137, 100, 88, 24, 53, 142, 110, 102, 74, 188, 113, 121, 12, 173, 5, 126, 127, 3, 93, 46, 164, 109, 151, 2, 98, 153, 116, 89, 101, 136, 35, 80, 0, 133, 183, 162, 185, 56, 17, 87, 117, 184, 54, 70, 176, 91, 134, 51, 38, 73, 165, 99, 169, 43, 167, 86, 11, 144, 78, 58, 64, 13, 119, 33, 166, 6, 75, 31, 15, 28, 125, 148, 27, 114, 82, 45, 55, 191, 160, 115, 1, 69, 187, 122, 177, 32, 172, 52, 112, 171, 124, 180, 85, 150, 7, 57, 60, 94, 181, 29, 97, 128, 19, 149, 175, 50, 140, 10, 174, 68, 59, 39, 106, 44, 62, 71, 18, 107, 156, 159, 146, 48, 81, 111, 96, 103, 34, 161, 141, 154, 76, 61, 135, 20, 84, 77, 108, 23, 145, 182, 170, 139, 157, 47, 9, 63, 123, 138, 155, 79, 4, 30, 143, 25, 90, 66, 147, 186, 179, 129, 21, 65, 41, 95, 67, 22, 163, 190, 16, 8, 104, 189, 40, 178

の並びにインターリーブされる。

【０５３２】

図１３５は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２５の例を示す図である。

【０５３３】

図１３５のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

92, 132, 39, 44, 190, 21, 70, 146, 48, 13, 17, 187, 119, 43, 94, 157, 150, 98, 96, 47, 86, 63, 152, 158, 84, 170, 81, 7, 62, 191, 174, 99, 116, 10, 85, 113, 135, 28, 53, 122, 83, 141, 77, 23, 131, 4, 40, 168, 129, 109, 51, 130, 188, 147, 29, 50, 26, 78, 148, 164, 167, 103, 36, 134, 2, 177, 20, 123, 27, 90, 176, 5, 33, 133, 189, 138, 76, 41, 89, 35, 72, 139, 32, 73, 68, 67, 101, 166, 93, 54, 52, 42, 110, 59, 8, 179, 34, 171, 143, 137, 9, 126, 155, 108, 142, 120, 163, 12, 3, 75, 159, 107, 65, 128, 87, 6, 22, 57, 100, 24, 64, 106, 117, 19, 58, 95, 74, 180, 125, 136, 186, 154, 121, 161, 88, 37, 114, 102, 105, 160, 80, 185, 82, 124, 184, 15, 16, 18, 118, 173, 151, 11, 91, 79, 46, 140, 127, 1, 169, 0, 61, 66, 45, 162, 149, 115, 144, 30, 25, 175, 153, 183, 60, 38, 31, 111, 182, 49, 55, 145, 56, 181, 104, 14, 71, 178, 112, 172, 165,

69, 97, 156
の並びにインターリーブされる。
【０５３４】
図１３６は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２６の例を示す図である。
【０５３５】
図１３６のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ
133, 96, 46, 148, 78, 109, 149, 161, 55, 39, 183, 54, 186, 73, 150, 180, 189, 190, 22, 135, 12, 80, 42, 130, 164, 70, 126, 107, 57, 67, 15, 157, 52, 88, 5, 23, 123, 66, 53, 147, 177, 60, 131, 108, 171, 191, 44, 140, 98, 154, 37, 118, 176, 92, 124, 138, 132, 167, 173, 13, 79, 32, 145, 14, 113, 30, 2, 0, 165, 182, 153, 24, 144, 87, 82, 75, 141, 89, 137, 33, 100, 106, 128, 168, 29, 36, 172, 11, 111, 68, 16, 10, 34, 188, 35, 160, 77, 83, 178, 58, 59, 7, 56, 110, 104, 61, 76, 85, 121, 93, 19, 134, 179, 155, 163, 115, 185, 125, 112, 71, 8, 119, 18, 47, 151, 26, 103, 122, 9, 170, 146, 99, 49, 72, 102, 31, 40, 43, 158, 142, 4, 69, 139, 28, 174, 101, 84, 129, 156, 74, 62, 91, 159, 41, 38, 45, 136, 169, 21, 51, 181, 97, 166, 175, 90, 27, 86, 65, 105, 143, 127, 17, 6, 116, 94, 117, 48, 50, 25, 64, 95, 63, 184, 152, 120, 1, 187, 162, 114, 3, 81, 20
の並びにインターリーブされる。
【０５３６】
図１３７は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２７の例を示す図である。
【０５３７】
図１３７のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ
59, 34, 129, 18, 137, 6, 83, 139, 47, 148, 147, 110, 11, 98, 62, 149, 158, 14, 42, 180, 23, 128, 99, 181, 54, 176, 35, 130, 53, 179, 39, 152, 32, 52, 69, 82, 84, 113, 79, 21, 95, 7, 126, 191, 86, 169, 111, 12, 55, 27, 182, 120, 123, 88, 107, 50, 144, 49, 38, 165, 0, 159, 10, 43, 114, 187, 150, 19, 65, 48, 124, 8, 141, 171, 173, 17, 167, 92, 74, 170, 184, 67, 33, 172, 16, 119, 66, 57, 89, 106, 26, 78, 178, 109, 70, 2, 157, 15, 105, 22, 174, 127, 100, 71, 97, 163, 9, 77, 87, 41, 183, 117, 46, 40, 131, 85, 136, 72, 122, 1, 45, 13, 44, 56, 61, 146, 25, 132, 177, 76, 121, 160, 112, 5, 134, 73, 91, 135, 68, 3, 80, 90, 190, 60, 75, 145, 115, 81, 161, 156, 116, 166, 96, 28, 138, 94, 162, 140, 102, 4, 133, 30, 155, 189, 143, 64, 185, 164, 104, 142, 154, 118, 24, 31, 153, 103, 51, 108, 29, 37, 58, 186, 175, 36, 151, 63, 93, 188, 125, 101, 20, 168
の並びにインターリーブされる。
【０５３８】
図１３８は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２８の例を示す図である。
【０５３９】
図１３８のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ
61, 110, 123, 127, 148, 162, 131, 71, 176, 22, 157, 0, 151, 155, 112, 189, 36, 181, 10, 46, 133, 75, 80, 88, 6, 165, 97, 54, 31, 174, 49, 139, 98, 4, 170, 26, 50, 16, 141, 187, 13, 109, 106, 120, 72, 32, 63, 59, 79, 172, 83, 100, 92, 24, 56, 130, 167, 81, 103, 111, 158, 159, 153, 175, 8, 41, 136, 70, 33,

45, 84, 150, 39, 166, 164, 99, 126, 190, 134, 40, 87, 64, 154, 140, 116, 18
4, 115, 183, 30, 35, 7, 42, 146, 86, 58, 12, 14, 149, 89, 179, 128, 160, 95,
171, 74, 25, 29, 119, 143, 178, 28, 21, 23, 90, 188, 96, 173, 93, 147, 191,
18, 62, 2, 132, 20, 11, 17, 135, 152, 67, 73, 108, 76, 91, 156, 104, 48, 121,
94, 125, 38, 65, 177, 68, 37, 124, 78, 118, 186, 34, 185, 113, 169, 9, 69, 8
2, 163, 114, 145, 168, 44, 52, 105, 51, 137, 1, 161, 3, 55, 182, 101, 57, 43,
77, 5, 47, 144, 180, 66, 53, 19, 117, 60, 138, 142, 107, 122, 85, 27, 129, 15, 102
の並びにインターリーブされる。

【０５４０】

図１３９は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第２９の例を示す図である。

【０５４１】

図１３９のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

8, 174, 121, 46, 70, 106, 183, 9, 96, 109, 72, 130, 47, 168, 1, 190, 18, 90
, 103, 135, 105, 112, 23, 33, 185, 31, 171, 111, 0, 115, 4, 159, 25, 65, 134,
146, 26, 37, 16, 169, 167, 74, 67, 155, 154, 83, 117, 53, 19, 161, 76, 12, 7,
131, 59, 51, 189, 42, 114, 142, 126, 66, 164, 191, 55, 132, 35, 153, 137, 8
7, 5, 100, 122, 150, 2, 49, 32, 172, 149, 177, 15, 82, 98, 34, 140, 170, 56,
78, 188, 57, 118, 186, 181, 52, 71, 24, 81, 22, 11, 156, 86, 148, 97, 38, 48,
64, 40, 165, 180, 125, 127, 143, 88, 43, 61, 158, 28, 162, 187, 110, 84, 15
7, 27, 41, 39, 124, 85, 58, 20, 44, 102, 36, 77, 147, 120, 179, 21, 60, 92, 1
38, 119, 173, 160, 144, 91, 99, 107, 101, 145, 184, 108, 95, 69, 63, 3, 89,
128, 136, 94, 129, 50, 79, 68, 151, 104, 163, 123, 182, 93, 29, 133, 152, 1
78, 80, 62, 54, 14, 141, 166, 176, 45, 30, 10, 6, 75, 73, 116, 175, 17, 113, 139, 13
の並びにインターリーブされる。

【０５４２】

図１４０は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３０の例を示す図である。

【０５４３】

図１４０のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

179, 91, 101, 128, 169, 69, 185, 35, 156, 168, 132, 163, 46, 28, 5, 41, 16
2, 112, 108, 130, 153, 79, 118, 102, 125, 176, 71, 20, 115, 98, 124, 75, 10
3, 21, 164, 173, 9, 36, 56, 134, 24, 16, 159, 34, 15, 42, 104, 54, 120, 76, 6
0, 33, 127, 88, 133, 137, 61, 19, 3, 170, 87, 190, 13, 141, 188, 106, 113, 6
7, 145, 146, 111, 74, 89, 62, 175, 49, 32, 99, 93, 107, 171, 66, 80, 155, 10
0, 152, 4, 10, 126, 109, 181, 154, 105, 48, 136, 161, 183, 97, 31, 12, 8, 18
4, 47, 142, 18, 14, 117, 73, 84, 70, 68, 0, 23, 96, 165, 29, 122, 81, 17, 131,
44, 157, 26, 25, 189, 83, 178, 37, 123, 82, 191, 39, 7, 72, 160, 64, 143, 14
9, 138, 65, 58, 119, 63, 166, 114, 95, 172, 43, 140, 57, 158, 186, 86, 174,
92, 45, 139, 144, 147, 148, 151, 59, 30, 85, 40, 51, 187, 78, 38, 150, 129,
121, 27, 94, 52, 177, 110, 182, 55, 22, 167, 90, 77, 6, 11, 1, 116, 53, 2, 50,
135, 180
の並びにインターリーブされる。

【０５４４】

図１４１は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３１の例を示す図である。

【０５４５】

図１４１のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし

191の並びが、ビットグループ
99, 59, 95, 50, 122, 15, 144, 6, 129, 36, 175, 159, 165, 35, 182, 181, 189, 29, 2, 115, 91, 41, 60, 160, 51, 106, 168, 173, 20, 138, 183, 70, 24, 127, 47, 5, 119, 171, 102, 135, 116, 156, 120, 105, 117, 136, 149, 128, 85, 46, 186, 113, 73, 103, 52, 82, 89, 184, 22, 185, 155, 125, 133, 37, 27, 10, 137, 76, 12, 98, 148, 109, 42, 16, 190, 84, 94, 97, 25, 11, 88, 166, 131, 48, 161, 65, 9, 8, 58, 56, 124, 68, 54, 3, 169, 146, 87, 108, 110, 121, 163, 57, 90, 100, 66, 49, 61, 178, 18, 7, 28, 67, 13, 32, 34, 86, 153, 112, 63, 43, 164, 132, 118, 93, 38, 39, 17, 154, 170, 81, 141, 191, 152, 111, 188, 147, 180, 75, 72, 26, 177, 126, 179, 55, 1, 143, 45, 21, 40, 123, 23, 162, 77, 62, 134, 158, 176, 31, 69, 114, 142, 19, 96, 101, 71, 30, 140, 187, 92, 80, 79, 0, 104, 53, 145, 139, 14, 33, 74, 157, 150, 44, 172, 151, 64, 78, 130, 83, 167, 4, 107, 174
の並びにインターリーブされる。

【０５４６】

図１４２は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３２の例を示す図である。

【０５４７】

図１４２のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ
16, 133, 14, 114, 145, 191, 53, 80, 166, 68, 21, 184, 73, 165, 147, 89, 180, 55, 135, 94, 189, 78, 103, 115, 72, 24, 105, 188, 84, 148, 85, 32, 1, 131, 34, 134, 41, 167, 81, 54, 142, 141, 75, 155, 122, 140, 13, 17, 8, 23, 61, 49, 51, 74, 181, 162, 143, 42, 71, 123, 161, 177, 110, 149, 126, 0, 63, 178, 35, 175, 186, 52, 43, 139, 112, 10, 40, 150, 182, 164, 64, 83, 174, 38, 47, 30, 2, 116, 25, 128, 160, 144, 99, 5, 187, 176, 82, 60, 18, 185, 104, 169, 39, 183, 137, 22, 109, 96, 151, 46, 33, 29, 65, 132, 95, 31, 136, 159, 170, 168, 67, 79, 93, 111, 90, 97, 113, 92, 76, 58, 127, 26, 27, 156, 3, 6, 28, 77, 125, 173, 98, 138, 172, 86, 45, 118, 171, 62, 179, 100, 19, 163, 50, 57, 56, 36, 102, 121, 117, 154, 119, 66, 20, 91, 130, 69, 44, 70, 153, 152, 158, 88, 108, 12, 59, 4, 11, 120, 87, 101, 37, 129, 146, 9, 106, 48, 7, 15, 124, 190, 107, 157
の並びにインターリーブされる。

【０５４８】

図１４３は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３３の例を示す図である。

【０５４９】

図１４３のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ
178, 39, 54, 68, 122, 20, 86, 137, 156, 55, 52, 72, 130, 152, 147, 12, 69, 48, 107, 44, 88, 23, 181, 174, 124, 81, 59, 93, 22, 46, 82, 110, 3, 99, 75, 36, 38, 119, 131, 51, 115, 78, 84, 33, 163, 11, 2, 188, 161, 34, 89, 50, 8, 90, 109, 136, 77, 103, 67, 41, 149, 176, 134, 189, 159, 184, 153, 53, 129, 63, 160, 139, 150, 169, 148, 127, 25, 175, 142, 98, 56, 144, 102, 94, 101, 85, 132, 76, 5, 177, 0, 128, 45, 162, 92, 62, 133, 30, 17, 9, 61, 70, 154, 4, 146, 24, 135, 104, 13, 185, 79, 138, 31, 112, 1, 49, 113, 106, 100, 65, 10, 83, 73, 26, 58, 114, 66, 126, 117, 96, 186, 14, 40, 164, 158, 118, 29, 121, 151, 168, 183, 179, 16, 105, 125, 190, 116, 165, 80, 64, 170, 140, 171, 173, 97, 60, 43, 123, 71, 182, 167, 95, 145, 141, 187, 166, 87, 143, 15, 74, 111, 157, 32, 172, 18, 57, 35, 191, 27, 47, 21, 6, 19, 155, 42, 120, 180, 37, 28, 91, 108, 7
の並びにインターリーブされる。

【０５５０】

図１４４は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３４の例を示す図である。

【０５５１】

図１４４のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

139, 112, 159, 99, 87, 70, 175, 161, 51, 56, 174, 143, 12, 36, 77, 60, 155, 167, 160, 73, 127, 82, 123, 145, 8, 76, 164, 178, 144, 86, 7, 124, 27, 187, 130, 162, 191, 182, 16, 106, 141, 38, 72, 179, 111, 29, 59, 183, 66, 52, 43, 121, 20, 11, 190, 92, 55, 166, 94, 138, 1, 122, 171, 119, 109, 58, 23, 31, 163, 53, 13, 188, 100, 158, 156, 136, 34, 118, 185, 10, 25, 126, 104, 30, 83, 47, 146, 63, 134, 39, 21, 44, 151, 28, 22, 79, 110, 71, 90, 2, 103, 42, 35, 5, 57, 4, 0, 107, 37, 54, 18, 128, 148, 129, 26, 75, 120, 19, 116, 117, 147, 114, 48, 96, 61, 46, 88, 67, 135, 65, 180, 9, 74, 176, 6, 149, 49, 50, 125, 64, 169, 168, 157, 153, 24, 108, 89, 98, 33, 132, 93, 40, 154, 62, 142, 41, 69, 105, 189, 115, 152, 45, 133, 3, 95, 17, 186, 184, 85, 165, 32, 173, 113, 172, 78, 181, 150, 170, 102, 97, 140, 81, 91, 15, 137, 101, 80, 68, 14, 177, 131, 84

の並びにインターリーブされる。

【０５５２】

図１４５は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３５の例を示す図である。

【０５５３】

図１４５のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

21, 20, 172, 86, 178, 25, 104, 133, 17, 106, 191, 68, 80, 190, 129, 29, 125, 108, 147, 23, 94, 167, 27, 61, 12, 166, 131, 120, 159, 28, 7, 62, 134, 59, 78, 0, 121, 149, 6, 5, 143, 171, 153, 161, 186, 35, 92, 113, 55, 163, 16, 54, 93, 79, 37, 44, 75, 182, 127, 148, 179, 95, 169, 141, 38, 168, 128, 56, 31, 57, 175, 140, 164, 24, 177, 88, 51, 112, 49, 185, 170, 87, 32, 60, 65, 77, 89, 3, 18, 116, 184, 45, 109, 53, 160, 9, 100, 8, 111, 69, 189, 36, 173, 33, 72, 144, 183, 115, 137, 98, 90, 142, 30, 154, 180, 122, 155, 130, 83, 138, 14, 41, 150, 132, 70, 152, 117, 11, 4, 124, 15, 42, 181, 58, 10, 22, 145, 99, 126, 107, 66, 174, 39, 13, 97, 63, 123, 84, 85, 67, 76, 158, 71, 46, 118, 81, 162, 146, 135, 2, 73, 50, 114, 82, 103, 188, 74, 101, 157, 151, 91, 119, 102, 48, 1, 40, 43, 64, 156, 34, 110, 52, 96, 136, 139, 165, 19, 176, 187, 47, 26, 105

の並びにインターリーブされる。

【０５５４】

図１４６は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３６の例を示す図である。

【０５５５】

図１４６のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

160, 7, 29, 39, 110, 189, 140, 143, 163, 130, 173, 71, 191, 106, 60, 62, 149, 135, 9, 147, 124, 152, 55, 116, 85, 112, 14, 20, 79, 103, 156, 167, 19, 45, 73, 26, 159, 44, 86, 76, 56, 12, 109, 117, 128, 67, 150, 151, 31, 27, 133, 17, 120, 153, 108, 180, 52, 187, 98, 63, 176, 186, 179, 113, 161, 32, 24, 111, 41, 95, 38, 10, 154, 97, 141, 2, 127, 40, 105, 34, 11, 185, 155, 61, 114, 74, 158, 162, 5, 177, 43, 51, 148, 137, 28, 181, 171, 13, 104, 42, 168, 93, 172, 144, 80, 123, 89, 81, 68, 75, 78, 121, 53, 65, 122, 142, 157, 107, 136, 66, 90, 23, 8, 1, 77, 54, 125, 174, 35, 88, 82, 134, 101, 131, 33, 50, 87, 36, 15, 47, 83, 18, 6, 21, 30, 94, 72, 145, 138, 184, 69, 84, 58, 49, 16, 48,

70, 183, 3, 92, 25, 115, 0, 182, 139, 91, 146, 102, 96, 100, 119, 129, 178, 46, 37, 57, 118, 126, 59, 165, 170, 190, 188, 175, 166, 99, 4, 22, 132, 164, 64, 169
の並びにインターリーブされる。

【０５５６】

図１４７は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３７の例を示す図である。

【０５５７】

図１４７のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

167, 97, 86, 166, 11, 57, 187, 169, 104, 102, 108, 63, 12, 181, 1, 71, 134, 152, 45, 144, 124, 22, 0, 51, 100, 150, 179, 54, 66, 79, 25, 172, 59, 48, 23, 55, 64, 185, 164, 123, 56, 80, 153, 9, 177, 176, 81, 17, 14, 43, 76, 27, 175, 60, 133, 91, 61, 41, 111, 163, 72, 95, 84, 67, 129, 52, 88, 121, 7, 49, 168, 154, 74, 138, 142, 158, 132, 127, 40, 139, 20, 44, 6, 128, 75, 114, 119, 2, 8, 157, 98, 118, 89, 46, 160, 190, 5, 165, 28, 68, 189, 161, 112, 173, 148, 183, 33, 131, 105, 186, 156, 70, 117, 170, 174, 36, 19, 135, 125, 122, 50, 113, 141, 37, 38, 31, 94, 149, 78, 32, 178, 34, 107, 13, 182, 146, 93, 10, 106, 109, 4, 77, 87, 3, 184, 83, 30, 180, 96, 15, 155, 110, 145, 191, 151, 101, 65, 99, 115, 140, 26, 147, 42, 136, 137, 18, 53, 116, 171, 16, 21, 92, 162, 130, 85, 69, 47, 35, 82, 120, 24, 73, 39, 58, 62, 126, 29, 90, 143, 159, 188, 103
の並びにインターリーブされる。

【０５５８】

図１４８は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３８の例を示す図である。

【０５５９】

図１４８のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

74, 151, 79, 49, 174, 180, 133, 106, 116, 16, 163, 62, 164, 45, 187, 128, 176, 2, 126, 136, 63, 28, 118, 173, 19, 46, 93, 121, 162, 88, 0, 147, 131, 54, 117, 138, 69, 182, 68, 143, 78, 15, 7, 59, 109, 32, 10, 179, 165, 90, 73, 71, 171, 135, 123, 125, 31, 22, 70, 185, 155, 60, 120, 113, 41, 154, 177, 85, 64, 55, 26, 129, 84, 38, 166, 44, 30, 183, 189, 191, 124, 77, 80, 98, 190, 167, 140, 52, 153, 43, 25, 188, 103, 152, 137, 76, 149, 34, 172, 122, 40, 168, 141, 96, 142, 58, 110, 65, 9, 36, 42, 50, 184, 105, 156, 127, 8, 61, 146, 169, 181, 5, 87, 150, 91, 17, 18, 24, 112, 81, 170, 95, 29, 100, 130, 48, 159, 72, 75, 160, 27, 108, 148, 66, 144, 97, 57, 115, 114, 1, 132, 4, 21, 92, 11, 107, 175, 67, 145, 14, 186, 20, 51, 39, 3, 86, 89, 47, 53, 102, 82, 139, 23, 104, 157, 99, 158, 12, 161, 35, 178, 37, 134, 83, 94, 101, 111, 119, 6, 33, 13, 56
の並びにインターリーブされる。

【０５６０】

図１４９は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第３９の例を示す図である。

【０５６１】

図１４９のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

20, 118, 185, 106, 82, 53, 41, 40, 121, 180, 45, 10, 145, 175, 191, 160, 177, 172, 13, 29, 133, 42, 89, 51, 141, 99, 7, 134, 52, 48, 169, 162, 124, 25,

165, 128, 95, 148, 98, 171, 14, 75, 59, 26, 76, 47, 34, 122, 69, 131, 105, 60, 132, 63, 81, 109, 43, 189, 19, 186, 79, 62, 85, 54, 16, 46, 27, 44, 139, 113, 11, 102, 130, 184, 119, 1, 152, 146, 37, 178, 61, 150, 32, 163, 92, 166, 142, 67, 140, 157, 188, 18, 87, 149, 65, 183, 161, 5, 31, 71, 173, 73, 15, 138, 156, 28, 66, 170, 179, 135, 86, 39, 104, 17, 154, 174, 56, 153, 0, 97, 9, 72, 23, 167, 190, 80, 3, 38, 120, 4, 24, 159, 12, 103, 22, 125, 83, 50, 6, 77, 168, 74, 93, 49, 57, 147, 2, 155, 181, 96, 114, 107, 110, 30, 117, 127, 101, 94, 129, 35, 58, 70, 126, 182, 151, 111, 91, 64, 88, 144, 137, 143, 176, 84, 136, 8, 112, 123, 164, 115, 78, 36, 90, 100, 55, 108, 21, 158, 68, 33, 116, 187

の並びにインターリーブされる。

【０５６２】

図１５０は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４０の例を示す図である。

【０５６３】

図１５０のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

42, 43, 190, 119, 183, 103, 51, 28, 171, 20, 18, 25, 85, 22, 157, 99, 174, 5, 53, 62, 150, 128, 38, 153, 37, 148, 39, 24, 118, 102, 184, 49, 111, 48, 87, 76, 81, 40, 55, 82, 70, 105, 66, 115, 14, 86, 88, 135, 168, 139, 56, 80, 93, 95, 165, 13, 4, 100, 29, 104, 11, 72, 116, 83, 112, 67, 186, 169, 8, 57, 44, 17, 164, 31, 96, 84, 2, 125, 59, 3, 6, 173, 149, 78, 27, 160, 156, 187, 34, 129, 154, 79, 52, 117, 110, 0, 7, 113, 137, 26, 47, 12, 178, 46, 136, 97, 15, 188, 101, 58, 35, 71, 32, 16, 109, 163, 134, 75, 68, 98, 132, 90, 124, 189, 121, 123, 170, 158, 159, 77, 108, 63, 180, 36, 74, 127, 21, 146, 147, 54, 155, 10, 144, 130, 60, 1, 141, 23, 177, 133, 50, 126, 167, 151, 161, 191, 91, 114, 162, 30, 181, 182, 9, 94, 69, 176, 65, 142, 152, 175, 73, 140, 41, 179, 172, 145, 64, 19, 138, 131, 166, 33, 107, 185, 106, 122, 120, 92, 45, 143, 61, 89

の並びにインターリーブされる。

【０５６４】

図１５１は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４１の例を示す図である。

【０５６５】

図１５１のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ

111, 33, 21, 133, 18, 30, 73, 139, 125, 35, 77, 105, 122, 91, 41, 86, 11, 8, 55, 71, 151, 107, 45, 12, 168, 51, 50, 59, 7, 132, 144, 16, 190, 31, 108, 89, 124, 110, 94, 67, 159, 46, 140, 87, 54, 142, 185, 85, 84, 120, 178, 101, 180, 20, 174, 47, 28, 145, 70, 24, 131, 4, 83, 56, 79, 37, 27, 109, 92, 52, 96, 177, 141, 188, 155, 38, 156, 169, 136, 81, 137, 112, 95, 93, 106, 149, 138, 15, 39, 170, 146, 103, 184, 43, 5, 9, 189, 34, 19, 63, 90, 36, 23, 78, 100, 75, 162, 42, 161, 119, 64, 65, 152, 62, 173, 104, 88, 118, 48, 44, 40, 60, 102, 61, 74, 99, 53, 10, 6, 172, 186, 163, 134, 14, 148, 3, 26, 1, 157, 150, 25, 123, 115, 116, 57, 175, 127, 82, 117, 114, 160, 164, 153, 176, 76, 13, 181, 68, 128, 0, 183, 49, 22, 166, 17, 191, 135, 165, 72, 158, 130, 154, 167, 66, 2, 147, 69, 58, 98, 97, 143, 32, 29, 179, 113, 80, 182, 129, 126, 171, 121, 187

の並びにインターリーブされる。

【０５６６】

図１５２は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４２の例を示す図である。

【０５６７】
図１５２のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ
148, 32, 94, 31, 146, 15, 41, 7, 79, 58, 52, 167, 154, 4, 161, 38, 64, 127, 131, 78, 34, 125, 171, 173, 133, 122, 50, 95, 129, 57, 71, 37, 137, 69, 82, 107, 26, 10, 140, 156, 47, 178, 163, 117, 139, 174, 143, 138, 111, 11, 166, 43, 141, 114, 45, 39, 177, 103, 96, 123, 63, 23, 18, 20, 187, 27, 66, 130, 65, 142, 5, 135, 113, 90, 121, 54, 190, 134, 153, 147, 92, 157, 3, 97, 102, 106, 172, 91, 46, 89, 56, 184, 115, 99, 62, 93, 100, 88, 152, 109, 124, 182, 70, 74, 159, 165, 60, 183, 185, 164, 175, 108, 176, 2, 118, 72, 151, 0, 51, 33, 28, 80, 14, 128, 179, 84, 77, 42, 55, 160, 119, 110, 86, 22, 101, 13, 170, 36, 104, 189, 191, 169, 112, 12, 29, 30, 162, 136, 24, 68, 9, 81, 120, 145, 180, 144, 73, 21, 44, 1, 16, 67, 19, 158, 188, 181, 61, 35, 8, 53, 168, 150, 105, 59, 87, 6, 126, 75, 85, 17, 83, 98, 48, 132, 40, 76, 49, 25, 149, 186, 155, 116
の並びにインターリーブされる。
【０５６８】
図１５３は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４３の例を示す図である。
【０５６９】
図１５３のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ
161, 38, 41, 138, 20, 24, 14, 35, 32, 179, 68, 97, 94, 142, 43, 53, 22, 28, 44, 81, 148, 187, 169, 89, 115, 144, 75, 40, 31, 152, 30, 124, 80, 135, 160, 8, 129, 147, 60, 112, 171, 0, 133, 100, 156, 180, 77, 110, 151, 69, 95, 25, 117, 127, 154, 64, 146, 143, 29, 168, 177, 183, 126, 10, 26, 3, 50, 92, 164, 163, 11, 109, 21, 37, 84, 122, 49, 71, 52, 15, 88, 149, 86, 61, 90, 155, 162, 9, 153, 67, 119, 189, 82, 131, 190, 4, 46, 118, 47, 178, 59, 150, 186, 123, 18, 79, 57, 120, 70, 62, 137, 23, 185, 167, 175, 16, 134, 73, 139, 166, 55, 165, 116, 76, 99, 182, 78, 93, 141, 33, 176, 101, 130, 58, 12, 17, 132, 45, 102, 7, 19, 145, 54, 91, 113, 36, 27, 114, 174, 39, 83, 140, 191, 74, 56, 87, 48, 158, 121, 159, 136, 63, 181, 34, 173, 103, 42, 125, 104, 107, 96, 65, 1, 13, 157, 184, 170, 105, 188, 108, 6, 2, 98, 72, 5, 66, 128, 106, 172, 111, 85, 51
の並びにインターリーブされる。
【０５７０】
図１５４は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４４の例を示す図である。
【０５７１】
図１５４のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ
57, 73, 173, 63, 179, 186, 148, 181, 160, 163, 4, 109, 137, 99, 118, 15, 5, 115, 44, 153, 185, 40, 12, 169, 2, 37, 188, 97, 65, 67, 117, 90, 66, 135, 154, 159, 146, 86, 61, 182, 59, 83, 91, 175, 58, 138, 93, 43, 98, 22, 152, 96, 45, 120, 180, 10, 116, 170, 162, 68, 3, 13, 41, 131, 21, 172, 55, 24, 1, 79, 106, 189, 52, 184, 112, 53, 136, 166, 29, 62, 107, 128, 71, 111, 187, 161, 101, 49, 155, 28, 94, 70, 48, 0, 33, 157, 151, 25, 89, 88, 114, 134, 75, 87, 142, 6, 27, 64, 69, 19, 150, 38, 35, 130, 127, 76, 102, 123, 158, 129, 133, 110, 141, 95, 7, 126, 85, 108, 174, 190, 165, 156, 171, 54, 17, 121, 103, 14, 36, 105, 82, 8, 178, 51, 23, 84, 167, 30, 100, 42, 72, 149, 92, 77, 104, 183, 39, 125, 80, 143, 144, 56, 119, 16, 132, 139, 191, 50, 164, 122, 46, 14

0, 31, 176, 60, 26, 32, 11, 177, 124, 74, 145, 20, 34, 18, 81, 168, 9, 78, 113, 147, 47
の並びにインターリーブされる。

【０５７２】

図１５５は、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第４５の例を示す図である。

【０５７３】

図１５５のGWパターンによれば、69120ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし191の並びが、ビットグループ
89, 123, 13, 47, 178, 159, 1, 190, 53, 12, 57, 109, 115, 19, 36, 143, 82, 96, 163, 66, 154, 173, 49, 65, 131, 2, 78, 15, 155, 90, 38, 130, 63, 188, 138, 184, 166, 102, 139, 28, 50, 186, 17, 20, 112, 41, 11, 8, 59, 79, 45, 162, 146, 40, 43, 129, 119, 18, 157, 37, 126, 124, 110, 191, 85, 165, 60, 142, 135, 74, 187, 179, 141, 164, 34, 69, 26, 33, 113, 120, 95, 169, 30, 0, 175, 70, 91, 104, 140, 25, 132, 23, 105, 158, 171, 6, 121, 56, 22, 127, 54, 68, 107, 133, 84, 81, 150, 99, 73, 185, 67, 29, 151, 87, 10, 167, 148, 72, 147, 5, 31, 125, 145, 4, 52, 44, 134, 83, 46, 75, 152, 62, 7, 86, 172, 180, 111, 61, 9, 58, 14, 116, 92, 170, 93, 77, 88, 42, 21, 106, 97, 144, 182, 108, 55, 94, 122, 114, 153, 64, 24, 80, 117, 3, 177, 149, 76, 128, 136, 39, 181, 160, 103, 174, 156, 27, 183, 16, 137, 101, 161, 176, 35, 118, 98, 168, 48, 100, 71, 189, 32, 51
の並びにインターリーブされる。

【０５７４】

以上の、符号長Nが69120ビットのLDPC符号に対するGWパターンの第１ないし第４５の例は、符号長Nが69120ビットの、任意の符号化率rのLDPC符号、任意の変調方式、及び、任意のコンスタレーションの組み合わせのいずれにも適用することができる。

【０５７５】

但し、グループワイズインターリーブについては、適用するGWパターンを、LDPC符号の符号長N、LDPC符号の符号化率r、変調方式、及び、コンスタレーションの組み合わせごとに設定することで、各組み合わせについて、エラーレートをより改善することができる。

【０５７６】

図１１１のGWパターンは、例えば、図３０の（検査行列初期値テーブルに対応する）N=69120，r=2/16のLDPC符号（符号長Nが69120で、符号化率rが2/16のLDPC符号）、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５７７】

図１１２のGWパターンは、例えば、図３１及び図３２のN=69120，r=3/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５７８】

図１１３のGWパターンは、例えば、図３３のN=69120，r=4/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５７９】

図１１４のGWパターンは、例えば、図３４及び図３５のN=69120，r=5/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５８０】

図１１５のGWパターンは、例えば、図３６及び図３７のN=69120，r=6/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、

特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５８１】
図１１６のGWパターンは、例えば、図３８及び図３９のN=69120，r=7/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５８２】
図１１７のGWパターンは、例えば、図４６及び図４７のN=69120，r=8/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５８３】
図１１８のGWパターンは、例えば、図５０ないし図５２のN=69120，r=9/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５８４】
図１１９のGWパターンは、例えば、図５６ないし図５８のN=69120，r=10/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５８５】
図１２０のGWパターンは、例えば、図６２ないし図６４のN=69120，r=11/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５８６】
図１２１のGWパターンは、例えば、図６８ないし図７０のN=69120，r=12/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５８７】
図１２２のGWパターンは、例えば、図７４ないし図７６のN=69120，r=13/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５８８】
図１２３のGWパターンは、例えば、図８０ないし図８２のN=69120，r=14/16のLDPC符号、QPSK、及び、図９６及び図９７のQPSK-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５８９】
図１２４のGWパターンは、例えば、図３１及び図３２のN=69120，r=3/16のLDPC符号、16QAM、及び、図９８及び図９９の16QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５９０】
図１２５のGWパターンは、例えば、図３４及び図３５のN=69120，r=5/16のLDPC符号、16QAM、及び、図９８及び図９９の16QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５９１】
図１２６のGWパターンは、例えば、図３８及び図３９のN=69120，r=7/16のLDPC符号、16QAM、及び、図９８及び図９９の16QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５９２】
図１２７のGWパターンは、例えば、図５０ないし図５２のN=69120，r=9/16のLDPC符号、16QAM、及び、図９８及び図９９の16QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０５９３】

図１２８のGWパターンは、例えば、図６２ないし図６４のN=69120，r=11/16のLDPC符号、16QAM、及び、図９８及び図９９の16QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５９４】

図１２９のGWパターンは、例えば、図７４ないし図７６のN=69120，r=13/16のLDPC符号、16QAM、及び、図９８及び図９９の16QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５９５】

図１３０のGWパターンは、例えば、図３０のN=69120，r=2/16のLDPC符号、64QAM、及び、図１００及び図１０１の64QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５９６】

図１３１のGWパターンは、例えば、図３３のN=69120，r=4/16のLDPC符号、64QAM、及び、図１００及び図１０１の64QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５９７】

図１３２のGWパターンは、例えば、図３６及び図３７のN=69120，r=6/16のLDPC符号、64QAM、及び、図１００及び図１０１の64QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５９８】

図１３３のGWパターンは、例えば、図４６及び図４７のN=69120，r=8/16のLDPC符号、64QAM、及び、図１００及び図１０１の64QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０５９９】

図１３４のGWパターンは、例えば、図５６ないし図５８のN=69120，r=10/16のLDPC符号、64QAM、及び、図１００及び図１０１の64QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０６００】

図１３５のGWパターンは、例えば、図６８ないし図７０のN=69120，r=12/16のLDPC符号、64QAM、及び、図１００及び図１０１の64QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０６０１】

図１３６のGWパターンは、例えば、図８０ないし図８２のN=69120，r=14/16のLDPC符号、64QAM、及び、図１００及び図１０１の64QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０６０２】

図１３７のGWパターンは、例えば、図３１及び図３２のN=69120，r=3/16のLDPC符号、256QAM、及び、図１０２及び図１０３の256QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０６０３】

図１３８のGWパターンは、例えば、図３４及び図３５のN=69120，r=5/16のLDPC符号、256QAM、及び、図１０２及び図１０３の256QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０６０４】

図１３９のGWパターンは、例えば、図３８及び図３９のN=69120，r=7/16のLDPC符号、256QAM、及び、図１０２及び図１０３の256QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０６０５】

図１４０のGWパターンは、例えば、図５０ないし図５２のN=69120，r=9/16のLDPC符号、256QAM、及び、図１０２及び図１０３の256QAM-UCの組み合わせに適用する

ことにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６０６】
図１４１のGWパターンは、例えば、図６２ないし図６４のN=69120，r=11/16のLDPC符号、256QAM、及び、図１０２及び図１０３の256QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６０７】
図１４２のGWパターンは、例えば、図７４ないし図７６のN=69120，r=13/16のLDPC符号、256QAM、及び、図１０２及び図１０３の256QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６０８】
図１４３のGWパターンは、例えば、図３０のN=69120，r=2/16のLDPC符号、1024QAM、及び、図１０４及び図１０５の1024QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６０９】
図１４４のGWパターンは、例えば、図３３のN=69120，r=4/16のLDPC符号、1024QAM、及び、図１０４及び図１０５の1024QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６１０】
図１４５のGWパターンは、例えば、図３６及び図３７のN=69120，r=6/16のLDPC符号、1024QAM、及び、図１０４及び図１０５の1024QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６１１】
図１４６のGWパターンは、例えば、図４６及び図４７のN=69120，r=8/16のLDPC符号、1024QAM、及び、図１０４及び図１０５の1024QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６１２】
図１４７のGWパターンは、例えば、図５６ないし図５８のN=69120，r=10/16のLDPC符号、1024QAM、及び、図１０４及び図１０５の1024QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６１３】
図１４８のGWパターンは、例えば、図６８ないし図７０のN=69120，r=12/16のLDPC符号、1024QAM、及び、図１０４及び図１０５の1024QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６１４】
図１４９のGWパターンは、例えば、図８０ないし図８２のN=69120，r=14/16のLDPC符号、1024QAM、及び、図１０４及び図１０５の1024QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６１５】
図１５０のGWパターンは、例えば、図３１及び図３２のN=69120，r=3/16のLDPC符号、4096QAM、及び、図１０６及び図１０７の4096QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６１６】
図１５１のGWパターンは、例えば、図３４及び図３５のN=69120，r=5/16のLDPC符号、4096QAM、及び、図１０６及び図１０７の4096QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６１７】
図１５２のGWパターンは、例えば、図３８及び図３９のN=69120，r=7/16のLDPC符号、4096QAM、及び、図１０６及び図１０７の4096QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
【０６１８】

図１５３のGWパターンは、例えば、図５０ないし図５２のN=69120，r=9/16のLDPC符号、4096QAM、及び、図１０６及び図１０７の4096QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０６１９】

図１５４のGWパターンは、例えば、図６２ないし図６４のN=69120，r=11/16のLDPC符号、4096QAM、及び、図１０６及び図１０７の4096QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０６２０】

図１５５のGWパターンは、例えば、図７４ないし図７６のN=69120，r=13/16のLDPC符号、4096QAM、及び、図１０６及び図１０７の4096QAM-UCの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

【０６２１】

＜受信装置１２の構成例＞

【０６２２】

図１５６は、図７の受信装置１２の構成例を示すブロック図である。

【０６２３】

OFDM処理部(OFDM operation)１５１は、送信装置１１（図７）からのOFDM信号を受信し、そのOFDM信号の信号処理を行う。OFDM処理部１５１が信号処理を行うことにより得られるデータは、フレーム管理部(Frame Management)１５２に供給される。

【０６２４】

フレーム管理部１５２は、OFDM処理部１５１から供給されるデータで構成されるフレームの処理（フレーム解釈）を行い、その結果得られる対象データの信号と、制御データの信号とを、周波数デインターリーバ(Frequency Deinterleaver)１６１と１５３とに、それぞれ供給する。

【０６２５】

周波数デインターリーバ１５３は、フレーム管理部１５２からのデータについて、シンボル単位での周波数デインターリーブを行い、デマッパ(Demapper)１５４に供給する。

【０６２６】

デマッパ１５４は、周波数デインターリーバ１５３からのデータ（コンスタレーション上のデータ）を、送信装置１１側で行われる直交変調で定められる信号点の配置（コンスタレーション）に基づいてデマッピング（信号点配置復号）して直交復調し、その結果得られるデータ（LDPC符号（の尤度））を、LDPCデコーダ(LDPC decoder)１５５に供給する。

【０６２７】

LDPCデコーダ１５５は、デマッパ１５４からのLDPC符号のLDPC復号を行い、その結果得られるLDPC対象データ（ここでは、BCH符号）を、BCHデコーダ(BCH decoder)１５６に供給する。

【０６２８】

BCHデコーダ１５６は、LDPCデコーダ１５５からのLDPC対象データのBCH復号を行い、その結果得られる制御データ（シグナリング）を出力する。

【０６２９】

一方、周波数デインターリーバ１６１は、フレーム管理部１５２からのデータについて、シンボル単位での周波数デインターリーブを行い、SISO/MISOデコーダ(SISO/MISO decoder)１６２に供給する。

