

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 97145518

※ 申請日期： 97.11.25

※IPC 分類： ~~H03M13/27; H03M13/00;~~

~~H04L1/00~~

H03M 13/03

H03M 13/00

一、發明名稱：(中文/英文)

資料處理裝置、資料處理方法、編碼裝置及編碼方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商新力股份有限公司
SONY CORPORATION

代表人：(中文/英文)

中鉢 良治
CHUBACHI, RYOJI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都港區港南1丁目7番1號
1-7-1 KONAN, MINATO-KU, TOKYO, 108-0075, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 橫川 峰志
YOKOKAWA, TAKASHI
2. 山本 真紀子
YAMAMOTO, MAKIKO
3. 岡田 諭志
OKADA, SATOSHI
4. 池谷 亮志
IKEGAYA, RYOJI

國 籍：(中文/英文)

1. 日本 JAPAN
2. 日本 JAPAN
3. 日本 JAPAN
4. 日本 JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2007年11月26日；特願2007-304689
2. 日本；2007年11月26日；特願2007-304690
3. 日本；2008年03月18日；特願2008-070467
4. 專利合作條約；2008年11月18日；PCT/JP2008/070960

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

- 1.
- 2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於資料處理裝置及資料處理方法、以及編碼裝置及編碼方法，特別關於可使對於例如錯誤之容錯提升之資料處理裝置及資料處理方法、以及編碼裝置及編碼方法。

【先前技術】

LDPC(Low Density Parity Check：低密度同位檢查)碼具有高度之失誤訂正能力，近年來開始廣泛採用於例如包含歐洲所進行之DVB(Digital Video Broadcasting：數位視訊廣播)-S.2等衛星數位播放在內之傳送方式(參考例如非專利文獻1)。而且，LDPC碼亦檢討採用於下一代之地面數位播放。

根據近年來之研究逐漸得知，LDPC碼係與渦輪碼等相同，隨著碼長增長會獲得接近向農極限(Shannon limit)之性能。而且，由於LDPC碼具有最小距離與碼長成比例之性質，因此作為其特徵係區塊失誤確率特性佳，進一步作為優點亦可舉出幾乎不產生在渦輪碼等之解碼特性所觀測到之所謂錯誤地板(error floor)現象。

以下，具體說明關於該類LDPC碼。此外，LDPC碼為線性碼，未必要為二元，但於此說明作為二元。

LDPC碼之最大特徵為定義該LDPC碼之檢查矩陣(parity check matrix：同位檢查矩陣)鬆散。於此，鬆散之矩陣係指矩陣要素"1"之個數非常少之矩陣(大部分之要素為0之矩

陣)。

圖1係表示LDPC碼之檢查矩陣H之例。

於圖1之檢查矩陣H，各行之權重(行權重)("1"之數目)(weight)為"3"，且各列之權重(列權重)為"6"。

於藉由LDPC碼所進行之編碼(LDPC編碼)，例如根據檢查矩陣H來將生成矩陣G生成，將該生成矩陣G對於二元之資訊位元乘算，藉此生成碼字(LDPC碼)。

具體而言，進行LDPC編碼之編碼裝置係首先於與檢查矩陣H之轉置矩陣 H^T 間，算出式 $GH^T=0$ 會成立之生成矩陣G。於此，生成矩陣G為 $K \times N$ 矩陣之情況下，編碼裝置係對於生成矩陣G乘算由K位元所組成之資訊位元之位元串列(向量u)，生成由N位元所組成之碼字 $c(=uG)$ 。藉由該編碼裝置所生成之碼字(LDPC碼)係經由特定之通訊道而於接收側被接收。

LDPC碼之解碼係界洛格(Gallager)稱作確率解碼(Probabilistic Decoding：機率解碼)所提案之運算法，可藉由利用在由可變節點(variable node(亦稱為訊息節點(message node)))及校驗節點(check node)所組成之所謂Tanner圖(Tanner graph)上之確率傳遞(belief propagation)之訊息傳播運算法來進行。於此，以下亦適宜地將可變節點及校驗節點僅稱為節點。

圖2係表示LDPC碼之解碼程序。

此外，以下適宜地將以對數概度比(log likelihood ratio)所表現之接收側所接收到之LDPC碼(1碼字)之第i個碼位元

之值"0"概似度之實數值，稱為接收值 u_{0i} 。而且，從校驗節點所輸出之訊息設為 u_j ，從可變節點所輸出之訊息設為 v_i 。

首先，於LDPC碼之解碼中，如圖2所示，於步驟S11，接收LDPC碼，訊息(校驗節點訊息) u_j 初始化為"0"，並且取定作為重複處理之計數器之整數之變數 k 初始化為"0"，並前進至步驟S12。於步驟S12，藉由根據接收LDPC碼而獲得之接收值 u_{0i} ，進行式(1)所示之運算(可變節點運算)，以求出訊息(可變節點訊息) v_i ，並進一步藉由根據該訊息 v_i ，進行式(2)所示之運算(校驗節點運算)，以求出訊息 u_j 。

[數1]

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

[數2]

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

於此，式(1)及式(2)之 d_v 及 d_c 係分別表示檢查矩陣 H 之縱向(行)及橫向(列)之"1"之個數之可任意選擇之參數，例如於碼(3,6)之情況時， $d_v=3$ 、 $d_c=6$ 。

此外，於式(1)之可變節點運算及(2)之校驗節點運算，由於分別不將從欲輸出訊息之分枝(edge：邊線)(連結可變節點與校驗節點之線)所輸入之訊息，作為運算之對象，因此運算之範圍為1至 d_v-1 、或1至 d_c-1 。而且，式(2)之校

驗節點運算實際上係藉由事先製作以對於2輸入 v_1, v_2 之1輸出所定義之式(3)所示之函數 $R(v_1, v_2)$ 之表，將其如式(4)所示連續地(回歸地)利用而進行。

[數 3]

$$x = 2 \tanh^{-1} \{ \tanh(v_1/2) \tanh(v_2/2) \} = R(v_1, v_2) \quad \dots (3)$$

[數 4]

$$u_j = R(v_1, R(v_2, R(v_3, \dots R(v_{d_c-2}, v_{d_c-1}))) \dots (4)$$

於步驟S12，進一步將變數 k 僅遞增"1"，並前進至步驟S13。於步驟S13，判定變數 k 是否大於特定重複解碼次數 C 。於步驟S13，判定變數 k 不大於 C 之情況時，返回步驟S12，以下重複同樣處理。

而且，於步驟S13，判定變數 k 大於 C 之情況時，前進至步驟S14，藉由進行式(5)所示之運算，求出並輸出作為最終輸出之解碼結果之訊息 v_i ，LDPC碼之解碼處理終了。

[數 5]

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

於此，式(5)之運算係與式(1)之可變節點運算不同，利用來自連接於可變節點之所有分枝之訊息 u_j 來進行。

圖3係表示(3,6)LDPC碼(編碼率1/2、碼長12)之檢查矩陣 H 之例。

於圖3之檢查矩陣 H ，與圖1相同，分別而言，行之權重為3，列之權重為6。

圖4係表示圖3之檢查矩陣H之Tanner圖。

於此，圖4中，校驗節點係以"+"表示，可變節點係以"="表示。校驗節點及可變節點分別對應於檢查矩陣H之列及行。校驗節點與可變節點間之結線為分枝(edge：邊緣)，相當於檢查矩陣之要素"1"。

亦即，檢查矩陣之第j列第i行之要素為1之情況時，於圖4，藉由分枝連接從上第i個可變節點("="之節點)與從上第j個校驗節點("+"-之節點)。分枝係表示對應於可變節點之碼位元具有對應於校驗節點之限制條件。

於LDPC碼之解碼方法之和積運算法(Sum Product Algorithm)，重複進行可變節點運算及校驗節點運算。

圖5係表示於可變節點進行之可變節點運算。

於可變節點，對應於所欲計算之分枝之訊息 v_i 係藉由來自相連於可變節點之剩餘分枝之訊息 u_1 及 u_2 、及利用接收值 u_{0i} 之式(1)之可變節點運算來求出。對應於其他分枝之訊息亦同樣地求出。

圖6係表示於校驗節點進行之校驗節點運算。

於此，式(2)之校驗節點運算係可利用式 $a \times b = \exp\{\ln(|a|) + \ln(|b|)\} \times \text{sign}(a) \times \text{sign}(b)$ 之關係來改寫為式(6)。其中， $\text{sign}(x)$ 係於 $x \geq 0$ 時為1，於 $x < 0$ 時為-1。

[數6]

$$\begin{aligned}
u_j &= 2 \tanh^{-1} \left(\prod_{i=1}^{d_c-1} \tanh \left(\frac{v_i}{2} \right) \right) \\
&= 2 \tanh^{-1} \left[\exp \left\{ \sum_{i=1}^{d_c-1} \ln \left(\left| \tanh \left(\frac{v_i}{2} \right) \right| \right) \right\} \times \prod_{i=1}^{d_c-1} \text{sign} \left(\tanh \left(\frac{v_i}{2} \right) \right) \right] \\
&= 2 \tanh^{-1} \left[\exp \left\{ - \left(\sum_{i=1}^{d_c-1} - \ln \left(\tanh \left(\frac{|v_i|}{2} \right) \right) \right) \right\} \times \prod_{i=1}^{d_c-1} \text{sign}(v_i) \right] \\
&\quad \dots (6)
\end{aligned}$$