【０６３０】

SISO/MISOデコーダ１６２は、周波数デインターリーバ１６１からのデータの時空間復号を行い、時間デインターリーバ(Time Deinterleaver)１６３に供給する。

【０６３１】

時間デインターリーバ１６３は、SISO/MISOデコーダ１６２からのデータについて、シンボル単位での時間デインターリーブを行い、デマッパ(Demapper)１６４に供給する。

【０６３２】
デマッパ１６４は、時間デインターリーバ１６３からのデータ（コンスタレーション上のデータ）を、送信装置１１側で行われる直交変調で定められる信号点の配置（コンスタレーション）に基づいてデマッピング（信号点配置復号）して直交復調し、その結果得られるデータを、ビットデインターリーバ(Bit Deinterleaver)１６５に供給する。
【０６３３】
ビットデインターリーバ１６５は、デマッパ１６４からのデータのビットデインターリーブを行い、そのビットデインターリーブ後のデータであるLDPC符号（の尤度）を、LDPCデコーダ１６６に供給する。
【０６３４】
LDPCデコーダ１６６は、ビットデインターリーバ１６５からのLDPC符号のLDPC復号を行い、その結果得られるLDPC対象データ（ここでは、BCH符号）を、BCHデコーダ１６７に供給する。
【０６３５】
BCHデコーダ１６７は、LDPCデコーダ１５５からのLDPC対象データのBCH復号を行い、その結果得られるデータを、BBデスクランブラ(BB DeScrambler)１６８に供給する。
【０６３６】
BBデスクランブラ１６８は、BCHデコーダ１６７からのデータに、BBデスクランブルを施し、その結果得られるデータを、ヌル削除部(Null Deletion)１６９に供給する。
【０６３７】
ヌル削除部１６９は、BBデスクランブラ１６８からのデータから、図８のパダー１１２で挿入されたNullを削除し、デマルチプレクサ(Demultiplexer)１７０に供給する。
【０６３８】
デマルチプレクサ１７０は、ヌル削除部１６９からのデータに多重化されている１以上のストリーム（対象データ）それぞれを分離し、必要な処理を施して、アウトプットストリーム(Output stream)として出力する。
【０６３９】
なお、受信装置１２は、図１５６に図示したブロックの一部を設けずに構成することができる。すなわち、例えば、送信装置１１（図８）を、時間インターリーバ１１８、SISO/MISOエンコーダ１１９、周波数インターリーバ１２０、及び、周波数インターリーバ１２４を設けずに構成する場合には、受信装置１２は、送信装置１１の時間インターリーバ１１８、SISO/MISOエンコーダ１１９、周波数インターリーバ１２０、及び、周波数インターリーバ１２４にそれぞれ対応するブロックである時間デインターリーバ１６３、SISO/MISOデコーダ１６２、周波数デインターリーバ１６１、及び、周波数デインターリーバ１５３を設けずに構成することができる。
【０６４０】
＜ビットデインターリーバ１６５の構成例＞
【０６４１】
図１５７は、図１５６のビットデインターリーバ１６５の構成例を示すブロック図である。
【０６４２】
ビットデインターリーバ１６５は、ブロックデインターリーバ５４、及びグループワイズデインターリーバ５５から構成され、デマッパ１６４（図１５６）からのデータであるシンボルのシンボルビットの（ビット）デインターリーブを行う。
【０６４３】
すなわち、ブロックデインターリーバ５４は、デマッパ１６４からのシンボルのシンボルビットを対象として、図９のブロックインターリーバ２５が行うブロックインターリーブに対応するブロックデインターリーブ（ブロックインターリーブの逆の処理）、すなわち、ブロックインターリーブによって並び替えられたLDPC符号の符号ビット（の尤度）の位置を元の位置に戻すブロックデインターリーブを行い、その結果得られるLDPC符号

を、グループワイズデインターリーバ５５に供給する。

【０６４４】

グループワイズデインターリーバ５５は、ブロックデインターリーバ５４からのLDPC符号を対象として、図９のグループワイズインターリーバ２４が行うグループワイズインターリーブに対応するグループワイズデインターリーブ（グループワイズインターリーブの逆の処理）、すなわち、例えば、図１１０で説明したグループワイズインターリーブによってビットグループ単位で並びが変更されたLDPC符号の符号ビットを、ビットグループ単位で並び替えることにより、元の並びに戻すグループワイズデインターリーブを行う。

【０６４５】

ここで、デマッパ１６４から、ビットデインターリーバ１６５に供給されるLDPC符号に、パリティインターリーブ、グループワイズインターリーブ、及びブロックインターリーブが施されている場合、ビットデインターリーバ１６５では、パリティインターリーブに対応するパリティデインターリーブ（パリティインターリーブの逆の処理、すなわち、パリティインターリーブによって並びが変更されたLDPC符号の符号ビットを、元の並びに戻すパリティデインターリーブ）、ブロックインターリーブに対応するブロックデインターリーブ、及び、グループワイズインターリーブに対応するグループワイズデインターリーブのすべてを行うことができる。

【０６４６】

但し、図１５７のビットデインターリーバ１６５では、ブロックインターリーブに対応するブロックデインターリーブを行うブロックデインターリーバ５４、及び、グループワイズインターリーブに対応するグループワイズデインターリーブを行うグループワイズデインターリーバ５５は、設けられているが、パリティインターリーブに対応するパリティデインターリーブを行うブロックは、設けられておらず、パリティデインターリーブは、行われない。

【０６４７】

したがって、ビットデインターリーバ１６５（のグループワイズデインターリーバ５５）から、LDPCデコーダ１６６には、ブロックデインターリーブ、及び、グループワイズデインターリーブが行われ、かつ、パリティデインターリーブが行われていないLDPC符号が供給される。

【０６４８】

LDPCデコーダ１６６は、ビットデインターリーバ１６５からのLDPC符号のLDPC復号を、図８のLDPCエンコーダ１１５がLDPC符号化に用いたタイプB方式の検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換を少なくとも行って得られる変換検査行列や、タイプA方式の検査行列（図２７）に行置換を行って得られる変換検査行列（図２９）を用いて行い、その結果得られるデータを、LDPC対象データの復号結果として出力する。

【０６４９】

図１５８は、図１５７のデマッパ１６４、ビットデインターリーバ１６５、及び、LDPCデコーダ１６６が行う処理を説明するフローチャートである。

【０６５０】

ステップＳ１１１において、デマッパ１６４は、時間デインターリーバ１６３からのデータ（信号点にマッピングされたコンスタレーション上のデータ）をデマッピングして直交復調し、ビットデインターリーバ１６５に供給して、処理は、ステップＳ１１２に進む。

【０６５１】

ステップＳ１１２では、ビットデインターリーバ１６５は、デマッパ１６４からのデータのデインターリーブ（ビットデインターリーブ）を行って、処理は、ステップＳ１１３に進む。

【０６５２】

すなわち、ステップＳ１１２では、ビットデインターリーバ１６５において、ブロックデインターリーバ５４が、デマッパ１６４からのデータ（シンボル）を対象として、ブロ

ックデインターリーブを行い、その結果得られるLDPC符号の符号ビットを、グループワイズデインターリーバ５５に供給する。

【０６５３】

グループワイズデインターリーバ５５は、ブロックデインターリーバ５４からのLDPC符号を対象として、グループワイズデインターリーブを行い、その結果得られるLDPC符号（の尤度）を、LDPCデコーダ１６６に供給する。

【０６５４】

ステップＳ１１３では、LDPCデコーダ１６６が、グループワイズデインターリーバ５５からのLDPC符号のLDPC復号を、図８のLDPCエンコーダ１１５がLDPC符号化に用いた検査行列Hを用いて行い、すなわち、例えば、検査行列Hから得られる変換検査行列を用いて行い、その結果得られるデータを、LDPC対象データの復号結果として、BCHデコーダ１６７に出力する。

【０６５５】

なお、図１５７でも、図９の場合と同様に、説明の便宜のため、ブロックデインターリーブを行うブロックデインターリーバ５４と、グループワイズデインターリーブを行うグループワイズデインターリーバ５５とを、別個に構成するようにしたが、ブロックデインターリーバ５４とグループワイズデインターリーバ５５とは、一体的に構成することができる。

【０６５６】

また、送信装置１１において、グループワイズインターリーブを行わない場合には、受信装置１２は、グループワイズデインターリーブを行うグループワイズデインターリーバ５５を設けずに構成することができる。

【０６５７】

＜LDPC復号＞

【０６５８】

図１５６のLDPCデコーダ１６６で行われるLDPC復号について、さらに説明する。

【０６５９】

図１５６のLDPCデコーダ１６６では、上述したように、グループワイズデインターリーバ５５からの、ブロックデインターリーブ、及び、グループワイズデインターリーブが行われ、かつ、パリティデインターリーブが行われていないLDPC符号のLDPC復号が、図８のLDPCエンコーダ１１５がLDPC符号化に用いたタイプB方式の検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換を少なくとも行って得られる変換検査行列や、タイプA方式の検査行列（図２７）に行置換を行って得られる変換検査行列（図２９）を用いて行われる。

【０６６０】

ここで、LDPC復号を、変換検査行列を用いて行うことで、回路規模を抑制しつつ、動作周波数を十分実現可能な範囲に抑えることが可能となるLDPC復号が先に提案されている（例えば、特許第4224777号を参照）。

【０６６１】

そこで、まず、図１５９ないし図１６２を参照して、先に提案されている、変換検査行列を用いたLDPC復号について説明する。

【０６６２】

図１５９は、符号長Nが90で、符号化率が2/3のLDPC符号の検査行列Hの例を示す図である。

【０６６３】

なお、図１５９では（後述する図１６０及び図１６１においても同様）、0を、ピリオド(.)で表現している。

【０６６４】

図１５９の検査行列Hでは、パリティ行列が階段構造になっている。

【０６６５】

図１６０は、図１５９の検査行列Hに、式（１１）の行置換と、式（１２）の列置換を施して得られる検査行列H'を示す図である。

【０６６６】

行置換:6s+t+1行目→5t+s+1行目

・・・（１１）

【０６６７】

列置換:6x+y+61列目→5y+x+61列目

・・・（１２）

【０６６８】

但し、式（１１）及び（１２）において、s，t，x，yは、それぞれ、０≦s＜５，０≦t＜６，０≦x＜５，０≦t＜６の範囲の整数である。

【０６６９】

式（１１）の行置換によれば、６で割って余りが１になる１，７，１３，１９，２５行目を、それぞれ、１，２，３，４，５行目に、６で割って余りが２になる２，８，１４，２０，２６行目を、それぞれ、６，７，８，９，１０行目に、という具合に置換が行われる。

【０６７０】

また、式（１２）の列置換によれば、６１列目以降（パリティ行列）に対して、６で割って余りが１になる６１，６７，７３，７９，８５列目を、それぞれ、６１，６２，６３，６４，６５列目に、６で割って余りが２になる６２，６８，７４，８０，８６列目を、それぞれ、６６，６７，６８，６９，７０列目に、という具合に置換が行われる。

【０６７１】

このようにして、図１５９の検査行列Hに対して、行と列の置換を行って得られた行列(matrix)が、図１６０の検査行列H'である。

【０６７２】

ここで、検査行列Hの行置換を行っても、LDPC符号の符号ビットの並びには影響しない。

【０６７３】

また、式（１２）の列置換は、上述の、K+qx+y+1番目の符号ビットを、K+Py+x+1番目の符号ビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブの、情報長Kを60と、ユニットサイズPを5と、パリティ長M（ここでは、30）の約数q(＝M/P)を６と、それぞれしたときのパリティインターリーブに相当する。

【０６７４】

したがって、図１６０の検査行列H'は、図１５９の検査行列（以下、適宜、元の検査行列という）Hの、K+qx+y+1番目の列を、K+Py+x+1番目の列に置換する列置換を、少なくとも行って得られる変換検査行列である。

【０６７５】

図１６０の変換検査行列H'に対して、図１５９の元の検査行列HのLDPC符号に、式（１２）と同一の置換を行ったものを乗じると、０ベクトルが出力される。すなわち、元の検査行列HのLDPC符号（１符号語）としての行ベクトルcに、式（１２）の列置換を施して得られる行ベクトルをc'と表すこととすると、検査行列の性質から、Hc^Tは、０ベクトルとなるから、$H'c'^T$も、当然、０ベクトルとなる。

【０６７６】

以上から、図１６０の変換検査行列H'は、元の検査行列HのLDPC符号cに、式（１２）の列置換を行って得られるLDPC符号c'の検査行列になっている。

【０６７７】

したがって、元の検査行列HのLDPC符号cに、式（１２）の列置換を行い、その列置換後のLDPC符号c'を、図１６０の変換検査行列H'を用いて復号（LDPC復号）し、その復号結果に、式（１２）の列置換の逆置換を施すことで、元の検査行列HのLDPC符号を、その検査行列Hを用いて復号する場合と同様の復号結果を得ることができる。

【０６７８】
図１６１は、５×５の行列の単位に間隔を空けた、図１６０の変換検査行列H'を示す図である。
【０６７９】
図１６１においては、変換検査行列H'は、ユニットサイズPである５×５（＝P×P）の単位行列、その単位行列の１のうち１個以上が０になった行列（以下、適宜、準単位行列という）、単位行列または準単位行列をサイクリックシフト(cyclic shift)した行列（以下、適宜、シフト行列という）、単位行列、準単位行列、またはシフト行列のうちの２以上の和（以下、適宜、和行列という）、５×５の０行列の組合わせで表されている。
【０６８０】
図１６１の変換検査行列H'は、５×５の単位行列、準単位行列、シフト行列、和行列、０行列で構成されているということができる。そこで、変換検査行列H'を構成する、これらの５×５の行列（単位行列、準単位行列、シフト行列、和行列、０行列）を、以下、適宜、構成行列という。
【０６８１】
P×Pの構成行列で表される検査行列のLDPC符号の復号には、チェックノード演算、及びバリアブルノード演算を、P個同時に行うアーキテクチャ(architecture)を用いることができる。
【０６８２】
図１６２は、そのような復号を行う復号装置の構成例を示すブロック図である。
【０６８３】
すなわち、図１６２は、図１５９の元の検査行列Hに対して、少なくとも、式（１２）の列置換を行って得られる図１６１の変換検査行列H'を用いて、LDPC符号の復号を行う復号装置の構成例を示している。
【０６８４】
図１６２の復号装置は、６つのFIFO３００$_1$ないし３００$_6$からなる枝データ格納用メモリ３００、FIFO３００$_1$ないし３００$_6$を選択するセレクタ３０１、チェックノード計算部３０２、２つのサイクリックシフト回路３０３及び３０８、１８個のFIFO３０４$_1$ないし３０４$_{18}$からなる枝データ格納用メモリ３０４、FIFO３０４$_1$ないし３０４$_{18}$を選択するセレクタ３０５、受信データを格納する受信データ用メモリ３０６、バリアブルノード計算部３０７、復号語計算部３０９、受信データ並べ替え部３１０、復号データ並べ替え部３１１からなる。
【０６８５】
まず、枝データ格納用メモリ３００と３０４へのデータの格納方法について説明する。
【０６８６】
枝データ格納用メモリ３００は、図１６１の変換検査行列H'の行数３０を構成行列の行数（ユニットサイズP）５で除算した数である６つのFIFO３００$_1$ないし３００$_6$から構成されている。FIFO３００$_y$（ｙ＝１，２，・・・，６）は、複数の段数の記憶領域からなり、各段の記憶領域については、構成行列の行数及び列数（ユニットサイズP）である５つの枝に対応するメッセージを同時に読み出すこと、及び、書き込むことができるようになっている。また、FIFO３００$_y$の記憶領域の段数は、図１６１の変換検査行列の行方向の１の数（ハミング重み）の最大数である９になっている。
【０６８７】
FIFO３００$_1$には、図１６１の変換検査行列H'の第１行目から第５行目までの１の位置に対応するデータ（バリアブルノードからのメッセージv_i）が、各行共に横方向に詰めた形に（０を無視した形で）格納される。すなわち、第ｊ行第ｉ列を、(j,i)と表すこととすると、FIFO３００$_1$の第１段の記憶領域には、変換検査行列H'の(1,1)から(5,5)の５×５の単位行列の１の位置に対応するデータが格納される。第２段の記憶領域には、変換検査行列H'の(1,21)から(5,25)のシフト行列（５×５の単位行列を右方向に３つだけサイクリックシフトしたシフト行列）の１の位置に対応するデータが格納される。第３から第８段

の記憶領域も同様に、変換検査行列H'と対応付けてデータが格納される。そして、第９段の記憶領域には、変換検査行列H'の(1,86)から(5,90)のシフト行列（５×５の単位行列のうちの１行目の１を０に置き換えて１つだけ左にサイクリックシフトしたシフト行列）の１の位置に対応するデータが格納される。

【０６８８】

FIFO３００$_2$には、図１６１の変換検査行列H'の第６行目から第１０行目までの１の位置に対応するデータが格納される。すなわち、FIFO３００$_2$の第１段の記憶領域には、変換検査行列H'の(6,1)から(10,5)の和行列（５×５の単位行列を右に１つだけサイクリックシフトした第１のシフト行列と、右に２つだけサイクリックシフトした第２のシフト行列の和である和行列）を構成する第１のシフト行列の１の位置に対応するデータが格納される。また、第２段の記憶領域には、変換検査行列H'の(6,1)から(10,5)の和行列を構成する第２のシフト行列の１の位置に対応するデータが格納される。

【０６８９】

すなわち、重みが２以上の構成行列については、その構成行列を、重みが１であるP×Pの単位行列、単位行列の要素の１のうち１個以上が０になった準単位行列、又は単位行列もしくは準単位行列をサイクリックシフトしたシフト行列のうちの複数の和の形で表現したときの、その重みが１の単位行列、準単位行列、又はシフト行列の１の位置に対応するデータ（単位行列、準単位行列、又はシフト行列に属する枝に対応するメッセージ）は、同一アドレス（FIFO３００$_1$ないし３００$_6$のうちの同一のFIFO）に格納される。

【０６９０】

以下、第３から第９段の記憶領域についても、変換検査行列H'に対応付けてデータが格納される。

【０６９１】

FIFO３００$_3$ないし３００$_6$も同様に変換検査行列H'に対応付けてデータを格納する。

【０６９２】

枝データ格納用メモリ３０４は、変換検査行列H'の列数９０を、構成行列の列数（ユニットサイズP）である５で割った１８個のFIFO３０４$_1$ないし３０４$_{18}$から構成されている。FIFO３０４$_x$（ｘ＝１，２，・・・，１８）は、複数の段数の記憶領域からなり、各段の記憶領域については、構成行列の行数及び列数（ユニットサイズP）である５つの枝に対応するメッセージを同時に読み出すこと、及び、書き込むことができるようになっている。

【０６９３】

FIFO３０４$_1$には、図１６１の変換検査行列H'の第１列目から第５列目までの１の位置に対応するデータ（チェックノードからのメッセージu_j）が、各列共に縦方向に詰めた形に（０を無視した形で）格納される。すなわち、FIFO３０４$_1$の第１段の記憶領域には、変換検査行列H'の(1,1)から(5,5)の５×５の単位行列の１の位置に対応するデータが格納される。第２段の記憶領域には、変換検査行列H'の(6,1)から(10,5)の和行列（５×５の単位行列を右に１つだけサイクリックシフトした第１のシフト行列と、右に２つだけサイクリックシフトした第２のシフト行列との和である和行列）を構成する第１のシフト行列の１の位置に対応するデータが格納される。また、第３段の記憶領域には、変換検査行列H'の(6,1)から(10,5)の和行列を構成する第２のシフト行列の１の位置に対応するデータが格納される。

【０６９４】

すなわち、重みが２以上の構成行列については、その構成行列を、重みが１であるP×Pの単位行列、単位行列の要素の１のうち１個以上が０になった準単位行列、又は単位行列もしくは準単位行列をサイクリックシフトしたシフト行列のうちの複数の和の形で表現したときの、その重みが１の単位行列、準単位行列、又はシフト行列の１の位置に対応するデータ（単位行列、準単位行列、又はシフト行列に属する枝に対応するメッセージ）は、同一アドレス（FIFO３０４$_1$ないし３０４$_{18}$のうちの同一のFIFO）に格納される。

【０６９５】

以下、第４及び第５段の記憶領域についても、変換検査行列H'に対応付けて、データが格納される。このFIFO３０４$_1$の記憶領域の段数は、変換検査行列H'の第１列から第５列における行方向の１の数（ハミング重み）の最大数である５になっている。

【０６９６】

FIFO３０４$_2$と３０４$_3$も同様に変換検査行列H'に対応付けてデータを格納し、それぞれの長さ（段数）は、５である。FIFO３０４$_4$ないし３０４$_{12}$も同様に、変換検査行列H'に対応付けてデータを格納し、それぞれの長さは３である。FIFO３０４$_{13}$ないし３０４$_{18}$も同様に、変換検査行列H'に対応付けてデータを格納し、それぞれの長さは２である。

【０６９７】

次に、図１６２の復号装置の動作について説明する。

【０６９８】

枝データ格納用メモリ３００は、６つのFIFO３００$_1$ないし３００$_6$からなり、前段のサイクリックシフト回路３０８から供給される５つのメッセージD311が、図１６１の変換検査行列H'のどの行に属するかの情報（Matrixデータ）D312に従って、データを格納するFIFOを、FIFO３００$_1$ないし３００$_6$の中から選び、選んだFIFOに５つのメッセージD311をまとめて順番に格納していく。また、枝データ格納用メモリ３００は、データを読み出す際には、FIFO３００$_1$から５つのメッセージD300$_1$を順番に読み出し、次段のセレクタ３０１に供給する。枝データ格納用メモリ３００は、FIFO３００$_1$からのメッセージの読み出しの終了後、FIFO３００$_2$ないし３００$_6$からも、順番に、メッセージを読み出し、セレクタ３０１に供給する。

【０６９９】

セレクタ３０１は、セレクト信号D301に従って、FIFO３００$_1$ないし３００$_6$のうちの、現在データが読み出されているFIFOからの５つのメッセージを選択し、メッセージD302として、チェックノード計算部３０２に供給する。

【０７００】

チェックノード計算部３０２は、５つのチェックノード計算器３０２$_1$ないし３０２$_5$からなり、セレクタ３０１を通して供給されるメッセージD302(D302$_1$ないしD302$_5$)（式（７）のメッセージv_i）を用いて、式（７）に従ってチェックノード演算を行い、そのチェックノード演算の結果得られる５つのメッセージD303(D303$_1$ないしD303$_5$)（式（７）のメッセージu_j)をサイクリックシフト回路３０３に供給する。

【０７０１】

サイクリックシフト回路３０３は、チェックノード計算部３０２で求められた５つのメッセージD303$_1$ないしD303$_5$を、対応する枝が変換検査行列H'において元となる単位行列（又は準単位行列）を幾つサイクリックシフトしたものであるかの情報（Matrixデータ）D305を元にサイクリックシフトし、その結果をメッセージD304として、枝データ格納用メモリ３０４に供給する。

【０７０２】

枝データ格納用メモリ３０４は、１８個のFIFO３０４$_1$ないし３０４$_{18}$からなり、前段のサイクリックシフト回路３０３から供給される５つのメッセージD304が変換検査行列H'のどの行に属するかの情報D305に従って、データを格納するFIFOを、FIFO３０４$_1$ないし３０４$_{18}$の中から選び、選んだFIFOに５つのメッセージD304をまとめて順番に格納していく。また、枝データ格納用メモリ３０４は、データを読み出す際には、FIFO３０４$_1$から５つのメッセージD306$_1$を順番に読み出し、次段のセレクタ３０５に供給する。枝データ格納用メモリ３０４は、FIFO３０４$_1$からのデータの読み出しの終了後、FIFO３０４$_2$ないし３０４$_{18}$からも、順番に、メッセージを読み出し、セレクタ３０５に供給する。

【０７０３】

セレクタ３０５は、セレクト信号D307に従って、FIFO３０４$_1$ないし３０４$_{18}$のうちの、現在データが読み出されているFIFOからの５つのメッセージを選択し、メッセージD308として、バリアブルノード計算部３０７と復号語計算部３０９に供給する。

【０７０４】

一方、受信データ並べ替え部３１０は、通信路１３を通して受信した、図１５９の検査行列Hに対応するLDPC符号D313を、式（１２）の列置換を行うことにより並べ替え、受信データD314として、受信データ用メモリ３０６に供給する。受信データ用メモリ３０６は、受信データ並べ替え部３１０から供給される受信データD314から、受信LLR（対数尤度比）を計算して記憶し、その受信LLRを５個ずつまとめて受信値D309として、バリアブルノード計算部３０７と復号語計算部３０９に供給する。

【０７０５】

バリアブルノード計算部３０７は、５つのバリアブルノード計算器307_1ないし307_5からなり、セレクタ３０５を通して供給されるメッセージD308($D308_1$ないし$D308_5$)（式（１）のメッセージu_j）と、受信データ用メモリ３０６から供給される５つの受信値D309（式（１）の受信値u_{0i}）を用いて、式（１）に従ってバリアブルノード演算を行い、その演算の結果得られるメッセージD310($D310_1$ないし$D310_5$)（式（１）のメッセージv_i）を、サイクリックシフト回路３０８に供給する。

【０７０６】

サイクリックシフト回路３０８は、バリアブルノード計算部３０７で計算されたメッセージ$D310_1$ないし$D310_5$を、対応する枝が変換検査行列H'において元となる単位行列（又は準単位行列）を幾つサイクリックシフトしたものであるかの情報を元にサイクリックシフトし、その結果をメッセージD311として、枝データ格納用メモリ３００に供給する。

【０７０７】

以上の動作を１巡することで、LDPC符号の１回の復号（バリアブルノード演算及びチェックノード演算）を行うことができる。図１６２の復号装置は、所定の回数だけLDPC符号を復号した後、復号語計算部３０９及び復号データ並べ替え部３１１において、最終的な復号結果を求めて出力する。

【０７０８】

すなわち、復号語計算部３０９は、５つの復号語計算器309_1ないし309_5からなり、セレクタ３０５が出力する５つのメッセージD308($D308_1$ないし$D308_5$)（式（５）のメッセージu_j）と、受信データ用メモリ３０６から供給される５つの受信値D309（式（５）の受信値u_{0i}）を用い、複数回の復号の最終段として、式（５）に基づいて、復号結果（復号語）を計算して、その結果得られる復号データD315を、復号データ並べ替え部３１１に供給する。

【０７０９】

復号データ並べ替え部３１１は、復号語計算部３０９から供給される復号データD315を対象に、式（１２）の列置換の逆置換を行うことにより、その順序を並べ替え、最終的な復号結果D316として出力する。

【０７１０】

以上のように、検査行列（元の検査行列）に対して、行置換と列置換のうちの一方又は両方を施し、P×Pの単位行列、その要素の１のうち１個以上が０になった準単位行列、単位行列もしくは準単位行列をサイクリックシフトしたシフト行列、単位行列、準単位行列、もしくはシフト行列の複数の和である和行列、P×Pの０行列の組合せ、つまり、構成行列の組み合わせで表すことができる検査行列（変換検査行列）に変換することで、LDPC符号の復号を、チェックノード演算とバリアブルノード演算を、検査行列の行数や列数より小さい数のP個同時に行うアーキテクチャを採用することが可能となる。ノード演算（チェックノード演算とバリアブルノード演算）を、検査行列の行数や列数より小さい数のP個同時に行うアーキテクチャを採用する場合、ノード演算を、検査行列の行数や列数に等しい数だけ同時に行う場合に比較して、動作周波数を実現可能な範囲に抑えて、多数の繰り返し復号を行うことができる。

【０７１１】

図１５６の受信装置１２を構成するLDPCデコーダ１６６は、例えば、図１６２の復号装置と同様に、チェックノード演算とバリアブルノード演算をP個同時に行うことで、LDPC復号を行うようになっている。

【０７１２】
すなわち、いま、説明を簡単にするために、図８の送信装置１１を構成するLDPCエンコーダ１１５が出力するLDPC符号の検査行列が、例えば、図１５９に示した、パリティ行列が階段構造になっている検査行列Hであるとすると、送信装置１１のパリティインターリーバ２３では、K+qx+y+1番目の符号ビットを、K+Py+x+1番目の符号ビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブが、情報長Kを60に、ユニットサイズPを5に、パリティ長Mの約数q(＝M/P)を６に、それぞれ設定して行われる。
【０７１３】
このパリティインターリーブは、上述したように、式（１２）の列置換に相当するから、LDPCデコーダ１６６では、式（１２）の列置換を行う必要がない。
【０７１４】
このため、図１５６の受信装置１２では、上述したように、グループワイズデインターリーバ５５から、LDPCデコーダ１６６に対して、パリティデインターリーブが行われていないLDPC符号、つまり、式（１２）の列置換が行われた状態のLDPC符号が供給され、LDPCデコーダ１６６では、式（１２）の列置換を行わないことを除けば、図１６２の復号装置と同様の処理が行われる。
【０７１５】
すなわち、図１６３は、図１５６のLDPCデコーダ１６６の構成例を示す図である。
【０７１６】
図１６３において、LDPCデコーダ１６６は、図１６２の受信データ並べ替え部３１０が設けられていないことを除けば、図１６２の復号装置と同様に構成されており、式（１２）の列置換が行われないことを除いて、図１６２の復号装置と同様の処理を行うため、その説明は省略する。
【０７１７】
以上のように、LDPCデコーダ１６６は、受信データ並べ替え部３１０を設けずに構成することができるので、図１６２の復号装置よりも、規模を削減することができる。
【０７１８】
なお、図１５９ないし図１６３では、説明を簡単にするために、LDPC符号の符号長Nを90と、情報長Kを60と、ユニットサイズ（構成行列の行数及び列数）Pを5と、パリティ長Mの約数q(＝M/P)を６と、それぞれしたが、符号長N、情報長K、ユニットサイズP、及び約数q(＝M/P)のそれぞれは、上述した値に限定されるものではない。
【０７１９】
すなわち、図８の送信装置１１において、LDPCエンコーダ１１５が出力するのは、例えば、符号長Nを64800や、16200、69120等と、情報長KをN-Pq(＝N-M)と、ユニットサイズPを360と、約数qをM/Pと、それぞれするLDPC符号であるが、図１６３のLDPCデコーダ１６６は、そのようなLDPC符号を対象として、チェックノード演算とバリアブルノード演算をP個同時に行うことで、LDPC復号を行う場合に適用可能である。
【０７２０】
また、LDPCデコーダ１６６でのLDPC符号の復号後、その復号結果のパリティの部分が不要であり、復号結果の情報ビットだけを出力する場合には、復号データ並べ替え部３１１なしで、LDPCデコーダ１６６を構成することができる。
【０７２１】
＜ブロックデインターリーバ５４の構成例＞
【０７２２】
図１６４は、図１５７のブロックデインターリーバ５４で行われるブロックデインターリーブを説明する図である。
【０７２３】
ブロックデインターリーブでは、図１０８で説明したブロックインターリーバ２５のブロックインターリーブと逆の処理が行われることで、LDPC符号の符号ビットの並びが元の並びに戻される（復元される）。

【０７２４】
すなわち、ブロックデインターリーブでは、例えば、ブロックインターリーブと同様に、シンボルのビット数mに等しいm個のカラムに対して、LDPC符号を書き込んで読み出すことにより、LDPC符号の符号ビットの並びが元の並びに戻される。
【０７２５】
但し、ブロックデインターリーブでは、LDPC符号の書き込みは、ブロックインターリーブにおいてLDPC符号を読み出す順に行われる。さらに、ブロックデインターリーブでは、LDPC符号の読み出しは、ブロックインターリーブにおいてLDPC符号を書き込む順に行われる。
【０７２６】
すなわち、LDPC符号のパート1については、図１６４に示すように、m個すべてのカラムの１行目から、ロウ方向に、mビットのシンボル単位になっているLDPC符号のパート1が書き込まれる。すなわち、mビットのシンボルとなっているLDPC符号の符号ビットが、ロウ方向に書き込まれる。
【０７２７】
mビット単位でのパート1の書き込みは、m個のカラムの下の行に向かって順次行われ、パート1の書き込みが終了すると、図１６４に示すように、カラムの1番目のカラムユニットの上から下方向に、パート1を読み出すことが、左から右方向のカラムに向かって行われる。
【０７２８】
右端のカラムまでの読み出しが終了すると、図１６４に示すように、左端のカラムに戻り、カラムの2番目のカラムユニットの上から下方向にパート1を読み出すことが、左から右方向のカラムに向かって行われ、以下、同様にして、1符号語のLDPC符号のパート1の読み出しが行われる。
【０７２９】
1符号語のLDPC符号のパート1の読み出しが終了すると、mビットのシンボル単位になっているパート2については、そのmビットのシンボル単位が、パート1の後に順次連結され、これにより、シンボル単位のLDPC符号は、元の1符号語のLDPC符号（ブロックインターリーブ前のLDCP符号）の符号ビットの並びに戻される。
【０７３０】
＜ビットデインターリーバ１６５の他の構成例＞
【０７３１】
図１６５は、図１５６のビットデインターリーバ１６５の他の構成例を示すブロック図である。
【０７３２】
なお、図中、図１５７の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。
【０７３３】
すなわち、図１６５のビットデインターリーバ１６５は、パリティデインターリーバ１０１１が新たに設けられている他は、図１５７の場合と同様に構成されている。
【０７３４】
図１６５では、ビットデインターリーバ１６５は、ブロックデインターリーバ５４、グループワイズデインターリーバ５５、及び、パリティデインターリーバ１０１１から構成され、デマッパ１６４からのLDPC符号の符号ビットのビットデインターリーブを行う。
【０７３５】
すなわち、ブロックデインターリーバ５４は、デマッパ１６４からのLDPC符号を対象として、送信装置１１のブロックインターリーバ２５が行うブロックインターリーブに対応するブロックデインターリーブ（ブロックインターリーブの逆の処理）、すなわち、ブロックインターリーブによって入れ替えられた符号ビットの位置を元の位置に戻すブロックデインターリーブを行い、その結果得られるLDPC符号を、グループワイズデインター

リーバ５５に供給する。

【０７３６】

グループワイズデインターリーバ５５は、ブロックデインターリーバ５４からのLDPC符号を対象として、送信装置１１のグループワイズインターリーバ２４が行う並び替え処理としてのグループワイズインターリーブに対応するグループワイズデインターリーブを行う。

【０７３７】

グループワイズデインターリーブの結果得られるLDPC符号は、グループワイズデインターリーバ５５からパリティデインターリーバ１０１１に供給される。

【０７３８】

パリティデインターリーバ１０１１は、グループワイズデインターリーバ５５でのグループワイズデインターリーブ後の符号ビットを対象として、送信装置１１のパリティインターリーバ２３が行うパリティインターリーブに対応するパリティデインターリーブ（パリティインターリーブの逆の処理）、すなわち、パリティインターリーブによって並びが変更されたLDPC符号の符号ビットを、元の並びに戻すパリティデインターリーブを行う。

【０７３９】

パリティデインターリーブの結果得られるLDPC符号は、パリティデインターリーバ１０１１からLDPCデコーダ１６６に供給される。

【０７４０】

したがって、図１６５のビットデインターリーバ１６５では、LDPCデコーダ１６６には、ブロックデインターリーブ、グループワイズデインターリーブ、及び、パリティデインターリーブが行われたLDPC符号、すなわち、検査行列Hに従ったLDPC符号化によって得られるLDPC符号が供給される。

【０７４１】

LDPCデコーダ１６６は、ビットデインターリーバ１６５からのLDPC符号のLDPC復号を、送信装置１１のLDPCエンコーダ１１５がLDPC符号化に用いた検査行列Hを用いて行う。

【０７４２】

すなわち、LDPCデコーダ１６６は、タイプB方式については、ビットデインターリーバ１６５からのLDPC符号のLDPC復号を、送信装置１１のLDPCエンコーダ１１５がLDPC符号化に用いた（タイプB方式の）検査行列Hそのものを用いて、又は、その検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換を少なくとも行って得られる変換検査行列を用いて行う。また、LDPCデコーダ１６６は、タイプA方式については、ビットデインターリーバ１６５からのLDPC符号のLDPC復号を、送信装置１１のLDPCエンコーダ１１５がLDPC符号化に用いた（タイプA方式の）検査行列（図２７）に列置換を施して得られる検査行列（図２８）、又は、LDPC符号化に用いた検査行列（図２７）に行置換を施して得られる変換検査行列（図２９）を用いて行う。

【０７４３】

ここで、図１６５では、ビットデインターリーバ１６５（のパリティデインターリーバ１０１１）からLDPCデコーダ１６６に対して、検査行列Hに従ったLDPC符号化によって得られるLDPC符号が供給されるため、そのLDPC符号のLDPC復号を、送信装置１１のLDPCエンコーダ１１５がLDPC符号化に用いたタイプB方式の検査行列Hそのもの、又は、LDPC符号化に用いたタイプA方式の検査行列（図２７）に列置換を施して得られる検査行列（図２８）を用いて行う場合には、LDPCデコーダ１６６は、例えば、メッセージ（チェックノードメッセージ、バリバブルノードメッセージ）の演算を１個のノードずつ順次行うフルシリアルデコーディング(full serial decoding)方式によるLDPC復号を行う復号装置や、メッセージの演算をすべてのノードについて同時（並列）に行うフルパラレルデコーディング(full parallel decoding)方式によるLDPC復号を行う復号装置で構成することができる。

【０７４４】

また、LDPCデコーダ１６６において、LDPC符号のLDPC復号を、送信装置１１のLDPCエンコーダ１１５がLDPC符号化に用いたタイプB方式の検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換を少なくとも行って得られる変換検査行列、又は、LDPC符号化に用いたタイプA方式の検査行列（図２７）に行置換を施して得られる変換検査行列（図２９）を用いて行う場合には、LDPCデコーダ１６６は、チェックノード演算、及びバリアブルノード演算を、P（又はPの1以外の約数）個同時に行うアーキテクチャの復号装置であって、変換検査行列を得るための列置換（パリティインターリーブ）と同様の列置換を、LDPC符号に施すことにより、そのLDPC符号の符号ビットを並び替える受信データ並べ替え部３１０を有する復号装置（図１６２）で構成することができる。

【０７４５】

なお、図１６５では、説明の便宜のため、ブロックデインターリーブを行うブロックデインターリーバ５４、グループワイズデインターリーブを行うグループワイズデインターリーバ５５、及び、パリティデインターリーブを行うパリティデインターリーバ１０１１それぞれを、別個に構成するようにしたが、ブロックデインターリーバ５４、グループワイズデインターリーバ５５、及び、パリティデインターリーバ１０１１の２以上は、送信装置１１のパリティインターリーバ２３、グループワイズインターリーバ２４、及び、ブロックインターリーバ２５と同様に、一体的に構成することができる。

【０７４６】

＜受信システムの構成例＞

【０７４７】

図１６６は、受信装置１２を適用可能な受信システムの第１の構成例を示すブロック図である。

【０７４８】

図１６６において、受信システムは、取得部１１０１、伝送路復号処理部１１０２、及び、情報源復号処理部１１０３から構成される。

【０７４９】

取得部１１０１は、番組の画像データや音声データ等のLDPC対象データを、少なくともLDPC符号化することで得られるLDPC符号を含む信号を、例えば、地上ディジタル放送、衛星ディジタル放送、CATV網、インターネットその他のネットワーク等の、図示せぬ伝送路（通信路）を介して取得し、伝送路復号処理部１１０２に供給する。

【０７５０】

ここで、取得部１１０１が取得する信号が、例えば、放送局から、地上波や、衛星波、CATV(Cable Television)網等を介して放送されてくる場合には、取得部１１０１は、チューナやSTB(Set Top Box)等で構成される。また、取得部１１０１が取得する信号が、例えば、webサーバから、IPTV(Internet Protocol Television)のようにマルチキャストで送信されてくる場合には、取得部１１０１は、例えば、NIC(Network Interface Card)等のネットワークI/F(Inter face)で構成される。

【０７５１】

伝送路復号処理部１１０２は、受信装置１２に相当する。伝送路復号処理部１１０２は、取得部１１０１が伝送路を介して取得した信号に対して、伝送路で生じる誤りを訂正する処理を少なくとも含む伝送路復号処理を施し、その結果得られる信号を、情報源復号処理部１１０３に供給する。

【０７５２】

すなわち、取得部１１０１が伝送路を介して取得した信号は、伝送路で生じる誤りを訂正するための誤り訂正符号化を、少なくとも行うことで得られた信号であり、伝送路復号処理部１１０２は、そのような信号に対して、例えば、誤り訂正処理等の伝送路復号処理を施す。

【０７５３】

ここで、誤り訂正符号化としては、例えば、LDPC符号化や、BCH符号化等がある。ここでは、誤り訂正符号化として、少なくとも、LDPC符号化が行われている。

【０７５４】
　また、伝送路復号処理には、変調信号の復調等が含まれることがある。
【０７５５】
　情報源復号処理部１１０３は、伝送路復号処理が施された信号に対して、圧縮された情報を元の情報に伸張する処理を少なくとも含む情報源復号処理を施す。
【０７５６】
　すなわち、取得部１１０１が伝送路を介して取得した信号には、情報としての画像や音声等のデータ量を少なくするために、情報を圧縮する圧縮符号化が施されていることがあり、その場合、情報源復号処理部１１０３は、伝送路復号処理が施された信号に対して、圧縮された情報を元の情報に伸張する処理(伸張処理）等の情報源復号処理を施す。
【０７５７】
　なお、取得部１１０１が伝送路を介して取得した信号に、圧縮符号化が施されていない場合には、情報源復号処理部１１０３では、圧縮された情報を元の情報に伸張する処理は行われない。
【０７５８】
　ここで、伸張処理としては、例えば、MPEGデコード等がある。また、伝送路復号処理には、伸張処理の他、デスクランブル等が含まれることがある。
【０７５９】
　以上のように構成される受信システムでは、取得部１１０１において、例えば、画像や音声等のデータに対して、MPEG符号化等の圧縮符号化が施され、さらに、LDPC符号化等の誤り訂正符号化が施された信号が、伝送路を介して取得され、伝送路復号処理部１１０２に供給される。
【０７６０】
　伝送路復号処理部１１０２では、取得部１１０１からの信号に対して、例えば、受信装置１２が行うのと同様の処理等が、伝送路復号処理として施され、その結果得られる信号が、情報源復号処理部１１０３に供給される。
【０７６１】
　情報源復号処理部１１０３では、伝送路復号処理部１１０２からの信号に対して、MPEGデコード等の情報源復号処理が施され、その結果得られる画像、又は音声が出力される。
【０７６２】
　以上のような図１６６の受信システムは、例えば、ディジタル放送としてのテレビジョン放送を受信するテレビチューナ等に適用することができる。
【０７６３】
　なお、取得部１１０１、伝送路復号処理部１１０２、及び、情報源復号処理部１１０３は、それぞれ、１つの独立した装置（ハードウェア（IC(Integrated Circuit)等））、又はソフトウエアモジュール）として構成することが可能である。
【０７６４】
　また、取得部１１０１、伝送路復号処理部１１０２、及び、情報源復号処理部１１０３については、取得部１１０１と伝送路復号処理部１１０２とのセットや、伝送路復号処理部１１０２と情報源復号処理部１１０３とのセット、取得部１１０１、伝送路復号処理部１１０２、及び、情報源復号処理部１１０３のセットを、１つの独立した装置として構成することが可能である。
【０７６５】
　図１６７は、受信装置１２を適用可能な受信システムの第２の構成例を示すブロック図である。
【０７６６】
　なお、図中、図１６６の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。
【０７６７】
　図１６７の受信システムは、取得部１１０１、伝送路復号処理部１１０２、及び、情報

源復号処理部１１０３を有する点で、図１６６の場合と共通し、出力部１１１１が新たに設けられている点で、図１６６の場合と相違する。

【０７６８】

出力部１１１１は、例えば、画像を表示する表示装置や、音声を出力するスピーカであり、情報源復号処理部１１０３から出力される信号としての画像や音声等を出力する。すなわち、出力部１１１１は、画像を表示し、あるいは、音声を出力する。

【０７６９】

以上のような図１６７の受信システムは、例えば、ディジタル放送としてのテレビジョン放送を受信するTV（テレビジョン受像機）や、ラジオ放送を受信するラジオ受信機等に適用することができる。

【０７７０】

なお、取得部１１０１において取得された信号に、圧縮符号化が施されていない場合には、伝送路復号処理部１１０２が出力する信号が、出力部１１１１に供給される。

【０７７１】

図１６８は、受信装置１２を適用可能な受信システムの第３の構成例を示すブロック図である。

【０７７２】

なお、図中、図１６６の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【０７７３】

図１６８の受信システムは、取得部１１０１、及び、伝送路復号処理部１１０２を有する点で、図１６６の場合と共通する。

【０７７４】

但し、図１６８の受信システムは、情報源復号処理部１１０３が設けられておらず、記録部１１２１が新たに設けられている点で、図１６６の場合と相違する。

【０７７５】

記録部１１２１は、伝送路復号処理部１１０２が出力する信号（例えば、MPEGのTSのTSパケット）を、光ディスクや、ハードディスク（磁気ディスク）、フラッシュメモリ等の記録（記憶）媒体に記録する（記憶させる）。

【０７７６】

以上のような図１６８の受信システムは、テレビジョン放送を録画するレコーダ等に適用することができる。

【０７７７】

なお、図１６８において、受信システムは、情報源復号処理部１１０３を設けて構成し、情報源復号処理部１１０３で、情報源復号処理が施された後の信号、すなわち、デコードによって得られる画像や音声を、記録部１１２１で記録することができる。

【０７７８】

＜コンピュータの一実施の形態＞

【０７７９】

次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

【０７８０】

そこで、図１６９は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

【０７８１】

プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク７０５やＲＯＭ７０３に予め記録しておくことができる。

【０７８２】

あるいはまた、プログラムは、フレキシブルディスク、CD-ROM(Compact Disc Read

Only Memory)，MO(Magneto Optical)ディスク，DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体７１１に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体７１１は、いわゆるパッケージソフトウエアとして提供することができる。

【０７８３】

なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体７１１からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、ディジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを、通信部７０８で受信し、内蔵するハードディスク７０５にインストールすることができる。

【０７８４】

コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)７０２を内蔵している。CPU７０２には、バス７０１を介して、入出力インタフェース７１０が接続されており、CPU７０２は、入出力インタフェース７１０を介して、ユーザによって、キーボードや、マウス、マイク等で構成される入力部７０７が操作等されることにより指令が入力されると、それに従って、ROM(Read Only Memory)７０３に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU７０２は、ハードディスク７０５に格納されているプログラム、衛星若しくはネットワークから転送され、通信部７０８で受信されてハードディスク７０５にインストールされたプログラム、又はドライブ７０９に装着されたリムーバブル記録媒体７１１から読み出されてハードディスク７０５にインストールされたプログラムを、RAM(Random Access Memory)７０４にロードして実行する。これにより、CPU７０２は、上述したフローチャートに従った処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU７０２は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース７１０を介して、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される出力部７０６から出力、あるいは、通信部７０８から送信、さらには、ハードディスク７０５に記録等させる。

【０７８５】

ここで、本明細書において、コンピュータに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。

【０７８６】

また、プログラムは、１つのコンピュータにより処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

【０７８７】

なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【０７８８】

例えば、上述した新LDPC符号（の検査行列初期値テーブル）やGWパターンは、衛星回線や、地上波、ケーブル（有線回線）、その他の通信路１３（図７）について用いることができる。さらに、新LDPC符号やGWパターンは、ディジタル放送以外のデータ伝送にも用いることができる。

【０７８９】

なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

【符号の説明】

【０７９０】

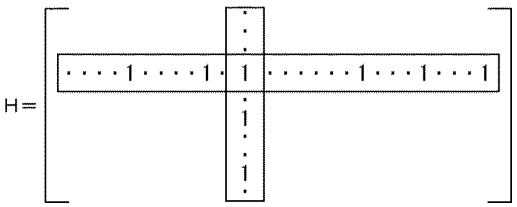
１１　送信装置，　１２　受信装置，　２３　パリティインターリーバ，　２４　グループ

ワイズインターリーバ，２５ ブロックインターリーバ，５４ ブロックデインターリーバ，５５ グループワイズデインターリーバ，１１１ モードアダプテーション／マルチプレクサ，１１２ パダー，１１３ BBスクランブラ，１１４ BCHエンコーダ，１１５ LDPCエンコーダ，１１６ ビットインターリーバ，１１７ マッパ，１１８ 時間インターリーバ，１１９ SISO/MISOエンコーダ，１２０ 周波数インターリーバ，１２１ BCHエンコーダ，１２２ LDPCエンコーダ，１２３ マッパ，１２４ 周波数インターリーバ，１３１ フレームビルダ／リソースアロケーション部 １３２ OFDM生成部，１５１ OFDM処理部，１５２ フレーム管理部，１５３ 周波数デインターリーバ，１５４ デマッパ，１５５ LDPCデコーダ，１５６ BCHデコーダ，１６１ 周波数デインターリーバ，１６２ SISO/MISOデコーダ，１６３ 時間デインターリーバ，１６４ デマッパ，１６５ ビットデインターリーバ，１６６ LDPCデコーダ，１６７ BCHデコーダ，１６８ BBデスクランブラ，１６９ ヌル削除部，１７０ デマルチプレクサ，３００ 枝データ格納用メモリ，３０１ セレクタ，３０２ チェックノード計算部，３０３ サイクリックシフト回路，３０４ 枝データ格納用メモリ，３０５ セレクタ，３０６ 受信データ用メモリ，３０７ バリアブルノード計算部，３０８ サイクリックシフト回路，３０９ 復号語計算部，３１０ 受信データ並べ替え部，３１１ 復号データ並べ替え部，６０１ 符号化処理部，６０２ 記憶部，６１１ 符号化率設定部，６１２ 初期値テーブル読み出し部，６１３ 検査行列生成部，６１４ 情報ビット読み出し部，６１５ 符号化パリティ演算部，６１６ 制御部，７０１ バス，７０２ CPU，７０３ ROM，７０４ RAM，７０５ ハードディスク，７０６ 出力部，７０７ 入力部，７０８ 通信部，７０９ ドライブ，７１０ 入出力インタフェース，７１１，リムーバブル記録媒体，１００１ 逆入れ替え部，１００２ メモリ，１０１１ パリティデインターリーバ，１１０１ 取得部，１１０１ 伝送路復号処理部，１１０３ 情報源復号処理部，１１１１ 出力部，１１２１ 記録部

【図面】

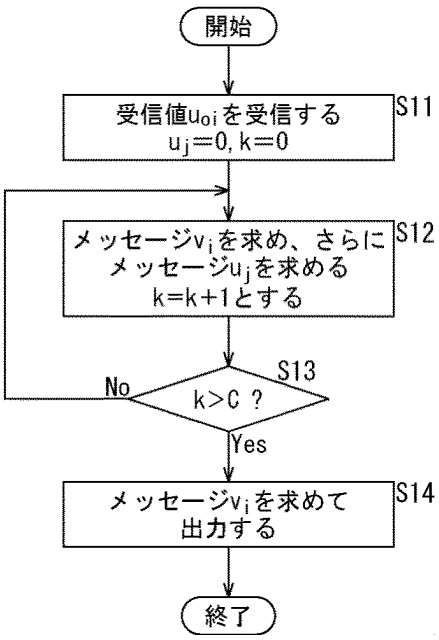
【図１】

FIG.1



【図２】

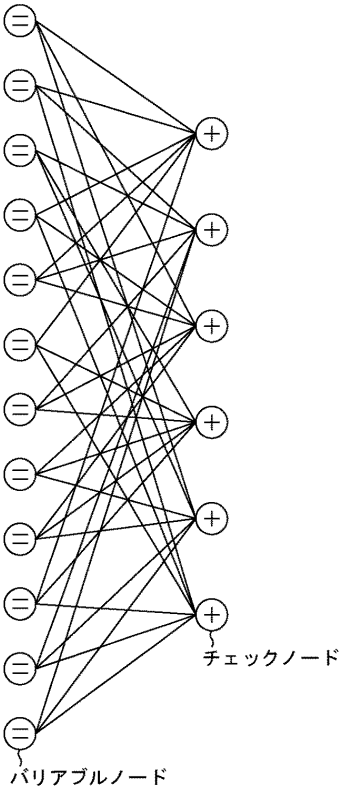
FIG.2



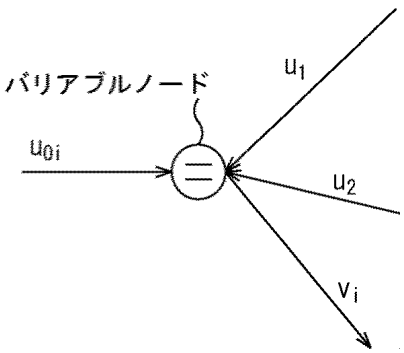
【図３】
FIG.3

$$H=\begin{bmatrix} 1&1&1&0&0&0&1&0&1&1&0&0\\ 1&1&0&1&1&0&0&0&0&0&1&1\\ 0&0&1&1&1&1&1&0&0&1&0&0\\ 0&0&0&1&1&1&0&1&1&0&0&1\\ 1&1&0&0&0&1&0&1&0&1&1&0\\ 0&0&1&0&0&0&1&1&1&0&1&1 \end{bmatrix}$$

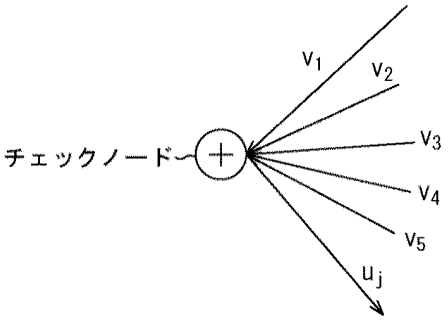
【図４】
FIG.4



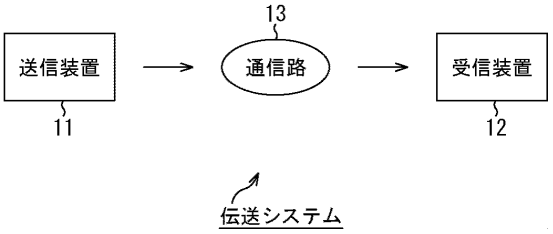
【図５】
FIG.5



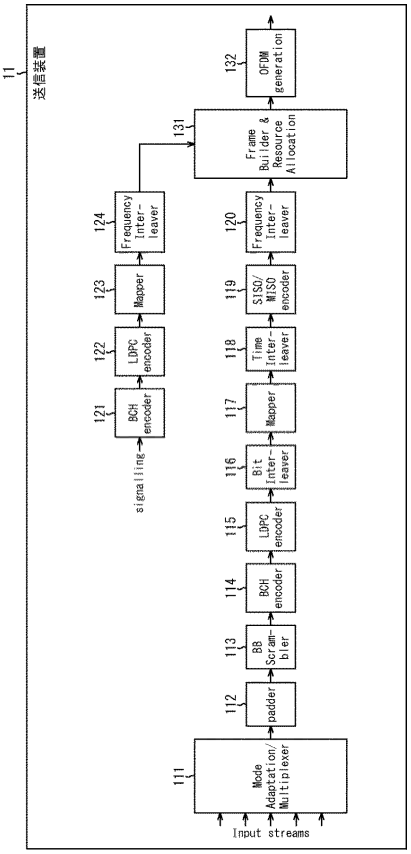
【図６】
FIG.6



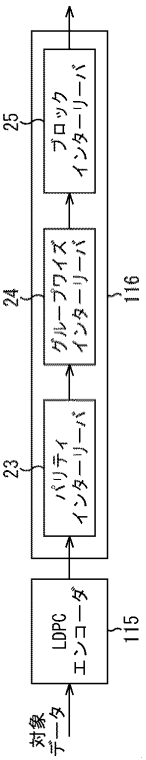
【図７】
FIG. 7



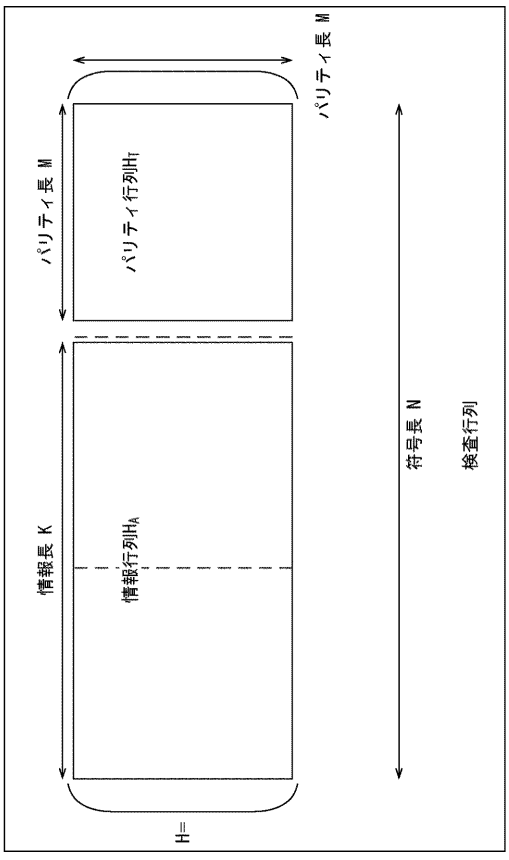
【図８】
FIG. 8



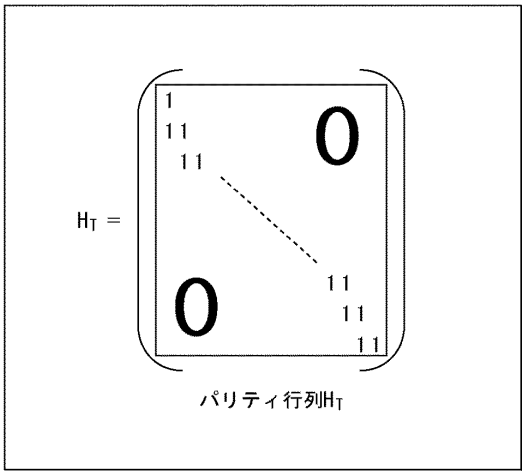
【図９】
FIG. 9



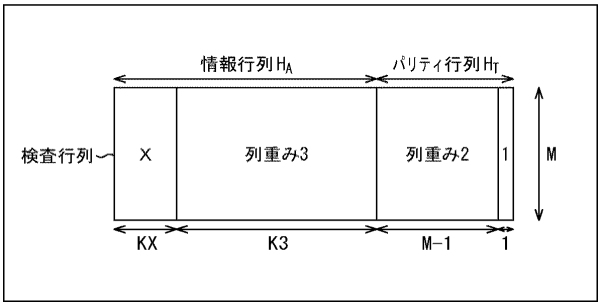
【図１０】
FIG. 10



【図１１】
FIG.11



【図１２】
FIG.12

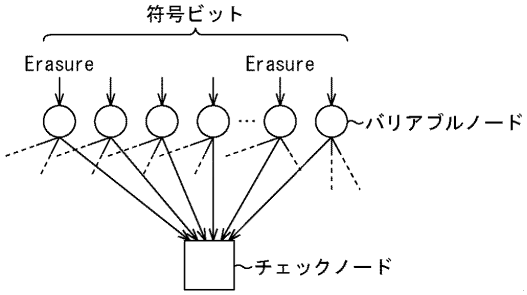


【図１３】
FIG.13

Nominal 符号化率	N=64800 X	KX	K3	M	N=16200 X	KX	K3	M
1/4	12	5400	10800	48600	12	1440	1800	12960
1/3	12	7200	14400	43200	12	1800	3600	10800
2/5	12	8640	17280	38880	12	2160	4320	9720
1/2	8	12960	19440	32400	8	1800	5400	9000
3/5	12	12960	25920	25920	12	3240	6480	6480
2/3	13	4320	38880	21600	13	1080	9720	5400
3/4	12	5400	43200	16200	12	360	11520	4320
4/5	11	6480	45360	12960	-	0	12600	3600
5/6	13	5400	48600	10800	13	360	12960	2880
8/9	4	7200	50400	7200	4	1800	12600	1800
9/10	4	6480	51840	6480	---	---	---	---

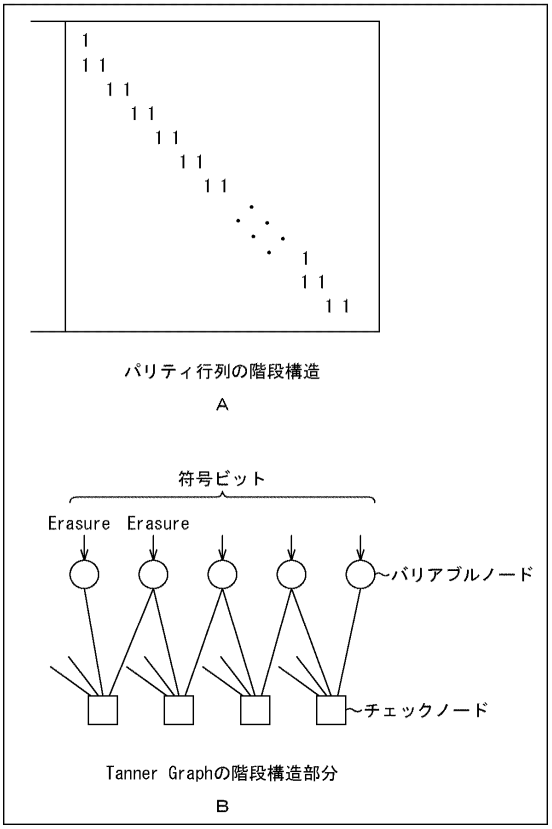
各列重みの列数

【図１４】
FIG.14



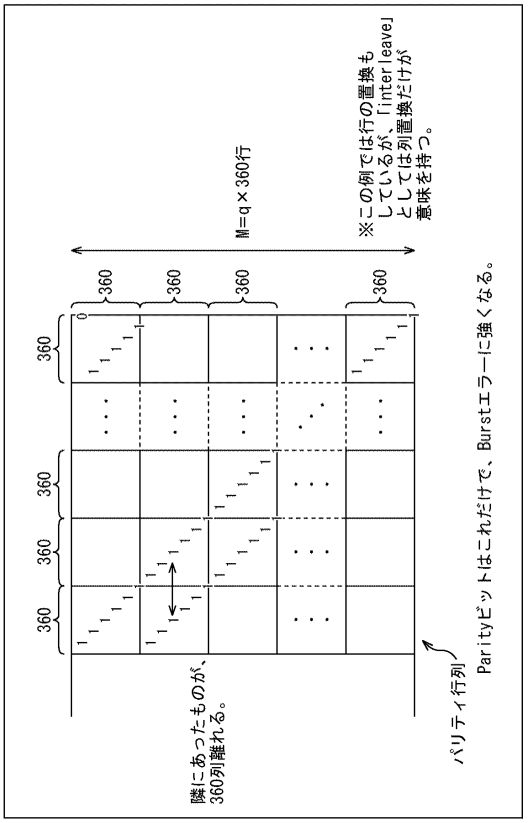
【図１５】

FIG.15



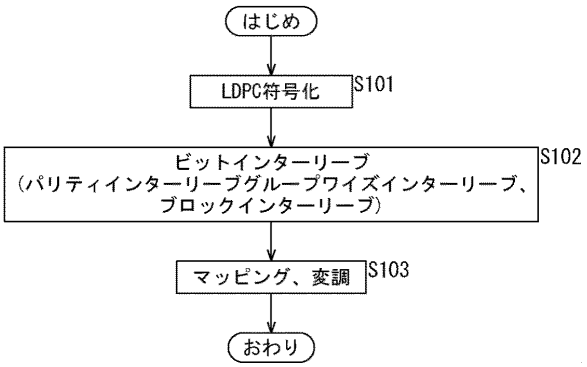
【図１６】

FIG.16



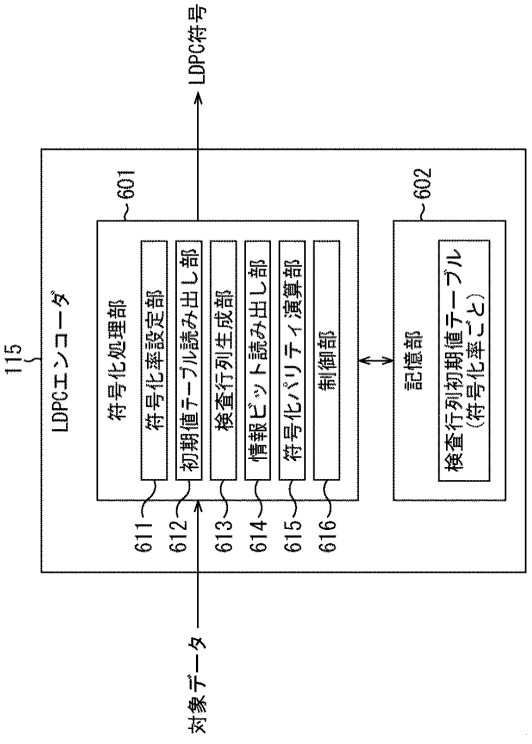
【図１７】

FIG.17

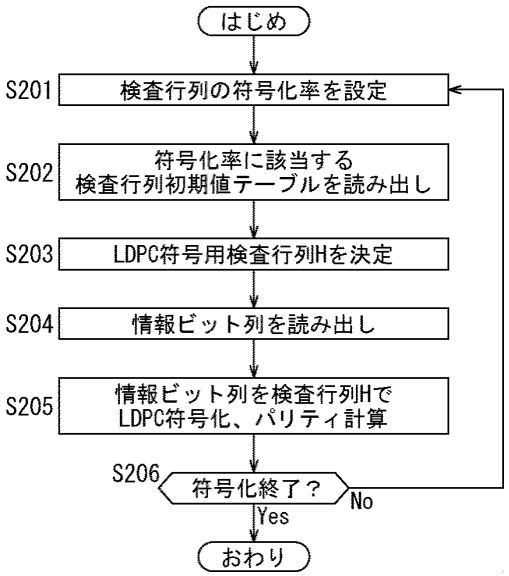


【図１８】

FIG.18



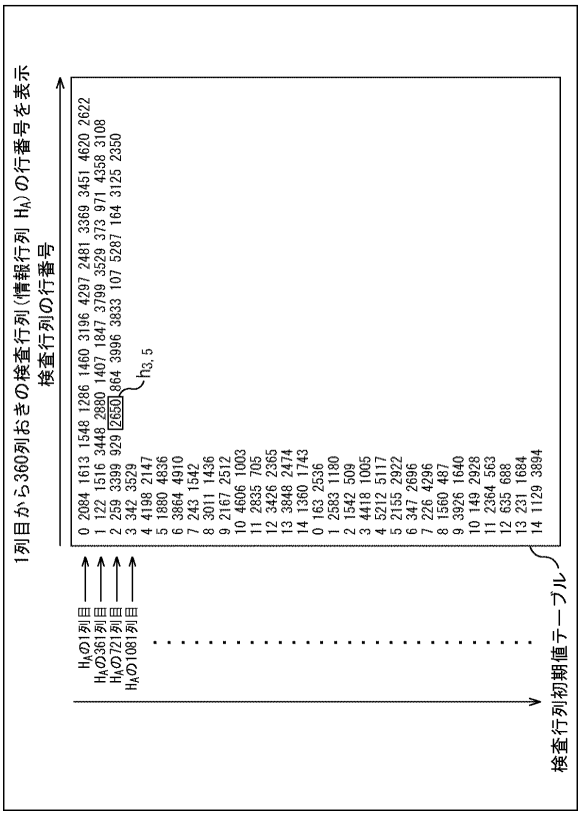
【図１９】
FIG.19



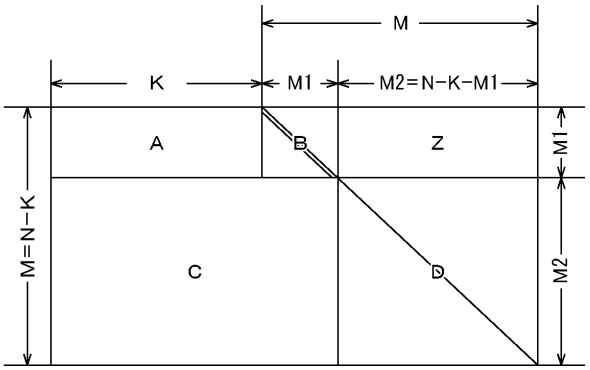
【図２０】
FIG.20

r1/4 16K
6295 9626 304 7695 4839 4936 1660 144 11203 5567 6347 12557
10691 4988 3859 3734 3071 3494 7687 10313 5964 8069 8296 11090
10774 3613 5208 11177 7676 3549 8746 6583 7239 12265 2674 4292
11869 3708 5981 8718 4908 10650 6805 3334 2627 10461 9285 11120
7844 3079 10773
3385 10854 5747
1360 12010 12202
6189 4241 2343
9840 12726 4977

【図２１】
FIG.21



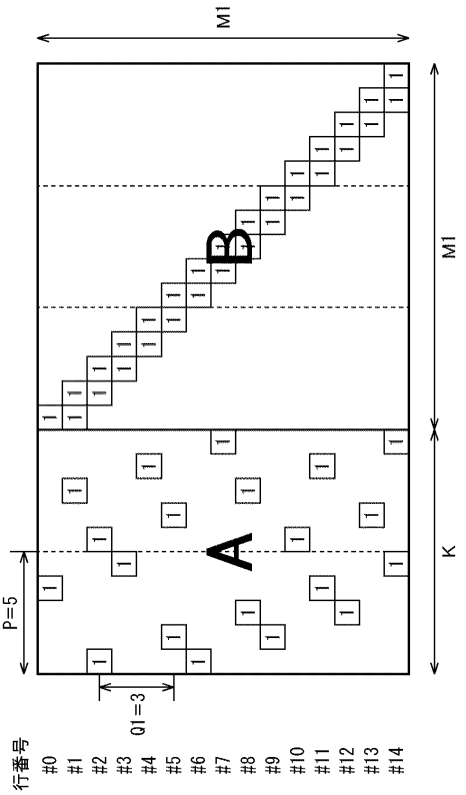
【図２２】
FIG.22



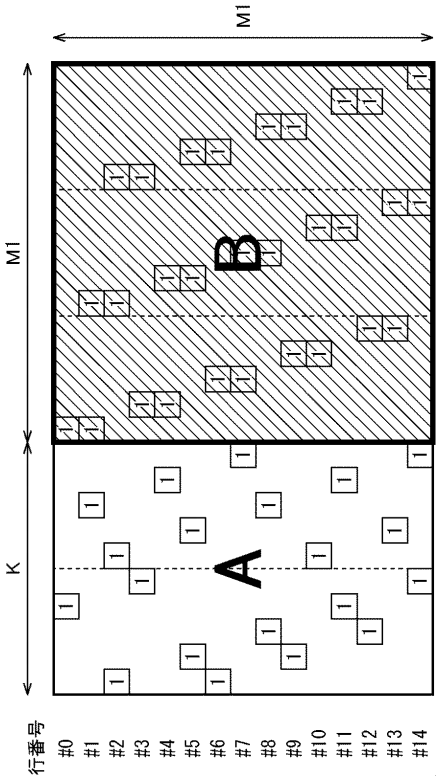
【図２３】
FIG. 23

2 6 18
2 10 19
22
19
15

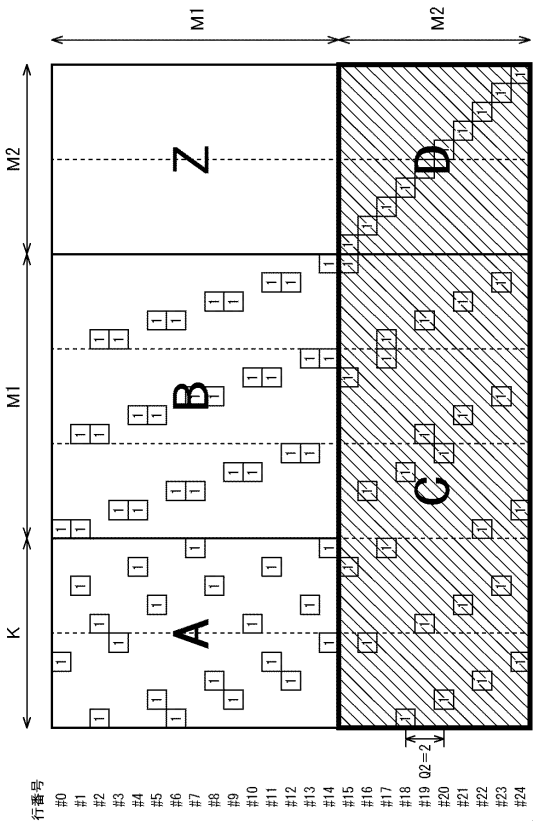
【図２４】
FIG. 24



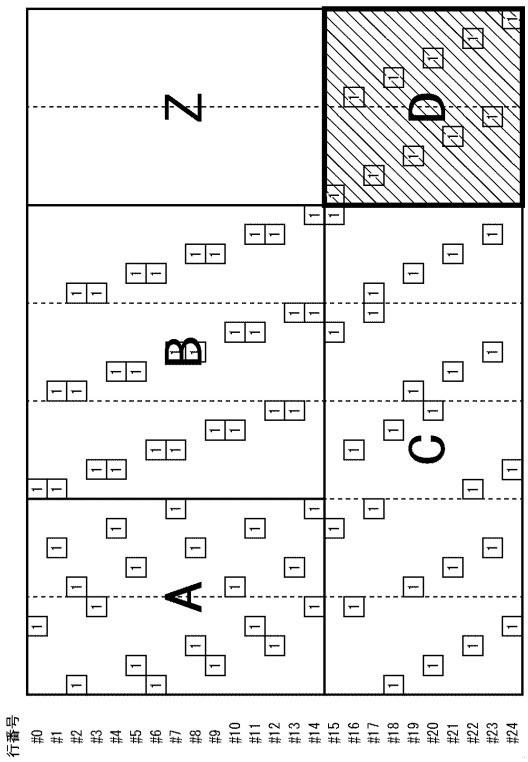
【図２５】
FIG. 25



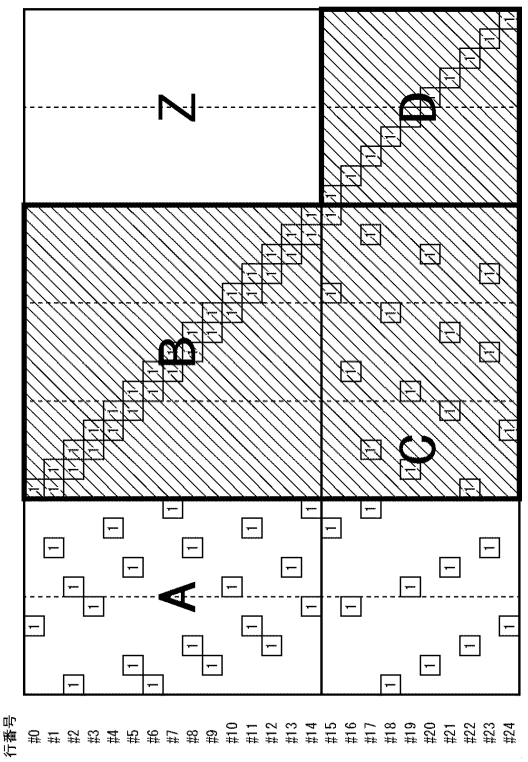
【図２６】
FIG. 26



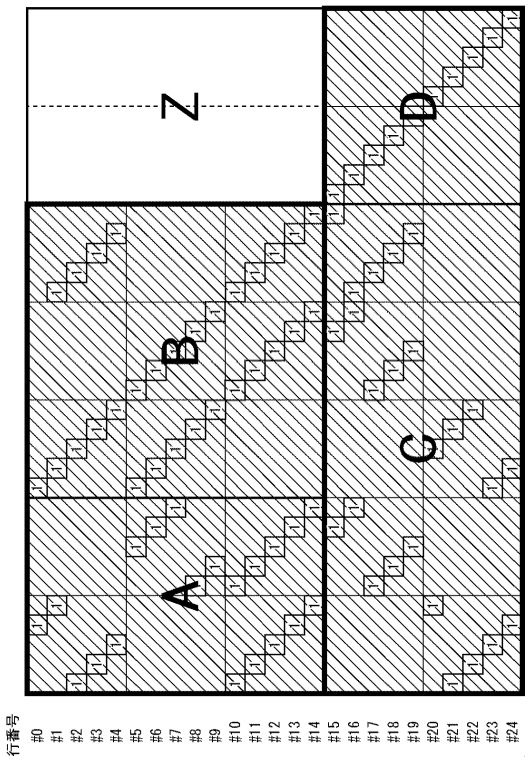
【図２７】
FIG. 27



【図２８】
FIG. 28



【図２９】
FIG. 29



【図３０】
FIG. 30

Rate 2/16 N=69120 タイプA

1617 1754 1768 2501 6874 12486 12872 16244 18612 19698 21649 30954 33221 33723 34495 37587 38542 41510 42268 52159 59780
206 610 991 2665 4994 5681 12371 17343 25547 26291 26678 27791 27828 32437 33153 35429 39943 45246 46732 53342 60451
119 682 963 3339 6794 7021 7295 8856 8942 10842 11318 14050 14474 27281 28637 29963 37861 42536 43865 48803 59969
175 201 355 5418 7990 10567 10642 12987 16685 18463 21861 24307 25274 27515 39631 40166 43058 47429 55512 55519 59426
117 839 1043 1960 6896 19146 24022 26586 29342 29906 33129 33647 33883 34113 34550 38720 40247 45651 51156 53053 56614
135 236 257 7505 9412 12642 19752 20201 26010 28967 31146 37156 44685 45667 50066 51283 54365 55475 56501 58763 59121
109 840 1573 5523 19968 23924 24644 27064 29410 31276 31526 32173 38175 43570 43722 46655 46660 48353 54025 57319 59818
522 1236 1573 6563 11625 13846 17570 19547 22579 22584 29338 30497 33124 33152 35407 36364 37726 41426 53800 57130
504 1330 1481 13809 15761 20050 26339 27418 29630 32073 33762 34354 36966 43315 47773 47998 48824 50535 53437 55345
348 1244 1492 9626 9655 15638 22727 22971 28357 28841 31523 37543 41100 42372 48983 50354 51434 54574 55031 58193
742 1223 1459 20477 21731 23163 23587 30829 31144 32186 32235 32593 34130 40829 42217 42294 42753 44058 49940 51993
841 860 1534 5878 7083 7113 9658 10508 12871 12964 14023 21055 22680 23927 32701 35168 40986 42139 50708 55350
657 1018 1690 6454 7645 7698 8657 9615 16462 18030 19850 19857 33265 33552 42208 44424 48965 52762 55439 58299
14 511 1376 2586 6797 9409 9599 10784 13076 18509 27363 27667 30262 34043 37043 38143 40246 53811 58872 59250
315 883 1487 2067 7537 8749 10785 11820 15702 20232 22850 23540 30247 41182 44884 50601 52140 55970 57879 58514
256 1442 1534 2342 9734 10789 15334 15356 20334 20433 22923 23521 29391 30553 35406 35643 35701 37968 39541 58097
260 1238 1557 14167 15271 18046 20588 23444 25820 26660 30619 31625 33258 38554 40401 46471 53589 54904 56455 60016
591 885 1463 3411 14043 17083 17372 23029 23365 24691 25527 26389 28621 29999 40343 40359 40394 45685 46209 54887
1119 1411 1664 7879 17732 27000 28506 32237 32445 34100 34926 36470 42848 43126 44117 48780 49519 49592 51901 56580
147 1333 1560 6045 11526 14867 15647 19496 26626 27600 28044 30446 35920 37523 42907 42974 46452 52480 57061 60152
304 591 680 5557 6948 13550 19689 19697 22417 23237 25813 31836 32736 36321 36493 36671 46756 53311 59230 59248
586 777 1018 2393 2817 4057 8068 10632 12430 13193 16433 17344 24526 24902 27693 39301 39776 42300 45215 52149
684 1425 1732 2436 4279 7375 8493 10023 14908 20703 25656 25757 27251 27316 33211 35741 38872 42908 55079 58753
962 981 1773 2814 3799 6243 8163 12655 21226 31370 32506 35372 36697 47037 49095 55400 57506 58743 59678 60422
6229 6484 8795 8981 13576 28622 35526 36922 37284 42155 43443 44080 44446 46649 50824 52987 59033
2742 5176 10231 10336 16729 17273 18474 25875 28227 34891 39826 42595 48600 52542 53023 53372 57331
3512 4163 4725 8375 8585 19795 22844 28615 28649 29481 41484 41657 53255 54222 54229 57258 57647
3358 5239 9423 10858 15636 17937 20678 22427 31220 37069 38770 42079 47256 52442 55152 56964 59169
2243 10090 12309 15437 19426 23065 24872 36192 36336 36949 41387 49915 50155 54338 54422 56561 57984

【図３１】

FIG. 31

Rate 3/16 N=69120 タイプA

126 1125 1373 4698 5254 17832 23701 31126 33867 46596 46794 48392 49352 51151 52100 55162
794 1435 1552 4483 14668 16919 21871 36755 42132 43323 46650 47676 50412 53484 54886 55333
698 1356 1519 5555 6877 8407 8414 14248 17811 22998 28378 40695 46542 52817 53284 55968
457 493 1080 2261 4637 5314 9670 11171 12679 29201 35980 43792 44337 47131 49880 55301
467 721 1484 5326 8676 11727 15221 17477 21390 22224 27074 28845 37670 38917 40996 43851
305 389 526 9156 11091 12367 13337 14299 22072 25367 29827 30710 37688 44321 48351 54663
23 342 1426 5889 7362 8213 8512 10655 14549 15486 26010 30403 32196 36341 37705 45137
123 429 485 4093 6933 11291 11639 12558 20096 22292 24696 32438 34615 38061 40659 51577
920 1086 1257 8839 10010 13126 14367 18612 23252 23777 32883 32982 35684 40534 53318 55947
579 937 1593 2549 12702 17659 19393 20047 25145 27792 30322 33311 39737 42052 50294 53363
116 883 1067 9847 10660 12052 18157 20519 21191 24139 27132 27643 30745 33852 37692 37724
915 1154 1698 5197 5249 13741 25043 29802 31354 32707 33804 36856 39887 41245 42065 50240
317 1304 1770 12854 14018 14061 16657 24029 24408 34493 35322 35755 38593 47428 53811 55008
163 216 719 5541 13996 18754 19287 24293 38575 39520 43058 43395 45390 46665 50706 55269
42 415 1326 2553 7963 14878 17850 21757 22166 32986 39076 39267 46154 46790 52877 53780
593 1511 1515 13942 14258 14432 24537 38229 38251 40975 41350 43490 44880 45278 46574 51442
219 262 955 1978 10654 13021 16873 23340 27412 32762 40024 42723 45976 46603 47761 54095
632 944 1598 12924 17942 18478 26487 28036 42462 43513 44487 44584 48245 53274 54343 55453
501 912 1656 2009 6339 15581 20597 26886 32241 34471 37497 43009 45977 46587 46821 51187
610 713 1619 5176 6122 6445 8044 12220 14126 32911 38647 40715 45111 47872 50111 55027
258 445 1137 4517 5846 7644 15604 16606 16969 17622 20691 34589 35808 43692 45126 49527
612 854 1521 13045 14525 15821 21096 23774 24274 25855 26266 27296 30033 40847 44681 46072
714 876 1365 5836 10004 15778 17044 22417 26397 31508 32354 37917 42049 50828 50947 54052
1338 1595 1718 4722 4981 12275 13632 15276 15547 17668 21645 26616 29044 39417 39669 53539
687 721 1054 5918 10421 13356 15941 17657 20704 21564 23649 35798 36475 46109 46414 49845
734 1635 1666 9737 23679 24394 24784 26917 27334 28772 29454 35246 35512 37169 39638 44309
469 918 1212 3912 10712 13084 13906 14000 16602 18040 18697 25940 30677 44811 50590 52018
70 332 496 6421 19082 19665 25460 27377 27378 31086 36629 37104 37236 37771 38622 40678

【図３２】

FIG. 32

48 142 1668 2102 3421 10462 13086 13671 24889 36914 37586 40166 42935 49052 49205 52170
294 616 840 2360 5386 7278 10202 15133 24149 24629 27338 28672 31892 39559 50438 50453
517 946 1043 2563 3416 6620 8572 10920 31906 32685 36852 40521 46898 48369 48700 49210
1325 1424 1741 11692 11761 19152 19732 28863 30563 34985 42394 44802 49339 54524 55731
664 1340 1437 9442 10378 12176 18760 19872 21648 34682 37784 40545 44808 47558 53061
378 705 1356 16007 16336 19543 21682 28716 30262 34500 40335 44238 48274 50341 52887
999 1202 1328 10688 11514 11724 15674 21039 35182 36272 41441 42542 52517 54945 56157
247 384 1270 6610 10335 24421 25984 27761 38728 41010 46216 46892 47392 48394 51471
10091 10124 12187 13741 18018 20438 21412 24163 35862 36925 37532 46234
7860 8123 8712 17553 20624 29410 29697 29853 43483 43603 53476 53737
11547 11741 19045 20400 23052 28251 32038 44283 50596 53622 55875 55888
3825 11292 11723 13819 26483 28571 33319 33721 34911 37766 47843 48667
10114 10336 14710 15586 19531 22471 27945 28397 45637 46131 47760 52375