進一步而言，於 $x \geq 0$ ，若將函數 $\phi(x)$ 定義為式 $\phi(x) = \ln(\tanh(x/2))$ ，則式 $\phi^{-1}(x) = 2 \tanh^{-1}(e^x)$ 成立，因此式 (6) 可變形為式 (7)。

[數 7]

$$u_j = \phi^{-1} \left(\sum_{i=1}^{d_c-1} \phi(|v_i|) \right) \times \prod_{i=1}^{d_c-1} \text{sign}(v_i) \quad \dots (7)$$

於校驗節點，式 (2) 之校驗節點運算係按照式 (7) 來進行。

亦即，於校驗節點，如圖 6，對應於所欲計算之分枝之訊息 u_j 係藉由利用來自相連於校驗節點之剩餘分枝之訊息 v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 之式 (7) 之校驗節點運算來求出。對應於其他分枝之訊息亦同樣地求出。

此外，式 (7) 之函數 $\phi(x)$ 亦可表示為 $\phi(x) = \ln((e^x + 1)/(e^x - 1))$ ，於 $x > 0$ 則為 $\phi(x) = \phi^{-1}(x)$ 。將函數 $\phi(x)$ 及 $\phi^{-1}(x)$ 實裝於硬體時，雖有利用 LUT (Look Up Table：查找表) 安裝之情況，但兩者均成為同一 LUT。

[非專利文獻 1] DVB-S.2：ETSI EN 302 307 V1.1.2 (2006-

06)

【發明內容】

發明所欲解決之問題

LDPC碼係於衛星數位播放之規格之DVB-S.2或下一代之地面數位播放之規格DVB-T.2中採用。而且，LDPC碼預定於下一代之CATV(Cable Television：有線電視)數位播放之規格之DVB-C.2中採用。

於依據DVB-S.2等DVB之規格之數位播放，LDPC碼被作為QPSK(Quadrature Phase Shift Keying：正交相位鍵移)等正交調變(數位調變)之符元(符元化)，該符元映射成信號點並發送。

於LDPC碼之符元化，LDPC碼之碼位元之替換係以2位元以上之碼位元單位進行，該替換後之碼位元被作為符元之位元。

以各種方式提案有LDPC碼之符元化用之碼位元之替換方式，但要求提案對於錯誤之容錯較既已提案之方式提升之方式。

而且，關於LDPC碼本身，亦要求提案使對於錯誤之容錯較DVB-S.2等DVB之規格所規定之LDPC碼提升之LDPC碼。

本發明係有鑑於該類狀況所完成者，可使對於錯誤之容錯提升。

解決問題之技術手段

本發明之第1態樣之資料處理裝置或資料處理方法包含

替換機構或替換步驟，其係於橫列方向及縱行方向記憶碼長為 N 位元之LDPC(Low Density Parity Check：低密度同位檢查)碼之碼位元之記憶機構之於前述縱行方向所寫入而於前述橫列方向所讀出之前述LDPC碼之碼位元之 m 位元被作為1個符元，特定正整數設為 b ，前述記憶機構於前述橫列方向記憶 mb 位元，並且於前述縱行方向記憶 $N/(mb)$ 位元，前述LDPC碼之碼位元於前述記憶機構之前述縱行方向寫入，其後於前述橫列方向讀出，且，於前述記憶機構之前述橫列方向所讀出之 mb 位元之碼位元被作為 b 個前述符元之情況下；替換前述 mb 位元之碼位元，將替換後之碼位元作為表示前述符元之符元位元；前述LDPC碼係DVB-S.2或DVB-T.2之規格所規定之碼長 N 為64800位元、編碼率為 $2/3$ 之LDPC碼；前述 m 位元為8位元，且前述整數 b 為2，前述碼位元之8位元作為1個前述符元而映射成256QAM所決定之256個信號點中之任一個；前述記憶機構含有於橫列方向記憶 8×2 位元之16個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(8 \times 2)$ 位元；將於前述記憶機構之橫列方向所讀出之 8×2 位元之碼位元從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元設為位元 b_i ，並且將連續2個前述符元之 8×2 位元之符元位元從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元設為位元 y_i ，進行下述替換：將位元 b_0 分配給位元 y_{15} ，將位元 b_1 分配給位元 y_7 ，將位元 b_2 分配給位元 y_1 ，將位元 b_3 分配給位元 y_5 ，將位元 b_4 分配給位元 y_6 ，將位元 b_5 分配給位元 y_{13} ，將位元 b_6 分配給位元 y_{11} ，將位元 b_7 分配給位元 y_9 ，將位元 b_8 分配給位元 y_8 ，將位元

b_9 分配給位元 y_{14} ，將位元 b_{10} 分配給位元 y_{12} ，將位元 b_{11} 分配給位元 y_3 ，將位元 b_{12} 分配給位元 y_0 ，將位元 b_{13} 分配給位元 y_{10} ，將位元 b_{14} 分配給位元 y_4 ，將位元 b_{15} 分配給位元 y_2 。

於如以上之第1側面，於前述LDPC碼是DVB-S.2或DVB-T.2之規格所規定之碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $2/3$ 之LDPC碼，前述 m 位元為 8 位元，且前述整數 b 為 2，前述碼位元之 8 位元作為 1 個前述符元而映射成 256QAM 所決定之 256 個信號點中之任一個，前述記憶機構含有於橫列方向記憶 8×2 位元之 16 個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(8 \times 2)$ 位元之情況下，將於前述記憶機構之橫列方向所讀出之 8×2 位元之碼位元從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元設為位元 b_i ，並且將連續 2 個前述符元之 8×2 位元之符元位元從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元設為位元 y_i ，進行下述替換：將位元 b_0 分配給位元 y_{15} ，將位元 b_1 分配給位元 y_7 ，將位元 b_2 分配給位元 y_1 ，將位元 b_3 分配給位元 y_5 ，將位元 b_4 分配給位元 y_6 ，將位元 b_5 分配給位元 y_{13} ，將位元 b_6 分配給位元 y_{11} ，將位元 b_7 分配給位元 y_9 ，將位元 b_8 分配給位元 y_8 ，將位元 b_9 分配給位元 y_{14} ，將位元 b_{10} 分配給位元 y_{12} ，將位元 b_{11} 分配給位元 y_3 ，將位元 b_{12} 分配給位元 y_0 ，將位元 b_{13} 分配給位元 y_{10} ，將位元 b_{14} 分配給位元 y_4 ，將位元 b_{15} 分配給位元 y_2 。

本發明之第2側面之編碼裝置或編碼方法包含編碼機構或步驟，其係進行藉由碼長為 64800 位元、編碼率為 $2/3$ 之LDPC碼之編碼；前述LDPC碼之檢查矩陣係將由把該檢查

矩陣之與前述碼長及資訊長所對應之資訊矩陣之1要素位置以每360行表示之檢查矩陣初始值表所決定之前述資訊矩陣之1要素，於行方向以每360行之週期配置而構成，其中前述資訊長係相應於前述編碼率者；前述檢查矩陣初始值表包括：

317 2255 2324 2723 3538 3576 6194 6700 9101 10057
12739 17407 21039

1958 2007 3294 4394 12762 14505 14593 14692 16522
17737 19245 21272 21379

127 860 5001 5633 8644 9282 12690 14644 17553 19511
19681 20954 21002

2514 2822 5781 6297 8063 9469 9551 11407 11837 12985
15710 20236 20393

1565 3106 4659 4926 6495 6872 7343 8720 15785 16434
16727 19884 21325

706 3220 8568 10896 12486 13663 16398 16599 19475
19781 20625 20961 21335

4257 10449 12406 14561 16049 16522 17214 18029
18033 18802 19062 19526 20748

412 433 558 2614 2978 4157 6584 9320 11683 11819
13024 14486 16860

777 5906 7403 8550 8717 8770 11436 12846 13629 14755
15688 16392 16419

4093 5045 6037 7248 8633 9771 10260 10809 11326

12072 17516 19344 19938

2120 2648 3155 3852 6888 12258 14821 15359 16378

16437 17791 20614 21025

1085 2434 5816 7151 8050 9422 10884 12728 15353

17733 18140 18729 20920

856 1690 12787

6532 7357 9151

4210 16615 18152

11494 14036 17470

2474 10291 10323

1778 6973 10739

4347 9570 18748

2189 11942 20666

3868 7526 17706

8780 14796 18268

160 16232 17399

1285 2003 18922

4658 17331 20361

2765 4862 5875

4565 5521 8759

3484 7305 15829

5024 17730 17879

7031 12346 15024

179 6365 11352

2490 3143 5098

2643 3101 21259

4315 4724 13130

594 17365 18322

5983 8597 9627

10837 15102 20876

10448 20418 21478

3848 12029 15228

708 5652 13146

5998 7534 16117

2098 13201 18317

9186 14548 17776

5246 10398 18597

3083 4944 21021

13726 18495 19921

6736 10811 17545

10084 12411 14432

1064 13555 17033

679 9878 13547

3422 9910 20194

3640 3701 10046

5862 10134 11498

5923 9580 15060

1073 3012 16427

5527 20113 20883

7058 12924 15151

9764 12230 17375

772 7711 12723

555 13816 15376

10574 11268 17932

15442 17266 20482

390 3371 8781

10512 12216 17180

4309 14068 15783

3971 11673 20009

9259 14270 17199

2947 5852 20101

3965 9722 15363

1429 5689 16771

6101 6849 12781

3676 9347 18761

350 11659 18342

5961 14803 16123

2113 9163 13443

2155 9808 12885

2861 7988 11031

7309 9220 20745

6834 8742 11977

2133 12908 14704
10170 13809 18153
13464 14787 14975
799 1107 3789
3571 8176 10165
5433 13446 15481
3351 6767 12840
8950 8974 11650
1430 4250 21332
6283 10628 15050
8632 14404 16916
6509 10702 16278
15900 16395 17995
8031 18420 19733
3747 4634 17087
4453 6297 16262
2792 3513 17031
14846 20893 21563
17220 20436 21337
275 4107 10497
3536 7520 10027
14089 14943 19455
1965 3931 21104
2439 11565 17932

154 15279 21414
10017 11269 16546
7169 10161 16928
10284 16791 20655
36 3175 8475
2605 16269 19290
8947 9178 15420
5687 9156 12408
8096 9738 14711
4935 8093 19266
2667 10062 15972
6389 11318 14417
8800 18137 18434
5824 5927 15314
6056 13168 15179
3284 13138 18919
13115 17259 17332。

於如以上之第2側面，進行藉由碼長為64800位元、編碼率為 $\frac{2}{3}$ 之LDPC碼之編碼。前述LDPC碼之檢查矩陣係將由把該檢查矩陣之與前述碼長及資訊長所對應之資訊矩陣之1要素位置以每360行表示之檢查矩陣初始值表所決定之前述資訊矩陣之1要素，於行方向以每360行之週期配置而構成，其中前述資訊長係相應於前述編碼率者；前述檢查矩陣初始值表包括：

317 2255 2324 2723 3538 3576 6194 6700 9101 10057
12739 17407 21039

1958 2007 3294 4394 12762 14505 14593 14692 16522
17737 19245 21272 21379

127 860 5001 5633 8644 9282 12690 14644 17553 19511
19681 20954 21002

2514 2822 5781 6297 8063 9469 9551 11407 11837 12985
15710 20236 20393

1565 3106 4659 4926 6495 6872 7343 8720 15785 16434
16727 19884 21325

706 3220 8568 10896 12486 13663 16398 16599 19475
19781 20625 20961 21335

4257 10449 12406 14561 16049 16522 17214 18029
18033 18802 19062 19526 20748

412 433 558 2614 2978 4157 6584 9320 11683 11819
13024 14486 16860

777 5906 7403 8550 8717 8770 11436 12846 13629 14755
15688 16392 16419

4093 5045 6037 7248 8633 9771 10260 10809 11326
12072 17516 19344 19938

2120 2648 3155 3852 6888 12258 14821 15359 16378
16437 17791 20614 21025

1085 2434 5816 7151 8050 9422 10884 12728 15353
17733 18140 18729 20920

856 1690 12787

6532 7357 9151

4210 16615 18152

11494 14036 17470

2474 10291 10323

1778 6973 10739

4347 9570 18748

2189 11942 20666

3868 7526 17706

8780 14796 18268

160 16232 17399

1285 2003 18922

4658 17331 20361

2765 4862 5875

4565 5521 8759

3484 7305 15829

5024 17730 17879

7031 12346 15024

179 6365 11352

2490 3143 5098

2643 3101 21259

4315 4724 13130

594 17365 18322

5983 8597 9627

10837 15102 20876
10448 20418 21478
3848 12029 15228
708 5652 13146
5998 7534 16117
2098 13201 18317
9186 14548 17776
5246 10398 18597
3083 4944 21021
13726 18495 19921
6736 10811 17545
10084 12411 14432
1064 13555 17033
679 9878 13547
3422 9910 20194
3640 3701 10046
5862 10134 11498
5923 9580 15060
1073 3012 16427
5527 20113 20883
7058 12924 15151
9764 12230 17375
772 7711 12723
555 13816 15376

10574 11268 17932
15442 17266 20482
390 3371 8781
10512 12216 17180
4309 14068 15783
3971 11673 20009
9259 14270 17199
2947 5852 20101
3965 9722 15363
1429 5689 16771
6101 6849 12781
3676 9347 18761
350 11659 18342
5961 14803 16123
2113 9163 13443
2155 9808 12885
2861 7988 11031
7309 9220 20745
6834 8742 11977
2133 12908 14704
10170 13809 18153
13464 14787 14975
799 1107 3789
3571 8176 10165

5433 13446 15481
3351 6767 12840
8950 8974 11650
1430 4250 21332
6283 10628 15050
8632 14404 16916
6509 10702 16278
15900 16395 17995
8031 18420 19733
3747 4634 17087
4453 6297 16262
2792 3513 17031
14846 20893 21563
17220 20436 21337
275 4107 10497
3536 7520 10027
14089 14943 19455
1965 3931 21104
2439 11565 17932
154 15279 21414
10017 11269 16546
7169 10161 16928
10284 16791 20655
36 3175 8475

2605 16269 19290

8947 9178 15420

5687 9156 12408

8096 9738 14711

4935 8093 19266

2667 10062 15972

6389 11318 14417

8800 18137 18434

5824 5927 15314

6056 13168 15179

3284 13138 18919

13115 17259 17332。

此外，資料處理裝置可為獨立之裝置，亦可為構成1個裝置之內部區塊。

【實施方式】

發明之效果

若根據本發明，可使對於錯誤之容錯提升。

圖7係表示適用本發明之傳送系統(系統係指稱複數裝置邏輯地集合之物，不問各結構之裝置是否處於同一框體中)之一實施型態之結構例。

於圖7，傳送系統係由發送裝置11及接收裝置12所構成。

發送裝置11係進行例如電視播放節目之發送(播放)(傳送)。亦即，發送裝置11係例如將作為電視播放節目之圖

像資料或聲音資料等作為發送對象之對象資料，編碼化為LDPC碼，經由例如衛星線路或地波、CATV網、網際網路等網路等通訊道13而發送。

接收裝置12為例如接收電視播放節目之調階器或電視受像機、STB(Set Top Box：機上盒)、接收IPTV(Internet Protocol Television：網際網路協定電視)之PC(Personal Computer：個人電腦)等，接收從發送裝置11經由通訊道13發送而來之LDPC碼，解碼為對象資料並輸出。

於此，圖7之傳送系統所使用之LDPC碼據知於AWGN(Additive White Gaussian Noise：加成性白色高斯雜訊)通訊道發揮極高之能力。

然而，於地波等之通訊道13，可能發生叢發(burst)失誤或抹除(erasure)。例如於OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing：正交分頻多工)系統中，在D/U(Desired to Undesired Ratio：需要/不需要率)為0 dB(不需要=回聲之功率與需要=主路徑之功率相等)之多路徑環境下，有因應回聲(echo)(主路徑以外之路徑)之延遲(delay)，特定符元之功率成為0(抹除)之情況。

而且，即使為顫振(flutter)(延遲為0且加算有花費都卜勒(doppler)頻率之回聲之通訊道)，於D/U為0 dB之情況下，依都卜勒頻率而產生特定時刻之OFDM之符元全體之功率成為0(抹除)之情況。

進一步而言，由於接收裝置12側從接收來自發送裝置11之信號之天線等接收部(未圖示)至接收裝置12之布線狀

況、或接收裝置12之電源之不安定性，亦可能發生叢發失誤。

另一方面，於LDPC碼之解碼中，於檢查矩陣H之行，甚而於對應於LDPC碼之碼位元之可變節點，由於如前述圖5所示，進行伴隨有LDPC碼之碼位元(之接收值 u_{0i})之加算之式(1)之可變節點運算，因此若於該可變節點運算所用之碼位元產生錯誤，則所求出之訊息之精度降低。

然後，於LDPC碼之解碼中，於校驗節點，由於利用以相連於該校驗節點之可變節點所求出之訊息，進行式(7)之校驗節點運算，因此若相連之複數可變節點(對應之LDPC碼之碼位元)同時成為錯誤(包含抹除)之校驗節點數變多，則解碼之性能會劣化。

亦即，例如校驗節點若相連於該校驗節點之可變節點2個以上同時變成抹除，則對所有可變節點送回值0之確率與1之確率為等確率之訊息。該情況下，送回等確率之訊息之校驗節點係無助於1次解碼處理(1集合之可變節點運算及校驗節點運算)，其結果，需要甚多解碼處理之重複次數，解碼性能劣化，進一步而言，進行LDPC碼之解碼之接收裝置12之消耗電力增大。

因此，於圖7之傳送系統，欲維持在AWGN通訊道之性能，同時提升對叢發失誤或抹除之容錯。

圖8係表示圖7之發送裝置11之結構例。

於圖8，發送裝置11係由LDPC編碼部21、位元交錯器22、映射部26及正交調變部27所構成。

對LDPC編碼部21供給有對象資料。

LDPC編碼部21係針對供給至該處之對象資料，按照對應於LDPC碼之同位位元之部分、即同位矩陣成為階梯構造之檢查矩陣進行LDPC編碼，輸出將對象資料作為資訊位元之LDPC碼。