【図３３】

FIG. 33

Rate 4/16 N=69120 タイプA

561 825 1718 4745 7515 13041 13466 18039 19065 21821 32596 32708 35323 36399 36450 41124 43036 43218 43363 44875 49948
56 102 1779 2427 5381 8768 15336 26473 35717 38748 39066 45002 50720
694 1150 1533 2177 5801 6610 7601 16657 18949 33472 47746 49581 50668
90 1122 1472 2085 2593 4986 8200 9175 15502 44084 46057 48546 50487
521 619 708 6915 8978 14211 17426 23058 23463 27440 29822 33443 42871
449 912 1471 8058 9344 11928 20533 20600 20737 26557 26970 27616 33791
355 700 1528 6478 9588 10790 20992 33122 34283 41295 43439 46249 47763
997 1543 1679 5874 7973 7975 11113 28275 28812 29864 35070 36864 50676
85 326 1392 4186 10855 11005 12913 19263 22984 31733 33787 37567 48173
986 1144 1508 19864 28918 29117 33609 36452 47975 48432 48842 49274 51533
437 1190 1413 3814 6695 17541 22060 25845 28431 37453 38912 44170 49231
327 1171 1204 6952 11880 16469 25058 28956 31523 36770 40189 43422 46481
123 605 619 8118 8455 19550 20529 21762 21950 28485 30946 34755 34765
113 896 971 6400 27059 33383 34537 35827 38796 40582 42594 43098 48525
162 854 1015 2938 10659 12085 13040 32772 33023 35878 49674 51060 51333
100 452 1703 1932 4208 5127 12086 14549 16084 17890 20870 41364 48498
1569 1633 1666 12957 18611 22499 38418 38719 42135 46815 48274 50947 51387
119 691 1190 2457 3865 7468 12512 30782 31811 33508 36586 41789 47426
867 1117 1666 4376 13263 13466 33524 37440 38136 39800 41454 41620 42510
378 900 1754 16303 25369 27103 28360 30958 35316 44165 46682 47016 50004
1321 1549 1570 16276 17284 19431 23482 23920 27386 27517 46253 48617 50118
37 383 1418 15792 22551 28843 36532 36718 38805 39226 45671 47712 51769
150 787 1441 17828 19396 21576 21805 24048 31868 32891 42486 43020 45492
1095 1214 1744 2445 5773 10209 11526 29604 30121 36526 45786 47376 49366
412 448 1281 11164 14501 15538 15773 23305 31960 32721 40744 45731 50269
183 626 837 4491 12237 13705 15177 15973 21266 25374 41232 44147 50529
618 1550 1594 5474 9260 16552 18122 26061 30420 30922 32661 34390 43236
135 496 757 9327 15659 20738 24327 26688 29063 38993 46155 49532 50001
64 126 1714 5561 8921 11300 12688 14454 16857 19585 20528 24107 27252
528 687 1730 9735 11737 16396 19200 33712 34271 38241 42027 44471 45581
69 646 1447 8603 19706 22153 22398 23840 24638 27254 29107 30368 41419
673 845 1285 9100 11064 14804 15425 17357 27248 31223 32410 35444 48018
124 1531 1677 3672 3673 3786 8886 9557 10003 11053 13053 22458 25413
102 1154 1758 5721 6034 14567 17772 28670 33380 34284 35356 47480 48123
48 351 760 2078 9797 22956 26120 34119 39658 41039 45237 47861 49022
254 445 841 6835 18340 19021 20053 22874 32639 36679 42004 45696 49530
16 802 903 6218 16206 22068 23049 28201 30377 33947 44358 44739 49303
153 1542 1629 7992 29900 34931 36927 38651 39981 41085 41327 50185 51484
525 1291 1765 9425 20271 31229 37444 38996 39145 41711 43188 45203 51255
2 244 1648 12321 14991 17426 18456 20126 29915 32581 38880 39516 49013
23 452 705 9414 11862 13764 18179 35458 37892 40471 46041 46494 48746
509 1201 1328 8921 9867 10947 19476 22693 32636 34301 38356 39238 51797
246 249 1390 12438 13266 24060 33628 37130 42923 43298 43709 43721 45413
117 257 748 9419 9461 11350 12790 16724 33147 34168 34683 37884 42699
619 646 740 7468 7604 8152 16296 19120 27614 27748 40170 40289 49366
914 1360 1716 10817 17672 18919 26146 29631 40903 46716 49502 51576 51657
68 702 1552 10431 10925 12856 24516 26440 30834 31179 32277 35019 44108
588 880 1524 6641 9453 9653 13679 14488 20714 25865 42217 42637 48312
6380 12240 12558 12816 21460 24206 26129 28555 41616 51767
8889 16221 21629 23476 33954 40572 43494 44666 44885 49813
16938 17727 17913 18898 21754 32515 35686 36920 39898 43560
9170 11747 14681 22874 24537 24685 26989 28947 33592 34621
2427 10241 29649 30522 37700 37789 41656 44020 49801 51268

【図３４】

FIG. 34

Rate 5/16 N=69120 タイプA

152 1634 7484 23081 24142 26799 33620 40989 41902 44319 44378 45067
140 701 5137 7313 12672 16929 20359 27052 30236 33846 36254 46973
748 769 2891 7812 9964 15629 19104 20551 25796 28144 31518 34124
542 976 2279 18904 20877 24190 25903 28129 36804 41152 41957 46888
173 960 2926 11682 12304 13284 18037 22702 30255 33718 34073 37152
78 1487 4898 7472 8033 10631 11732 19334 24577 34586 38651 43639
594 1095 1857 2368 8909 17295 17546 21865 23257 31273 37013 41454
72 419 1596 7849 16093 23167 26923 31883 36092 40348 44500
866 1120 1568 1986 3532 20094 21663 26664 26970 33542 42578
868 917 1216 12018 15402 20691 24736 33133 36692 40276 46616
955 1070 1749 7988 10235 19174 22733 24283 27985 38200 44029
613 1729 1787 19542 21227 21376 31057 36104 36874 38078 42445
86 1555 1644 4633 14402 14997 25724 31382 31911 32224 43900
353 1132 1246 5544 7248 17887 25769 27008 28773 33188 44663
600 958 1376 6417 6814 17587 20680 25376 29522 31396 40526
179 528 1472 2481 5589 15696 20148 28040 29690 32370 42163
122 144 681 6613 11230 20862 26396 27737 35928 39396 42713
934 1256 1420 3881 4487 5830 7897 9587 17940 40333 41925
622 1458 1490 16541 18443 19401 24860 26981 28157 32875 38755
1017 1143 1511 2169 17322 24662 25971 29149 31450 31670 34779
935 1084 1534 2918 10596 11534 17476 27269 30344 31104 37975
173 532 1766 8001 10483 17002 19002 26759 31006 43466 47443
221 610 1795 9197 11770 12793 14875 30177 30610 42274 43888
188 439 1332 7030 9246 15150 26060 26541 27190 28259 36763
812 1643 1750 7446 7888 7995 18804 21646 28995 30727 39065
44 481 555 5618 9621 9873 19182 22059 42510 45343 46058
156 532 1799 6258 18733 19988 23237 27657 30835 34738 39503
1128 1553 1790 8372 11543 13764 17062 28627 38502 40796 42461
564 777 1286 3446 5566 12105 16038 18918 21802 25954 28137
1167 1178 1770 4151 11422 11833 16823 17799 19188 22517 29979
576 638 1364 12257 22028 24243 24297 31788 36398 38409 47211
334 592 940 2865 12075 12708 21452 31961 32150 35723 46278
1205 1267 1721 9293 18685 18917 23490 27678 37645 40114 45733
189 628 821 17066 19218 21462 25452 26858 38408 38941 42354
190 951 1019 5572 7135 15647 32613 33863 33981 35670 43727
84 1003 1597 12597 15567 21221 21891 23151 23964 24816 46178
756 1262 1345 6694 6893 9300 9497 17950 19082 35668 38447
848 948 1560 6591 12529 12535 20567 23882 34481 46531 46541
504 631 777 10585 12330 13822 15388 23332 27688 35955 38051
676 1484 1575 2215 5830 6049 13558 25034 33602 35663 41025
1298 1427 1732 13930 15611 19462 20975 23200 30460 30682 34883
1491 1593 1615 4289 7010 10264 21047 26704 27024 29658 46766
969 1730 1748 2217 7181 7623 15860 21332 28133 28998 36077
302 1216 1374 5177 6849 7239 10255 34952 37908 39911 41738
220 362 1491 5235 5439 22708 29228 29481 33272 36831 46487
4 728 1279 4579 8325 8505 27604 31437 33574 41716 45082
472 735 1558 4454 6957 14867 18307 22437 38304 42054 45307
85 466 851 3669 7119 32748 32845 41914 42595 42600 45101
52 553 824 2994 4569 12505 24738 33258 37121 43381 44753
37 495 1553 7684 8908 12412 15563 16461 17872 29292 30619
254 1057 1481 9971 18408 19815 28569 29164 39281 42723 45604
16 1213 1614 4352 8091 8847 10022 24394 35661 43800 44362
395 750 888 2582 3772 4151 26025 36367 42326 42673 47393
862 1379 1441 6413 25621 28378 34869 35491 41774 44165 45411
46 213 1597 2771 4694 4923 17101 17212 19347 22002 43226
1339 1544 1610 13522 14840 15355 29399 30125 33685 36350 37672

10

20

30

40

50

【図３５】

FIG. 35

```
251 1162 1260 9766 13137 34769 36646 43313 43736 43828 45151
214 1002 1688 5357 19091 19213 24460 28843 32869 35013 39791
646 733 1735 11175 11336 12043 22962 33892 35646 37116 38655
293 927 1064 4818 5842 10983 12871 17804 33127 41604 46588
10927 15514 22748 34850 37645 40669 41583 44090
3329 7548 8092 11659 16832 35304 46738 46888
3510 5915 9603 30333 37198 42866 44361 46416
2575 5311 9421 13410 15375 34017 37136 43990
12468 14492 24417 26394 38565 38936 41899 45593
```

【図３６】

FIG. 36

```
Rate 6/16 N=69120  タイプA
608 1394 3635 14404 15203 19848 22161 23175 26651 31945 41227
481 570 11088 11673 11866 17145 17247 17564 21607 25992 31286
1207 1257 1870 8472 8855 10511 15656 17064 22720 28352 30914
1171 1585 6218 7621 10121 11374 13184 22714 27207 27959 38572
244 548 2073 4937 7509 11840 12850 18762 25618 27902 37150
15 1352 7060 7886 8151 10574 14172 15258 24838 30827 35337
1009 1651 13300 13958 26240 29983 32340 40743 41553 42475 42873
638 1405 5544 6797 10001 14934 24766 35758 40719 41787 42342
1467 1481 3202 11324 14048 15217 17608 22544 26736 32073 33405
1274 1343 3576 4166 8712 10756 21175 26866 37021 40341 42064
1232 1590 4409 8705 13307 28481 30893 36031 36780 37697 39149
189 1678 9943 10774 11765 25520 26133 27351 27353 40664 41534
125 1421 5009 9365 12792 15933 16231 25975 27076 27997 32429
1361 1764 5376 11071 14456 16324 20318 26168 28445 30392 34235
1017 1303 3312 6738 7813 18149 25506 29032 36789 38742 43116
463 967 10876 13874 14303 16789 21656 26555 38738 39195 40668
630 1104 3029 3165 5157 12880 14175 16498 35121 38917 40944
716 1054 10011 11739 16913 19396 20892 23370 24392 27614 38467
1081 1238 2872 10259 13618 16943 17363 23570 29721 32411 38969
775 1002 2978 9202 16618 22697 30716 31750 36517 37294 40454
25 497 10687 13308 15302 17525 17539 21865 22279 24516 26992
781 878 6426 8551 12328 21375 27626 28192 29731 35423 35606
729 1734 3479 6850 14347 14776 21998 33617 34690 38597 38704
122 1378 1660 7448 7659 11900 13039 13796 19908
504 716 1551 5655 6245 8365 9825 16627 29100
88 900 1057 2620 16729 17278 17444 26106 26587
30 1697 1736 8718 11664 20885 27043 42569 42913
293 634 1188 4005 5266 6205 26756 30207 37757
254 755 1187 4631 13433 25055 28354 28583 30446
316 1381 1522 3131 4340 27284 28246 28282 43174
84 293 645 2148 7925 13104 25010 36836 39033
982 1486 1660 4287 5335 18350 26913 30774 31280
418 1028 1039 3334 4577 6553 7011 17259 31922
1324 1361 1690 5991 7740 16880 18479 25713 31823
735 1322 1727 8629 14655 15815 16762 23263 36859
19 928 1561 11161 12894 14226 21331 41128 41883
327 940 1004 13616 15894 31400 34106 34443 37957
576 953 1226 2122 4900 5002 10248 25476 30787
249 632 1240 5432 23019 29225 31719 36658 41360
980 1154 1783 4351 10245 23347 27442 28328 38555
581 863 1552 5057 7572 14544 20482 29482 31672
4 502 1450 4883 5176 6824 10430 32680 39581
81 761 1558 2269 5391 13213 24184 25523 39429
1085 1163 1244 7694 9125 17387 22223 26343 37933
204 1127 1483 18302 19939 20576 31599 32619 42911
345 387 591 8727 18080 20628 32251 34562 42821
957 1126 1133 4099 12272 15595 20906 23606 34564
409 1310 1335 2761 11952 26853 27941 29262 31647
329 818 1527 3890 5238 8742 15586 28739 43015
231 1158 1677 4314 15937 17526 18391 22963 39232
34 275 526 2975 4742 16109 17346 29145 37673
497 735 1261 7468 8769 17342 19763 32646 33497
879 1233 1633 11612 22941 23723 31969 35571 39510
886 954 1355 5532 8283 26965 29267 30820 40402
356 1199 1452 8833 14845 21722 23840 26539 27970
553 1570 1732 8249 16820 23181 23234 30754 40399
```

【図３７】

FIG. 37

```
457 1304 1698 2774 11357 32906 34484 38700 41799
456 579 1155 23844 27261 29172 30980 35000 40984
301 1290 1782 6798 9735 23655 31040 35554 36366
228 483 561 12346 16698 32688 34518 38648 41677
35 184 997 4915 7077 9878 16772 26263 27270
181 193 1255 7548 17103 34511 36590 38107 42065
697 1024 1541 2164 15638 20061 32499 32667 32732
654 968 1632 3215 4901 6286 12414 13963 29636
89 150 450 5771 10863 29809 36886 37914 42983
517 1046 1153 5458 18093 25579 31084 37779 42050
345 914 1372 4548 6720 13678 13755 15422 41938
301 518 1107 3603 6076 9265 19580 41645 42621
155 1013 1441 10166 10545 22042 30084 33026 34505
899 1308 1766 22228 24520 24589 30833 32126 37147
177 230 349 6309 9642 25713 30455 34964 40524
802 1364 1703 3573 17317 20364 22849 24265 24925
3952 10609 11011 16296 31430 39995 40207 41606 42424
16548 19896 22579 23043 23126 24141 34331 34959 37990
12197 15244 22990 23110 25507 30011 37681 38902 39432
2292 11871 15562 22304 33059 35126 39158 41206 41866
3497 7847 11510 16212 19408 26780 27967 33953 34451
```

【図３８】

FIG. 38

```
Rate 7/16 N=69120  タイプA
1012 3997 5398 5796 21940 23609 25002 28007 32214 33822 38194
1110 4016 5752 10837 15440 15952 17802 27468 32933 33191 35420
95 1953 6554 11381 12839 12880 22901 26742 26910 27621 37825
1146 2232 5658 13131 13785 16771 17466 20561 29400 32962 36879
2023 3420 5107 10789 12303 13316 14428 24912 35363 36348 38787
3283 3637 12474 14376 20459 22584 23093 28876 31485 31742 34849
1807 3890 4865 7562 9091 13778 18361 21934 24548 34267 38260
1613 3620 10165 11464 14071 20675 20803 26814 27593 29483 36485
849 3946 8585 9208 9939 14676 14990 19276 23459 30577 36838
1890 2583 5951 6003 11943 13641 16319 18379 22957 24644 33430
1936 3939 5267 6314 12665 19626 20457 22010 27958 30238 32976
2153 4318 6782 13048 17730 17923 24137 24741 25594 32852 33209
1869 4262 6616 13522 19266 19384 22769 28883 30389 35102 36019
3037 3116 7478 7841 10627 10908 14060 14163 23772 27946 37835
1668 3125 7485 8525 14659 22834 24080 24838 30890 33391 36788
1623 2836 6776 8549 11448 23281 32033 32729 33650 34069 34607
101 1420 5172 7475 11673 18807 21367 23095 26368 30888 37882
3874 3940 4823 16485 21601 21655 21885 25541 30177 31656 35067
592 643 4847 6870 7671 10412 25081 33412 33478 33495 35976
2578 2677 12592 17140 17185 21962 23206 23838 27624 32594 34828
3058 3443 4959 21179 22411 24033 26004 26489 26775 33816 36694
91 2998 10137 11957 12444 22330 24300 26008 26441 26521 38191
889 1840 8881 10228 12495 18162 22259 23385 25687 35853 38848
1332 3031 13482 14262 15897 23112 25954 28035 34898 36286 36991
2505 2599 10980 15245 20084 20114 24496 26309 31139 34090 37258
599 1778 8935 16154 19546 23537 24938 32059 32406 35564 37175
392 1777 4793 8050 10543 10668 14823 25252 32922 36658 37832
1680 2630 7190 7880 10894 20675 27523 33460 33733 34000 35829
532 3750 5075 10603 12466 19838 24231 24998 27647 35111 38617
1786 3066 11367 12452 13896 15346 24646 25509 26109 30358 37392
1027 1659 6483 16919 17636 18905 19741 30579 35934 36515 37617
2064 2354 14085 16460 21378 21719 22981 23329 31701 32057 32640
2009 4421 7595 8790 12803 17649 18527 24246 27584 28757 31794
364 646 9398 13898 17486 17709 20911 31493 31810 32019 33341
2246 3760 4911 19338 25792 27511 28689 30634 31928 34984 36605
3178 3544 8858 9336 9602 12290 16521 27872 28391 28422 36105
1981 2209 12718 20656 21253 22574 28653 29967 33692 36759 37871
787 1545 7652 8376 9628 9995 10289 16260 17606 22673 34564
795 4580 12749 16670 18727 19131 19449 26152 29165 30820 31678
1577 2980 8659 12301 13813 14838 20782 23068 30185 34308 34676
84 434 13572 21777 24581 28397 28490 32547 33282 34655 37579
2927 4440 8979 14992 19009 20435 23558 26280 31320 35106 37704
1974 2712 6552 8585 10051 14848 15186 22968 24285 25878 36054
585 1990 3457 5010 8808
9 2792 4678 22666 32922
342 507 861 18844 32947
554 3395 4094 8147 34616
356 2061 2801 20330 38214
425 2432 4573 7323 28157
73 1192 2618 7812 17947
842 1053 4088 10818 24053
1234 1249 4171 6645 37350
1498 2113 4175 6432 17014
524 2135 2205 6311 7502
191 954 3166 28938 31869
548 586 4101 12129 25819
```

【図３９】

FIG. 39

```
127 2352 3215 6791 13523
286 4262 4423 14087 38061
1645 3551 4209 14083 15827
719 1087 2813 32857 34499
651 2752 4548 25139 25514
1702 4186 4478 10785 33263
34 3157 4196 5811 36555
643 649 1524 6587 27246
291 836 1036 18936 19201
78 1099 4174 18305 36119
3083 3173 4667 27349 32057
3449 4090 4339 18334 24596
503 3816 4465 29204 35316
102 1693 1799 17180 35877
288 324 1237 16167 33970
224 2831 3571 17861 28530
1202 2803 2834 4943 31485
1112 2196 3027 29308 37101
4242 4291 4503 16344 28769
1020 1927 3349 9686 33845
3179 3304 3891 8448 37247
1076 2319 4512 17010 18781
987 1391 3781 12318 35710
2268 3467 3619 15764 25608
764 1135 2224 8647 17486
2091 4081 4648 8101 33818
471 3668 4069 14925 36242
932 2140 3428 12523 33270
5840 8959 12039 15972 38496
5960 7759 10493 31160 38054
10380 14835 26024 35399 36517
5260 7306 13419 28804 31112
12747 23075 32458 36239 37437
14096 16976 21598 32228 34672
5024 5769 21798 22675 25316
8617 14189 17874 22776 29780
7628 13623 16676 30019 33213
14090 14254 18987 21720 38550
17306 17709 19135 22995 28597
13137 18028 23943 27468 37156
7704 8171 10815 28138 29526
```

【図４０】

FIG. 40

```
Rate 8/16 N=69120  タイプA
772 2281 3473 15662 19233 22166 24358 31768 34191
3072 3151 3484 20863 23023 26841 27472 27784 29651
2021 3203 4955 5144 12966 13620 14648 18456 30842
1806 2504 3675 6095 15703 15906 16025 19622 24749
745 954 14959 19379 21307 27232 30747 31580 34498
1289 2798 3630 11125 14405 16833 17549 27047 34127
744 805 5289 15458 24911 26399 28735 32526 32568
732 2368 7341 7508 9188 15676 18894 28544 32643
932 1971 3577 13308 13857 23512 27614 30417 34011
509 2152 3819 15873 18472 18916 20285 21421 29629
2475 3045 7516 12450 19365 21118 22154 22988 29632
1826 1847 4147 15787 16852 18336 22299 30945 33813
265 2184 9121 12341 12405 18908 29587 31365 33794
2599 2683 4025 6139 8989 15158 18010 28167 31929
845 2103 6653 7355 12824 15366 16277 17519 23286
1399 2887 11163 25401 26413 26782 27209 28194 33477
921 2171 5580 5853 10183 11788 27575 31160 34061
1908 2156 5805 13283 14262 19954 21960 29163 32575
252 1729 10690 18304 18921 23512 23540 28800 29738
1471 2630 5594 8245 15787 25205 28758 30257 30851
348 1947 5694 17122 20090 21065 22347 29035 33466
737 1373 6599 6614 19068 26595 27778 28013 28882
364 430 6008 6607 8543 13936 23464 29610 31484
2229 2680 18999 20491 21334 26172 28296 28546 33400
1397 3104 5116 6493 6538 13889 25830 28978 32982
1620 2845 3850 10010 18108 18460 22770 23335 27961
498 2120 6084 9410 13331 14260 23516 23987 34035
1231 2804 7437 13770 20375 30750 32395 32396 34111
953 1902 5780 10797 22700 24101 26068 30912 32091
861 936 12129 19924 20120 21381 21388 21447 27204
731 2953 7262 17370 18981 22098 23033 28091 33702
490 583 7131 15101 16559 28310 28868 29782 32476
774 2299 4672 6318 8582 23242 31128 33233 33525
1180 1856 6398 11619 18864 23107 26863 27068 32107
1254 2724 9924 14935 17381 20494 28231 28315 29981
1421 1859 10349 13014 13756 16003 20857 21287 24049
894 1864 5740 6223 7764 10832 14172 16277 25480
401 1753 10617 11842 17705 25037 26925 28610 32447
836 1680 6209 10558 11877 18052 19470 19596 28767
1388 3186 6150 8082 8270 12210 22672 29391 33400
2539 2632 4691 6341 8535 18093 18920 20974 31393
1611 2540 4975 11114 13694 15237 15296 18284 29706
619 1682 11939 18221 23276 24770 25283 25410 32475
453 465 4205 7369 10207 12725 19737 20902 29125
1417 1526 17833 18009 18408 23118 28438 28886 34324
537 2396 6629 6707 6725 16691 17338 20424 23712
800 2808 6021 8438 10096 17394 21026 29668 33876
841 2257 10435 14237 16470 16753 23284 27020 30550
1524 2908 5865 10368 19372 26633 29011 30192 30678
32 1640 6508 11257 26512 26659 28075 30862 33427
1520 2860 15351 20014 20361 22955 23045 25940 29105
1848 3061 5809 6815 8987 17563 20524 22236 34381
1733 3082 5621 9635 12551 21520 21557 28829 31273
573 1926 3702 4446 7768 11703 12656 16747 32712
2705 2727 5610 6984 7075 9535 21223 23408 32966
1483 2888 5752 13993 22125 25473 27225 30868 34054
```

【図４１】

FIG. 41

```
408 931 7731 7880 16550 16761 22642 25286 26968
217 2319 5061 6695 12187 17401 28224 30334 32593
1319 3188 10631 11963 17985 23154 24420 28803 32833
1471 2891 4175 5199 6623 6832 13063 18914 25227
757 1672 5079 7155 8150 11799 21473 27494 32731
1140 2034 7259 10518 12677 13273 17037 23868 29066
1250 3144 4255 8848 14589 25473 25509 27133 32673
2185 2773 2904 19831 32400
526 2408 2978 4992 9564
578 1746 2082 18696 24913
116 264 3061 4871 10963
447 1822 3231 18207 27174
2651 2999 3121 23668 27550
1255 1992 2049 4049 25914
64 79 1151 5004 13816
200 927 2939 13713 17084
2733 2798 3029 13090 32805
853 2811 2992 22211 26911
1514 2268 2539 23500 25820
395 2466 2940 8672 18048
806 1216 3135 6930 20670
997 1840 1910 17014 23446
672 1229 1879 24074 33504
661 1711 2178 10269 28513
2271 2396 2924 21728 27477
529 1049 1530 10830 33896
287 553 3234 5247 9578
2540 2755 2823 8364 25923
1273 1477 1899 10801 33426
115 1682 3012 7235 34142
770 875 1902 7121 27451
2021 3016 3161 8460 31418
827 1239 3118 9614 27521
54 763 2991 20076 33220
1048 1090 2609 8009 16443
1164 1181 1986 3586 19697
1249 1580 2088 6836 12021
402 847 3128 5938 29404
900 1802 2632 16352 23618
1236 1745 2266 14737 16547
20017 20848 24075
11014 15424 32909
5987 6407 24724
8867 22426 26033
4688 8615 28486
4008 17476 26160
6202 16436 21222
7867 9461 20071
8927 32032 33217
```

【図４２】

FIG. 42

```
Rate 7/16 N=69120  タイプB
5189 9880 13538 15175 16621 16804 17705 17961 20733 21467 21989 22238 22463 22918
23828 24930 25118 29684 33583 37271
70 5848 12393 14052 14252 17346 17509 19994 20675 24493 25258 29167 29758 30689
33714 33848 33910 34528 36773 38204
460 3837 6795 6912 7428 10696 12315 13575 15357 21353 23908 24933 30574 32972 33778
34513 35079 35137 36858 38213
157 8681 9967 11922 12445 14847 16658 19556 22644 24339 25625 28151 28405 29858
30427 31235 32999 33392 33666 38766
3951 10022 12466 13163 13699 15100 16425 17314 22941 23114 23186 23320 31711 32091
32346 32880 33839 34080 35244 35281
1963 3894 4747 5005 9478 11504 11733 13851 15703 18601 19091 20025 23748 26876
28310 33966 36096 36785 38241 38311
1787 5475 7062 11439 11686 12094 13500 14948 16457 21418 23783 27664 29522 30557
30960 31551 31893 32108 32636 35190
420 1601 4105 10709 11003 19228 21225 21427 21627 22632 23597 24691 24876 27272
30053 30632 37024 37337 38287 38865
2010 2747 4310 4828 6790 6992 7149 7686 7839 9174 10122 12007 15980 17263 18970
21288 24460 33544 34955 36082
4728 5125 5485 6758 7027 7310 9319 12741 13418 14280 14608 18831 19770 20620 22885
24340 29811 30383 31190 31328
1394 1527 2639 3398 3525 5055 10589 14304 17665 24839 28525 29530 30637 30730 31979
32294 32322 36477 36553 38823
3045 9911 11773 12368 13334 18650 19865 21411 24014 25991 27310 27609 28086 28782
30162 34481 34903 35059 36026 36601
1245 1578 4372 7080 8475 13246 14436 15058 16006 16453 16536 20386 21253 25032
25217 27143 33582 34233 35898 37013
156 579 1835 2921 4288 5799 13536 17576 18882 19825 20721 21827 22488 23207 30595
30943 33676 34224 36783 37618
1761 2419 4684 5188 8865 11427 13523 22508 22588 22658 23319 24649 27740 28615
28701 30469 31004 31708 38366 38845
3458 4318 8330 11232 11559 12478 14158 14837 16062 22913 23562 27331 27356 27424
27568 27668 30979 34747 35621 36680
144 1310 2076 2897 8483 10803 15403 21321 24285 24473 28105 28715 28756 29235 30570
32778 33148 35641 37148 37821
4019 4750 6236 10250 10853 13526 15851 17279 18650 19259 20752 21209 21331 22157
22387 27086 29179 30736 32244 36708
20671 21714 26907 28806
10538 15159 29903 35695
7414 15003 28833 31718
28014 30364 31097 34164
118 7358 17504 27943
11617 12578 20090 33389
3664 4126 20256 31569
2510 3137 4580 13643
19359 19928 28120 34072
29 28234 33691 33901
1652 4422 9877 32434
9374 16809 26890 27786
6375 7463 20276 25951
877 5288 22733 32789
11506 11756 36420 37946
2188 3978 21657 24557
2467 13247 15618 38099
8086 19322 20602 26103
14418 28964 30852
8699 24256 28148
```

【図４３】

FIG. 43

```
23353 25683 28619
20308 20717 29796
15424 18549 27624
8364 10552 12097
1131 2885 7391
1261 21060 38209
17317 21621 36705
5639 12807 17190
5191 24907 28557
2388 8217 10171
9817 13630 22551
12602 25327 29827
7656 19444 25085
6267 28863 36436
12681 14004 16008
13384 17331 20619
2733 5250 10975
12205 23370 30549
14780 27173 29844
8279 20595 21487
4138 6047 26339
9456 11906 20885
1705 17926 20388
1454 9194 30263
1231 8351 23181
10266 18803 27246
21186 22194 28560
781 5216 11393
13912 17866 28143
5477 10640 24020
685 19226 26846
11800 15237 19218
16399 32732 36732
4557 6863 14336
17277 19652 23485
3611 7209 21276
1050 21873 30442
2306 18242 28443
5814 9730 22265
1208 6778 7945
7738 14314 14752
26797 35849 37481
10778 14777 37667
2552 23380 26101
2779 15412 34159
3571 29931 32092
```

【図４４】

FIG. 44

```
Rate 7/16 N=69120  他のタイプB
  3781 6916 6934 11478 12245 13955 15314 15521 16710 18163 21883 24658 26586 27981
28648 31274 31994 34499 37654 38089 38646
  3409 4491 5576 6779 8290 9295 10165 10287 12457 13052 15649 18861 22798 24303 27720
28767 31148 32645 33114 34014 34571
  1346 3203 4376 8828 12144 12192 14471 15695 16838 16973 19039 20649 20772 22260
22370 23704 26220 30178 31953 32499 38758
  1999 2724 2805 5711 5722 8176 8583 12845 13604 14529 16195 19312 19612 19892 22950
23697 24556 26319 27521 27582 31615
  5209 8943 9877 10643 10853 11048 13651 17069 17210 19068 22040 23883 25579 28354
28597 29409 29457 31169 34228 36180 38572
  271 910 4894 5838 7166 9457 12559 12752 16661 16732 19190 21313 21378 24410 25551
25708 28928 30537 30682 31552 37906
  131 4378 6224 8143 9240 11696 14292 14520 19337 22025 26069 27418 29338 31791 32164
32573 33547 34934 36289 37163 37319
  1756 4041 7413 9799 10173 10574 11704 12500 13043 14811 15087 15521 16177 18453
18681 28169 30555 31106 32511 34350 37236
  589 2827 3183 4406 12246 13112 16739 17616 17952 20154 21240 21938 23145 24248
26189 27216 27386 31623 32819 36361 38005
  1214 1245 1755 1940 6822 6895 7750 8687 11684 11802 12942 13362 16423 18240 19600
21676 23939 28782 35714 37597 38146
  286 5126 6405 6586 9097 10975 12268 12805 14506 14744 17117 18827 26361 26441 27256
28757 29140 29568 31553 37795 38655
  961 2442 3434 3890 4209 4320 6417 6430 7180 9265 20461 21026 27325 31207 33765
36370 36500 36977 38064 38244 38418
  5836 8876 9094 9332 13613 13780 14565 15475 15887 16458 16489 16776 18723 21934
24271 24363 25696 27794 37030 38030
  2707 3249 3740 7503 10158 11464 12834 14675 18245 18332 18888 20213 23130 25452
29019 30588 32027 34057 34209 38495
  381 570 3671 10027 10746 11751 12139 18163 19455 19681 20051 23763 25300 26984
27021 28070 28763 30826 33291 37391
  8609 10336 10568 11672 12691 13250 15095 15785 18246 20835 21516 24332 24612 25226
27732 28106 32122 32676 33437 36733
  2063 3030 4285 4466 7200 10031 14609 15378 16363 20611 20757 21235 21420 22476
24313 24319 28117 29270 34947 38242
  425 1528 3005 4946 5624 6809 11163 11656 14898 16555 19289 20411 22140 23168 27381
28648 31395 34424 37450 37775
  7763 12513 14792 20465
  3337 4306 13225 26639
  3511 4168 7745 18770
  3034 26440 31723 32582
  2458 13276 28213 34317
  4590 5331 9772 22678
  6678 16422 17052 22284
  4795 7956 23271 34038
  5100 15330 23420 23750
  20996 25124 29783 38015
  3207 5296 6461 26697
  16855 27613 31134 31686
  645 9868 18039 29836
  2837 27058 32786 37066
  5648 25181 31874 35839
  1831 21924 31081 33927
  5649 7669 15910 33928
  1748 10198 33744 35288
  2171 17317 31053
  11028 20243 35491
```

【図４５】

FIG. 45

```
17583 20154 34159
17839 23678 37001
4358 14031 25177
12213 18527 26206
1897 9338 17717
9315 20885 34713
26252 29369 36804
1535 19475 31065
11508 26408 34731
4430 11634 38416
8986 11977 34069
17765 24479 30156
1099 26782 31497
981 18470 28248
9162 13600 19481
5511 19553 30120
2299 35420 38187
1631 10361 36516
10702 24063 37997
26964 33568 33761
10905 13637 24483
12467 16884 21722
4981 23353 24018
6032 23198 29021
9021 11723 19411
12601 22896 32001
5407 20108 22816
21401 22681 23327
15260 23228 25012
12631 18459 34837
14055 27588 37191
6994 7622 19062
26176 31883 35168
29635 34213 34806
271 7694 36198
28822 31540 36325
5327 14023 35685
5336 5992 29716
2240 19183 21378
6970 21252 23374
8500 19154 29238
5559 6658 16206
18842 34518 34742
729 10571 34149
1654 2000 35507
12555 29469 38762
```

【図４６】

FIG. 46

```
Rate 8/16 N=69120  タイプB
  1850 4176 4190 7294 8168 8405 9258 9710 13440 16304 16600 18184 18834 19899 22513
25068 26659 27137 27232 29186 29667 30549 31428 33634
  2477 2543 5094 8081 9573 10269 11276 11439 13016 13327 16717 18042 19362 19721
20089 20425 20503 21396 24677 24722 28703 32486 32759 33630
  1930 2158 2315 2683 3818 4883 5252 5505 8760 9580 11867 13117 14566 15639 17273
18820 21069 24945 25667 26785 30678 31271 33003 33244
  1279 1491 2038 2347 2432 4336 4905 6588 7507 7666 8775 9172 10405 12249 12270 12373
12936 13046 13364 15130 17597 22855 27548 32895
  620 1897 3775 5552 6799 7621 10167 10172 10615 11367 12093 13241 15426 16623 19467
19792 22069 22370 24472 24594 25205 25954 27800 29422
  582 1618 4673 5809 6318 6883 8051 12335 12409 13176 14078 15206 17580 18624 18876
19079 20786 21177 25894 26395 27377 27757 30167 31971
  1157 2189 4160 4480 5055 8961 9171 9444 10533 11581 12904 14256 14620 15773 16232
17598 19756 21134 21443 22559 23258 25137 25555 28150
  987 1258 1269 2394 4859 5642 5705 6093 6408 7734 8804 10657 11946 16132 20267 25402
26505 26548 27060 29767 29780 31915 31966 33590
  1010 1363 1626 5283 6356 10961 12418 14332 14362 16288 16303 16592 17096 20115
20285 20478 21774 22165 22425 23198 25048 25596 31540 32841
  895 2743 2912 4971 8803 11183 14500 14617 14638 16776 17901 18622 20244 20845 22214
25676 26161 26281 29978 30392 30922 31542 32038 32443
  188 260 411 2823 5512 5645 10019 11856 12671 14273 14673 16091 16169 22333 22934
22945 23542 26503 27159 27279 28277 30114 31626 32722
  357 516 3530 4317 8587 9491 10348 11330 13446 14533 15423 17003 17217 19127 20088
20750 21767 22386 24021 27749 29008 29376 30329 32940
  2909 3036 4875 9967 10632 12069 12410 14004 14628 15605 15852 18231 18657 19705
20620 22241 29575 29656 31246 32190 32781 33489 33842 34492
  4242 5461 5577 7662 11130 13663 17240 17773 18339 19400 22905 24219 25464 25890
26359 27121 27318 27840 30800 32587 32924 33427 33940 34058
  421 2222 3457 5257 5600 10147 12754 17380 18854 20333 20345 20752 24578 25196 25638
25725 25822 27610 28006 28563 29632 29973 29991 34166
  41 207 1043 4650 5387 6826 7261 8687 9092 10775 11446 12596 16613 19463 20923 24155
24927 25384 26064 27377 28094 32578 32639 34115
  1050 5731 15820 16281 26130 29314
  5980 6161 14479 22181 22537 32924
  7828 9134 11297 17143 25449 29674
  8299 10457 14486 21548 22510 32039
  1527 7792 10424 19166 29302 29768
  5823 13974 21254 21506 25658 29491
  6285 9873 12846 14474 17005 29377
  1740 4929 8285 20994 32271 34522
  12862 16827 22427 23369 27051 30378
  4787 10372 10408 12091 20349 26162
  6659 22752 24697 28261 28917 32536
  6788 15367 21778 28916 30324 33927
  7181 12373 21912 24703 28680 34045
  2238 4945 14336 19270 29574 33459
  10283 15311 17440 24599 24867 28293
  324 5264 5375 6581 24348 30288
  3112 7656 23825
  21624 22318 22633
  5284 19790 22758
  2700 4039 12576
  17028 17520 19579
  11914 17834 33989
  2199 5502 7184
  22 20701 26497
```

【図４７】

FIG. 47

```
5551 27014 32876
4019 26547 28521
7580 10016 33855
4328 11674 34018
8491 9956 10029
6167 11267 24914
5317 9049 29657
20717 28724 33012
16841 21647 31096
11931 16278 20287
9402 10557 11008
11826 15349 34420
14369 17031 20597
19164 27947 29775
15537 18796 33662
5404 21027 26757
6269 12671 24309
8601 29048 29262
10099 20323 21457
15952 17074 30434
7597 20987 33095
11298 24182 29217
12055 16250 16971
5350 9354 31390
8168 14168 18570
5448 13141 32381
3921 21113 28176
8756 19895 27917
9391 16617 25586
3357 18527 34238
2378 16840 28948
7470 27466 32928
8366 19376 30916
3116 7267 18016
15309 18445 21799
4731 23773 34546
260 4898 5180
8897 22266 29587
2539 23717 33142
19233 28750 29724
9937 15384 16599
10234 17089 26776
8869 9425 13658
6197 24086 31929
9237 20931 27785
10403 13822 16734
20038 21196 26868
13170 27813 28875
1110 20329 24508
11844 22662 28987
2891 2918 14512
15707 27399 34135
8687 20019 26178
6847 8903 16307
23737 23775 27776
17388 27970 31983
```

【図４８】

FIG. 48

```
Rate 8/16 N=69120  他のタイプB
  1194 2400 2789 3893 5030 5033 7851 10775 12793 13985 15133 16913 18431 18436 19931
20421 21073 23361 24493 26860 28864 34457
  1818 2451 7250 7687 8756 9438 11365 12085 12956 14339 17179 17395 17695 21298 21870
23350 24405 25359 26180 28086 30345 32192
  206 4671 5265 6393 7960 9628 9839 11216 11352 12190 15252 15310 16952 17066 19600
21722 22729 25154 26172 27666 28099 34330
  769 3876 4330 7293 8230 8431 14839 14856 17227 18920 18964 22763 22860 23184 24350
25709 26099 27143 27330 28311 33058 33640
  123 1567 3562 5478 8714 9355 10394 10413 12711 12949 16390 19491 25027 27126 28594
28897 28965 29846 31037 32273 33114 33164
  2545 6567 9115 10916 11048 11526 11675 13251 13359 13758 14344 14795 15700 15994
16516 17918 19530 20572 27737 28087 30591 32277
  485 1069 1561 1685 2841 3856 6096 6854 7715 10535 18860 19241 21526 23316 24224
24315 25631 29180 31725 33481 33719 33968
  279 1102 5684 6114 8078 10368 10912 11442 11889 14611 15192 16193 16779 17454 21249
23471 23517 24226 25910 26237 28126 33541
  774 3559 3708 3919 4588 5736 5816 6424 8253 9708 11379 12845 13139 18161 25545
27698 30011 32310 32388 32894 34141 34274
  2136 3009 5250 5692 8090 12167 12227 13741 14201 14671 14674 14899 16619 18688
21509 22772 24361 24681 32835 33835 33878 33996
  2410 3265 6681 7912 8316 9076 10257 11336 12959 13043 16289 16798 19530 20607 21636
22652 25743 27170 28501 30316 30381 34192
  319 528 2926 3212 8888 9526 10802 16128 16206 17305 17542 17850 18019 21127 22494
23945 24080 24901 25540 27434 29640 33300
  7616 9188 9326 10429 10455 11285 11787 13435 14037 16175 18470 19131 21639 21810
22423 24599 25018 28546 29069 29715 32689
  1910 2775 3753 4013 6351 8865 12978 13683 14512 18254 18521 18897 19077 20010 21623
21634 24967 26045 31096 33597 33984
  313 1368 2647 4352 5022 6109 9941 10298 12553 13196 14783 17155 18100 19718 20620
24301 25486 27909 30534 33259 34513
  2174 2552 2756 2831 3660 3838 4124 6346 6923 11057 11348 11716 16473 18152 20008
21875 23400 25136 27305 28890 30208
  2677 4884 5180 14655 18383 20722
  3731 4560 16588 20888 22987 30500
  2776 11584 13605 23303 26861 33705
  4750 5877 15021 24513 25807 27249
  1733 8791 26142 28266 28573 32676
  2576 4916 22443 24303 29550 31838
  1609 5086 19583 27560 28457 30786
  1555 7025 9030 14979 29890 31128
  2134 9879 15542 27554 31328 31506
  15699 17881 18012 21037 30363 32843
  4086 12709 15898 16296 22656 23283
  1646 8284 8347 10975 17603 30820
  1384 19111 23378 26081 27575 33447
  4029 10225 10310 17309 23450 32464
  7980 10708 15814 26794 30307 34137
  938 1050 16505 21793 23756 27989
  12080 17375 25097
  4944 8065 26757
  17431 31423 33965
  2055 9209 32469
  1478 9521 21387
  29845 30046 33714
  9682 12149 23918
  11085 19303 21788
```