亦即，LDPC編碼部21係進行將對象資料編碼為例如DVB-S.2或DVB-T.2之規格所規定之LDPC碼之LDPC編碼，輸出其結果所獲得之LDPC碼。

於此，DVB-T.2之規格係預定採用DVB-S.2之規格所規定之LDPC碼。DVB-S.2之規格所規定之LDPC碼為IRA (Irregular Repeat Accumulate：非正規重複累加)碼，該LDPC碼之檢查矩陣之同位矩陣成為階梯構造。關於同位矩陣及階梯構造會於後面敘述。而且，關於IRA碼係記載於例如 "Irregular Repeat-Accumulate Codes(非正規重複累加碼)," 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。

LDPC編碼部21所輸出之LDPC碼係供給至位元交錯器22。

位元交錯器22係將資料予以交錯之資料處理裝置，由同位交錯器 (parity interleaver)23、縱行扭轉交錯器 (column twist interleaver)24及解多工器 (DEMUX)25所構成。

同位交錯器23係進行同位交錯，將來自LDPC編碼部21之LDPC碼之同位位元，交錯至其他同位位元之位置，並

將該同位交錯後之LDPC碼供給至縱行扭轉交錯器24。

縱行扭轉交錯器24係針對來自同位交錯器23之LDPC碼進行縱行扭轉交錯，將該縱行扭轉交錯後之LDPC碼供給至解多工器25。

亦即，LDPC碼係於後述之映射部26，將該LDPC碼之2位元以上之碼位元映射成表示正交調變之1個符元之信號點並發送。

於縱行扭轉交錯器24，為了使對應於位在LDPC編碼部21所用之檢查矩陣之任意1列之1之LDPC碼之複數碼位元，不含於1個符元，作為重排來自同位交錯器23之LDPC碼之碼位元之重排處理而進行例如後述之縱行扭轉交錯。

解多工器25係針對來自縱行扭轉交錯器24之LDPC碼，進行替換成為符元之LDPC碼之2以上之碼位元之位置之替換處理，藉此獲得已強化對於AWGN之容錯之LDPC碼。然後，解多工器25係將藉由替換處理所獲得之LDPC碼之2以上之碼位元，作為符元供給至映射部26。

映射部26係將來自解多工器25之符元，映射成以正交調變部27所進行之正交調變(多值調變)之調變方式所決定之各信號點。

亦即，映射部26係將來自解多工器25之LDPC碼予以映射成，由表示與載波同相之I成分之I軸及表示與載波呈正交之Q成分之Q軸所規定之IQ平面(IQ星座)上以調變方式決定之信號點。

於此，作為正交調變部27所進行之正交調變之調變方

式，有例如包含規定於DVB-T之規格之調變方式之調變方式，亦即例如QPSK(Quadrature Phase Shift Keying：正交相位鍵移)或16QAM(Quadrature Amplitude Modulation：正交振幅調變)、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAM等。於正交調變部27，按照例如發送裝置11之操作者之操作，預先設定藉由某一調變方式進行正交調變。此外，於正交調變部27，可進行其他例如4PAM(Pulse Amplitude Modulation：脈衝振幅調變)和其他正交調變。

於映射部26映射成信號點之符元係供給至正交調變部27。

正交調變部27係按照來自映射部26之信號點(映射成該信號點之符元)，進行載波之正交調變，將其結果所獲得之調變信號經由通訊道13(圖7)發送。

接著，圖9係表示於圖8之LDPC編碼部21用於LDPC編碼之檢查矩陣H。

檢查矩陣H為LDGM(Low-Density Generation Matrix：低密度生成矩陣)構造，可藉由LDPC碼之碼位元中對應於資訊位元之部分之資訊矩陣 H_A 、及對應於同位位元之同位矩陣 H_T ，來表示為式 $H=[H_A|H_T]$ (資訊矩陣 H_A 之要素設為左側要素，同位矩陣 H_T 之要素設為右側要素之矩陣)。

於此，1個LDPC碼(1碼字)之碼位元中之資訊位元之位元數及同位位元之位元數，分別稱為資訊長K及同位長M，並且1個LDPC碼之碼位元之位元數稱為碼長 $N(=K+M)$ 。

關於某碼長N之LDPC碼之資訊長K及同位長M係由編碼

率決定。而且，檢查矩陣 H 係列 $\times$ 行為 $M \times N$ 之矩陣。然後，資訊矩陣 H_A 為 $M \times K$ 之矩陣，同位矩陣 H_T 為 $M \times M$ 之矩陣。

圖 10 係表示 DVB-S.2(及 DVB-T.2)之規格所規定之 LDPC 碼之檢查矩陣 H 之同位矩陣 H_T 。

DVB-S.2之規格所規定之 LDPC 碼之檢查矩陣 H 之同位矩陣 H_T 係如圖 10 所示，成為 1 之要素排成所謂階梯狀之階梯構造。同位矩陣 H_T 之列權重就第 1 列而言為 1，就剩餘全部行而言為 2。而且，行權重就最後一行而言為 1，剩餘全部行為 2。

如以上，同位矩陣 H_T 為階梯構造之檢查矩陣 H 之 LDPC 碼可利用該檢查矩陣 H 容易地生成。

亦即，以列向量 c 表示 LDPC 碼(1 碼字)，並且將轉置該列向量所獲得之列向量表示作 c^T 。而且，以列向量 A 表示 LDPC 碼之列向量 c 中之資訊位元之部分，並且以列向量 T 表示同位位元之部分。

於此，該情況下，列向量 c 可藉由作為資訊位元之列向量 A 、及作為同位位元之列向量 T ，以式 $c=[A|T]$ (列向量 A 之要素設為左側要素，列向量 T 之要素設為右側要素之列向量)來表示。

檢查矩陣 H 及作為 LDPC 碼之列向量 $c=[A|T]$ 必須符合式 $Hc^T=0$ ，作為構成符合該式 $Hc^T=0$ 之列向量 $c=[A|T]$ 之同位位元之列向量 T 可藉由於檢查矩陣 $H=[H_A|H_T]$ 之同位矩陣 H_T 成為圖 10 所示之階梯構造之情況下，從式 $Hc^T=0$ 之行向量

Hc^T 之第1列之要素，依序使各列之要素成為0而可逐次地求出。

圖11係表示DVB-S.2(及DVB-T.2)之規格所規定之LDPC碼之檢查矩陣H及行權重。

亦即，圖11A係表示DVB-S.2之規格所規定之LDPC碼之檢查矩陣H。

分別而言，關於檢查矩陣H從第1行之KX行，行權重為X，關於其後之K3行，行權重為3，關於其後之M-1行，行權重為2，關於最後1行，行權重為1。

於此， $KX+K3+M-1+1$ 等於碼長N。

於DVB-S.2之規格，行數KX、K3及M(同位長)、以及行權重X係規定如圖11B所示。

亦即，圖11B係表示DVB-S.2之規格所規定之LDPC碼之各編碼率之行數KX、K3及M，以及行權重X。

於DVB-S.2之規格，規定有64800位元及16200位元之碼長N之LDPC碼。

然後，如圖11B所示，關於碼長N為64800位元之LDPC碼，規定有11個編碼率(nominal rate：標稱速率)1/4、1/3、2/5、1/2、3/5、2/3、3/4、4/5、5/6、8/9及9/10，關於碼長N為16200位元之LDPC碼，規定有10個編碼率1/4、1/3、2/5、1/2、3/5、2/3、3/4、4/5、5/6及8/9。

關於LDPC碼，據知對應於檢查矩陣H之行權重越大之行之碼位元，其錯誤率越低。

於圖11所示之DVB-S.2之規格所規定之檢查矩陣H，越

是開頭側(左側)之行，其行權重傾向越大，因此關於對應於該檢查矩陣H之LDPC碼，越是開頭側之碼位元，對錯誤越強勢(對於錯誤有容錯)，越是末尾之碼位元，對錯誤傾向越弱勢。

接著，圖12係表示以圖8之正交調變部27進行16QAM之情況下之16個符元(對應之信號點)之IQ平面上之配置。

亦即，圖12A係表示16QAM之符元。

於16QAM，1符元表示4位元，存在有 $16(=2^4)$ 個符元。然後，16個符元係以IQ平面之原點為中心，以I方向×Q方向成為 4×4 之正方形狀之方式配置。

現在，若將1符元所表示之位元串列從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元之位元表示作位元 y_i ，則16QAM之1符元所表示之4位元從最高有效位元依序可表示作位元 y_0, y_1, y_2, y_3 。於調變方式為16QAM之情況下，LDPC碼之碼位元之4位元被作為(符元化為)4位元 y_0 至 y_3 之符元(符元值)。

圖12B係表示分別關於16QAM之符元所表示之4位元(以下亦稱為符元位元) y_0 至 y_3 之位元界線。

於此，關於位元 y_i (於圖12為 $i=0, 1, 2, 3$)之位元界線係意味該位元 y_i 成為0之符元及成為1之符元之界線。

如圖12B所示，關於16QAM之符元所表示之4符元位元 y_0 至 y_3 中之最高位符元位元 y_0 ，僅有IQ平面之Q軸之1處成為位元界線，關於第2個(從最高有效位元算起第2個)之符元位元 y_1 ，僅有IQ平面之I軸之1處成為位元界線。

而且，關於第3個符元位元 y_2 ， 4×4 個符元中之左起第1

行與第2行間、及第3行與第4行間之2處成為位元界線。

進一步而言，關於第4個位元 y_3 ， 4×4 個符元中之從上算起第1列與第2列間、及第3列與第4列間之2處成為位元界線。

符元所表示之符元位元 y_i 係從位元界線遠離之符元越多，越不易失誤(錯誤確率低)，接近位元界線之符元越多，越容易失誤(錯誤確率高)。

若將不易失誤(對錯誤強勢)之位元稱為「強勢位元」，並且將容易失誤(對錯誤弱勢)之位元稱為「弱勢位元」，則關於16QAM之符元之4符元位元 y_0 至 y_3 ，最高位之符元位元 y_0 及第2個符元位元 y_1 成為強勢位元，第3個符元位元 y_2 及第4個符元位元 y_3 成為弱勢位元。

圖13至圖15係表示以圖8之正交調變部27進行64QAM之情況下之64個符元(對應之信號點)之IQ平面上之配置。

於64QAM，1符元表示6位元，存在有 $64(=2^6)$ 個符元。然後，64個符元係以IQ平面之原點為中心，以I方向×Q方向成為 8×8 之正方形狀之方式配置。

64QAM之1符元之符元位元係從最高有效位元，可依序表示作位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$ 。於調變方式為64QAM之情況下，LDPC碼之碼位元之6位元被作為6位元之符元位元 y_0 至 y_5 之符元。

於此，圖13係表示分別關於64QAM之符元之符元位元 y_0 至 y_5 中之最高位之符元位元 y_0 及第2個符元位元 y_1 之位元界線；圖14係表示分別關於第3個符元位元 y_2 及第4個符元位

元 y_3 之位元界線；圖 15 係表示分別關於第 5 個符元位元 y_4 及第 6 個符元位元 y_5 之位元界線。

如圖 13 所示，分別關於最高位之符元位元 y_0 及第 2 個符元位元 y_1 之位元界線為 1 處。而且，如圖 14 所示，分別關於第 3 個符元位元 y_2 及第 4 個符元位元 y_3 之位元界線為 2 處；如圖 15 所示，分別關於第 5 個符元位元 y_4 及第 6 個符元位元 y_5 之位元界線為 4 處。

因此，關於 64QAM 之符元之符元位元 y_0 至 y_5 ，最高位符元位元 y_0 及第 2 個符元位元 y_1 成為強勢位元，第 3 個符元位元 y_2 及第 4 個符元位元 y_3 成為其次強勢之位元。然後，第 5 個符元位元 y_4 及第 6 個符元位元 y_5 成為弱勢位元。

從圖 12，進一步從圖 13 至圖 15 可知，關於正交調變之符元之符元位元，有高位位元成為強勢位元，低位位元成為弱勢位元之傾向。

於此，如圖 11 所說明，關於 LDPC 編碼部 21(圖 8)所輸出之 LDPC 碼，有對錯誤強勢之碼位元及對錯誤弱勢之碼位元。

而且，如圖 12 至圖 15 所說明，關於正交調變部 27 所進行之正交調變之符元之符元位元，有強勢位元及弱勢位元。

因此，若將 LDPC 碼之對錯誤弱勢之碼位元分配給正交調變之符元之弱勢符元位元，則作為全體對於錯誤之容錯會降低。

因此，提案一種交錯器，其係以將 LDPC 碼之對錯誤弱勢之碼位元分配給正交調變之符元之強勢位元(符元位元)

之傾向，來交錯LDPC碼之碼位元。

圖8之解多工器25可進行該交錯器之處理。

圖16係說明圖8之解多工器25之處理之圖。

亦即，圖16A係表示解多工器25之功能性結構例。

解多工器25係由記憶體31及替換部32所構成。

對記憶體31，供給有來自LDPC編碼部21之LDPC碼。

記憶體31係含有於橫列(row)(橫)方向記憶 mb 位元，並且於縱行(column)(縱)方向記憶 $N/(mb)$ 位元之記憶容量，將供給至該處之LDPC碼之碼位元於縱行方向寫入，於橫列方向讀出，並供給至替換部32。

於此， N (=資訊長 K +同位長 M)係如上述表示LDPC碼之碼長。

而且， m 係表示成為1符元之LDPC碼之碼位元之位元數； b 為特定之正整數，其係用於將 m 予以整數倍之倍數。解多工器25係如上述，將LDPC碼之碼位元作為符元(符元化)，倍數 b 係表示解多工器25藉由所謂1次符元化所獲得之符元個數。

圖16A係表示調變方式為64QAM之情況下之解多工器25之結構例，因此，成為1符元之LDPC碼之碼位元之位元數 m 為6位元。

而且，於圖16A，倍數 b 為1，因此記憶體31係具有縱行方向×橫列方向為 $N/(6 \times 1) \times (6 \times 1)$ 位元之記憶容量。

於此，將記憶體31之橫列方向為1位元之延伸於縱行方向之記憶區域，以下適宜地稱為縱行。於圖16A，記憶體

31係由 $6(=6 \times 1)$ 個縱行所構成。

於解多工器25，LDPC碼之碼位元在構成記憶體31之縱行從上往下方向(縱行方向)之寫入係從左朝向右方向之縱行進行。

然後，若碼位元之寫入至最右縱行之最下面終了，則從構成記憶體31之所有縱行之第1列，往橫列方向以6位元(mb位元)單位讀出碼位元，並供給至替換部32。

替換部32係進行替換來自記憶體31之6位元之碼位元之位置之替換處理，將其結果所獲得之6位元作為表示64QAM之1符元之6符元位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$ 而輸出。

亦即，從記憶體31，於橫列方向讀出mb位元(於此為6位元)之碼位元，若該從記憶體31所讀出之mb位元之碼位元從最高有效位元算起第 i 位元($i=0, 1, \dots, mb-1$)表示作位元 b_i ，則從記憶體31，於橫列方向所讀出之6位元之碼位元係從最高有效位元，可依序表示作位元 $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ 。

以圖11所說明之行權重之關係，位於位元 b_0 之方向之碼位元係成為對錯誤強勢之碼位元，位於位元 b_5 之方向之碼位元係成為對錯誤弱勢之碼位元。

於替換部32，為了使來自記憶體31之6位元之碼位元 b_0 至 b_5 中對錯誤弱勢之碼位元，分配給64QAM之1符元之符元位元 y_0 至 y_5 中之強勢位元，可進行替換來自記憶體31之6位元之碼位元 b_0 至 b_5 之位置之替換處理。

於此，作為如何替換來自記憶體31之6位元之碼位元 b_0 至 b_5 ，並分配給表示64QAM之1符元之6符元位元 y_0 至 y_5 之

各個之替換方式，從各企業提案有各種方式。

分別而言，圖16B係表示第1替換方式，圖16C係表示第2替換方式，圖16D係表示第3替換方式。

於圖16B至圖16D(於後述之圖17亦相同)，連結位元 b_i 與 y_j 之線段係意味將碼位元 b_i 分配給符元之符元位元 y_j (替換至符元位元 y_j 之位置)。

作為第1替換方式提案採用圖16B之3種類之替換方式中之任一種，作為第2替換方式提案採用圖16C之2種類之替換方式中之任一種。

作為第3替換方式提案順序地選擇利用圖16D之6種類之替換方式。

圖17係表示調變方式為64QAM(因此，映射成1符元之LDPC碼之碼位元之位元數 m 與圖16同樣為6位元)且倍數 b 為2之情況下之解多工器25之結構例、及第4替換方式。

倍數 b 為2之情況下，記憶體31係具有縱行方向×橫列方向為 $N/(6 \times 2) \times (6 \times 2)$ 位元之記憶容量，由12(=6×2)個縱行所構成。

圖17A係表示對記憶體31之LDPC碼之寫入順序。

於解多工器25，如圖16所說明，LDPC碼之碼位元在構成記憶體31之縱行從上往下方向(縱行方向)之寫入係從左朝向右方向之縱行進行。

然後，若碼位元之寫入至最右縱行之最下面終了，則從構成記憶體31之所有縱行之第1列，往橫列方向以12位元(mb 位元)單位讀出碼位元，並供給至替換部32。

替換部32係進行將來自記憶體31之12位元之碼位元之位置，以第4替換方式替換之替換處理，並將其結果所獲得之12位元，作為表示64QAM之2符元(b個符元)之12位元，亦即作為表示64QAM之1符元之6符元位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$ 及表示接著之1符元之6符元位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$ 而輸出。

於此，圖17B係表示藉由圖17A之替換部32所進行之替換處理之第4替換方式。

此外，倍數b為2之情況下(3以上之情況亦同理)，於替換處理，mb位元之碼位元分配給連續b個符元之mb位元之符元位元。包含圖17在內，以下為了便於說明，從連續b個符元之mb位元之符元位元之最高有效位元算起之第i+1位元表示作位元(符元位元) y_i 。

而且，何種替換方式適當，亦即如何更提升在AWGN通訊道之錯誤率，係依LDPC碼之編碼率或碼長、調變方式等而不同。

接著，參考圖18至圖20來說明關於藉由圖8之同位交錯器23所進行之同位交錯。

圖18係表示LDPC碼之檢查矩陣之Tanner圖(一部分)。

校驗節點係若如圖18所示，相連於該校驗節點之可變節點(對應之碼位元)之2個等複數個同時成為抹除等錯誤，則對相連於該校驗節點之所有可變節點，送回值0之確率與1之確率為等確率之訊息。因此，若相連於同一校驗節點之複數可變節點同時成為抹除等，則解碼性能會劣化。