【図４９】

FIG. 49

```
4468 15006 21379
5284 20588 20738
8014 17206 25821
10381 20361 28424
4863 11209 17937
20210 20328 20730
13542 19028 22227
11168 20701 30936
12508 16374 24496
6209 16964 33036
6756 28360 31237
23232 30412 30976
203 6872 26370
25583 32239 32339
4739 12433 28074
4738 26426 31737
2011 5339 18941
6232 17052 20823
7607 18826 25953
4954 14425 17019
5940 16709 30710
638 9382 30894
1771 30351 31507
1514 11139 26183
109 18294 34428
4383 26492 34521
1773 14950 16561
27695 31971 32389
18403 28619 30177
18604 20098 25440
12117 18020 27088
3491 22430 32930
13268 25034 27216
915 23504 30680
4058 16335 25867
686 12461 13265
11645 14604 25925
2389 11979 31351
2153 5962 17134
11556 15306 18241
29222 29572 31650
20901 25671 28487
5556 9824 10776
10249 19003 24103
8918 26171 27774
3029 20658 20956
4488 18921 26120
3930 24219 27094
16134 16168 33971
22365 24953 28351
26753 32830 34099
3823 26356 31319
11488 23615 31762
5977 8588 29437
11223 23697 31768
13038 19258 19346
```

【図５０】

FIG. 50

```
Rate 9/16 N=69120  タイプB
  110 3064 6740 7801 10228 13445 17599 17891 17979 18044 19923 21848 23262 25585
25968 30124
  1578 8914 9141 9731 10605 11690 12824 18127 18458 24648 24950 25150 26323 26514
27385 27460
  3054 3640 3923 7332 10770 12215 14455 14849 15619 20870 22033 26427 28067 28560
29777 29780
  1348 4248 5479 8902 9101 9356 10581 11614 12813 21554 22985 23701 24099 24575 24786
27370
  3266 8358 16544 16689 16693 16823 17565 18543 19229 21121 23799 24981 25423 28997
29808 30202
  320 1198 1549 5407 6080 8542 9352 12418 13391 14736 15012 18328 19398 23391 28117
28793
  2114 3294 3770 5225 5556 5991 7075 7889 11145 11386 16561 18956 19034 23605 26085
27132
  3623 4011 4225 5249 5489 5711 7240 9831 10458 14697 15420 16015 17782 23244 24215
24386
  2624 2750 3871 8247 11135 13702 19290 22209 22975 23811 23931 24872 25154 25165
28375 30200
  1060 1240 2040 2382 7723 9165 9656 10398 14517 16653 21241 22348 23476 27203 28443
28445
  1070 1233 3416 6633 11736 12808 15454 16505 18720 20162 21425 21874 26069 26855
27292 27978
  420 5524 10279 11218 12500 12913 15389 15824 19414 19588 21138 23846 26621 27907
28594 28781
  151 1356 2323 3289 4501 10573 13667 14642 16127 17040 17475 18055 24061 26204 26567
29277
  1410 3656 4080 6963 8834 10527 17490 17584 18065 19234 22211 22338 23746 24662
29863 30227
  1924 2694 3285 8761 9693 11005 17592 21259 21322 21546 21555 24044 24173 26988
27640 28506
  1069 6483 6554 9027 11655 12453 16595 17877 18350 18995 21304 21442 23836 25468
28820 29453
  149 1621 2199 3141 8403 11974 14969 16197 18844 21027 21921 22266 22399 22691 25727
27721
  3689 4839 7971 8419 10500 12308 13435 14487 16502 16622 17229 17468 22710 23904
25074 28508
  1270 7007 9830 12698 14204 16075 17613 19391 21362 21726 21816 23014 23651 26419
26748 27195
  96 1953 2456 2712 2809 3196 5939 10634 21828 24606 26169 26801 27391 28578 29725
30142
  832 3394 4145 5375 6199 7122 7405 7706 10136 10792 15058 15860 21881 23908 25174
25837
  730 1735 2917 4106 5004 5849 8194 8943 9136 17599 18456 20191 22798 27935 29559
  6238 6776 6799 9142 11199 11867 15979 16830 18110 18396 21897 22590 24020 29578
29644
  407 2138 4493 7979 8225 9467 11956 12940 15566 15809 16058 18211 22073 28314 28713
  957 1552 1869 4388 7642 7904 13408 13453 16431 19327 21444 22188 25719 28511 29192
  3617 8663 22378 28704
  8598 12647 19278 22416
  15176 16377 16644 22732
  12463 12711 18341
  11079 13446 29071
  2446 4068 8542
  10838 11660 27428
  16403 21750 23199
  9181 16572 18381
```

【図５１】

FIG. 51

```
7227 18770 21858
7379 9316 16247
8923 14861 29618
6531 24652 26817
5564 8875 18025
8019 14642 21169
16683 17257 29298
4078 6023 8853
13942 15217 15501
7484 8302 27199
671 14966 20886
1240 11897 14925
12800 25474 28603
3576 5308 11168
13430 15265 18232
3439 5544 21849
3257 16996 23750
1865 14153 22669
7640 15098 17364
6137 19401 24836
5986 9035 11444
4799 20865 29150
8360 23554 29246
2002 18215 22258
9679 11951 26583
2844 12330 18156
3744 6949 14754
8262 10288 27142
1087 16563 22815
1328 13273 21749
2092 9191 28045
3250 10549 18252
13975 15172 17135
2520 26310 28787
4395 8961 26753
6413 15437 19520
5809 10936 17089
1670 13574 25125
5865 6175 21175
8391 11680 22660
5485 11743 15165
21021 21798 30209
12519 13402 26300
3472 25935 26412
3377 7398 28867
2430 24650 29426
3364 13409 22914
6838 13491 16229
18393 20764 28078
289 20279 24906
4732 6162 13569
8993 17053 29387
2210 5024 24030
21 22976 24053
12359 15499 28251
```

【図５２】

FIG. 52

```
4640 11480 24391
1083 7965 16573
13116 23916 24421
10129 16284 23855
1758 3843 21163
5626 13543 26708
14918 17713 21718
13556 20450 24679
3911 16778 29952
11735 13710 22611
5347 21681 22906
6912 12045 15866
713 15429 23281
7133 17440 28982
12355 17564 28059
7658 11158 29885
17610 18755 28852
7680 16212 30111
8812 10144 15718
```

【図５３】

FIG. 53

```
Rate 9/16 N=69120  他のタイプB
  344 5260 5449 9663 11572 11933 15244 18579 18949 19398 22175 23672 25646 26228
28656 29695
   94 6796 7678 7790 9294 13003 13506 17577 19909 21842 23240 24312 25607 25987 26138
30141
 3065 9660 10194 11700 12775 17826 17987 18011 18139 24640 24992 25167 25574 26525
27409 27443
 1518 3037 3662 7312 8949 9104 10654 10834 12255 15569 18449 20854 26340 26423 28075
29817
 3919 4274 5506 8843 9351 12805 14505 14817 22069 23012 23697 24041 24857 27342
28623 29808
 1366 3228 8386 9132 10558 11608 16663 16748 18548 21121 21582 23833 24567 25013
25403 29764
  308 1250 6105 8501 13402 14997 16464 16818 17606 18331 19164 19334 23429 28729
29007 30169
 1554 3279 5266 5459 5567 5975 7137 7853 9379 12396 14725 16695 19013 26100 27158
28072
 2133 3771 4208 5514 5638 7263 9895 10454 11108 11387 15416 15975 18907 23647 24254
24409
 2608 3636 3885 4012 5274 8303 11157 13722 14668 17777 22255 22941 23224 23929 24944
30207
 1070 1235 2018 2770 7700 9196 10392 16689 19241 21249 23477 23848 25122 25188 28342
28421
 2429 9607 14502 15391 18716 20177 21473 21901 22390 26796 27148 27280 28004 28402
  998 1213 3439 6597 10328 11231 11688 12840 16477 19477 19575 21107 26074 26599
  486 1371 3334 5527 12458 12880 15407 15875 18054 23790 27937 28635 28771 29282
  120 2312 4476 10565 13656 14622 16086 17050 17477 17581 24038 26200 26615 29827
 1348 3651 4047 6897 8889 10520 17523 18098 19120 22206 22293 23689 24682 30177
 2079 2735 3279 8789 11028 17564 21316 21515 21532 24039 24130 26966 27697 28492
 6469 6581 9021 9726 11535 12494 16590 17814 18338 19023 21298 21308 21437 28882
  151 1046 2232 8476 11980 18863 21898 22338 22363 22712 23817 25461 25734 29400
 1668 3131 10514 12275 13430 14485 14992 16193 16508 16629 17274 21073 25068 27722
 3687 4793 7964 8450 9907 16051 17443 17599 19361 21676 22751 23868 27209 28484
  143 1270 6994 12753 14256 21367 21805 21839 22983 23617 26439 26733 26876 30154
 1992 2512 2731 2804 3245 5915 10631 15085 15832 24562 26149 27402 28617 29672
  834 3370 4116 5323 6152 7121 7454 7716 10103 10818 21888 23912 25179 25823
  741 1684 2871 4082 4984 5870 8192 8918 9090 17613 20205 22816 27968 29511
  370 6780 8411 26549
 5927 9312 11874 20454
 4336 17108 18408 18897
 6749 18091 26151
 7902 18151 21999
15828 18958 24454
  404 14744 15626
 8591 14022 28659
 2040 5109 11281
  942 4875 29186
 7636 13511 17003
 4387 13433 30206
19971 22197 28180
 1903 7945 21440
 7599 12181 17498
 9627 9781 29214
 5913 19534 19715
17181 18814 22441
 9332 10906 22747
11759 12446 13494
```

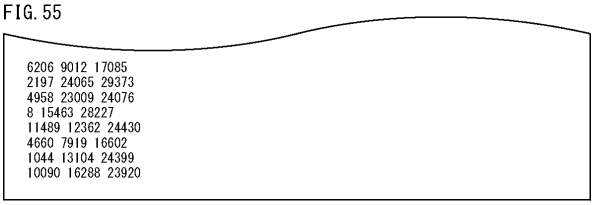
【図５４】

FIG. 54

```
2153 8541 29548
4064 9514 23731
11472 14128 21164
5437 15964 23258
7653 17635 21840
9305 17248 22322
1217 11497 29585
6530 8964 23600
5541 6473 28616
8027 17996 21190
16475 18933 27974
602 8864 17254
5278 10823 13942
4219 15579 27155
654 8304 14964
11905 20886 22560
12724 20022 25462
5307 11167 28611
3689 13424 15205
2807 16621 18304
5593 17026 23628
1847 3244 22123
7578 15120 17363
5249 15063 24837
5996 6161 11489
4804 9001 20869
23529 29222 29282
5215 8637 18187
11992 22251 26548
2797 9705 18211
3749 12285 14742
7143 8240 10294
16576 20448 27195
1063 1109 21510
2094 9194 13298
10566 18281 27976
3243 13978 15137
2536 17133 28750
4405 8946 26327
6412 10950 26757
5797 17123 19493
1602 10946 25184
5840 13553 21189
6175 8343 11687
5480 15151 22652
16701 21831 25393
12444 26268 30217
13405 25944 26459
3507 7470 28891
2432 3442 29419
3410 22921 24658
13423 13472 16250
6851 18360 20810
270 20303 28071
4759 13533 24922
```

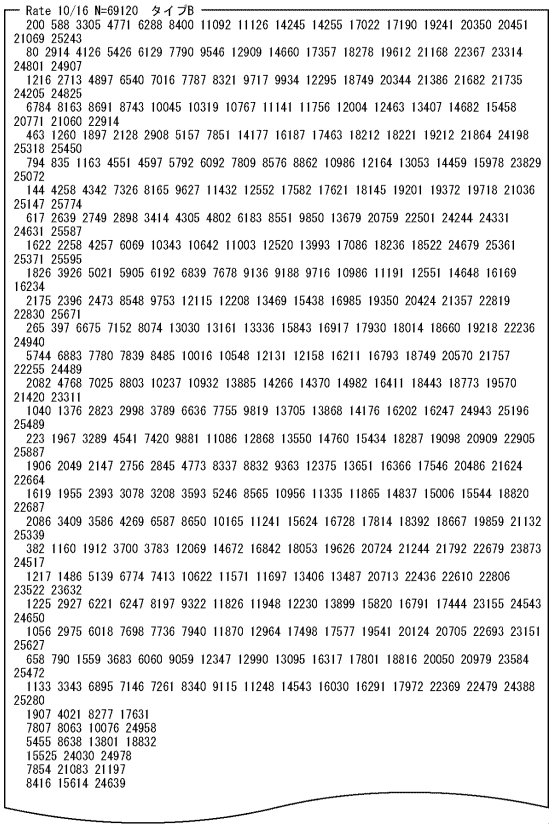
【図５５】

FIG. 55



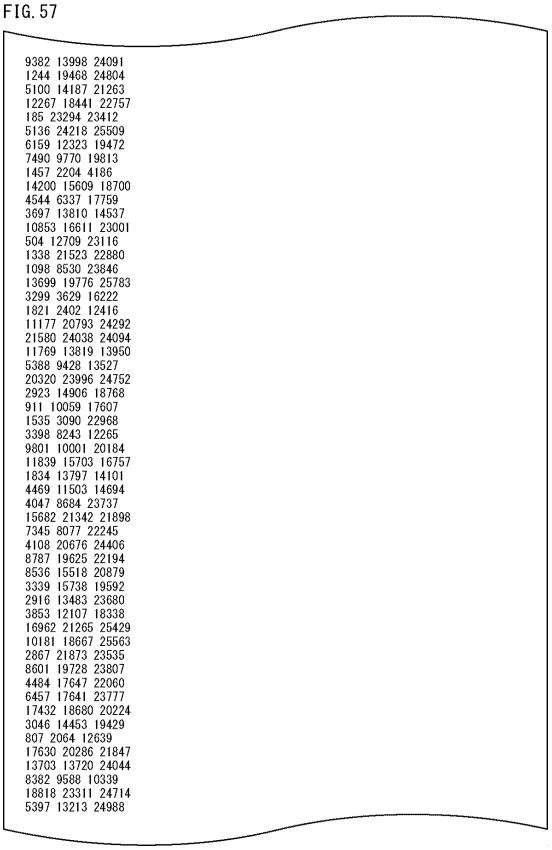
【図５６】

FIG. 56



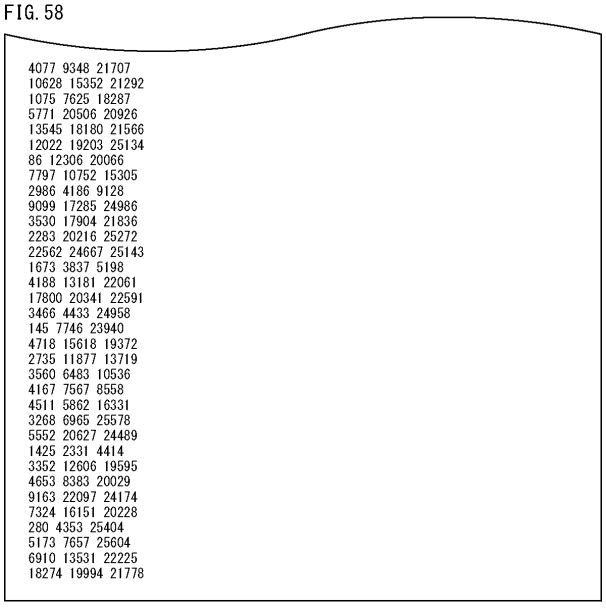
【図５７】

FIG. 57



【図５８】

FIG. 58



【図５９】

FIG. 59

```
Rate 10/16 N=69120  他のタイプB
  271 1020 5185 7275 8003 11480 12855 14175 14467 15086 15696 16443 16565 18130 20056
24630 24862 25892
  1339 1853 2850 3222 4490 4644 4818 5174 6072 6698 10681 12635 14197 16281 20247
22338 23417 24076
  3129 3405 3651 4498 4751 4876 6253 8473 8938 9552 9761 12593 13222 13694 15200
16230 20806 20887
  1055 2296 2308 3380 7113 9524 11765 16519 19064 19672 19895 20421 20498 21381 21565
21587 24283 25908
  932 1729 2020 6611 7879 8243 8912 12436 14276 16021 18171 19185 20154 23285 23342
24000 24372 24391
  802 1025 2896 5686 9630 10075 10956 13238 14133 16693 16799 17305 18117 18375 18739
22385 22805 23012
  365 1160 2879 4714 8810 10702 11054 13219 13599 14592 15414 20406 20592 22774 24045
24529 24666 25074
  113 1165 1947 3823 5944 9058 9129 11673 12560 13816 14978 15027 15095 19019 20354
22452 25588
  1637 2422 3115 3487 7500 7590 15048 15512 16354 18274 18449 19120 20724 21135 23145
23732 25911
  2845 5592 7719 8334 9489 9892 10722 15313 15721 16306 18219 18232 18387 18503 20614
24467 24761
  114 903 1910 5652 7270 10269 14202 16169 18835 19131 19208 19475 20389 21871 22037
23766 25226
  1391 2688 6776 9001 10533 11495 12445 12868 13853 14176 14195 14764 18050 19508
20450 21465 24422
  1118 3116 4245 5978 7207 8450 10891 13765 14966 15115 16605 18300 18630 19680 22654
22905 23307
  99 2340 2383 2766 5097 9097 12169 18669 18716 20237 21059 22426 22990 23495 24511
25416 25790
  701 1693 2106 2897 4540 5298 6106 6380 6604 8683 9279 12937 13575 18789 20512 21598
22132
  608 1473 2459 3522 3593 4295 5008 7004 7699 7786 14450 15096 15830 17286 19571
23907 25288
  5399 5791 5815 6785 7837 9632 10181 13688 15504 15594 15783 18758 18900 19305 20550
25385 25404
  355 819 1841 3868 6517 7054 8097 10246 11123 11573 13354 13565 13807 14072 24327
24620 25028
  1296 1630 3750 5091 6496 6780 7154 8414 11468 15004 16441 16619 18374 19047 22090
24448 24606
  1818 3512 7338 7994 8149 8875 9345 9985 10716 11568 13029 16063 16709 19295 19487
20368 24977
  1024 2737 3819 5584 6314 7683 7965 9796 13695 13917 14267 16079 18133 18763 19880
20213 25354
  509 3489 4746 5544 6877 7607 9237 11923 12548 13078 14148 14809 15479 18172 23026
23320 24011
  565 3039 3652 4540 7101 9564 10165 10898 11473 12788 12884 13091 15654 17926 19344
21818 24494
  1554 2393 2767 4498 4755 5179 5306 6509 9849 12108 12920 14191 14607 14854 18992
20294 21249
  1680 2417 4122 7193 7727 8288 10235 10518 12601 15579 15606 17894 19077 20170 22807
25023 25075
  5260 7065 8165 8835
  925 1768 14353 17531
  946 1215 1772 12359
  816 8662 9026
  2813 12966 16694
  2230 11960 14896
```

【図６０】

FIG. 60

```
  3800 24516 25345
  5484 8458 23922
  4987 9596 19066
  1436 9374 14690
  5028 11659 21771
  5315 7165 18489
  10407 12975 19434
  5145 10245 18045
  10673 22010 25886
  11519 22187 22639
  2980 24742 25213
  3076 6738 25207
  2739 2928 21112
  11489 11589 19758
  5855 14238 15751
  17401 17827 24389
  824 11592 21377
  5183 5873 7732
  1876 14696 25162
  4304 20607 20618
  10 13313 19688
  9836 11073 25026
  4018 6771 20919
  927 14197 20942
  8641 12334 21236
  3269 14018 20385
  2351 4788 18118
  11617 18588 22838
  12792 15919 21163
  3349 11643 17565
  14371 19374 25649
  10067 11785 19622
  4569 13536 18587
  5964 10331 13181
  599 19974 24864
  6112 14924 15064
  6583 10602 24102
  9557 24762 25615
  6604 15093 16126
  8661 14067 25778
  7528 13483 14749
  2778 5178 17304
  9446 14594 20687
  4643 9835 10941
  9150 16139 21198
  2718 10848 25290
  7441 8240 16973
  11007 18715 22798
  14372 14528 25882
  12746 22454 23509
  460 6355 23769
  12219 16424 20964
  2807 9851 19461
  1927 9166 15241
  6383 20232 24804
```

【図６１】

FIG. 61

```
  6897 12660 14081
  974 21928 23655
  3028 3106 15497
  853 1253 16940
  7120 13030 17698
  4899 7645 13181
  3241 17169 25337
  818 10204 15188
  5719 19557 20043
  15487 18016 22407
  2235 3953 22675
  4744 10340 24145
  7241 9321 25600
  7221 11284 16819
  4930 23831 23960
  6080 10021 14223
  1735 2786 4567
  4388 8739 18918
  9298 9450 19150
  1233 13832 24372
  15796 15975 21750
  6155 15182 18451
  203 11202 19855
  16073 23604 25852
  98 19028 20997
  7921 11254 12101
  6747 7647 8952
  2010 19596 24301
  7463 19200 24382
  1705 17928 25288
  2005 9490 17390
  3413 11573 17375
  9213 13062 14270
  1307 15050 20865
```

【図６２】

FIG. 62

```
Rate 11/16 N=69120  タイプB
  983 2226 4091 5418 5824 6483 6914 8239 8364 10220 10322 15658 16928 17307 18061
  1584 5655 6787 7213 7270 8585 8995 9294 9832 9982 11185 12221 12889 17573 19096
  319 1077 1796 2421 6574 11763 13465 14527 15147 15218 16000 18284 20199 21095 21194
  767 1018 3780 3826 4288 4855 7169 7431 9151 10097 10919 12050 13261 19816 20932
  173 692 3552 5046 6523 6784 9542 10482 14658 14663 15168 16153 16410 17546 20989
  2214 2286 2445 2856 3562 3615 3970 6065 7117 7989 8180 15971 20253 21312 21428
  532 1361 1905 3577 5147 10409 11348 11660 15230 17283 18724 20190 20542 21159 21282
  3242 5061 7587 7677 8614 8834 9130 9135 9331 13480 13544 14263 15438 20548 21174
  1507 4159 4946 5215 5653 6385 7131 8049 10198 10499 12215 14105 16118 17016 21371
  212 1856 1981 2056 6766 8123 10128 10957 11159 11237 12893 14064 17760 18933 19009
  329 5552 5948 6484 10108 10127 10816 13210 14985 15110 15565 15969 17136 18504
20818
  4753 5744 6511 7062 7355 8379 8817 13503 13650 14014 15393 15640 18127 18595 20426
  1152 1707 4013 5932 8540 9077 11521 11923 11954 12529 13519 15641 16262 17874 19386
  858 2355 2511 3125 5531 6472 8146 11423 11558 11760 13556 15194 20782 20988 21261
  216 1722 2750 3809 6210 8233 9183 10734 11339 12321 12898 15902 17437 19085 21588
  1560 1718 1757 2292 2349 3992 6943 7369 7806 10282 11373 13624 14608 17087 18011
  1375 1640 2015 2539 2691 2967 4344 7125 9176 9435 12378 12520 12901 15704 18897
  1703 2861 2986 3574 7208 8486 9412 9879 13027 13945 14873 15546 16516 18931 21070
  309 1587 3118 5472 10035 13988 15019 15322 16373 17580 17728 18125 18872 19876
20457
  984 991 1203 3159 4303 5734 8850 9626 12217 17227 17269 18695 18854 19580 19684
  2429 6165 6828 7761 9761 9899 9942 10151 11198 11271 13184 14026 14560 18962 20570
  876 1074 5177 5185 6415 6451 10856 11603 14590 14658 16293 17221 19273 19319 20447
  557 607 2473 5002 6601 9876 10284 10809 13563 14849 15710 16798 17509 18927 21306
  939 1271 3085 5054 5723 5959 7530 10912 13375 16696 18753 19673 20328 21068 21258
  2802 3312 5015 6041 6943 7606 9375 12116 12868 12964 13374 13594 14978 16125 18621
  3002 6512 6965 6967 8504 10777 11217 11931 12647 12686 12740 12900 12958 13870
17860
  151 3874 4228 7837 10244 10589 14530 15323 16462 17711 18995 19363 19376 19540
20641
  1249 2946 2959 3330 4264 7797 10652 11845 12987 15974 16536 17520 19851 20150 20172
  4769 11033 14937
  1431 2870 15158
  9416 14905 20800
  1708 9944 16952
  1116 1179 20743
  3665 8987 16223
  655 11424 17411
  42 2717 11613
  2787 9015 15081
  3718 7305 11822
  18306 18499 18843
  1208 4586 10578
  9494 12676 13710
  10580 15127 20614
  4439 15646 19861
  5255 12337 14649
  2532 7552 10813
  1591 7781 13020
  7264 8634 17208
  7462 10069 17710
  1320 3382 6439
  4057 9762 11401
  1618 7604 19881
  3858 16826 17768
```

【図６３】

FIG. 63

```
6158 11759 19274
3767 11872 15137
2111 5563 16776
1888 15452 17925
2840 15375 16376
3695 11232 16970
10181 16329 17920
9743 13974 17724
29 16450 20509
2393 17877 19591
1827 15175 15366
3771 14716 18363
5585 14762 19813
7186 8104 12067
2554 12025 15873
2208 5739 6150
2816 12745 17143
9363 11582 17976
5834 8178 12517
3546 15667 19511
5211 10685 20833
3399 7774 16435
3767 4542 8775
4404 6349 19426
4812 11088 16761
5761 11289 17985
9989 11488 15986
10200 16710 20899
6970 12774 20558
1304 2495 3507
5236 7678 10437
4493 10472 19880
1883 14768 21100
352 18797 20570
1411 3221 4379
3304 11013 18382
14864 16951 18782
2887 15658 17633
7109 7383 19956
4293 12990 13934
9890 15206 15786
2987 5455 8787
5782 7137 15981
736 1961 10441
2728 11808 21305
4663 4693 13680
1965 3668 9025
818 10532 16332
7006 16717 21102
2955 15500 20140
8274 13451 19436
3604 13158 21154
5519 6531 9995
1629 17919 18532
15199 16690 16884
```

【図６４】

FIG. 64

```
5177 5869 14843
5 5088 19940
16910 20686 21206
10662 11610 17578
3378 4579 12849
5947 19300 19762
2545 10686 12579
4568 10814 19032
677 18652 18992
190 11377 12987
4183 6801 20025
6944 8321 15868
3311 6049 14757
7155 11435 16353
4778 5674 15973
1889 3361 7563
467 5999 10103
7613 11096 19536
2244 4442 6000
9055 13516 15414
4831 6111 10744
3792 8258 15106
6990 9168 17589
7920 11548 20786
10533 14361 19577
```

【図６５】

FIG. 65

```
Rate 11/16 N=69120  他のタイプB
5490 5926 6153 9501 10594 12266 13298 15737 15849 16368 18972 20100 21448
2883 3284 4934 6022 6970 7082 7565 9582 10633 13616 14218 16328 17327
175 521 2754 3971 5252 9283 9285 14281 16044 16969 17080 17577 21029
2415 4516 5139 6516 10793 11827 11855 14197 14510 15207 16311 17658 20663
80 3472 7951 8080 10234 12239 17853 18113 18604 19386 20179 20679 20725
988 2274 4092 5402 5870 6505 6901 8246 8386 15629 16943 17316 18097
5692 6810 7203 7269 8586 8944 9272 9798 10328 11207 12875 17544 19096
355 1581 1785 9970 11809 12194 13440 14564 15168 15223 18191 20182 21117
667 1018 1025 2413 3831 4298 4819 6560 12059 15977 19856 20922 21207
684 3795 5098 6508 7183 7421 9179 10113 10456 10891 13305 14643 17525
159 3554 3627 6834 7991 9511 14657 15156 15986 16186 16393 20958 21460
2207 2335 2460 2869 3555 3994 6085 7103 8180 17292 20216 20261 21348
499 1362 1881 3575 5138 11393 11691 15210 18752 20530 21177 21242
5077 7604 7627 8584 8821 9172 10386 13490 14242 15449 20528 21129
1507 3244 4191 4940 5204 6376 8096 9178 9336 10454 12190 13538
2082 5646 7082 10181 12858 14150 16128 17004 17819 18937 18971 21407
237 1809 2033 6763 8105 10113 10945 11139 11237 14068 14992 15995
330 5520 5994 6525 10099 10815 13203 15021 15569 17146 18507 20783
4741 5712 6488 7075 8380 10111 13532 14029 15626 18154 18562 20413
5868 7360 8541 8769 11577 11898 11953 13672 15406 16261 17845 19412
1145 1683 2373 2477 3994 5561 8112 9087 12486 13559 15649 21244
887 3164 6234 6422 11430 11562 11788 13538 15200 15956 20795 20985
219 1673 2743 3830 8271 9190 10706 11317 12300 12854 17422 19111
1575 1795 2309 2348 4018 6919 7343 7816 10267 11376 14604 21551
1371 1736 2555 2945 4351 7124 12516 13672 15681 17083 18027 18886
1657 2039 2680 2830 8469 9134 9431 9848 12366 12933 13065 18903
1698 2963 3555 7254 9376 13944 14837 15339 15552 16532 17600 21115
325 1586 3064 5498 10061 14027 15028 16349 17719 18177 19867 20401
990 1009 3173 4310 5642 8862 12180 17278 18682 18874 18888 19573
1213 6143 9641 9722 9924 11186 11264 13174 17240 18977 19716 20530
10313 14037
3209 14570
6831 19778
5185 12416
5204 7840
11612 19708
4659 5323 14616
3845 10823 20987
7315 18851 19284
393 9282 17957
6615 9927 19581
8762 10378 18285
126 979 14823
7406 16098 21548
5070 7514 17416
10867 16714 21080
541 1786 19439
909 7175 7837
6412 21072 21433
600 14981 18811
7068 8454 13564
8869 9382 12550
2959 12960 13342
3342 16081 18877
5024 6538 11481
6968 16526 21138
```

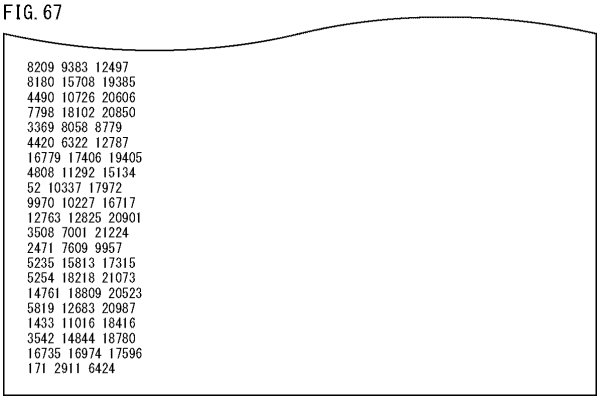
【図６６】

FIG. 66

```
7454 11219 12698
11932 12947 16517
10331 12943 17316
7005 10228 18632
75 15320 20696
5870 5915 13512
14560 17709 19541
16464 18083 19314
130 3689 20149
957 17371 17573
7746 9927 19855
11643 16516 20091
1505 10633 12002
3844 11767 16366
4765 10654 16233
1419 1890 9048
145 10483 19316
396 7322 18963
918 1634 19717
667 7091 21486
291 15485 21553
1119 2755 16534
9347 10335 17322
17926 20004 20269
192 11781 18888
10845 13081 14349
2186 16948 20609
2190 16999 17340
550 8318 15654
14684 16175 19827
436 2578 10257
7772 8333 16220
7283 9160 19568
1817 7490 10732
1379 3761 9571
7222 11433 19744
13051 18284 18482
6727 16078 17813
7829 12003 17376
6393 11850 16334
5570 12906 17366
1887 2815 13127
862 16341 16977
2441 10081 15136
1325 13948 21228
15583 17700 21313
6285 16705 20468
2372 7152 16478
3762 14746 19837
5380 14780 18375
7074 9956 19811
12004 12078 21514
695 1739 2571
5752 12729 17139
11359 11604 14650
```

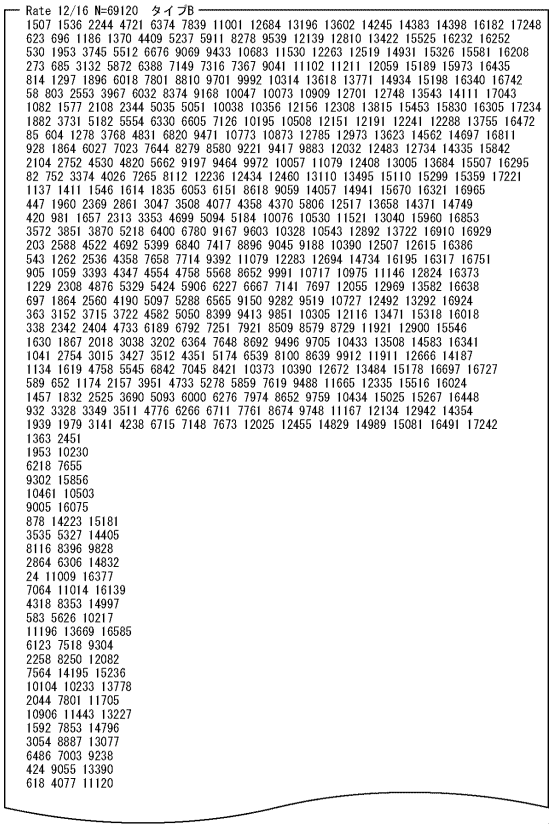
【図６７】

FIG. 67



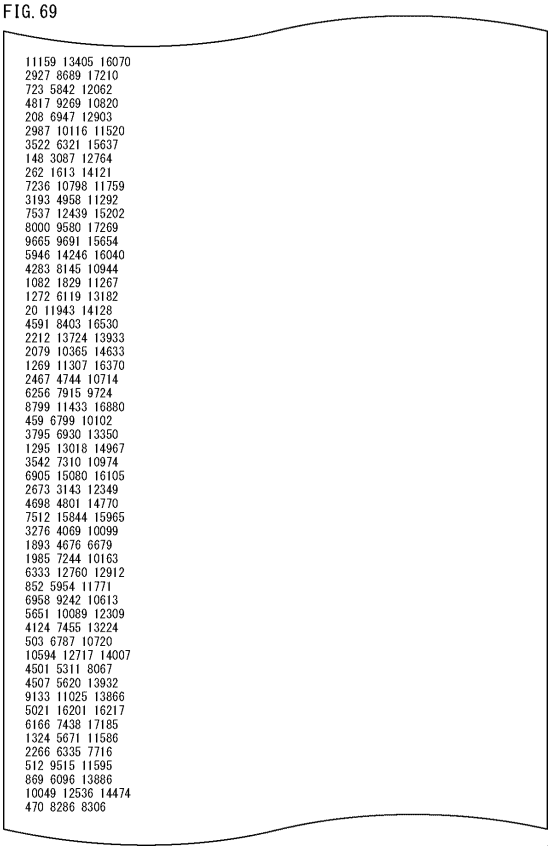
【図６８】

FIG. 68



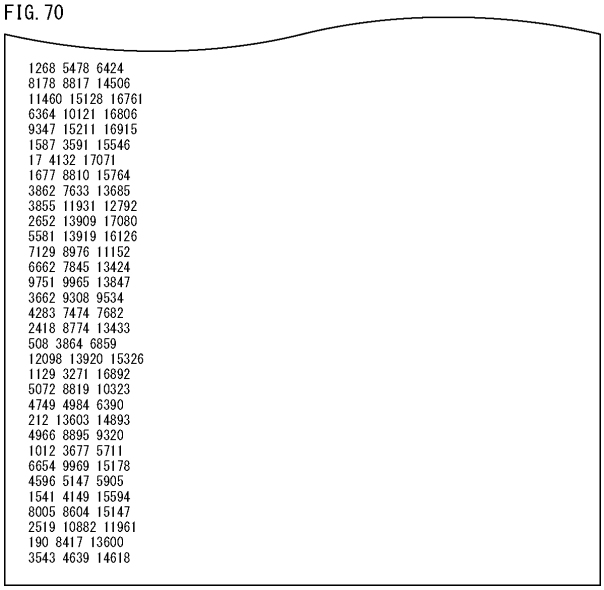
【図６９】

FIG. 69



【図７０】

FIG. 70



【図７１】

FIG. 71

Rate 12/16 N=69120 他のタイプB

142 2165 3185 4195 5590 5742 7410 10850 12863 13660 14020 16831
397 3640 4105 7434 9470 9491 11337 11448 13018 13562 14133 16512
56 1940 2743 5216 6347 8608 9778 11569 12156 14913 15519 16598
791 4323 4700 5211 6469 8199 12509 13542 14292 14489 16171 16605
1818 3304 4541 5563 5792 6609 6684 7166 8280 13868 14456 15283
1293 5440 5814 6864 7396 7860 8007 8929 9766 10275 14026 16130
315 1405 1943 9455 10782 11634 12127 12159 12802 14565 16894 16955
553 777 857 3044 3415 3866 5269 5942 8716 9617 15845 16739
541 3047 4121 5219 5750 7341 8094 8377 10625 11751 14027 16778
114 2846 2917 5468 6412 7606 11745 12096 12808 12931 13150 17183
1757 1833 1954 2287 2852 3178 4890 5688 6571 13856 16191 17042
436 1494 2848 4085 9080 9348 12151 14977 16140 16443 16917 16995
1083 4047 6060 6867 7084 7325 8350 10757 11419 12374 16450 16904
1239 2629 3357 3945 4129 5112 6106 6439 7300 7470 9760 10841
1634 4538 5696 8145 8363 11300 12883 13607 14248 15134 15181 17123
161 1476 1584 5398 6524 8082 8757 8927 9018 10297 11238 12799
283 4460 4788 8081 8652 10590 11954 12024 12443 13684 14830 16639
3817 4569 5212 5225 5642 6709 8069 10835 11184 12541 14503 16342
4688 5857 7055 9256 9523 9555 10935 12296 13024 14271 14842 15510
950 1364 1886 2001 3202 4445 6861 7266 10005 10827 12503 17034
676 2506 5170 6505 9123 9223 9428 10841 12158 12720 16647 16796
160 1341 2169 3030 4986 6616 7382 8557 9035 9855 10304 13928
1275 1429 1905 3211 5541 5874 6259 8254 9098 11688 15281 17260
1092 1367 1825 2046 3468 5686 10019 10898 12575 13663 14429 15077
1321 1604 2153 2296 2364 7328 7554 7888 9903 10391 10427 15163
1346 2379 2878 5786 6798 7501 11153 11894 12245 12440 13244 16895
240 1276 2457 4404 8038 11188 12037 13089 14099 14497 15895 16362
799 813 2506 3447 4526 7075 9747 13800 14189 14949 15078 15106
988 4928 7720 7814 8950 9006 10522 13788 15213 15671 15755 16432
850 1927 4131 4155 5432 6209 7913 7946 8159 11227 11630 15452
14826 16365
11703 12119
712 13566
3116 11731
7615 15442
1992 5349
221 4010 5696
7888 12867 13468
3483 10904 13985
443 8895 11950
6009 10985 12686
2658 6385 13354
8724 15844 16946
5553 10363 16261
2195 5238 10663
598 14905 15764
1356 4805 10512
1933 5558 9695
2230 7616 10698
1298 2645 10290
4025 8617 14782
9819 10189 16907
1284 4501 8928
10113 10629 17016
947 10255 11116
2798 15081 15460

【図７２】

FIG. 72

6519 8395 9415
3112 8471 16950
3533 15619 16970
11279 11872 15206
116 3420 17037
2067 12776 16138
3697 4594 6209
2367 2540 13278
9495 14852 16127
3104 8112 10391
4142 12073 12995
2472 7209 8753
2944 8383 15319
309 4701 8866
4373 9982 15750
716 5906 13071
78 2218 9153
1514 2173 13201
868 7469 8268
377 2499 16002
11512 15110 15766
5883 10040 17274
3100 3283 13572
5509 11243 14059
6640 12508 14361
444 11714 15330
5032 8197 12948
336 6212 11902
3947 10941 12964
1199 6038 15689
1523 3008 8298
1570 9146 17153
13517 15799 16392
10424 12847 14222
2769 4919 5386
5113 9478 12123
7335 13077 13877
1494 3229 10364
4095 4963 12427
1923 3102 6193
8090 8142 16950
12476 14207 15195
9909 13375 16390
4912 13153 15689
5717 11788 15854
2976 5965 14731
5661 11816 15865
2726 6512 9612
570 2062 11845
1359 10196 13672
11719 13691 14355
3858 6418 7492
6563 10020 15506
8583 16473 17261
16339 16680 17098

【図７３】

FIG. 73

6215 14625 14945
3988 6352 13238
6996 12116 13959
5139 13712 16488
8647 14367 16382
2382 8015 10853
10204 13362 16750
5576 10259 16953
1980 2806 6075
8358 12635 14776
3453 14575 16909
2035 3301 16459
3497 15047 16762
2570 8801 11073
2661 6265 15068
11856 13537 14066
1325 2346 12514
848 10405 15966
3122 9804 13003
12159 12651 16601
2207 2362 4348
1576 2758 5671
593 8385 17045
2174 6624 10983
2936 3732 7787
1578 7226 8406
1315 1827 13382
1489 2356 10605
3022 10770 14184
160 5972 6797
2911 5113 16931
7977 12445 12476
1367 4594 13365