然而，圖8之LDPC編碼部21所輸出之DVB-S.2之規格所

規定之LDPC碼為IRA碼，檢查矩陣 H 之同位矩陣 H_T 係如圖10所示成為階梯構造。

圖19係表示成為階梯構造之同位矩陣 H_T 及對應於該同位矩陣 H_T 之Tanner圖。

亦即，圖19A係表示成為階梯構造之同位矩陣 H_T ；圖19B係表示對應於圖19A之同位矩陣 H_T 之Tanner圖。

同位矩陣 H_T 成為階梯構造之情況下，於該同位矩陣 H_T 之Tanner圖中，利用LDPC碼之對應於同位矩陣 H_T 之值為1之要素之行之鄰接碼位元(同位位元)來求出訊息之可變節點，係相連於同一校驗節點。

因此，若由於叢發失誤或抹除等，上述鄰接之同位位元同時變成錯誤，則相連在分別對應於該變成錯誤之複數同位位元之複數可變節點(利用同位位元求出訊息之可變節點)之校驗節點會將值0之確率與1之確率為等確率之訊息，送回相連於該校驗節點之可變節點，因此解碼性能會劣化。然後，於叢發長(由於叢發而變成錯誤之位元數)甚大之情況時，解碼性能進一步劣化。

因此，同位交錯器23(圖8)係為了防止上述解碼性能之劣化，進行將來自LDPC編碼部21之LDPC碼之同位位元，予以交錯至其他同位位元之位置之同位交錯。

圖20係表示對應於圖8之同位交錯器23進行同位交錯後之LDPC碼之檢查矩陣 H 之同位矩陣 H_T 。

於此，LDPC編碼部21所輸出之對應於DVB-S.2之規格所規定之LDPC碼之檢查矩陣 H 之資訊矩陣 H_A 係成為巡迴構

造。

巡迴構造係指稱某行與其他行經循環移位(輪替)後一致之構造，亦包含例如於每P行，該P行之各列之1之位置為將該P行之最初行，僅以與除算同位長M所得之值q成比例之值，往行方向循環移位後之位置之構造。以下，適宜地將巡迴構造之P行稱為巡迴構造之單位之行數。

作為LDPC編碼部21所輸出之DVB-S.2之規格所規定之LDPC碼係如圖11所說明，有碼長N為64800位元及16200位元之2種類之LDPC碼。

現在，若著眼於碼長N為64800位元及16200位元之2種類之LDPC碼中之碼長N為64800位元之LDPC碼，則該碼長N為64800位元之LDPC碼之編碼率係如圖11所說明有11個。

關於該11個編碼率分別之碼長N為64800位元之LDPC碼，就任一個而言，於DVB-S.2之規格均規定巡迴構造之單位之行數P為同位長M之約數中之1及M除外之約數之一之360。

而且，關於11個編碼率分別之碼長N為64800位元之LDPC碼，同位長M係利用依編碼率而不同之值q，成為以式 $M=q \times P=q \times 360$ 所表示之質數以外之值。因此，值q亦與巡迴構造之單位之行數P同樣為同位長M之約數中之1及M除外之約數之其他之1，藉由以巡迴構造之單位之行數P除算同位長M來獲得(同位長M之約數之P及q之積為同位長M)。

同位交錯器23係如上述，若將資訊長設為K，而且將0以

上、小於 P 之整數設為 x ，並且將0以上、小於 q 之整數設為 y ，則作為同位交錯，將來自LDPC編碼部21之LDPC碼之第 $K+1$ 至 $K+M(=N)$ 個碼位元之同位位元中之第 $K+qx+y+1$ 個碼位元，交錯至第 $K+Py+x+1$ 個碼位元之位置。

若根據該類同位交錯，則由於相連於同一校驗節點之可變節點(對應之同位位元)僅相隔巡迴構造之單位之行數 P ，亦即於此僅相隔360位元，因此於叢發長小於360位元之情況時，可避免相連於同一校驗節點之可變節點之複數個同時變成錯誤之事態，其結果可改善對於叢發失誤之容錯。

此外，將第 $K+qx+y+1$ 個碼位元交錯至第 $K+Py+x+1$ 個碼位元之位置之同位交錯後之LDPC碼，係與原本之檢查矩陣 H 進行將第 $K+qx+y+1$ 行置換為第 $K+Py+x+1$ 行之行置換所獲得之檢查矩陣(以下亦稱轉換檢查矩陣)之LDPC碼一致。

而且，於轉換檢查矩陣之同位矩陣，如圖20所示出現以 P 行(於圖20為360行)作為單位之擬似巡迴構造。

於此，擬似巡迴構造係意味一部分除外之部分成為巡迴構造之構造。對於DVB-S.2之規格所規定之LDPC碼之檢查矩陣，施以相當於同位交錯之行置換所獲得之轉換檢查矩陣係於其右角落部分之360列 $\times$ 360行之部分(後述之移位矩陣)，僅缺少1個1之要素(成為0之要素)，因此非(完全)巡迴構造而成為擬似巡迴構造。

此外，圖20之轉換檢查矩陣係成為對於原本之檢查矩陣

H，除相當於同位交錯之行置換以外，亦施以用以使轉換檢查矩陣以後述之構成矩陣構成之列之置換(列置換)後之矩陣。

接著，參考圖21至圖24，來說明關於作為藉由圖8之縱行扭轉交錯器24所進行之重排處理之縱行扭轉交錯。

於圖8之發送裝置11，為了提升頻率之利用效率，如上述將LDPC碼之碼位元之2位元以上作為1個符元發送。亦即，例如將碼位元之2位元作為1個符元之情況時，作為調變方式係利用例如QPSK，將碼位元之4位元作為1個符元之情況時，作為調變方式係利用例如16QAM。

如此，將碼位元之2位元以上作為1個符元發送之情況下，若於某符元發生抹除等，則該符元(分配給符元位元)之碼位元全部成為錯誤(抹除)。

因此，為了使解碼性能提升，降低相連於同一校驗節點之可變節點(對應之碼位元)之複數個同時變成抹除之確率，必須避免對應於1個符元之碼位元之可變節點相連於同一校驗節點。

另一方面，如上述，LDPC編碼部21所輸出之DVB-S.2之規格所規定之LDPC碼之檢查矩陣H，資訊矩陣 H_A 含有巡迴構造，同位矩陣 H_T 含有階梯構造。然後，如圖20所說明，於同位交錯後之LDPC碼之檢查矩陣即轉換檢查矩陣，於同位矩陣亦出現巡迴構造(正確而言，如上述為擬似巡迴構造)。

圖21係表示轉換檢查矩陣。

亦即，圖 21A 係表示碼長 N 為 64800 位元、編碼率 (r) 為 $3/4$ 之 LDPC 碼之檢查矩陣 H 之轉換檢查矩陣。

於圖 21A，於轉換檢查矩陣，值為 1 之要素之位置係以點 (•) 表示。

圖 21B 係以圖 21A 之轉換檢查矩陣之 LDPC 碼，亦即以同位交錯後之 LDPC 碼作為對象，表示解多工器 25 (圖 8) 所進行之處理。

於圖 21B，將調變方式設為 16QAM，於構成解多工器 25 之記憶體 31 之 4 縱行，同位交錯後之 LDPC 碼之碼位元係寫入於縱行方向。

於構成記憶體 31 之 4 縱行，寫入於縱行方向之碼位元係於橫列方向，以 4 位元單位讀出而成為 1 符元。

該情況下，成為 1 符元之 4 位元之碼位元 B_0, B_1, B_2, B_3 可能成為對應於位於圖 21A 之轉換後檢查矩陣之任意 1 列之 1 之碼位元，該情況下，分別對應於該碼位元 B_0, B_1, B_2, B_3 之可變節點係相連於同一校驗節點。

因此，於 1 符元之 4 位元之碼位元 B_0, B_1, B_2, B_3 成為對應於位於轉換後檢查矩陣之任意 1 列之 1 之碼位元之情況下，若於該符元發生抹除，則於分別對應於碼位元 B_0, B_1, B_2, B_3 之可變節點所相連之同一校驗節點，無法求出適當之訊息，其結果，解碼性能會劣化。

關於編碼率為 $3/4$ 以外之編碼率，同樣地對應於相連於同一校驗節點之複數可變節點之複數碼位元亦可能作為 16QAM 之 1 個符元。

因此，縱行扭轉交錯器24係進行將來自同位交錯器23之同位交錯後之LDPC碼之碼位元，予以交錯之縱行扭轉交錯，以便對應於位於轉換檢查矩陣之任意1列之1之複數碼位元不含於1個符元。

圖22係說明縱行扭轉交錯器之圖。

亦即，圖22係表示解多工器25之記憶體31(圖16、圖17)。

記憶體31係如圖16所說明，具有於縱行(縱)方向記憶 mb 位元，並且於橫列(橫)方向記憶 $N/(mb)$ 位元之記憶容量，由 mb 個縱行所構成。然後，縱行扭轉交錯器24係對於記憶體31，控制將LDPC碼之碼位元寫入於縱行方向、於橫列方向讀出時之開始寫位置，藉此進行縱行扭轉交錯。

亦即，於縱行扭轉交錯器24，分別針對複數縱行，適宜地變更開始碼位元之寫入之開始寫位置，以使於橫列方向讀出之作為1符元之複數碼位元，不會成為對應於位於轉換檢查矩陣之任意1列之1之碼位元(重排LDPC碼之碼位元，以使對應於位於檢查矩陣之任意1列之1之複數碼位元不含於同一符元)。

於此，圖22係表示調變方式為16QAM且圖16所說明之倍數 b 為1之情況下之記憶體31之結構例。因此，被作為1符元之LDPC碼之碼位元之位元數 m 為4位元，而且記憶體31係以 $4(=mb)$ 個縱行所構成。

縱行扭轉交錯器24(取代圖16之解多工器25)係從左朝向右方向之縱行，進行將LDPC碼之碼位元從構成記憶體31

之4個縱行從上往下方向(縱行方向)之寫入。

然後，若碼位元之寫入至最右縱行終了，則縱行扭轉交錯器24係從構成記憶體31之所有縱行之第1列，於橫列方向以4位元(mb位元)單位讀出碼位元，並作為縱行扭轉交錯後之LDPC碼輸出至解多工器25之替換部32(圖16、圖17)。

其中，於縱行扭轉交錯器24，若將各縱行之開頭(最上面)之位置之位址設為0，以升序之整數表示縱行方向之各位置之位址，則關於最左縱行，將開始寫位置設作位址為0之位置，關於(左起)第2縱行，將開始寫位置設作位址為2之位置，關於第3縱行，將開始寫位置設作位址為4之位置，關於第4縱行，將開始寫位置設作位址為7之位置。

此外，關於開始寫位置是位址為0之位置以外之位置之縱行，將碼位元寫入至最下面之位置後，返回開頭(位址為0之位置)，進行即將至開始寫位置前之位置為止之寫入。然後，其後進行對下一(右)縱行之寫入。

藉由進行如以上之縱行扭轉交錯，關於DVB-S.0之規格所規定之碼長N為64800之所有編碼率之LDPC碼，可避免對應於相連於同一校驗節點之複數可變節點之複數碼位元被作為16QAM之1個符元(含於同一符元)其結果，可使有抹除之通訊道之解碼性能提升。

圖23係針對DVB-S.2之規格所規定之碼長N為64800之11個編碼率分別之LDPC碼，依各調變方式表示縱行扭轉交錯所必要之記憶體31之縱行數及開始寫位置之位址。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如QPSK，因此1符元之位元數 m 為2位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 $2 \times 1 (=mb)$ 位元之2個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(2 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之2個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為2之位置。

此外，於作為例如解多工器25(圖8)之替換處理之替換方式採用圖16之第1至第3替換方式中之任一方式之情況等時，倍數 b 成為1。

由於倍數 b 為2，且作為調變方式採用例如QPSK，因此1符元之位元數 m 為2位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 2×2 位元之4個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(2 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之4個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為7之位置。

此外，於作為例如解多工器25(圖8)之替換處理之替換方式採用圖17之第4替換方式之情況等時，倍數 b 成為2。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如16QAM，因此1符元之位元數 m 為4位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 4×1 位元之4個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(4 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之4個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為7之位置。

由於倍數 b 為2，且作為調變方式採用例如16QAM，因此1符元之位元數 m 為4位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 4×2 位元之8個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(4 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之8個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為7之位置。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如64QAM，因此1符元之位元數 m 為6位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 6×1 位元之6個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(6 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之6個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為9之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為10之位置，第6縱行之開始寫位置設作位

址為13之位置。

由於倍數 b 為2，且作為調變方式採用例如64QAM，因此1符元之位元數 m 為6位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 6×2 位元之12個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(6 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之12個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第11縱行之開始寫位置設作位址為8之位置，第12縱行之開始寫位置設作位址為9之位置。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如256QAM，因此1符元之位元數 m 為8位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 8×1 位元之8個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(8 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之8個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，分別第6縱行之開始寫位置設作

位址為5之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為7之位置。

由於倍數 b 為2，且作為調變方式採用例如256QAM，因此1符元之位元數 m 為8位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 8×2 位元之16個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(8 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之16個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為15之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為16之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為20之位置，第11縱行之開始寫位置設作位址為22之位置，第12縱行之開始寫位置設作位址為22之位置，第13縱行之開始寫位置設作位址為27之位置，第14縱行之開始寫位置設作位址為27之位置，第15縱行之開始寫位置設作位址為28之位置，第16縱行之開始寫位置設作位址為32之位置。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如1024QAM，因此1符元之位元數 m 為10位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 10×1 位元之10個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(10 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之10個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為6之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為8之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為11之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為13之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為15之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為17之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為18之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為20之位置。

由於倍數 b 為2，且作為調變方式採用例如1024QAM，因此1符元之位元數 m 為10位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 10×2 位元之20個縱行，於縱行方向記憶 $64800 / (10 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之20個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為1之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為6之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為6之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為9之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為13之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為14之位置，第11縱行之開始寫位置設作位址為14之位置，第12縱行之開始寫位置設作位址為16之位置，第13縱行之開始寫位置設作位址為21之位置，第14縱

行之開始寫位置設作位址為21之位置，第15縱行之開始寫位置設作位址為23之位置，第16縱行之開始寫位置設作位址為25之位置，第17縱行之開始寫位置設作位址為25之位置，第18縱行之開始寫位置設作位址為26之位置，第19縱行之開始寫位置設作位址為28之位置，第20縱行之開始寫位置設作位址為30之位置。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如4096QAM，因此1符元之位元數 m 為12位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 12×1 位元之12個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(12 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之12個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第11縱行之開始寫位置設作位址為8之位置，第12縱行之開始寫位置設作位址為9之位置。

由於倍數 b 為2，且作為調變方式採用例如4096QAM，因此1符元之位元數 m 為12位元之情況下，若根據圖23，記憶體31係含有於橫列方向記憶 12×2 位元之24個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(12 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之24個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為8之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為8之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為8之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為8之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為10之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為10之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為10之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為12之位置，第11縱行之開始寫位置設作位址為13之位置，第12縱行之開始寫位置設作位址為16之位置，第13縱行之開始寫位置設作位址為17之位置，第14縱行之開始寫位置設作位址為19之位置，第15縱行之開始寫位置設作位址為21之位置，第16縱行之開始寫位置設作位址為22之位置，第17縱行之開始寫位置設作位址為23之位置，第18縱行之開始寫位置設作位址為26之位置，第19縱行之開始寫位置設作位址為37之位置，第20縱行之開始寫位置設作位址為39之位置，第21縱行之開始寫位置設作位址為40之位置，第22縱行之開始寫位置設作位址為41之位置，第23縱行之開始寫位置設作位址為41之位置，第24縱行之開始寫位置設作位址為41之位置。

圖24係針對DVB-S.2之規格所規定之碼長N為16200之10個編碼率分別之LDPC碼，依各調變方式表示縱行扭轉交錯所必要之記憶體31之縱行數及開始寫位置之位址。

由於倍數b為1，且作為調變方式採用例如QPSK，因此1

符元之位元數 m 為 2 位元之情況下，若根據圖 24，記憶體 31 係含有於橫列方向記憶 2×1 位元之 2 個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(2 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體 31 之 2 個縱行中，分別第 1 縱行之開始寫位置設作位址為 0 之位置，第 2 縱行之開始寫位置設作位址為 0 之位置。

由於倍數 b 為 2，且作為調變方式採用例如 QPSK，因此 1 符元之位元數 m 為 2 位元之情況下，若根據圖 24，記憶體 31 係含有於橫列方向記憶 2×2 位元之 4 個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(2 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體 31 之 4 個縱行中，分別第 1 縱行之開始寫位置設作位址為 0 之位置，第 2 縱行之開始寫位置設作位址為 2 之位置，第 3 縱行之開始寫位置設作位址為 3 之位置，第 4 縱行之開始寫位置設作位址為 3 之位置。

由於倍數 b 為 1，且作為調變方式採用例如 16QAM，因此 1 符元之位元數 m 為 4 位元之情況下，若根據圖 24，記憶體 31 係含有於橫列方向記憶 4×1 位元之 4 個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(4 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體 31 之 4 個縱行中，分別第 1 縱行之開始寫位置設作位址為 0 之位置，第 2 縱行之開始寫位置設作位址為 2 之位置，第 3 縱行之開始寫位置設作位址為 3 之位置，第 4 縱行之開始寫位置設作位址為 3 之位置。

由於倍數 b 為 2，且作為調變方式採用例如 16QAM，因此 1 符元之位元數 m 為 4 位元之情況下，若根據圖 24，記憶體

31係含有於橫列方向記憶 4×2 位元之8個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(4 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之8個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為1之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為20之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為20之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為21之位置。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如64QAM，因此1符元之位元數 m 為6位元之情況下，若根據圖24，記憶體31係含有於橫列方向記憶 6×1 位元之6個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(6 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之6個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為7之位置。

由於倍數 b 為2，且作為調變方式採用例如64QAM，因此1符元之位元數 m 為6位元之情況下，若根據圖24，記憶體31係含有於橫列方向記憶 6×2 位元之12個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(6 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之12個縱行中，分別第1縱行之開始寫