【図７４】

FIG. 74

Rate 13/16 N=69120 タイプB

1031 4123 6253 6610 8007 8656 9181 9404 9596 11501 11654 11710 11994 12177
399 553 1442 2820 4402 4823 5011 5493 7070 8340 8500 9054 11201 11387
201 607 1428 2354 5358 5524 6617 6785 7708 10220 11970 12268 12339 12537
36 992 1930 4525 5837 6283 6887 7284 7489 7550 10329 11202 11399 12795
589 1564 1747 2960 3833 4502 7491 7746 8196 9567 9574 10187 10591 12947
804 1177 1414 3765 4745 7594 9126 9230 9251 10299 10336 11563 11844 12209
2774 2830 3918 4148 4963 5356 7125 7645 7868 8137 9119 9189 9206 12363
59 448 947 3622 5139 8115 9364 9548 9609 9750 10212 10937 11044 12668
715 1352 4538 5277 5729 6210 6418 6938 7090 7109 7386 9012 10737 11893
1583 2059 3398 3619 4277 6896 7484 7525 8284 9318 9817 10227 11636 12204
53 549 3010 5441 6090 9175 9336 9358 9839 10117 11307 11467 11507 12902
861 1054 1177 1201 1383 2538 4563 6451 6800 10540 11222 11757 12240 12732
330 1450 1798 2301 2652 3038 3187 3277 4324 4610 9395 10240 10796 11100
316 751 1226 1746 2124 2505 3497 3833 3891 7551 8696 9763 11978 12661
2677 2888 2904 3923 4804 5105 6855 7222 7893 7907 9674 10274 12683 12702
173 3397 3520 5131 5560 6666 6783 6893 7742 7842 9364 9442 12287
421 943 1893 1920 3273 4052 5758 5787 7043 11051 12141 12209 12500
679 792 2543 3243 3385 3576 4190 7501 8233 8302 9212 9522 12286
911 3651 4023 4462 4650 5336 5762 6506 8050 8381 9636 9724 12486
1373 1728 1911 4101 4913 5003 6859 7137 8035 9056 9378 9937 10184
515 2357 2779 2797 3163 3845 3976 6969 7704 9104 10102 11507 12700
270 1744 1804 3432 3782 4643 5946 6279 6549 7064 7393 11659 12002
261 1517 2269 3554 4762 5103 5460 6429 6464 8962 9651 10927 12268
782 1217 1395 2383 5754 6060 6540 7109 7286 7438 7846 9488 10119
2070 2247 2589 2644 3270 3875 4901 6475 8953 10090 10629 12496 12547
863 1190 1609 2971 3564 4148 5123 5262 6301 7797 7804 9517 11408
449 488 865 3549 3939 4410 4500 5700 7120 8778 9223 11660 12021
1107 1408 1883 2752 3818 4714 5979 6485 7314 7821 11290 11472 12325
713 2492 2507 2641 3576 4711 5021 5831 7334 8362 9094 9690 10778
1487 2344 5035 5336 5727 6495 9009 9345 11090 11261 11314 12383 12944
1038 1463 1472 2944 3202 5742 5793 6972 7853 8919 9808 10549 12619
134 957 2018 2140 2629 3884 5821 7319 8676 10305 10670 12031 12588
5294 9842
4396 6648
2863 5308
10467 11711
3412 6909
450 3919
5639 9801
298 4323
397 10223
4424 9051
2038 2376
5889 11321 12500
3590 4081 12684
3485 4016 9826
6 2869 8310
5983 9818 10877
2282 9346 11477
4931 6135 10473
300 2901 9937
3185 5215 7479
472 5845 5915
2476 7687 11934
3279 8782 11527
4350 7138 7144

【図７５】

FIG. 75

```
7454 7818 8253
1391 8717 8844
1940 4736 10556
5471 7344 8089
9157 10640 11919
1343 5402 12724
2581 4118 8142
5165 9328 11386
7222 7262 12955
6711 11224 11737
401 3195 11940
6114 6969 8208
1402 7917 9738
965 7700 10139
3428 5767 12000
3501 7052 8803
1447 10504 10961
1870 1914 7762
613 2063 10520
3561 6480 10466
3389 3887 10110
995 1104 1640
1492 4122 7572
3243 9765 12415
7297 11200 11533
1959 10325 11306
1675 5313 11475
3621 4658 12790
4208 5650 8687
2467 7691 11886
3039 3190 5017
866 1375 2272
4374 6453 8228
2763 4668 4749
640 1346 6924
6588 6983 10075
3389 9260 12508
89 5799 9973
1290 2978 8038
317 742 8017
5378 5618 6586
3369 3827 4536
1000 10436 12288
3762 11384 11897
848 874 8968
1001 4751 12066
1788 6685 12397
5721 8247 9005
649 7547 9837
2263 9415 10862
3954 4111 7767
952 4393 5523
8132 8580 10906
4191 9677 12585
1071 10601 11106
```

【図７６】

FIG. 76

```
3069 6943 11015
5555 8088 9537
85 2810 3100
1249 8418 8684
2743 12099 12686
2908 3691 9890
10172 10409 11615
8358 10584 12082
4902 6310 8368
4976 10047 11299
7325 8228 11092
4942 6974 8533
5782 9780 9869
15 4728 10395
369 1900 11517
3796 7434 9085
2473 9813 12636
1472 3557 6607
174 3715 4811
6263 6694 8114
4538 6635 9101
3199 8348 10057
6176 7498 7937
1837 3382 5688
8897 11342 11680
455 6465 7428
1900 3666 8968
3481 6308 10199
159 2654 12150
5602 6695 12897
3309 4899 6415
6 99 7615
1722 6386 11112
5090 8873 10718
4164 6731 12121
367 846 7678
222 6050 12711
3154 7149 7557
1556 4667 7990
2536 9712 9932
4104 7040 9983
6365 11604 12457
3393 10323 10743
724 2237 5455
108 1705 6151
```

【図７７】

FIG. 77

```
Rate 13/16 N=69120  他のタイプB
27 138 512 3648 6422 7200 7557 7879 8302 10042 12340 12482
654 1411 2309 2394 2617 4009 5321 5725 6321 8138 11632 12041
920 1594 2256 2572 3039 3367 4787 4869 7115 8111 10119 11192
1556 1717 1827 2370 2446 3120 4228 4487 6608 6866 10373 10452
1151 1671 2238 3557 4755 5885 6265 7650 9526 9837 9946 10224
446 525 897 1165 8246 10195 10688 10768 10792 12143 12187 12955
1008 3306 3957 4122 4448 6200 7142 9087 9602 10049 11651 12175
399 5015 6604 7077 8014 8665 9207 9372 11161 11503 11677 11992
538 1475 2369 2818 4424 4805 5503 8325 8394 9038 11400
190 593 1430 5341 5541 6607 6796 10193 11986 12256 12326
56 1002 4503 5839 7278 7492 7732 10356 11205 11401 12563
597 1937 2970 4522 6295 6913 7515 7536 9519 10152 12803
793 1554 1755 3782 7529 7765 8204 9551 10336 10556 12947
1169 1414 3763 4723 9110 9224 9261 10325 11591 11864 12240
2800 3882 4166 4965 5362 7650 7862 9124 9130 9201 12351
481 965 2839 3617 7103 8066 8168 9724 10200 10932 12651
62 708 1338 5185 6408 9005 9369 9559 9608 11039 11887
3419 4514 5267 5727 6217 6933 7089 7104 7414 10746 12224
1556 2080 3630 4222 7467 7551 8302 9301 9736 10255 11640
553 3008 5461 6093 6897 9161 9340 9847 10143 11319 11456
60 1391 2546 9359 10530 11218 11515 11750 12251 12718 12916
835 1078 1157 1217 4537 4614 6476 6770 9393 10224 10768
350 1475 1774 2139 2271 2636 3051 3198 3305 4326 11083
311 1742 2486 3492 3819 3912 7554 8672 9776 11970 12655
754 1252 2676 2897 3921 5087 6844 7221 7889 12685 12688
2905 3413 4795 6889 7767 7808 7885 9380 9432 9657 10282
179 933 1916 3494 4062 5134 5560 6669 6785 12166 12295
402 1875 3265 5735 5778 7035 8294 9535 11028 12208 12518
655 813 2536 3263 3389 3565 4184 7498 8212 9204 12304
4021 4438 4647 5363 5778 6514 8050 8383 9641 9733 12479
906 1754 1917 3669 4083 4928 4973 6870 9048 9936 10173
506 1395 3160 3836 3961 6967 7145 8035 9374 10091 12696
3530 11498
2796 10372
8659 9088
4259 6291
11049 12016
270 11119
1751 8793
1882 5943
8569 11663
3543 7916
252 1030
9665 10929
1394 3968 5448
281 337 11360
1609 5754 9754
906 1195 8105
8990 10130 12550
6509 9483 10115
6141 7428 10545
8857 9027 10637
3631 4907 12244
6724 7578 12649
2266 2719 7243
838 1443 3616
```

【図７８】

FIG. 78

```
1398 7425 11702
1193 4163 5298
5264 6320 9564
3528 3668 6577
7487 8696 8761
4192 9218 10299
870 1163 10429
2308 3938 5734
9593 11434 12271
1081 6002 10959
1896 7732 10913
783 1260 11478
2518 2841 4737
713 1458 12515
5623 5804 10940
2647 8253 9156
5036 9712 10555
1061 8734 9006
404 5329 9358
72 5829 5843
1547 11330 12353
1499 3198 12624
1028 1780 10560
5791 7095 9846
4941 7852 8509
8691 8953 11549
3206 5817 10683
2143 3862 4010
968 7329 12611
2130 10319 10546
15 6646 9847
1021 3352 5294
3404 5202 10447
459 7101 10473
338 4348 5640
1651 9359 12576
728 2392 9036
1625 9291 11413
642 4294 6389
2153 5822 8773
7178 9718 12838
5042 7056 11253
2696 7336 9803
3072 5166 6596
1234 4900 11321
3053 7530 8012
3301 5327 12048
445 4755 12353
7533 7957 9501
4346 6967 7079
3771 6763 7734
1375 2572 8655
4748 7306 10657
4908 5465 10785
1062 9845 10599
```

【図７９】

FIG. 79

1035 1507 5409
7989 8484 10043
4405 5476 9335
4278 7166 12949
471 1591 4184
3772 4154 11870
6103 8231 10496
4901 9720 12946
3292 10522 12786
3138 8211 10124
665 6331 7024
478 8300 10970
1534 1553 7741
411 564 639
2116 3576 8829
3849 5742 6601
1645 5256 8584
5095 7257 10292
2873 10015 10787
9035 9462 11210
1955 2626 12278
2713 3341 8743
3620 4676 7613
3600 5617 8398
4721 11914 12508
3026 5025 7367
876 1372 2296
4724 11154 11783
4698 4994 9565
621 1311 6934
2085 7891 7991
5355 7579 9867
5604 9014 9906
3005 10394 11802
1177 3156 9518
6066 6371 9334
3351 5659 9722
993 3930 12165
1138 9610 10196
3920 8992 12839
2860 4736 8687
1692 5761 8813
6996 7155 10053
51 653 7528
4549 8443 10867

【図８０】

FIG. 80

Rate 14/16 N=69120 タイプB
387 648 945 3023 3889 4856 5002 5167 6868 7477 7590 8165 8354
42 406 1279 1968 3016 4196 4599 4996 5019 6350 6785 7051 8529
534 784 1034 1160 2530 5033 5171 5469 6167 6372 6913 7718 8621
944 2506 2806 3149 3559 5101 6076 6083 6092 6147 6866 7908 8155
308 1869 1888 2569 3297 4742 5232 5442 6135 6814 7284 8238 8405
34 464 667 899 2421 3425 5382 6258 6373 6399 6489 7367 7922
2276 3014 3525 3829 4135 4276 4611 4733 4738 4956 6025 7152 8155
1047 1370 2406 2819 4600 4991 5017 5590 6199 6483 6556 6834 7760
66 380 2033 3698 4068 6096 6223 6238 6757 7541 7641 7677 8595
562 697 782 808 921 1703 3032 4300 7027 7481 7839 8160 8526
236 962 1557 2023 2135 2190 2892 3072 4523 6254 6838 7209 7381
196 1167 1179 1426 1675 1763 2345 2560 2613 5024 5761 6522 7973
512 822 1778 1924 2610 3445 4570 4805 5263 5299 8439 8448 8464
1923 2270 3204 3698 4456 4522 4601 5161 5207 6260 6310 6441 6851
104 281 622 1276 2172 2334 2731 3417 3854 4698 8095 8195 8333
451 528 1269 2169 2274 2393 3853 5002 5543 6121 6351 7364 8139
1685 2675 2790 2953 3103 3560 4336 5372 5495 5568 6429 6492 8206
604 1190 1279 2427 2714 3283 3312 3855 4566 6045 6664 6788 8317
338 917 1873 2102 2561 2655 4635 4765 5370 6249 6724 7668 8456
184 1166 1583 1859 2376 2521 3093 4181 4713 4926 5146 6070 8004
175 1227 2367 3402 3628 3982 4265 4282 4355 5972 6434 7280 7765
801 922 1029 1531 1606 3170 3824 4358 4732 4849 5225 6759 8183
509 1507 1704 1765 2183 2574 3271 4050 4299 4964 5968 6324 7091
567 795 1376 2390 2767 3424 5195 6355 6726 7607 8346 8352
308 1060 1973 2364 2937 3526 4221 4745 5185 5845 6146 7762
323 590 732 917 2636 3008 3792 3990 4322 4893 5211 8014
471 1249 1674 1841 2567 3124 3130 4885 5575 7521 7648 8227
1582 1669 1772 2386 3340 3387 3881 4322 6018 6055 6488 7177
976 1003 2127 3575 3816 6225 7404 7499 7542 8237 8421 8630
675 961 1957 3825 3858 4646 5248 5801 5940 6533 7040 8037
79 639 1363 1436 1763 2570 3874 4876 6870 6886 7104 8399
20 297 1330 2264 3287 3534 4441 4746 6569 6971 6976 8179
482 1125 1589 2892 3759 3871 4635 6038 6214 6796 6816 7621
1127 3336 3867 3929 4269 4794 5054 5842 6471 6547 7039 8560
217 1521
1983 8283
3731 4402
208 6703
242 4988
4170 5038
4108 8035
3301 8543
3168 8249
5028 5838
3470 8597
2901 5264
2505 4505
934 5117
1712 5819
3165 7273
3274 6115
4576 6330 7327
5380 6732 8439
2474 3723 7782
384 2783 5846
1453 4436 6625

【図８１】

FIG. 81

3220 4261 4835
163 3117 7554
502 2119 4059
2200 4263 4930
2378 6294 7713
743 5501 6809
1364 6062 7808
4680 6468 7895
3469 3602 7304
1609 5386 5647
267 2921 3206
2565 3020 6269
1651 5224 5718
1128 5058 8579
286 3396 7660
1497 5171 6519
1894 6349 7924
1306 7744 8083
3096 3438 3836
2556 7409 8570
3273 4245 7935
1633 2023 3125
584 4914 6062
2015 2915 3435
1457 6366 6461
23 3576 8132
5322 6300 6520
5715 7113 7822
2044 5053 6607
63 5432 7850
5353 6355 8637
346 590 2648
4780 5997 6991
2556 2583 6537
661 2497 8350
7610 8307 8441
671 860 5986
1133 3158 5891
4360 5802 6547
4782 5688 6955
447 5030 6268
1501 5163 7232
1133 2743 3214
959 4100 7554
5712 7643 8385
1442 3180 8008
697 3078 8421
137 922 5123
597 2879 6340
824 2071 7882
1827 4411 5941
3846 5970 6398
1561 1580 7668
4335 6936 8042
4504 5309 6737

【図８２】

FIG. 82

1846 3273 3333
272 4885 6718
1835 4761 6931
2141 3760 5129
3975 5012 6504
1258 2822 6030
242 4947 7668
559 6100 8425
1655 1962 4401
2369 2476 2765
114 156 3195
1651 4154 4448
4669 6064 7317
4988 5567 6697
2963 5578 5679
2064 2286 7790
289 4639 7582
1258 4312 5340
2428 4219 7268
1752 2321 6806
118 7302 8603
4170 4280 4445
2207 5067 7257
2 55 7413
1141 4791 7149
3407 5649 8075
2773 3198 3720
6970 7222 8633
2498 4764 5281
1048 2093 5031
2500 2851 8396
1694 3795 6666
2565 3343 4688
4228 4374 5947
2267 6745 7172
175 2662 3926
90 1517 6056
4069 5439 7648
1679 3394 4707
2136 4553 8265
482 2100 2302
3306 3729 8063
5263 7710 8240
1001 1335 4500
576 6736 7250
181 3601 3755
5899 7515 7714
1181 5332 7197
542 1150 1196
1386 2156 5873
656 3019 3213
263 1117 5957
4495 5904 6462
2547 2786 4215
4954 5848 6225
940 4478 7633
2124 3347 7069

【図８３】

FIG. 83

Rate 14/16 N=69120 他のタイプB

95 128 735 809 2382 2719 4381 4445 4500 5651 6000 6009 6400 7394
2222 2648 2825 4051 4054 4330 5281 5407 6228 6263 6861 7261 8175 8307
1954 2285 2329 2649 2954 3340 3544 4626 4776 5451 5603 6158 7148 7422
465 677 939 1007 1600 2226 3425 3645 4766 5036 5404 6247 6539 7760
442 1249 2489 2579 3259 4572 4608 4726 5439 6095 6378 8317 8378 8574
74 663 1080 1534 3128 3293 3730 4292 4521 4924 5148 6979 7633 8630
638 689 717 916 939 1607 2766 2992 4129 4543 5450 5845 6883 7205
598 659 812 1014 1066 1245 1731 2847 3656 3775 4960 4992 6300 7578
673 1149 1176 1436 2884 3475 3951 5169 5226 5591 5950 6603 7573 8426
127 629 1242 2196 3758 4017 6013 6128 6232 6538 7073 7307 7946 8166
388 401 1268 1814 2256 3549 4884 5615 6895 7107 7474 7544 7551 7825
523 2477 3119 3849 3901 3978 4486 4518 5258 5593 6899 7587 7912 8215
421 1000 2064 2070 2723 3941 4076 4640 5827 5846 6525 7719 8169
353 1017 1995 2566 2574 2651 4356 5860 6711 6970 7567 7727 8522
238 257 1225 2032 3000 3955 4116 4325 5462 5932 6285 6680 6994
365 523 2306 2379 4362 5344 5993 7473 7500 7861 8116 8431 8492
1119 1320 1993 2434 2783 3032 3758 4830 5154 5206 5339 5516 6453
1209 2599 2786 3404 4309 4487 4753 5051 5064 5100 5170 5558 7108
1551 1696 2789 3142 4097 4267 5178 5815 6165 7088 7731 7806 8269
60 1189 1720 3119 6403 6586 6603 7019 7623 7732 7934 8081 8157
500 1218 1227 1422 1558 1901 3610 4263 4273 4704 4730 5192 6489
146 377 437 1477 2328 2785 4195 6535 7595 7662 7718 7894 8601
36 453 1103 3738 4136 4580 6604 6917 7166 7538 8002 8105 8632
873 3043 3334 4506 4620 4638 5016 5608 6251 6383 6781 6795 8253
185 223 1023 2907 3101 3330 3654 4088 5876 6460 6482 7657 7838
540 583 1507 2890 2997 3820 4288 4571 5231 7105 7311 7401 7916
761 1368 2218 2456 2562 2701 4744 5161 5247 6038 6430 6551 6957
1003 1115 4045 4052 4491 5573 6070 6225 6528 6770 7087 8484 8526
945 1500 2141 2862 5895 5924 6589 6680 7360 7831 7920 7939 8188
282 686 1010 2301 2830 3248 4635 4810 4847 5099 5873 5905 6844
1796 3108 3214 3282 3746 4286 4995 6281 7235 7276 7773 8245 8328
1349 1762 1823 1935 2526 3184 3511 4531 6070 6697 6969 7190 7760
984 1410 2807 3035 3992 4082 4605 5097 5115 6391 6692 8362 8476
757 1281 1736 2103 4164 5905 6331 7278 7514 8213 8396 8440 8465
645 4414
1338 8195
1237 5945
1000 7040
1171 8124
68 2695
3561 5194
1561 3302
4487 6075
3508 8439
2166 2546
1368 1397
785 6326
657 4177
2314 4074
587 5476
1487 5944 6170
3645 6414 7448
1927 3790 6692
1176 4020 7527
1237 5395 6965
83 928 3291

【図８４】

FIG. 84

1820 2600 3721
369 4250 6233
533 874 6303
1060 3459 6348
360 486 6925
455 2030 8562
775 1917 7294
5145 6283 7207
1806 2399 2634
1022 7564 8614
331 3107 7576
2829 4325 5540
252 1419 7450
721 829 3416
1289 3312 8018
2823 3249 6538
1007 5952 8298
1902 4571 6734
2565 6406 7168
773 915 5018
3028 4051 7741
79 1753 3852
903 3404 3680
5489 5848 5866
2424 3301 4317
2796 3577 6028
3170 6557 7179
4217 4630 8466
5750 7831 8430
596 3008 4747
2145 3431 8483
303 2293 2476
3344 5905 8022
1863 4341 8296
5287 6278 6816
1066 1699 4779
166 2129 7295
3924 3954 6338
980 6321 7691
437 823 6203
4958 6320 7338
1751 4642 6000
1984 2806 4900
3596 6569 7941
1014 1565 5628
2535 4549 8594
307 3169 5499
2241 3013 3111
363 3334 3692
1019 1169 2529
1184 1548 8550
628 3240 4777
6847 7871 8606
7005 7866 8170
3091 4408 8309

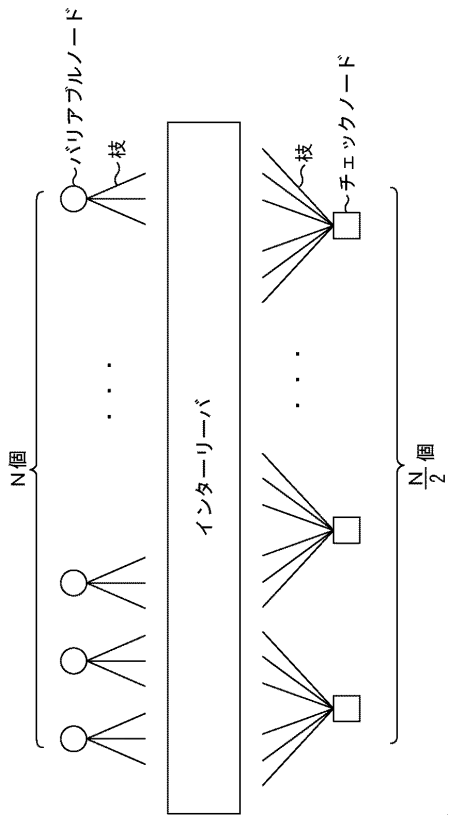
【図８５】

FIG. 85

2848 5856 6938
1806 6663 8158
1087 3284 5147
2802 5044 8595
1205 3758 7081
8306 8432 8553
2077 5364 5458
2059 2255 5109
2306 5744 7769
3969 5416 6162
517 5513 7786
7918 8017 8165
3639 4363 8476
4629 6215 8051
980 1375 5550
864 7502 7548
2154 4446 7707
6013 6124 7955
1915 4135 8439
2774 5231 6850
2553 5926 6440
3981 5273 7044
1340 4056 6073
2594 3315 4312
1685 2416 8342
4273 5045 6737
4883 5958 8299
226 4276 6021
943 1154 4367
1342 4359 7596
1242 2173 6744
1281 5732 6368
962 4433 4803
363 6187 7518
2554 6505 6950
197 2308 7208
2708 5562 8088
424 2086 8199
9 2988 5099
3901 6887 8311
3625 6470 6813
6586 8269 8282
1170 1543 3468
184 3479 6641
1664 6903 8304
611 3557 4683
980 1233 6220
4438 4902 8013
3595 7500 8104
1676 4249 8053
995 3415 4160
422 3063 5753
1689 5664 5885
1010 2854 5674
597 2742 6739
4732 8471 8490
291 6436 6932

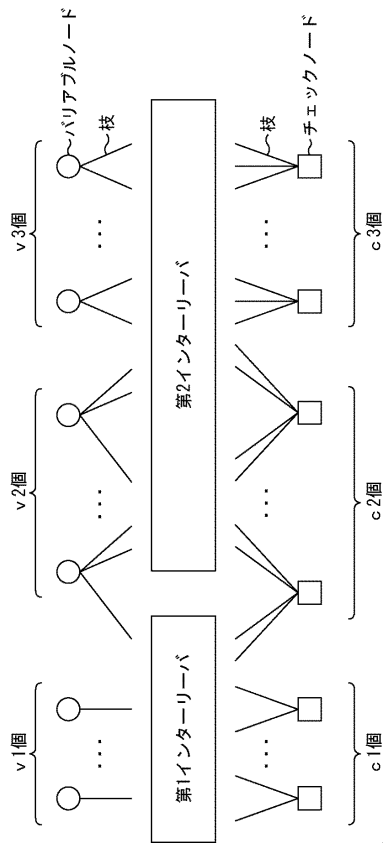
【図８６】

FIG. 86



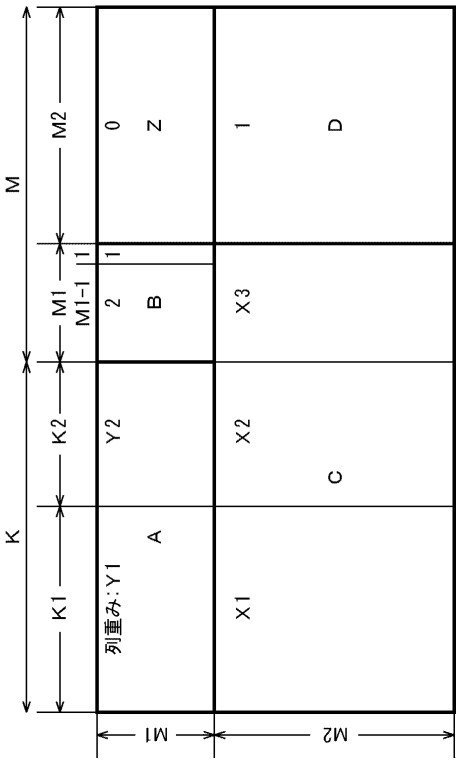
【図８７】

FIG. 87



【図８８】

FIG. 88



【図８９】

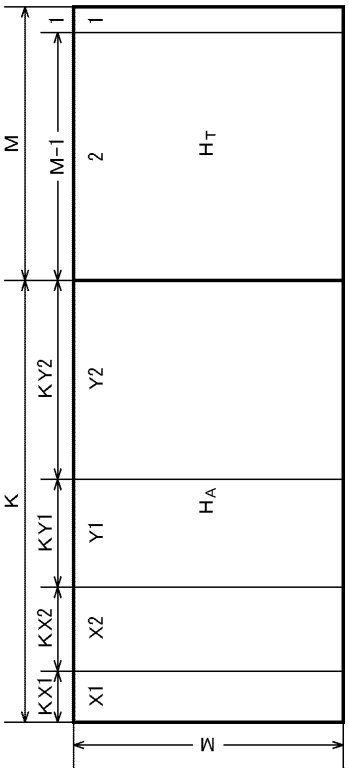
FIG. 89

列重み分布と性能閾値一覧:

Rate	X1	Y1	K1	X2	Y2	K2	X3	M1	M2	性能閾値(Es/NO)
2/16	18	3	2520	17	3	6120	17	1800	58680	-6.813095
3/16	13	3	11160	12	3	1800	12	1800	54360	-4.865416
4/16	18	3	360	10	3	16920	10	1800	50040	-3.416395
5/16	10	2	2520	8	3	19080	8	1800	45720	-2.220124
6/16	9	2	8280	6	3	17640	9	1800	41400	-1.188440
7/16	9	2	15480	2	3	14760	5	4680	34200	-0.237234
8/16	7	2	22680	2	3	11880	3	3240	31320	0.603630

【図９０】

FIG. 90



【図９１】
FIG. 91

	Rate	X1	KX1	X2	KX2	Y1	KY1	Y2	KY2	M	性能閾値(Es/N0)
タイプB	7/16	–	0	20	6480	4	6480	3	17280	38880	−0.093497
他のタイプB	7/16	21	4320	20	2160	4	6480	3	17280	38880	−0.095051
タイプB	8/16	–	0	24	5760	6	5760	3	23040	34560	0.668232
他のタイプB	8/16	22	4320	21	1440	6	5760	3	23040	34560	0.677172
タイプB	9/16	16	7560	15	1440	4	1080	3	28800	30240	1.428823
他のタイプB	9/16	16	3960	14	5040	4	1080	3	28800	30240	1.437271
タイプB	10/16	17	2880	16	6120	4	1080	3	33120	25920	2.16195
他のタイプB	10/16	18	2520	17	6480	4	1080	3	33120	25920	2.155295
タイプB	11/16	–	0	15	10080	–	0	3	37440	21600	2.911363
他のタイプB	11/16	13	4320	12	6480	2	2160	3	34560	21600	2.935036
タイプB	12/16	15	4320	14	6480	2	2160	3	38880	17280	3.683039
他のタイプB	12/16	–	0	12	10800	2	2160	3	38880	17280	3.712254
タイプB	13/16	14	5400	13	6120	2	3960	3	40680	12960	4.524858
他のタイプB	13/16	12	2880	11	8640	2	4320	3	40320	12960	4.552867
タイプB	14/16	13	8280	12	3960	2	6120	3	42120	8640	5.498004
他のタイプB	14/16	14	4320	13	7920	2	5760	3	42480	8640	5.492328

【図９２】
FIG. 92

Input Data Cell y	Constellation Point z_s
00	$(1+j1)/\sqrt{2}$
01	$(-1+j1)/\sqrt{2}$
10	$(+1-j1)/\sqrt{2}$
11	$(-1-j1)/\sqrt{2}$

【図９３】
FIG. 93

w/CR	2/15	3/15	4/15	5/15	6/15	7/15
w0	0.7062+j0.7075	0.3620+j0.5534	0.3412+j0.5241	0.3192+j0.5011	0.5115+j1.2092	0.2592+j0.4888
w1	0.7075+j0.7062	0.5534+j0.3620	0.5241+j0.3412	0.5011+j0.3192	1.2092+j0.5115	0.4888+j0.2592
w2	0.7072+j0.7077	0.5940+j1.1000	0.5797+j1.1282	0.5575+j1.1559	0.2663+j0.4530	0.5072+j1.1980
w3	0.7077+j0.7072	1.1000+j0.5940	1.1282+j0.5797	1.1559+j0.5575	0.4530+j0.2663	1.1980+j0.5072

w/CR	8/15	9/15	10/15	11/15	12/15	13/15
w0	0.2535+j0.4923	0.2386+j0.5296	0.4487+j1.1657	0.9342+j0.9847	0.9555+j0.9555	0.9517+j0.9511
w1	0.4923+j0.2535	0.5296+j0.2386	1.2080+j0.5377	0.9866+j0.2903	0.9555+j0.2949	0.9524+j0.3061
w2	0.4927+j1.2044	0.4882+j1.1934	0.2213+j0.4416	0.2716+j0.9325	0.2949+j0.9555	0.3067+j0.9524
w3	1.2044+j0.4927	1.1934+j0.4882	0.6186+j0.2544	0.2901+j0.2695	0.2949+j0.2949	0.3061+j0.3067

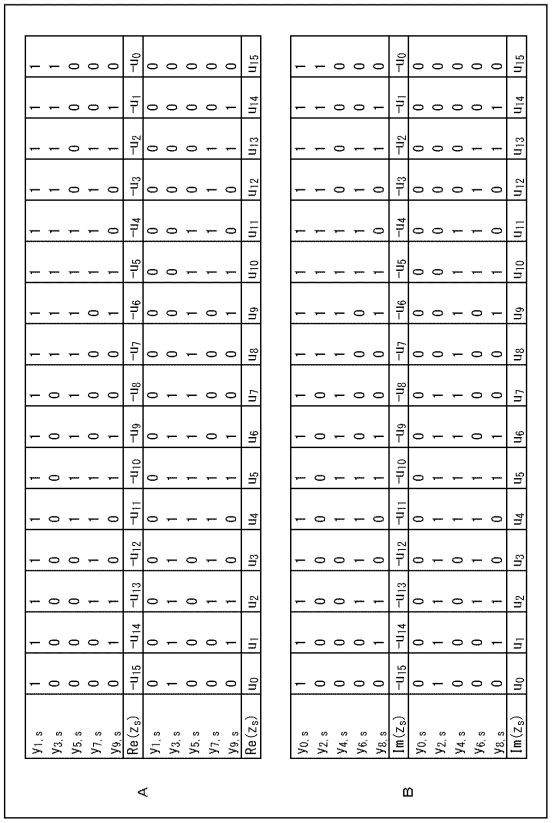
【図９４】
FIG. 94

u/CR	2/15	3/15	4/15	5/15	6/15	7/15
u0	0.3317	0.2382	0.1924	0.1313	0.1275	0.0951
u1	0.3321	0.2556	0.1940	0.1311	0.1276	0.0949
u2	0.3322	0.2749	0.2070	0.1269	0.1294	0.1319
u3	0.3321	0.2558	0.2050	0.1271	0.1295	0.1322
u4	0.3327	0.2748	0.3056	0.3516	0.3424	0.3170
u5	0.3328	0.2949	0.3096	0.3504	0.3431	0.3174
u6	0.3322	0.2749	0.2890	0.3569	0.3675	0.3936
u7	0.3322	0.2558	0.2854	0.3581	0.3666	0.3921
u8	0.9369	0.9486	0.7167	0.6295	0.6097	0.5786
u9	0.9418	0.8348	0.7362	0.6301	0.6072	0.5789
u10	0.9514	0.7810	0.7500	0.6953	0.7113	0.7205
u11	0.9471	0.8348	0.7326	0.6903	0.7196	0.7456
u12	0.9448	0.9463	0.9667	0.9753	0.9418	0.9299
u13	0.9492	0.8336	0.9665	1.0185	1.0048	1.0084
u14	0.9394	0.9459	1.1332	1.2021	1.2286	1.2349
u15	0.9349	1.4299	1.4761	1.4981	1.5031	1.5118

u/CR	8/15	9/15	10/15	11/15	12/15	13/15
u0	0.0773	0.0638	0.0592	0.0502	0.0354	0.0325
u1	0.0773	0.0638	0.0594	0.0637	0.0921	0.0967
u2	0.1614	0.1757	0.1780	0.1615	0.1602	0.1623
u3	0.1614	0.1756	0.1790	0.1842	0.2185	0.2280
u4	0.3086	0.3069	0.2996	0.2760	0.2910	0.2957
u5	0.3085	0.3067	0.3041	0.3178	0.3530	0.3645
u6	0.4159	0.4333	0.4241	0.4040	0.4264	0.4361
u7	0.4163	0.4343	0.4404	0.4686	0.4947	0.5100
u8	0.5810	0.5765	0.5561	0.5535	0.5763	0.5878
u9	0.5872	0.5862	0.6008	0.6362	0.6531	0.6696
u10	0.7213	0.7282	0.7141	0.7293	0.7417	0.7566
u11	0.7604	0.7705	0.8043	0.8302	0.8324	0.8497
u12	0.9212	0.9218	0.9261	0.9432	0.9386	0.9498
u13	1.0349	1.0364	1.0639	1.0704	1.0529	1.0588
u14	1.2281	1.2234	1.2285	1.2158	1.1917	1.1795
u15	1.4800	1.4646	1.4309	1.3884	1.3675	1.3184

【図９５】

FIG. 95



【図９６】

FIG. 96

$y_{0,q}$	1	0
$Re(z_q)$	-1	1

【図９７】

FIG. 97

$y_{1,q}$	1	0
$Im(z_q)$	-1	1

【図９８】

FIG. 98

$y_{0,q}$ $y_{2,q}$	1 0	1 1	0 1	0 0
$Re(z_q)$	-3	-1	1	3

【図９９】

FIG. 99

$y_{1,q}$ $y_{3,q}$	1 0	1 1	0 1	0 0
$Im(z_q)$	-3	-1	1	3

【図１００】

FIG. 100

$y_{0,q}$ $y_{2,q}$ $y_{4,q}$	1 0 0	1 0 1	1 1 1	1 1 0	0 1 0	0 1 1	0 0 1	0 0 0
$Re(z_q)$	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7

【図１０１】

FIG. 101

$y_{1,q}$ $y_{3,q}$ $y_{5,q}$	1 0 0	1 0 1	1 1 1	1 1 0	0 1 0	0 1 1	0 0 1	0 0 0
$Im(z_q)$	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7

【図１０２】

FIG. 102

$y_{0,q}$ $y_{2,q}$ $y_{4,q}$ $y_{6,q}$	1 0 0 0	1 0 0 1	1 0 1 1	1 0 1 0	1 1 1 0	1 1 1 1	1 1 0 0	1 1 0 1	0 0 0 1	0 0 0 0	0 0 1 0	0 0 1 1	0 1 1 0	0 1 1 1	0 0 0 0
$Re(z_q)$	-15	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13	15

【図１０３】

FIG. 103

$y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
$y_{3,q}$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
$y_{5,q}$	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0
$y_{7,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
$\mathrm{Im}(z_{q'})$	-15	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13	15

【図１０４】

FIG. 104

$y_{0,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{2,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{4,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{6,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{8,q}$	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
$\mathrm{Re}(z_{q'})$	-31	-29	-27	-25	-23	-21	-19	-17	-15	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1
$y_{0,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{2,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{4,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{6,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{8,q}$	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
$\mathrm{Re}(z_{q'})$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31

【図１０５】

FIG. 105

$y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{3,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{5,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{7,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{9,q}$	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
$\mathrm{Im}(z_{q'})$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
$y_{1,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{3,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{5,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{7,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{9,q}$	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
$\mathrm{Im}(z_{q'})$	-31	-29	-27	-25	-23	-21	-19	-17	-15	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1

【図１０６】

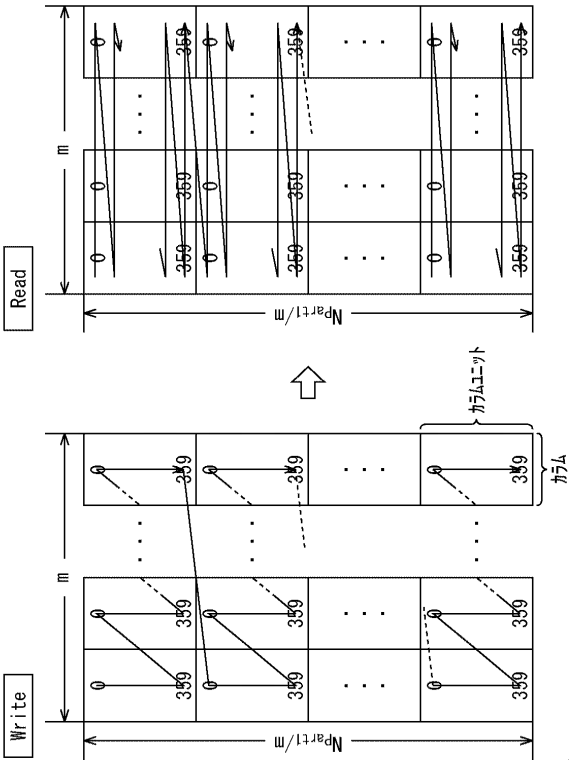
FIG. 106

$y_{0,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{2,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{4,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{6,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{8,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{10,q}$	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
$\mathrm{Re}(z_{q'})$	-63	-61	-59	-57	-55	-53	-51	-49	-47	-45	-43	-41	-39	-37	-35	-33
$y_{0,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{2,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{4,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{6,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{8,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
$y_{10,q}$	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
$\mathrm{Re}(z_{q'})$	-31	-29	-27	-25	-23	-21	-19	-17	-15	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1
$y_{0,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{2,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{4,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{6,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{8,q}$	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
$y_{10,q}$	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
$\mathrm{Re}(z_{q'})$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
$y_{0,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{2,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{4,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{6,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{8,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{10,q}$	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
$\mathrm{Re}(z_{q'})$	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63

【図１０７】
FIG. 107

$y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{3,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{5,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{7,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{9,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{11,q}$	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$Im(z_{cb})$	-63	-61	-59	-57	-55	-53	-51	-49	-47	-45	-43	-41	-39	-37	-35	-33								
$y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
$y_{3,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
$y_{5,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
$y_{7,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
$y_{9,q}$	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
$y_{11,q}$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1								
$Im(z_{cb})$	-31	-29	-27	-25	-23	-21	-19	-17	-15	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1								
$y_{1,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
$y_{3,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
$y_{5,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
$y_{7,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
$y_{9,q}$	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
$y_{11,q}$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1								
$Im(z_{cb})$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31								
$y_{1,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
$y_{3,q}$	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
$y_{5,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0								
$y_{7,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0								
$y_{9,q}$	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0								
$y_{11,q}$	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1								
$Im(z_{cb})$	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63								

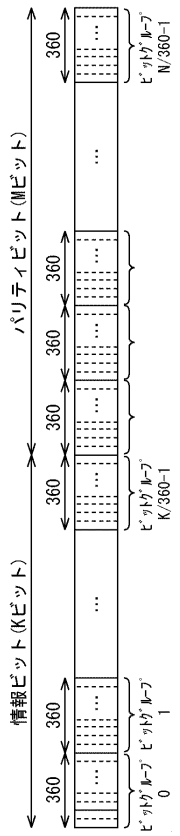
【図１０８】
FIG. 108



【図１０９】
FIG. 109

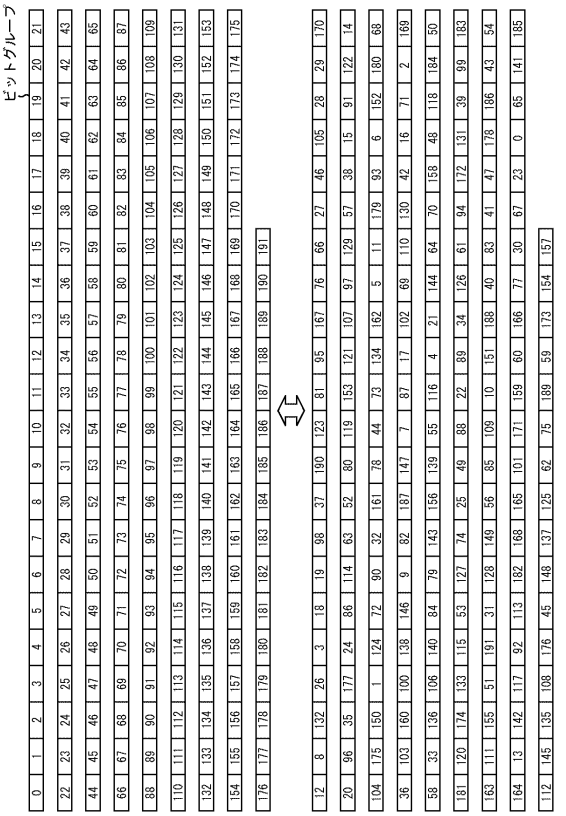
Modulation	Rows in Part 1 N_{part1}	Rows in Part 2 N_{part2}	Columns m
QPSK	69120	0	2
16QAM	69120	0	4
64QAM	69120	0	6
256QAM	69120	0	8
1024QAM	68400	720	10
4096QAM	69120	0	12

【図１１０】
FIG. 110



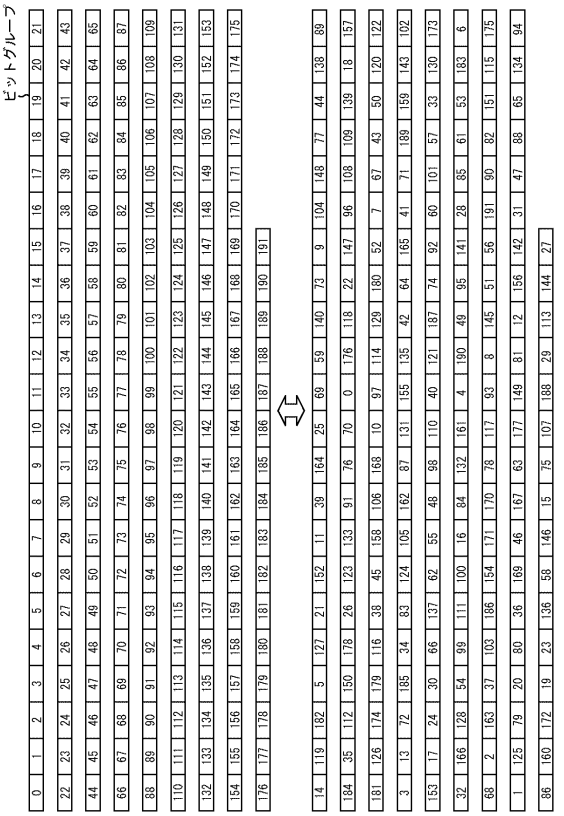
【図１１１】

図111



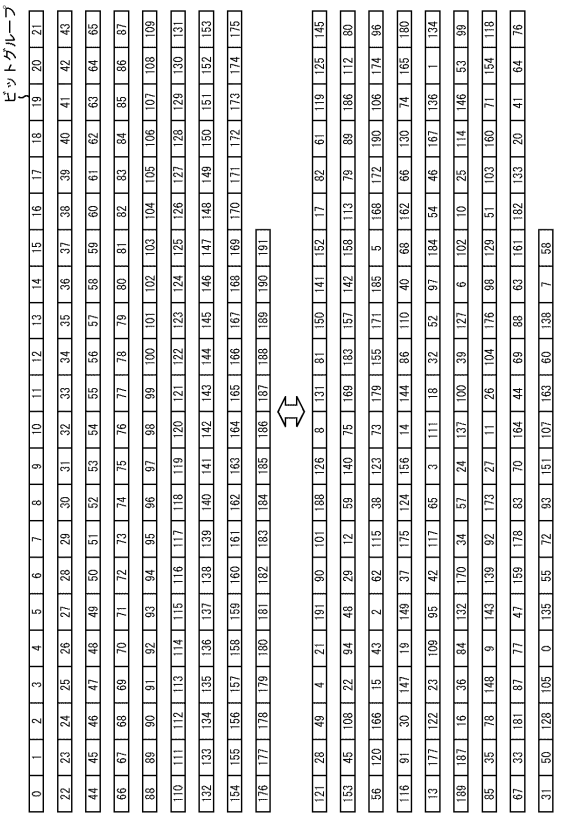
【図１１２】

図112



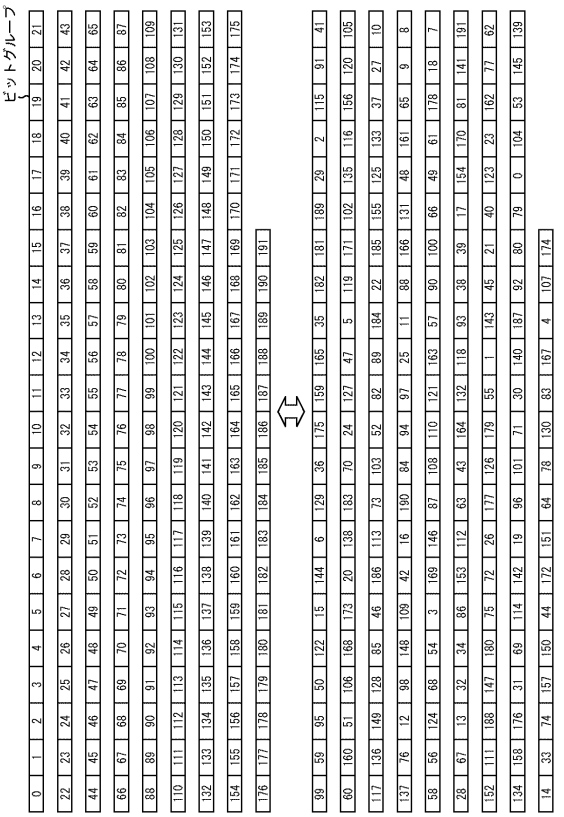
【図１１３】

図113



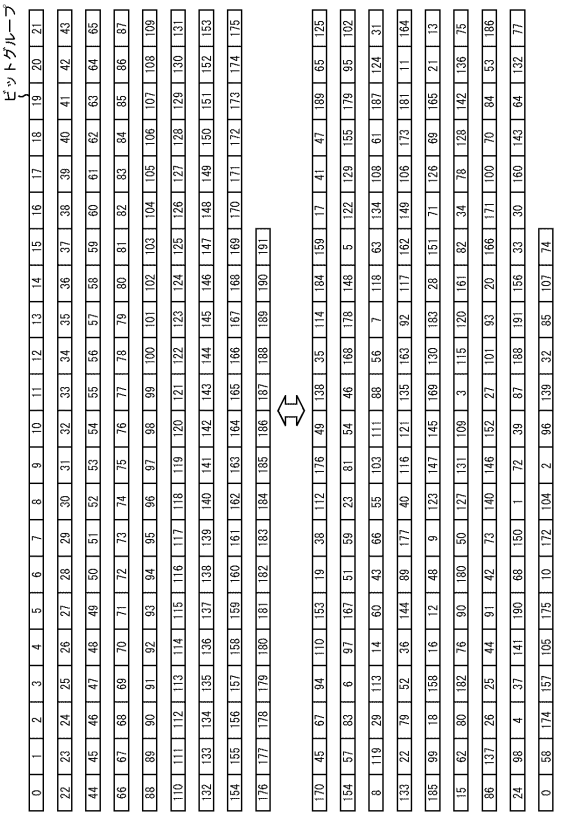
【図１１４】

図114



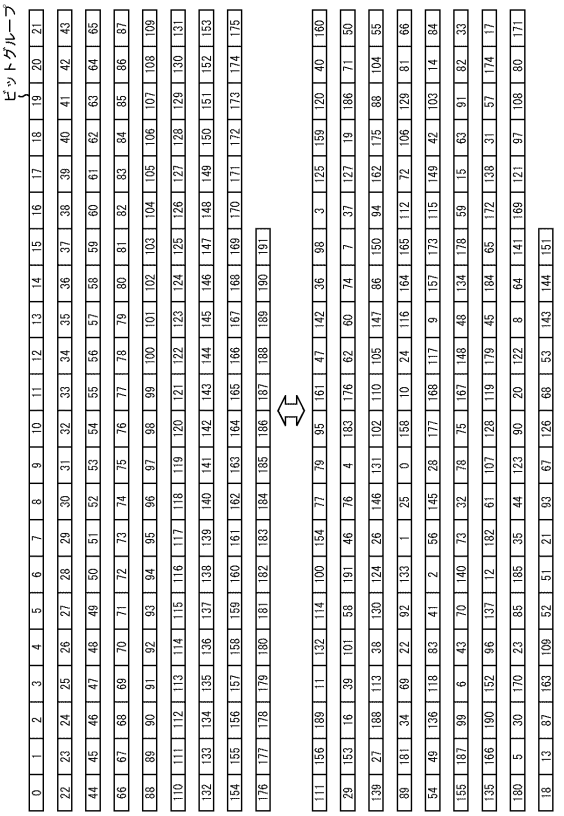
【図１１５】

図115



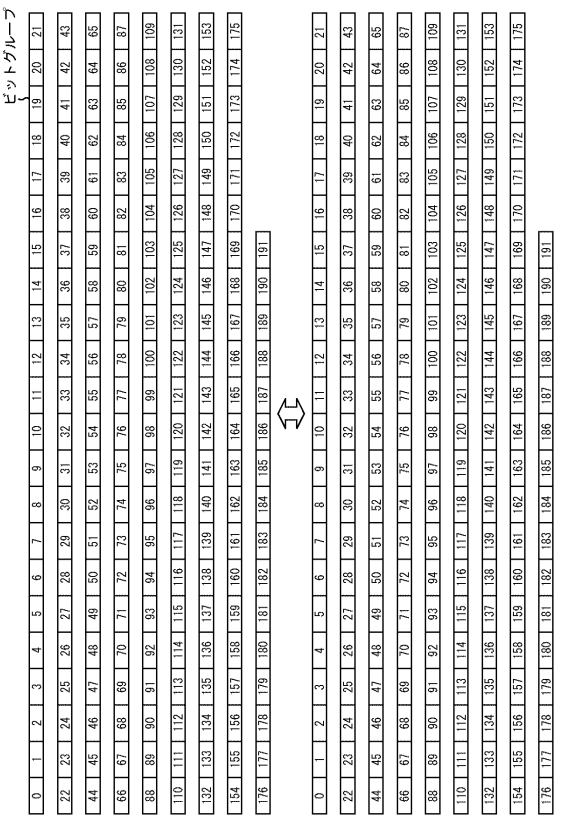
【図１１６】

図116



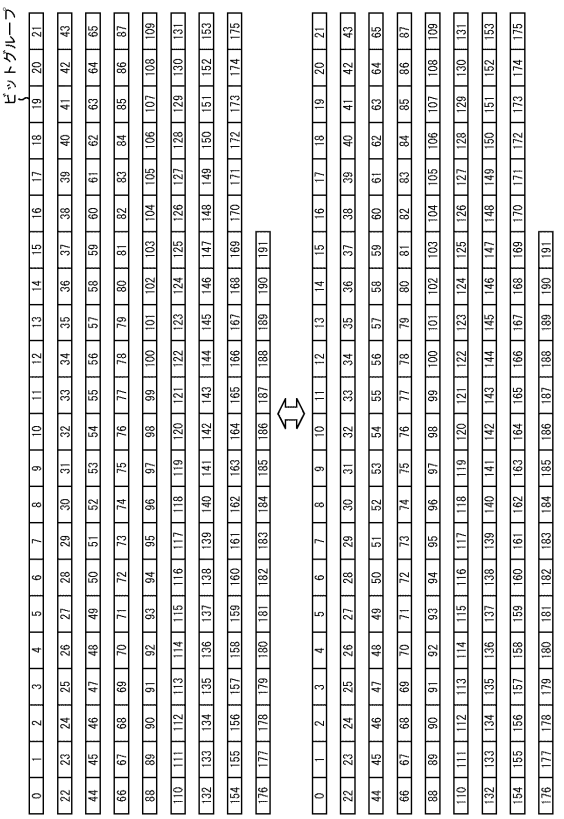
【図１１７】

図117



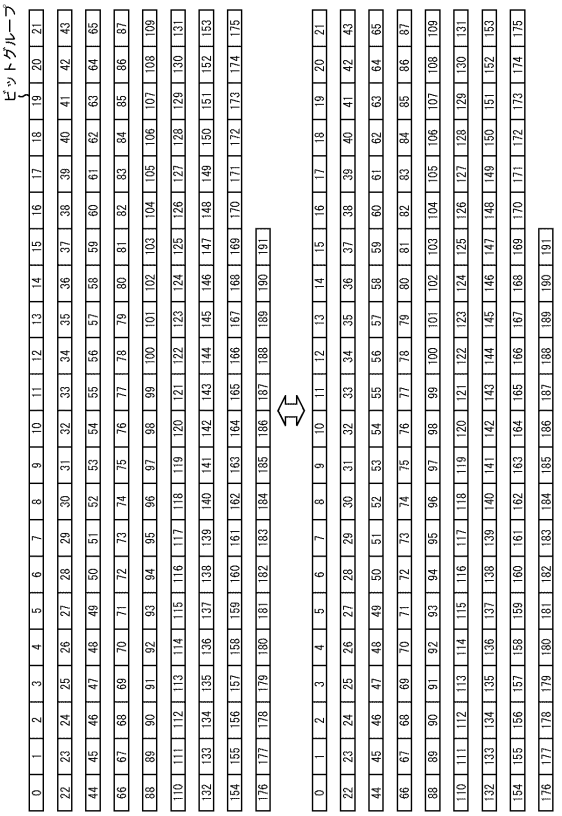
【図１１８】

図118



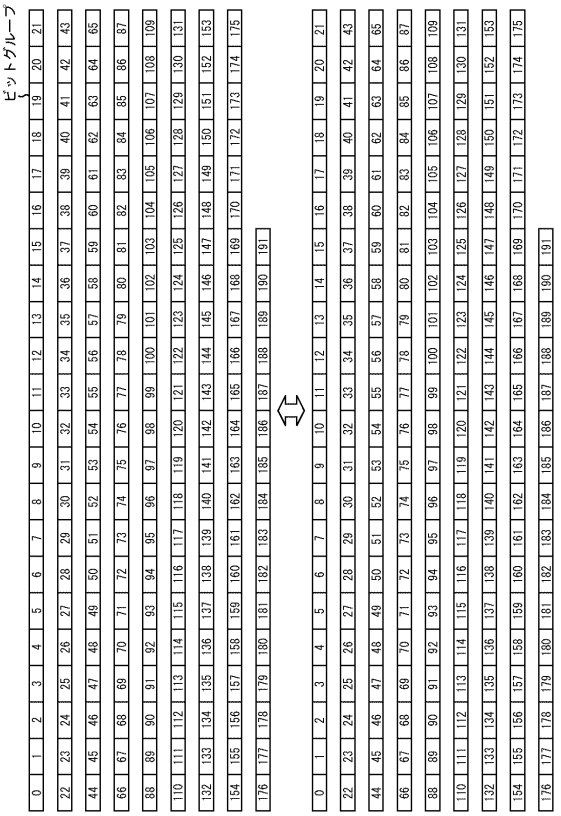
【図１１９】

図119



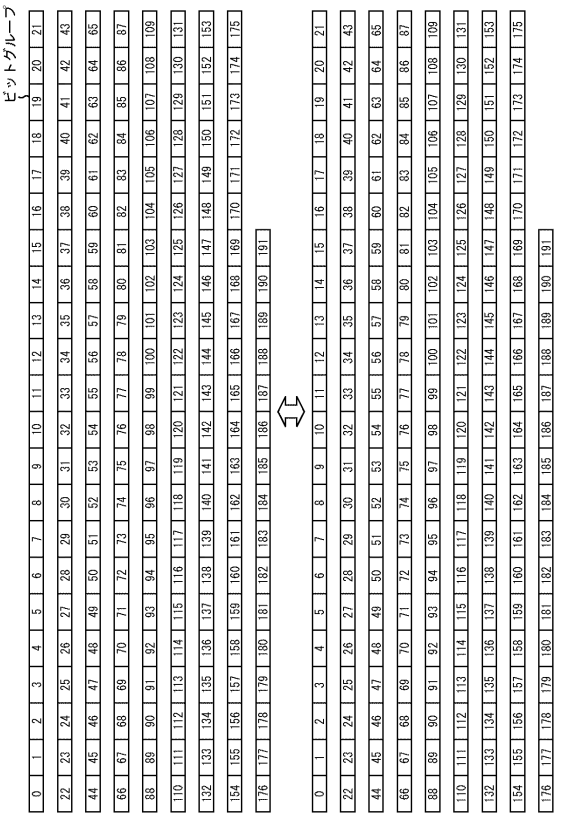
【図１２０】

図120



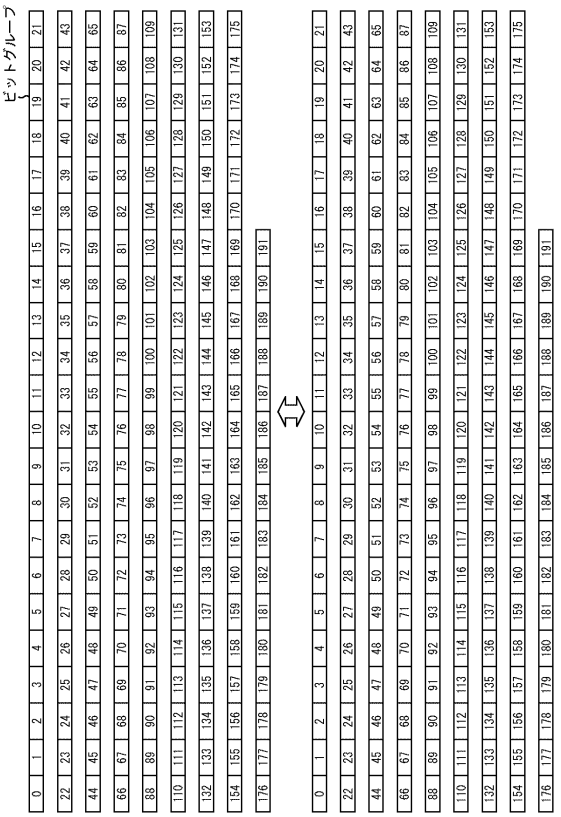
【図１２１】

図121



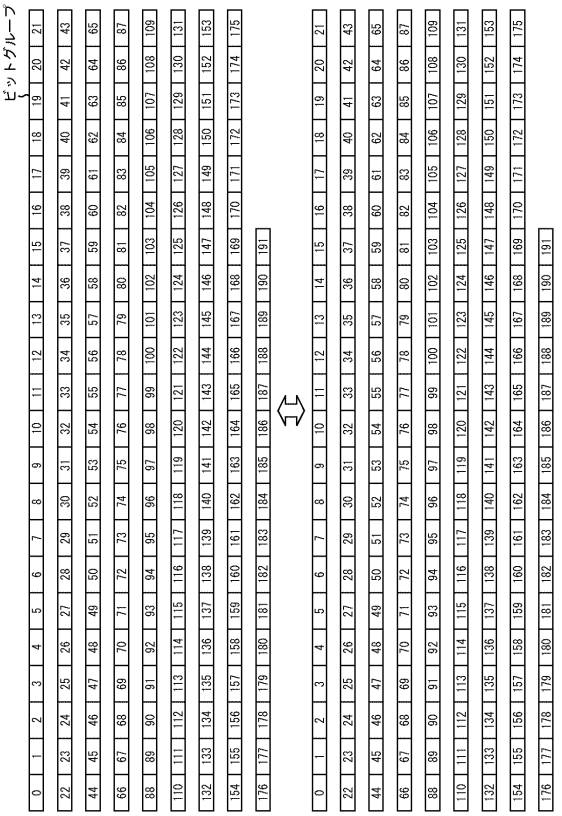
【図１２２】

図122



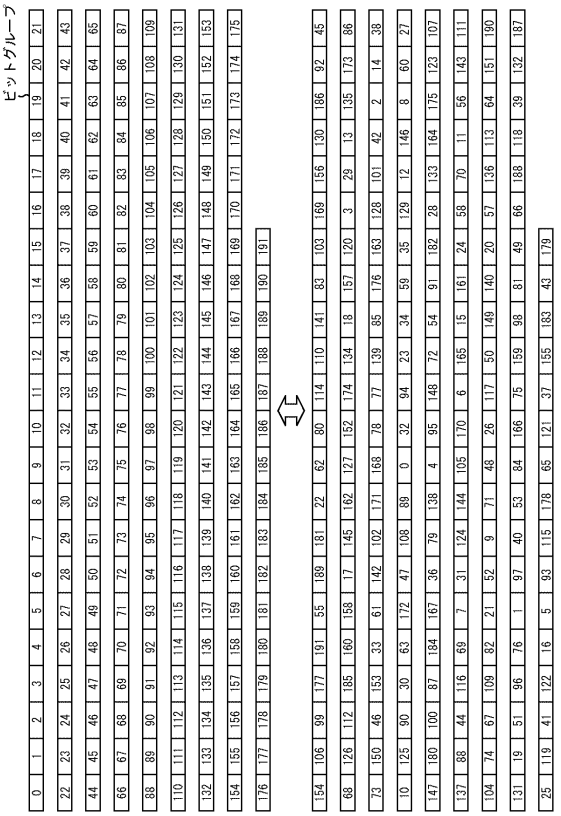
【図１２３】

図123



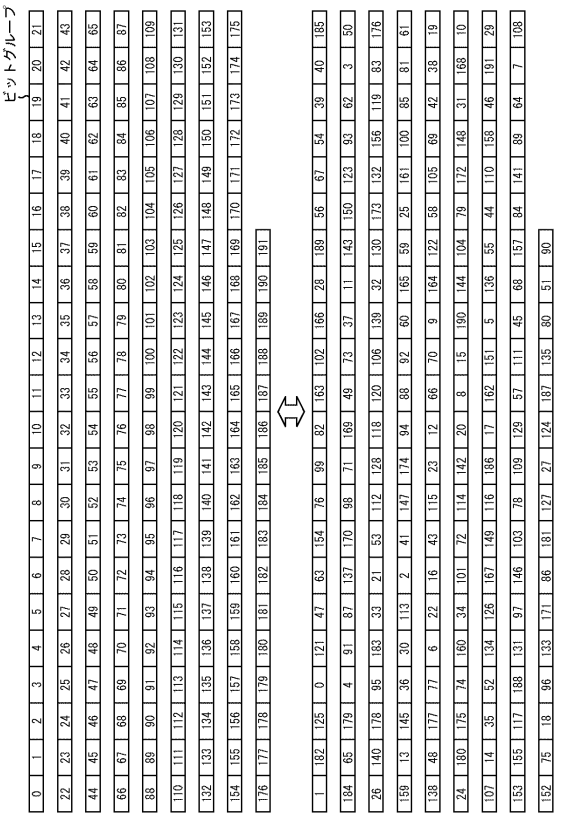
【図１２４】

図124



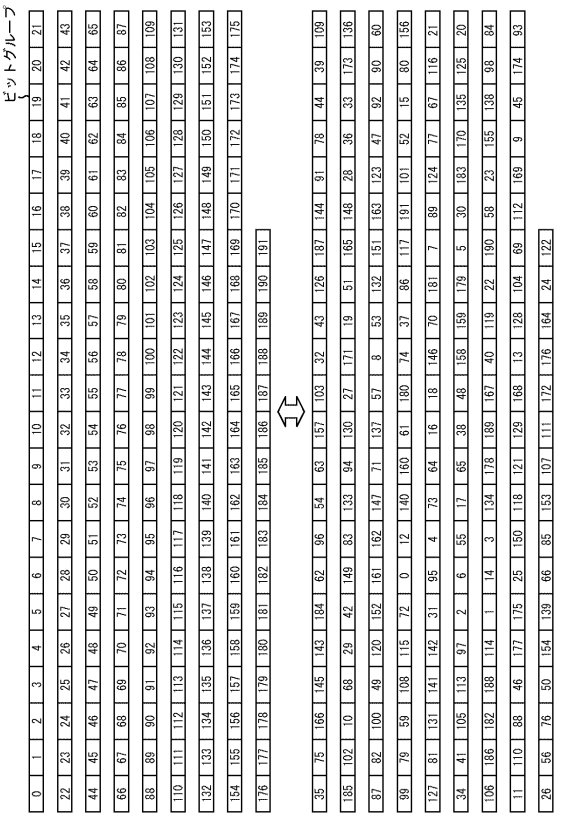
【図１２５】

図125



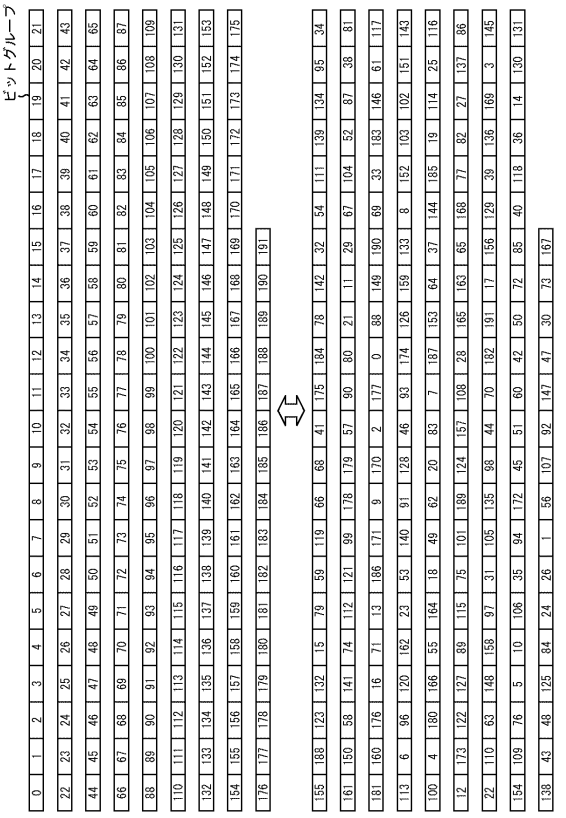
【図１２６】

図126



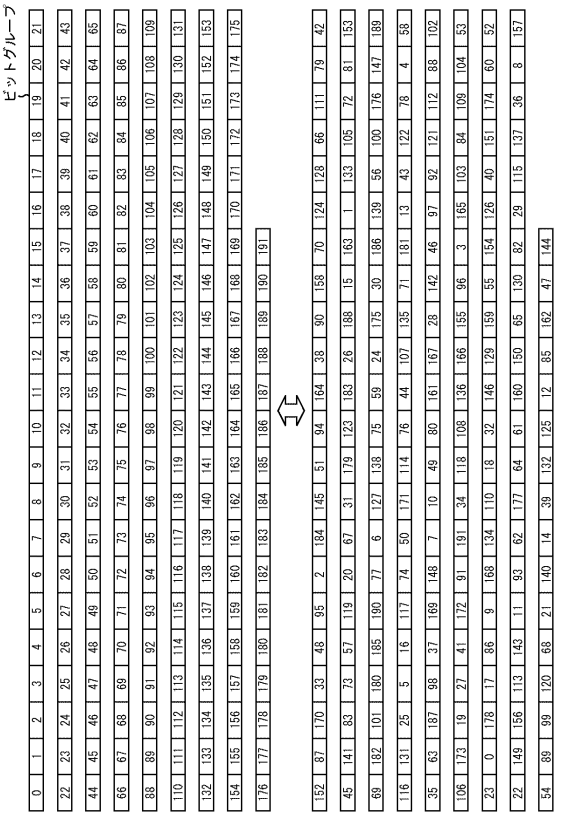
【図１２７】

図127



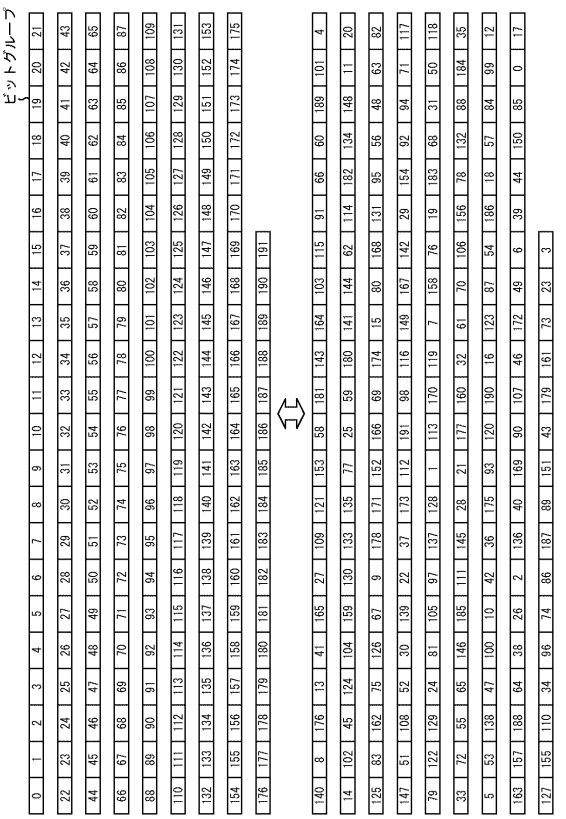
【図１２８】

図128



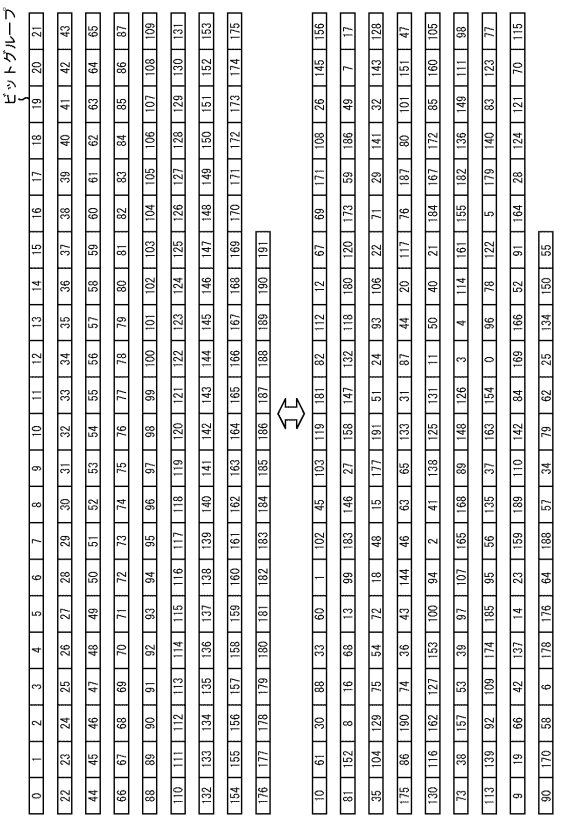
【図１２９】

図129



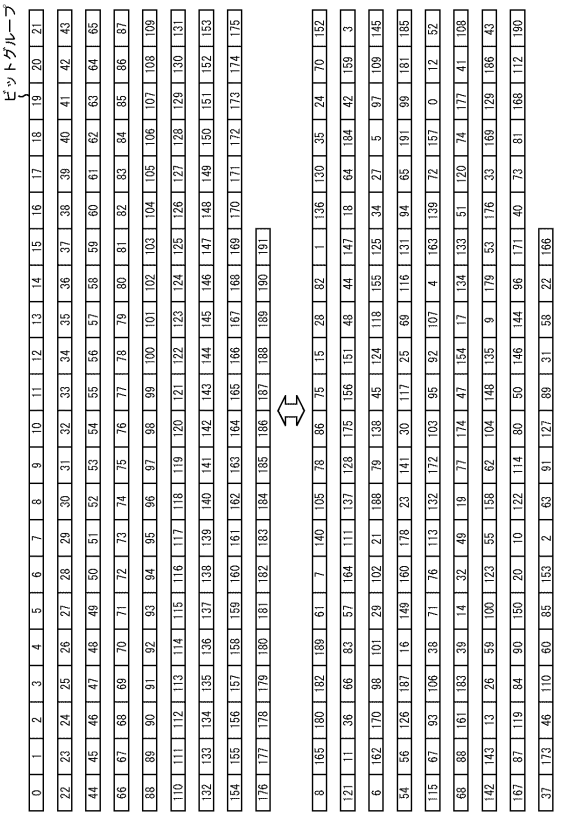
【図１３０】

図130



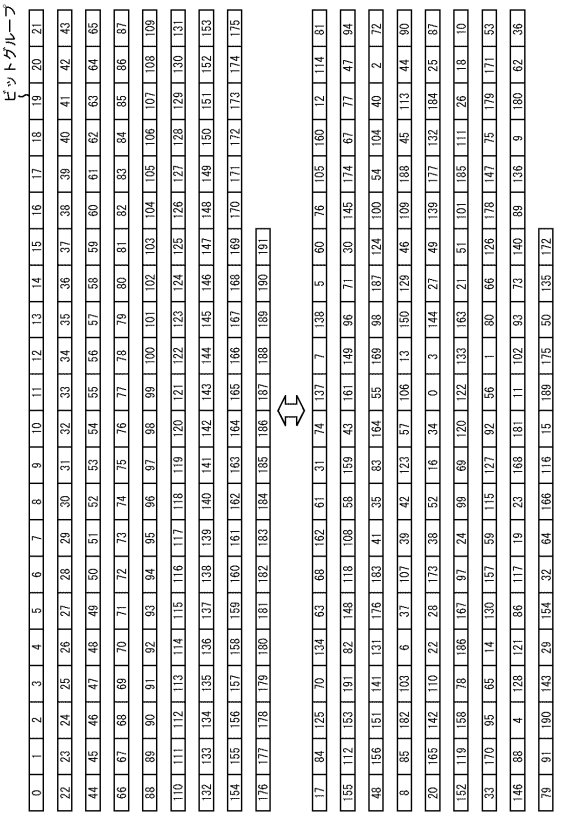
【図１３１】

図131



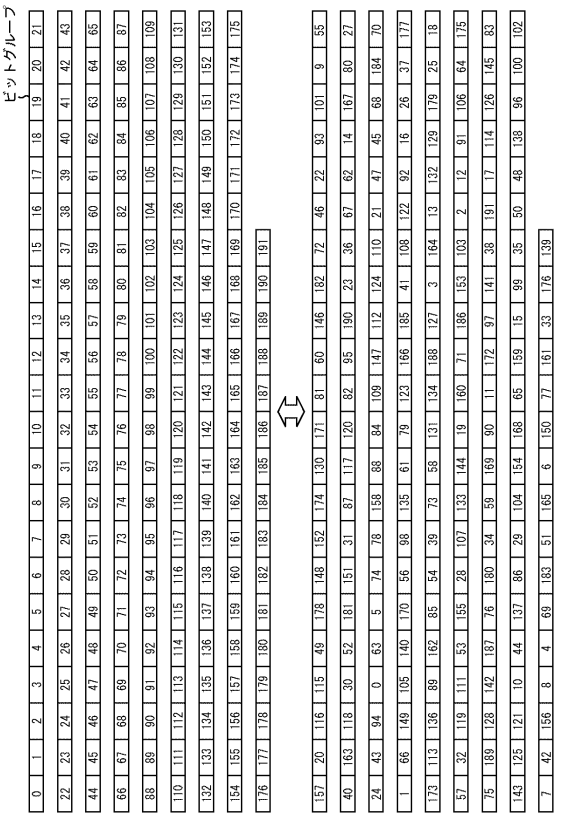
【図１３２】

図132



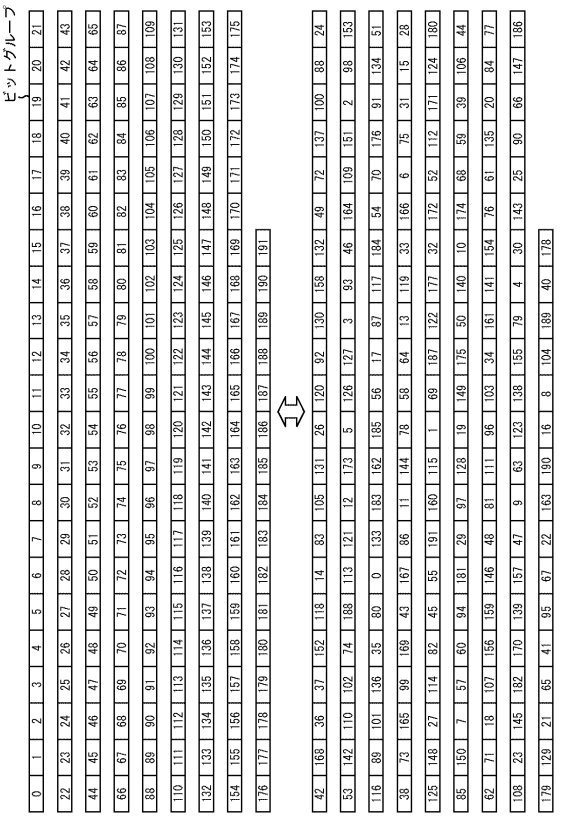
【図１３３】

図133



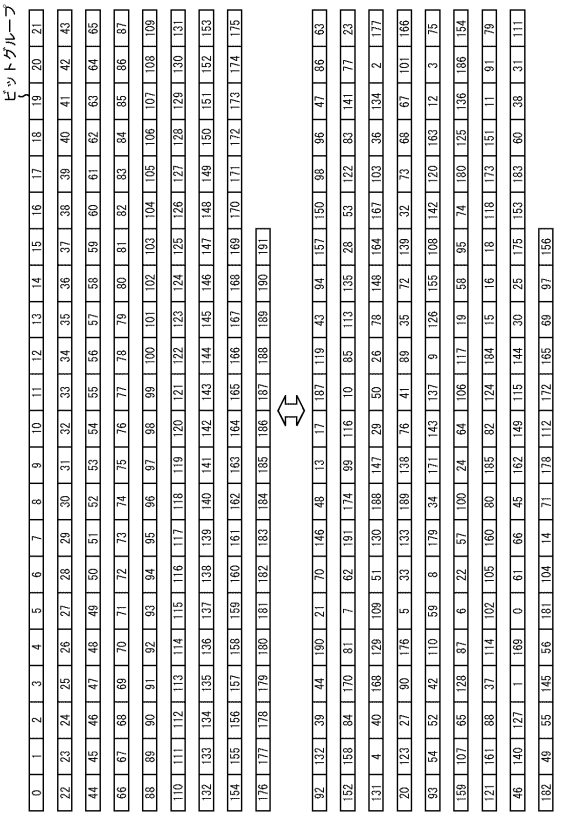
【図１３４】

図134



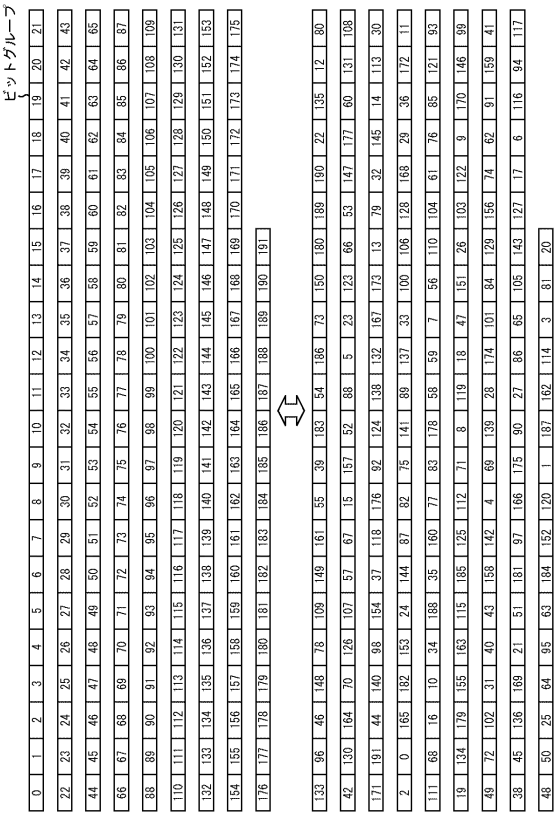
【図１３５】

図135



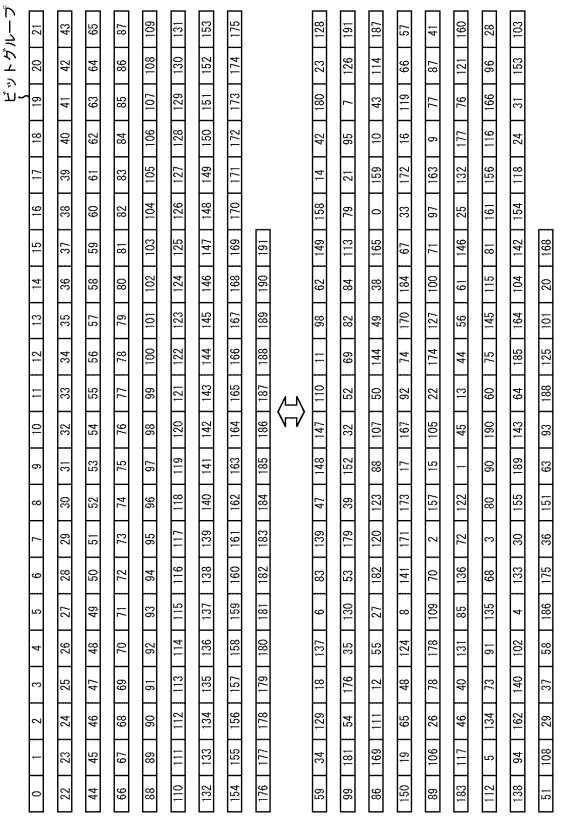
【図１３６】

図136



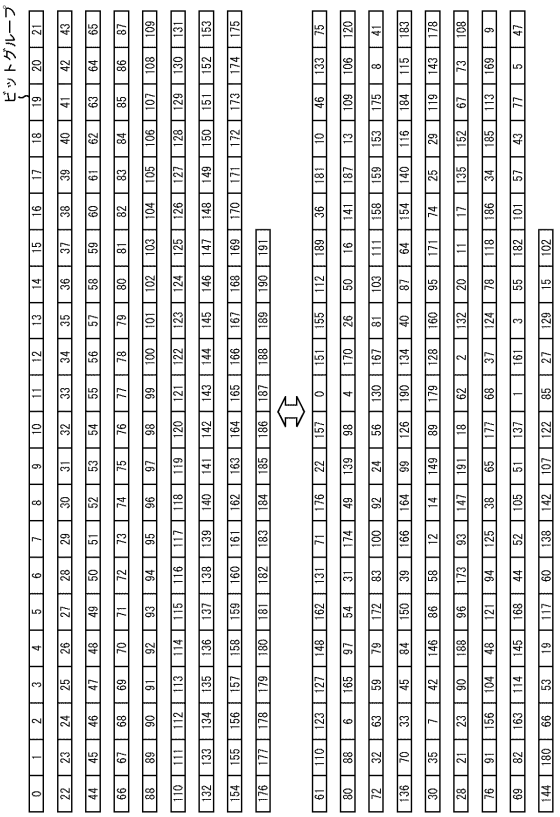
【図１３７】

図137



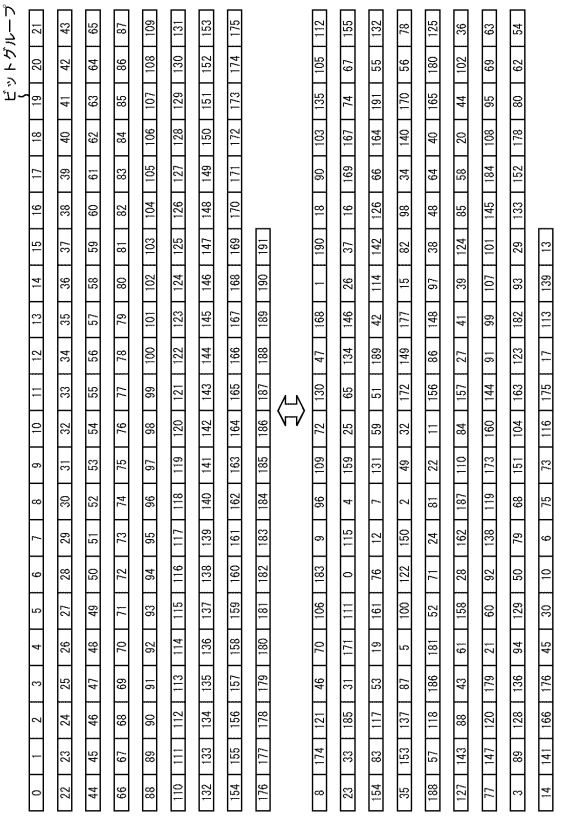
【図１３８】

図138



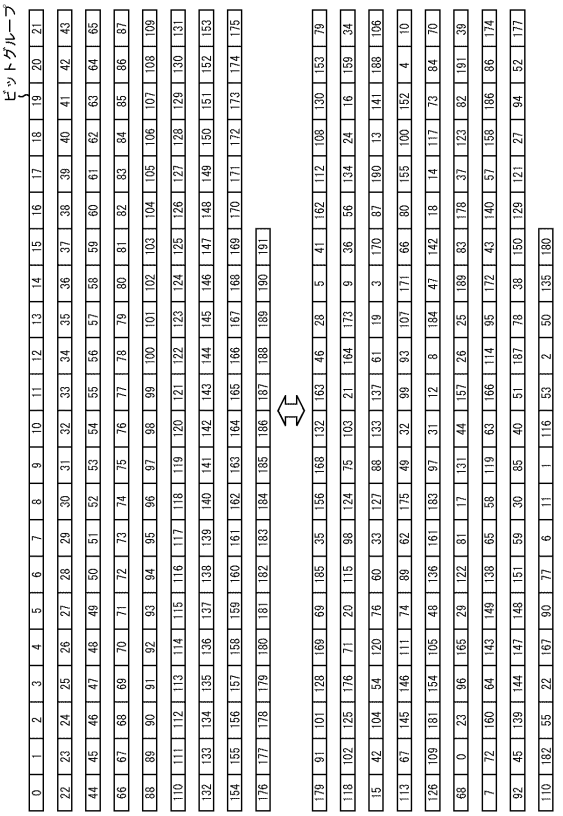
【図１３９】

図139



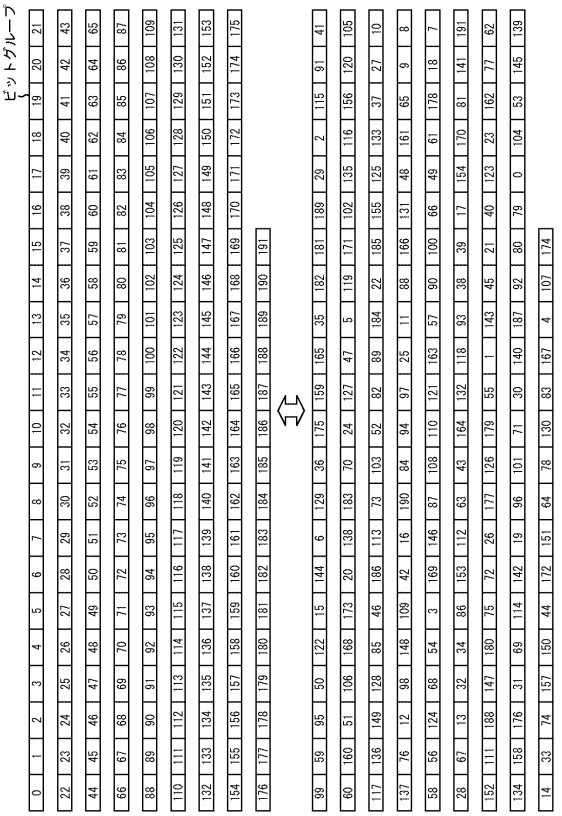
【図１４０】

図140



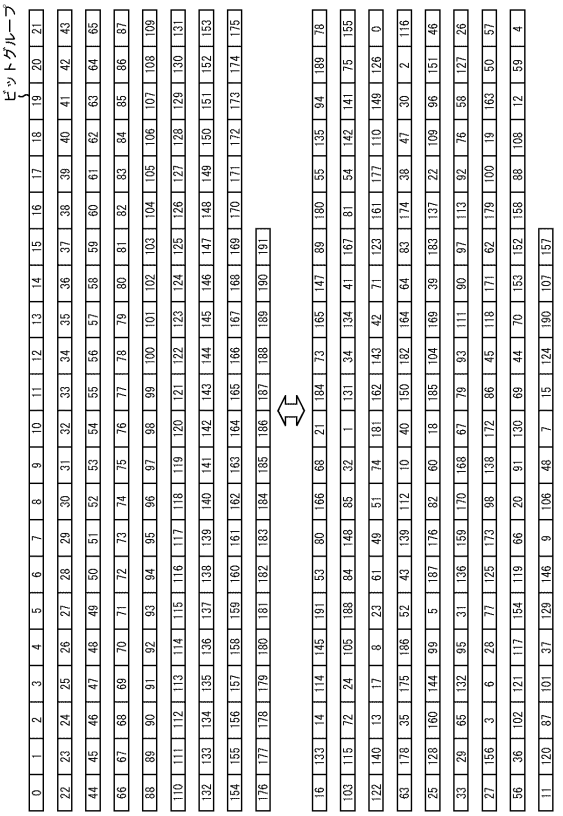
【図１４１】

図141



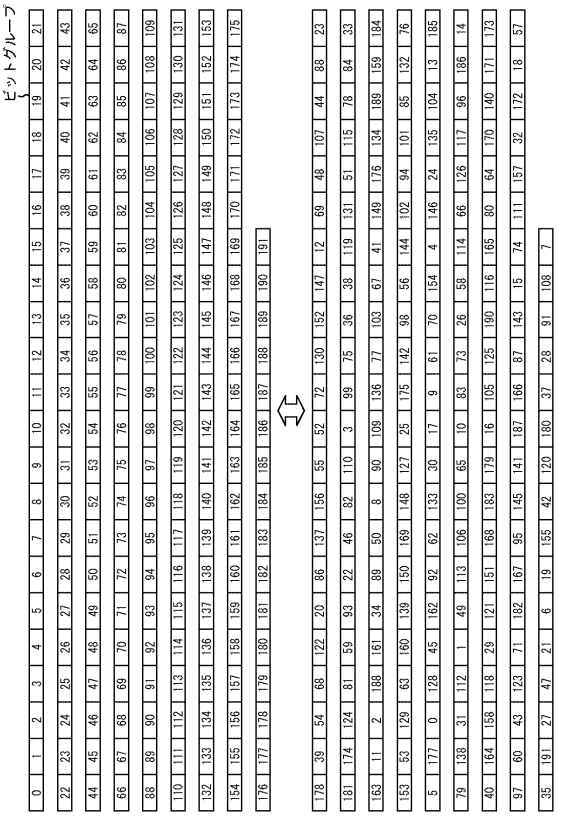
【図１４２】

図142



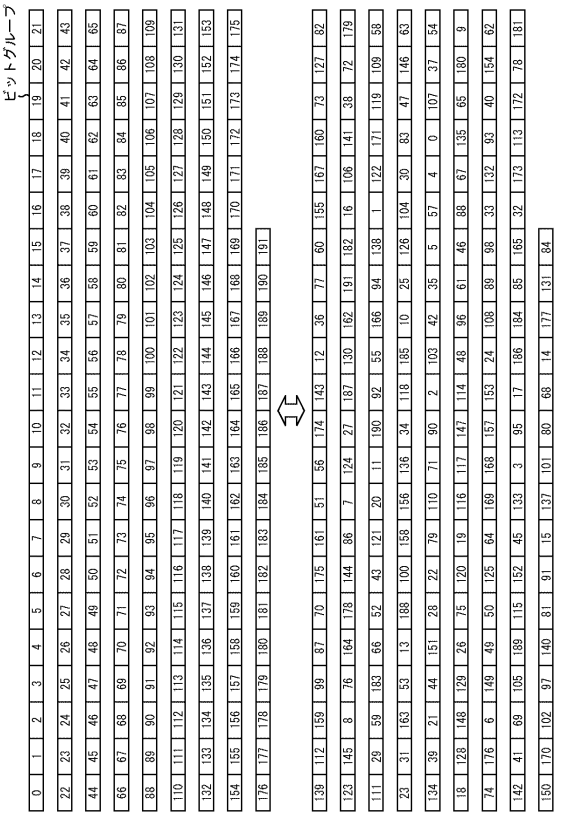
【図１４３】

図143



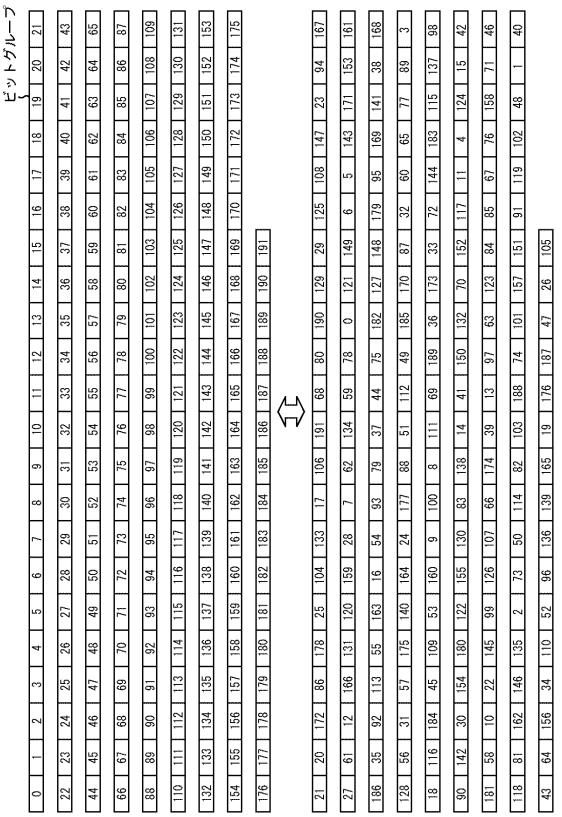
【図１４４】

図144



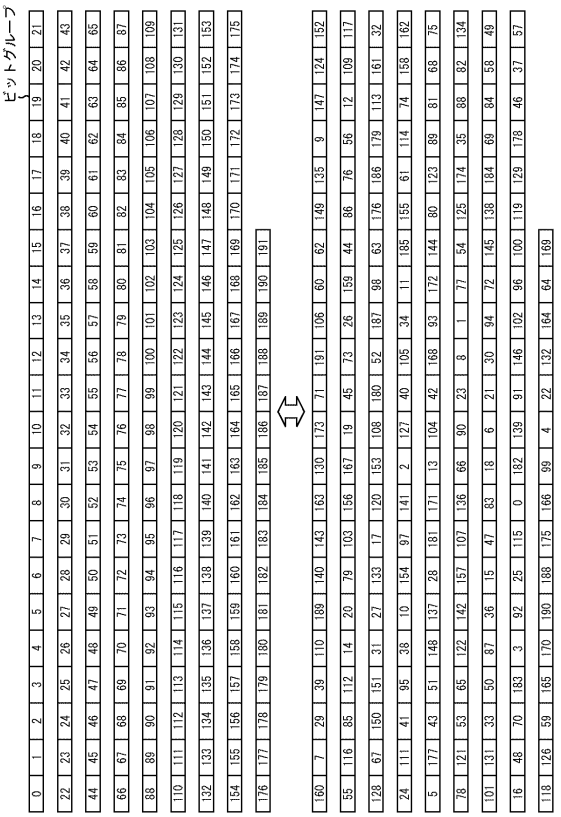
【図１４５】

図145



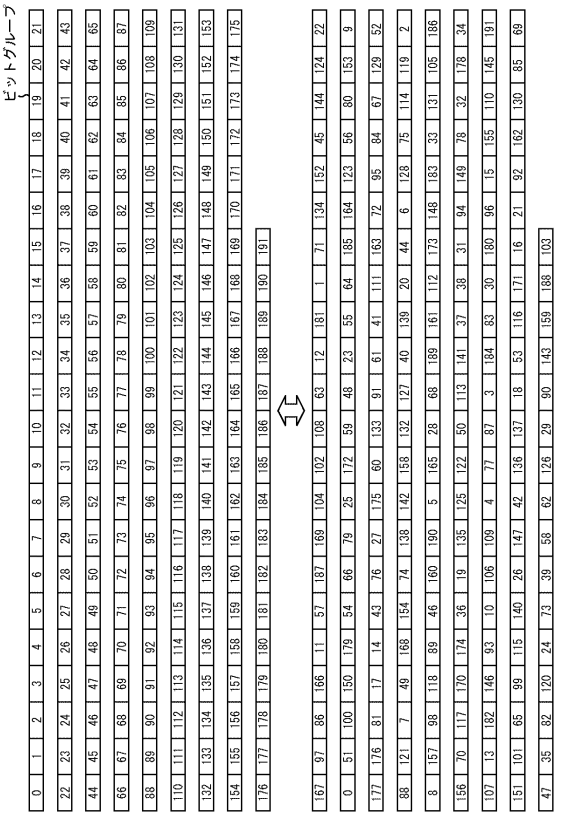
【図１４６】

図146



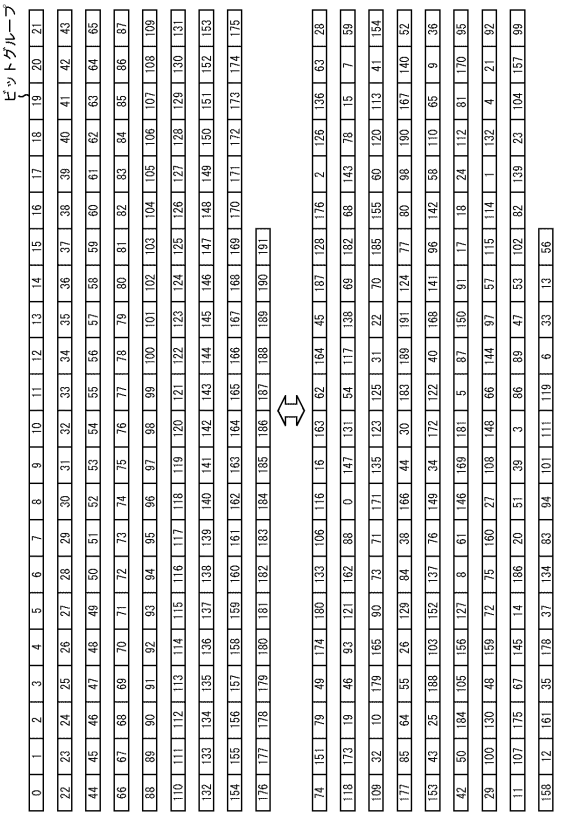
【図１４７】

図147



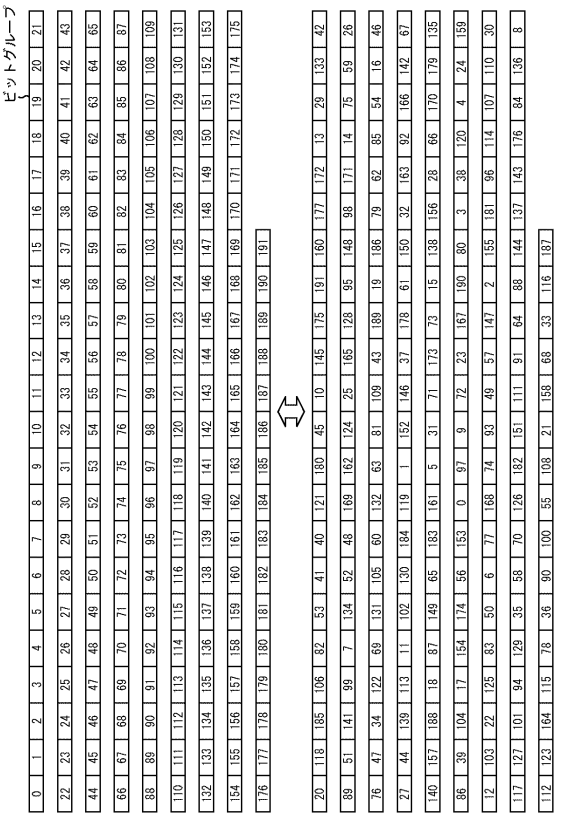
【図１４８】

図148



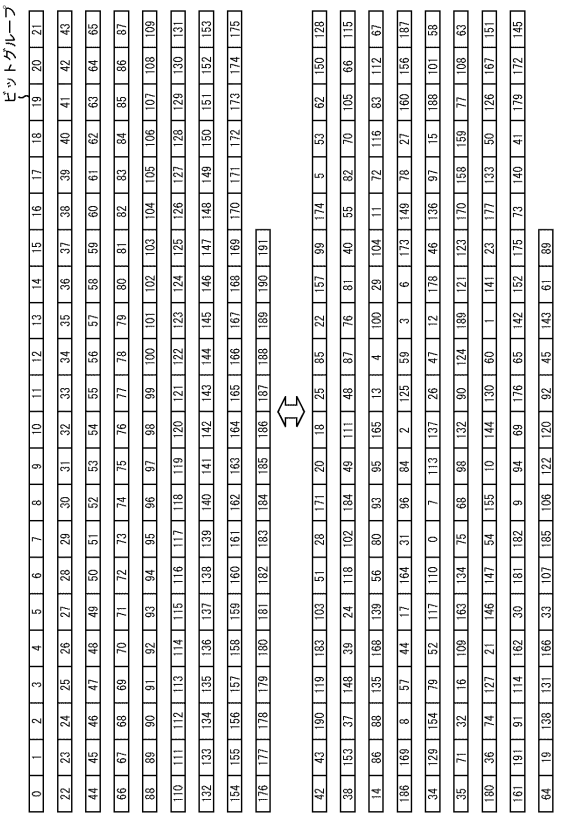
【図１４９】

図149



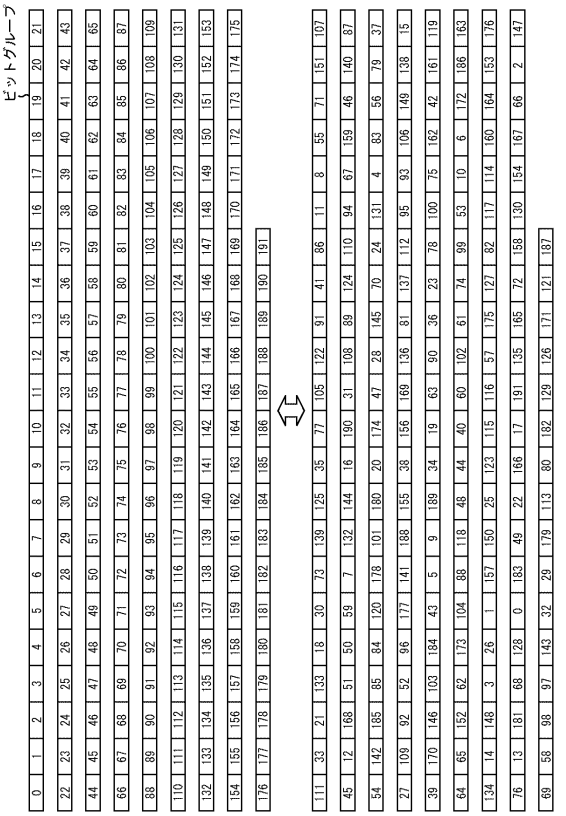
【図１５０】

図150



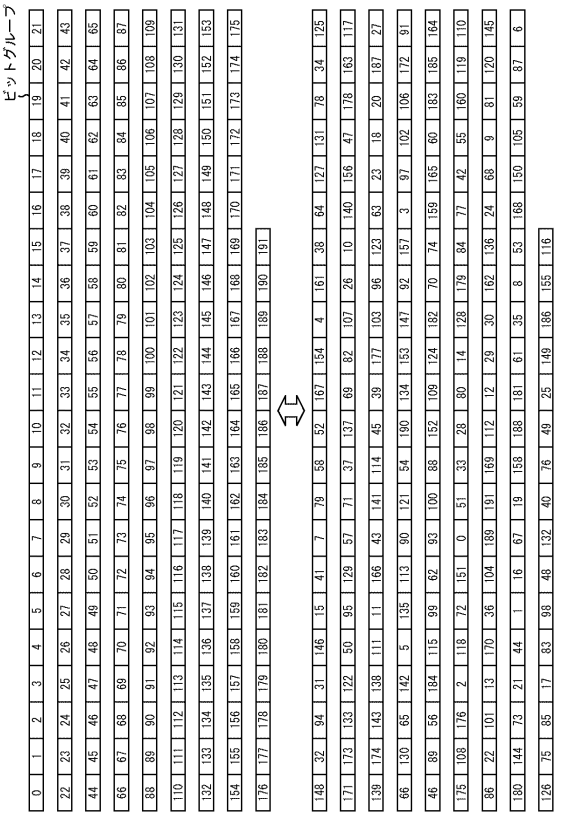
【図１５１】

図151



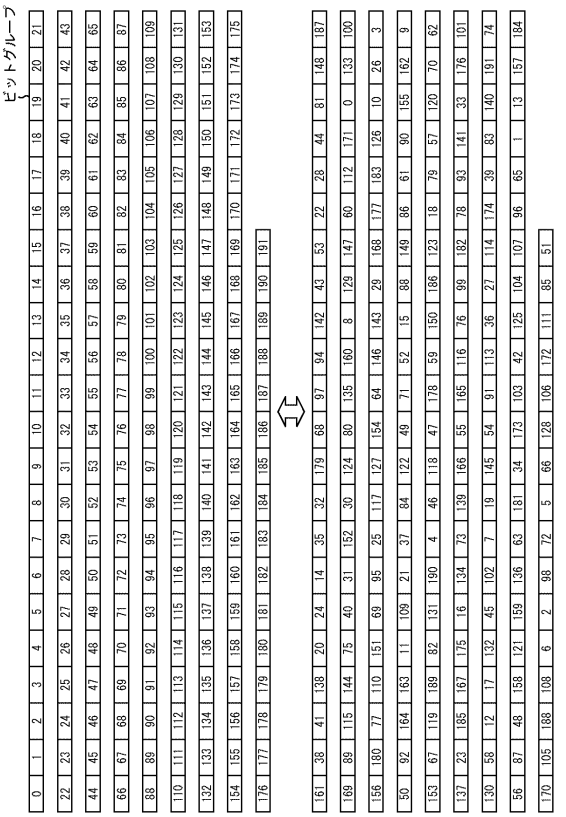
【図１５２】

図152



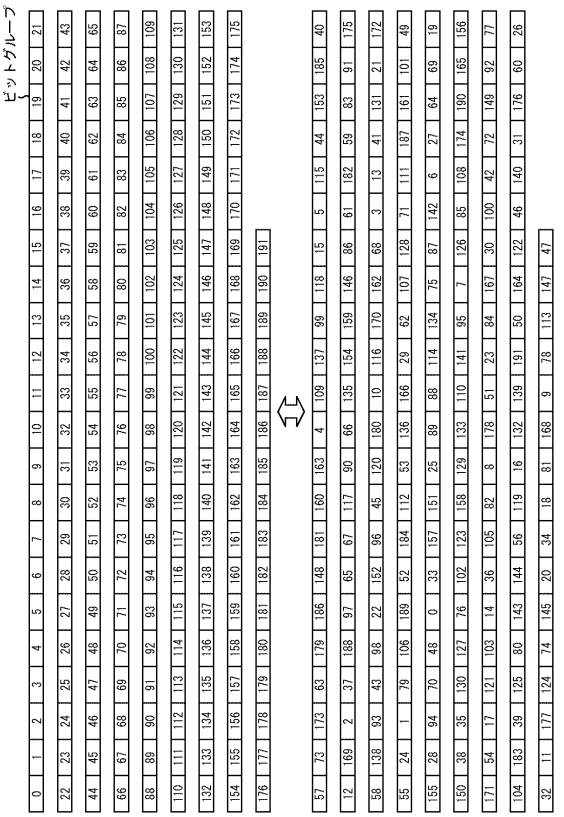
【図１５３】

図153



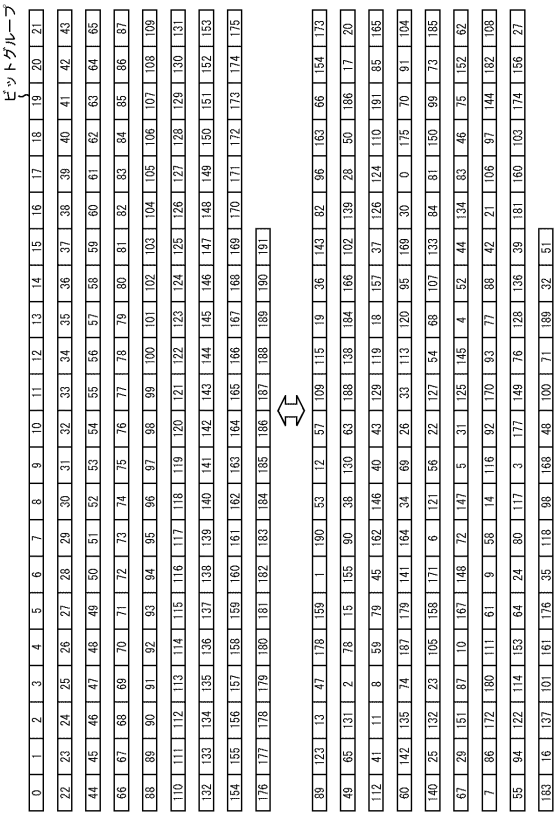
【図１５４】

図154



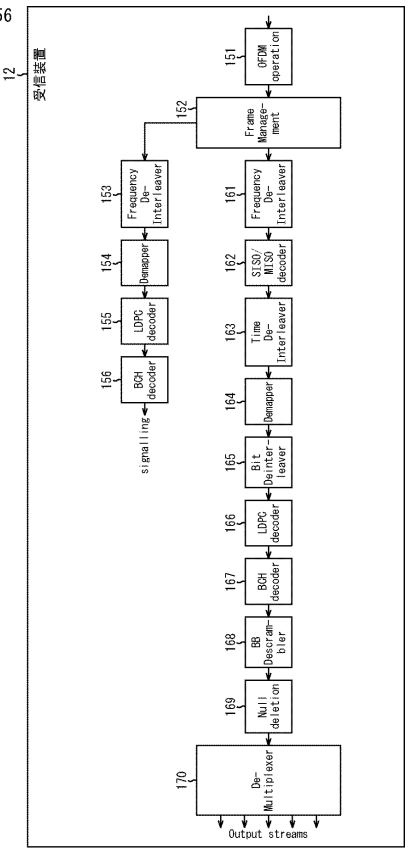
【図１５５】

図155



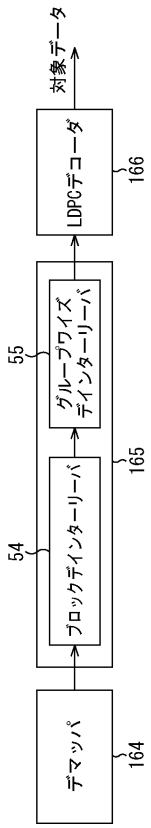
【図１５６】

FIG. 156



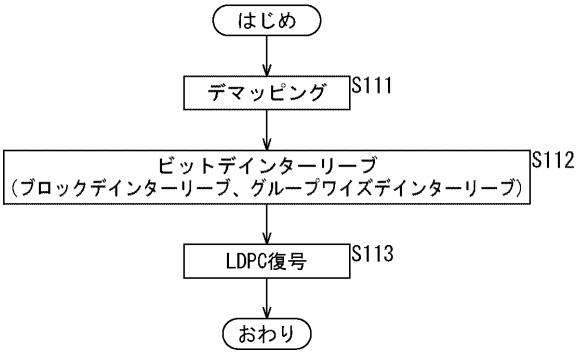
【図１５７】

FIG. 157

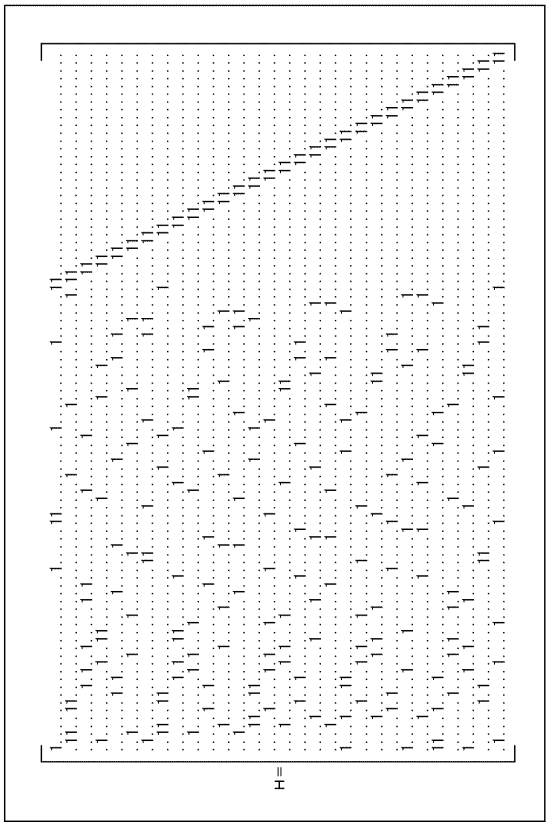


【図１５８】

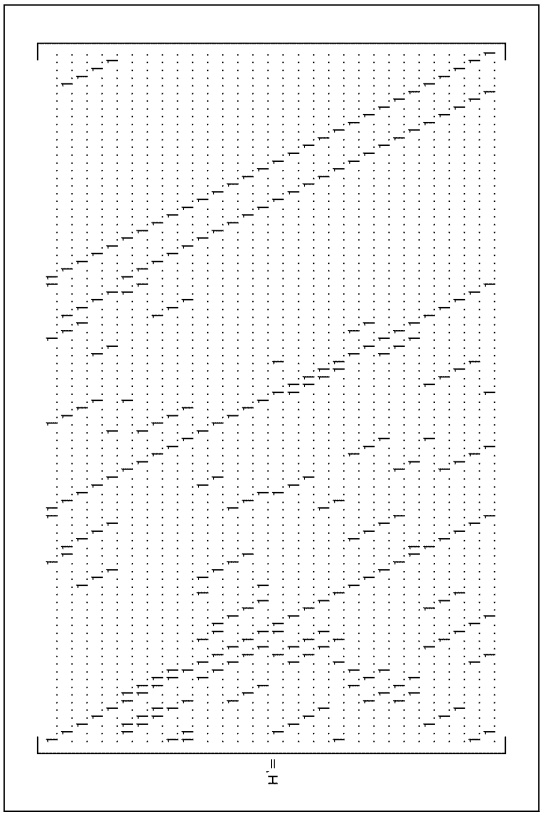
FIG. 158



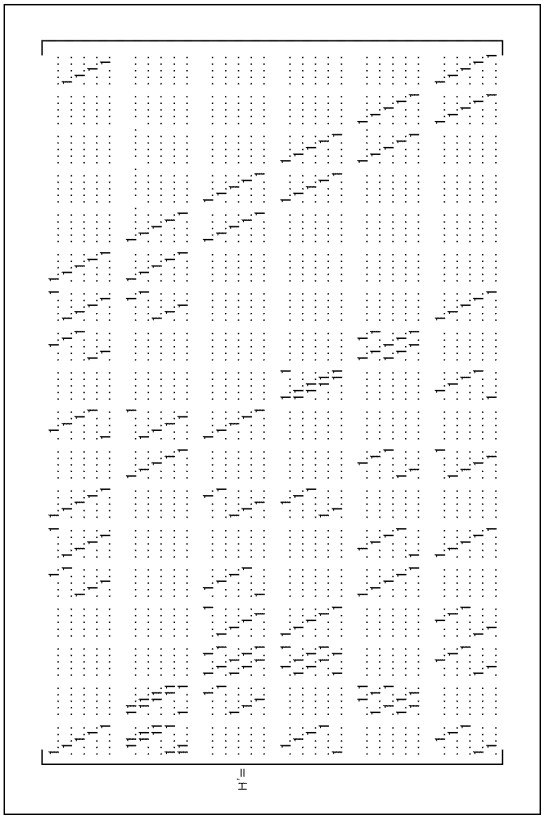
【図１５９】
FIG. 159



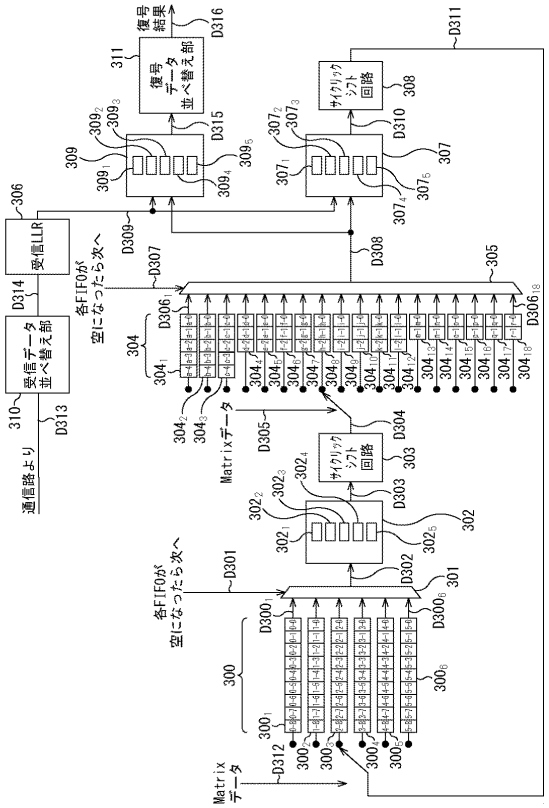
【図１６０】
FIG. 160



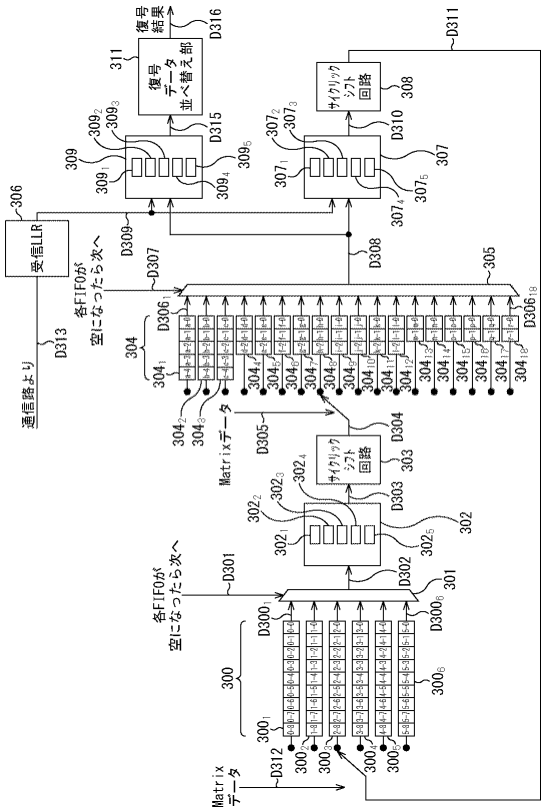
【図１６１】
FIG. 161



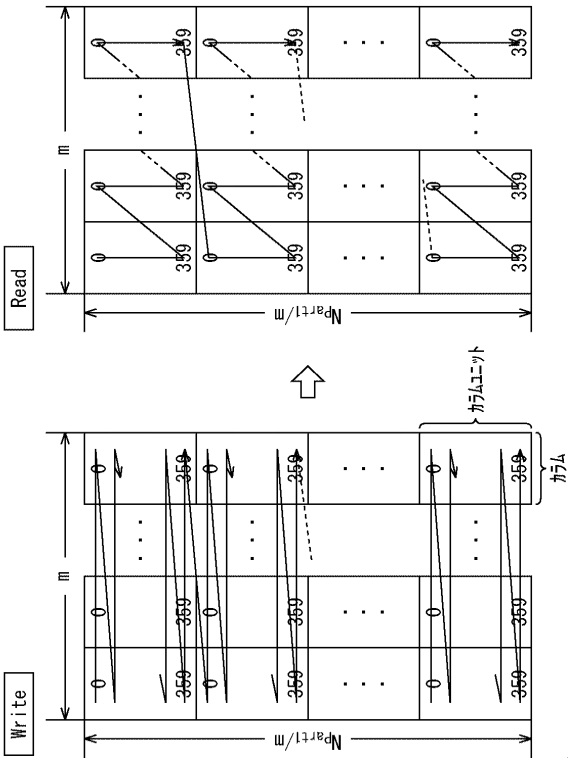
【図１６２】
FIG. 162



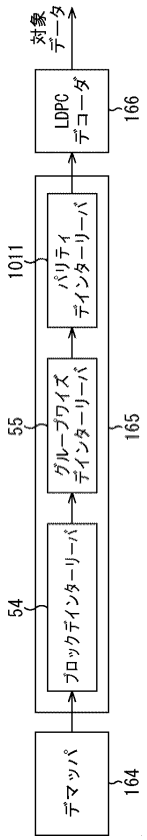
【図１６３】
FIG. 163



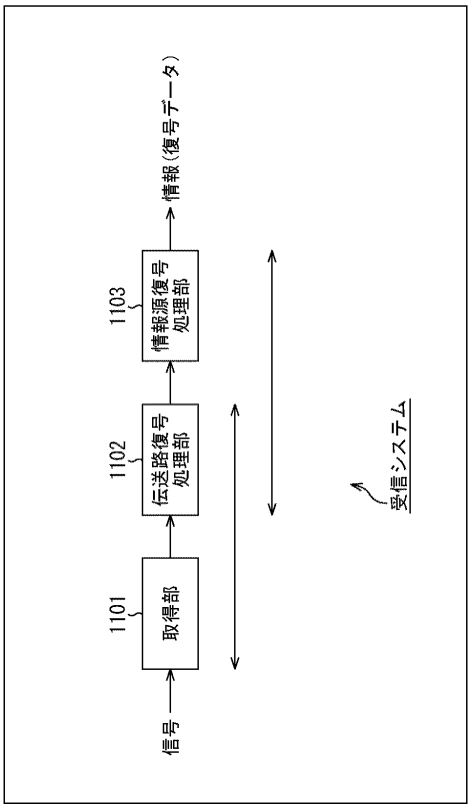
【図１６４】
FIG. 164



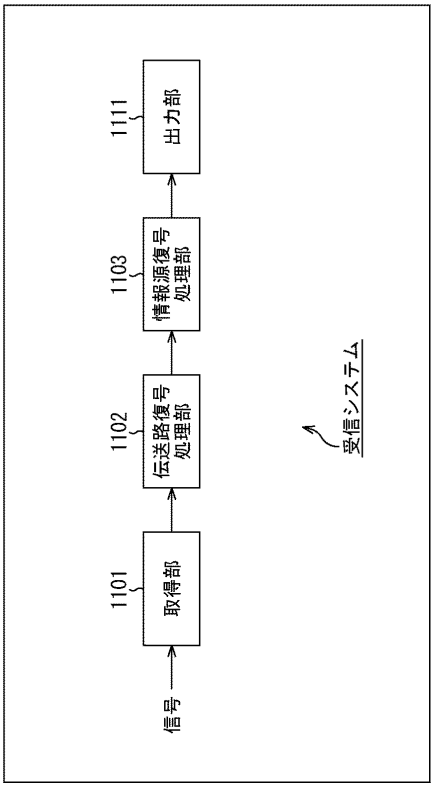
【図１６５】
FIG. 165



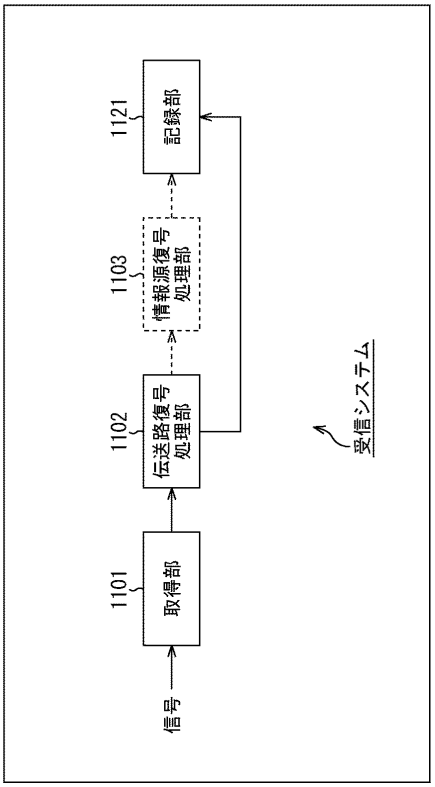
【図１６６】
FIG. 166



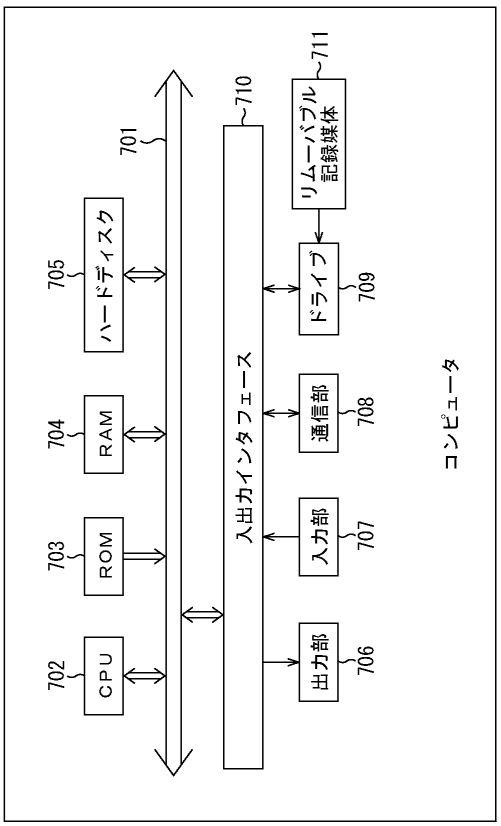
【図１６７】
FIG. 167



【図１６８】
FIG. 168



【図１６９】
FIG. 169



フロントページの続き

審査官　阿部 弘

(56)参考文献　国際公開第２０１６／１１４１５６（WO，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１５／０２３６８１６（ＵＳ，Ａ１）
韓国公開特許第１０－２０１５－００９８２２６（ＫＲ，Ａ）
特許第６８８５０２９（ＪＰ，Ｂ２）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０３Ｍ　１３／１９
Ｈ０３Ｍ　１３／２７
３ＧＰＰ ＴＳＧ ＲＡＮ ＷＧ１－４
ＳＡ　ＷＧ１－４
ＣＴ　ＷＧ１，４
ＩＥＥＥ ８０２．１１
１５
１６