位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為6之位置，第11縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第12縱行之開始寫位置設作位址為7之位置。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如256QAM，因此1符元之位元數 m 為8位元之情況下，若根據圖24，記憶體31係含有於橫列方向記憶 8×1 位元之8個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(8 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之8個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為1之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為20之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為20之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為21之位置。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如1024QAM，因此1符元之位元數 m 為10位元之情況下，若根據圖24，記憶體31係含有於橫列方向記憶 10×1 位元之10個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(10 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之10個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為1之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為4之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為7之位置。

由於倍數 b 為2，且作為調變方式採用例如1024QAM，因此1符元之位元數 m 為10位元之情況下，若根據圖24，記憶體31係含有於橫列方向記憶 10×2 位元之20個縱行，於縱行方向記憶 $16200 / (10 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之20個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第11縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第12縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第13縱行之開始寫位置設作位址為5之位置，第14縱行之

開始寫位置設作位址為7之位置，第15縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第16縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第17縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第18縱行之開始寫位置設作位址為8之位置，第19縱行之開始寫位置設作位址為8之位置，第20縱行之開始寫位置設作位址為10之位置。

由於倍數 b 為1，且作為調變方式採用例如4096QAM，因此1符元之位元數 m 為12位元之情況下，若根據圖24，記憶體31係含有於橫列方向記憶 12×1 位元之12個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(12 \times 1)$ 位元。

然後，記憶體31之12個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為6之位置，第11縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第12縱行之開始寫位置設作位址為7之位置。

由於倍數 b 為2，且作為調變方式採用例如4096QAM，因此1符元之位元數 m 為12位元之情況下，若根據圖24，記憶體31係含有於橫列方向記憶 12×2 位元之24個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(12 \times 2)$ 位元。

然後，記憶體31之24個縱行中，分別第1縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第2縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第3縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第4縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第5縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第6縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第7縱行之開始寫位置設作位址為0之位置，第8縱行之開始寫位置設作位址為1之位置，第9縱行之開始寫位置設作位址為1之位置，第10縱行之開始寫位置設作位址為1之位置，第11縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第12縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第13縱行之開始寫位置設作位址為2之位置，第14縱行之開始寫位置設作位址為3之位置，第15縱行之開始寫位置設作位址為7之位置，第16縱行之開始寫位置設作位址為9之位置，第17縱行之開始寫位置設作位址為9之位置，第18縱行之開始寫位置設作位址為9之位置，第19縱行之開始寫位置設作位址為10之位置，第20縱行之開始寫位置設作位址為10之位置，第21縱行之開始寫位置設作位址為10之位置，第22縱行之開始寫位置設作位址為10之位置，第23縱行之開始寫位置設作位址為10之位置，第24縱行之開始寫位置設作位址為11之位置。

接著，參考圖25之流程圖來說明關於圖8之發送裝置11所進行之發送處理。

LDPC編碼部21係於該處等待對象資料供給，於步驟S101，將對象資料編碼為LDPC碼，將該LDPC碼供給至位

元交錯器22，處理係前進至步驟S102。

位元交錯器22係於步驟S102，將來自LDPC編碼部21之LDPC碼作為對象，進行位元交錯，將該位元交錯後之LDPC碼經符元化之符元供給至映射部26，處理係前進至步驟S103。

亦即，於步驟S102，於位元交錯器22，同位交錯器23係將來自LDPC編碼部21之LDPC碼作為對象，進行同位交錯，將該同位交錯後之LDPC碼供給至縱行扭轉交錯器24。

縱行扭轉交錯器24係將來自同位交錯器23之LDPC碼作為對象，進行縱行扭轉交錯，並供給至解多工器25。

解多工器25係替換藉由縱行扭轉交錯器24予以縱行扭轉交錯後之LDPC碼之碼位元，進行使替換後之碼位元成為符元之符元位元(表示符元之位元)之替換處理。

於此，藉由解多工器25所進行之替換處理除可按照圖16及圖17所示之第1至第4替換方式來進行以外，亦可按照分配規則來進行。分配規則係用以將LDPC碼之碼位元分配給表示符元之符元位元之規則，關於其詳細會於後面敘述。

藉由解多工器25之替換處理所獲得之符元係從解多工器25供給至映射部26。

映射部26係於步驟S103，將來自解多工器25之符元映射成正交調變部27所進行之正交調變之調變方式所決定之信號點，並供給至正交調變部27，處理係前進至步驟S104。

正交調變部27係於步驟S104，按照來自映射部26之信號點，進行載波之正交調變，處理係前進至步驟S105，發送正交調變之結果所獲得之調變信號，並終了處理。

此外，圖25之發送處理係重複於管線進行。

如以上，藉由進行同位交錯或縱行扭轉交錯，可提升將LDPC碼之複數碼位元作為1個符元發送之情況下之對於抹除或叢發失誤之容錯。

於此，圖8中係為了便於說明，個別地構成進行同位交錯之區塊即同位交錯器23、與進行縱行扭轉交錯之區塊即縱行扭轉交錯器24，但同位交錯器23與縱行扭轉交錯器24亦可一體地構成。

亦即，同位交錯與縱行扭轉交錯之任一均可藉由碼位元對於記憶體之寫入及讀出來進行，可藉由將進行碼位元之寫入之位址(寫入位址)轉換為進行碼位元之讀出之位址(讀出位址)之矩陣來表示。

因此，若預先求出乘算表示同位交錯之矩陣與表示縱行扭轉交錯之矩陣所獲得之矩陣，則藉由利用該矩陣轉換碼位元，可獲得進行同位交錯，並進一步將該同位交錯後之LDPC碼予以縱行扭轉交錯後之結果。

而且，除同位交錯器23及縱行扭轉交錯器24以外，解多工器25亦可一體地構成。

亦即，以解多工器25所進行之替換處理亦可藉由將記憶LDPC碼之記憶體31之寫入位址，轉換為讀出位址之矩陣來表示。

因此，若預先求出乘算表示同位交錯之矩陣、表示縱行扭轉交錯之矩陣及表示替換處理之矩陣所獲得之矩陣，則可藉由該矩陣總括進行同位交錯、縱行扭轉交錯及替換處理。

此外，關於同位交錯及縱行扭轉交錯，僅進行其中任一方或雙方均不進行亦可。

接著，參考圖 26 至圖 28，說明關於針對圖 8 之發送裝置 11 所進行之計測錯誤率 (bit error rate：位元錯誤率) 之模擬。

模擬係採用 D/U 為 0 dB 之有顫振 (flutter) 之通訊道來進行。

圖 26 係表示模擬所採用之通訊道之模型。

亦即，圖 26A 係表示模擬所採用之顫振之模型。

而且，圖 26B 係表示有圖 26A 之模型所表示之顫振之通訊道之模型。

此外，於圖 26B，H 表示圖 26A 之顫振之模型。而且，於圖 26B，N 表示 ICI (Inter Carrier Interference：載波間干擾)，於模擬中，以 AWGN 逼近其功率之期待值 $E[N^2]$ 。

圖 27 及圖 28 係表示在模擬所獲得之錯誤率與顫振之都卜勒頻率 f_d 之關係之圖。

此外，圖 27 係表示調變方式為 16QAM、編碼率 (r) 為 $3/4$ ，替換方式為第 1 替換方式之情況下之錯誤率與都卜勒頻率 f_d 之關係。而且，圖 28 係表示調變方式為 64QAM、編碼率 (r) 為 $5/6$ ，替換方式為第 1 替換方式之情況下之錯誤率

與都卜勒頻率 f_d 之關係。

進一步而言，於圖 27 及圖 28，粗線係表示進行同位交錯、縱行扭轉交錯及替換處理全部之情況下之錯誤率與都卜勒頻率 f_d 之關係，細線係表示僅進行同位交錯、縱行扭轉交錯及替換處理中之替換處理之情況下之錯誤率與都卜勒頻率 f_d 之關係。

於圖 27 及圖 28 之任一圖，可知進行同位交錯、縱行扭轉交錯及替換處理全部之情況係較僅進行替換處理之情況，其錯誤率提升(變小)。

接著，進一步說明關於圖 8 之 LDPC 編碼部 21。

如圖 11 所說明，於 DVB-S.2 之規格，規定有 64800 位元及 16200 位元之 2 種碼長 N 之 LDPC 碼。

然後，關於碼長 N 為 64800 位元之 LDPC 碼，規定有 11 個編碼率 $1/4$ 、 $1/3$ 、 $2/5$ 、 $1/2$ 、 $3/5$ 、 $2/3$ 、 $3/4$ 、 $4/5$ 、 $5/6$ 、 $8/9$ 及 $9/10$ ，關於碼長 N 為 16200 位元之 LDPC 碼，規定有 10 個編碼率 $1/4$ 、 $1/3$ 、 $2/5$ 、 $1/2$ 、 $3/5$ 、 $2/3$ 、 $3/4$ 、 $4/5$ 、 $5/6$ 及 $8/9$ (圖 11B)。

LDPC 編碼部 21 係按照依每碼長 N 及每編碼率所準備之檢查矩陣 H ，藉由該類碼長 N 為 64800 位元或 16200 位元之各編碼率之 LDPC 碼進行編碼(失誤訂正編碼)。

圖 29 係表示圖 8 之 LDPC 編碼部 21 之結構例。

LDPC 編碼部 21 係由編碼處理部 601 及記憶部 602 所構成。

碼處理部 601 係由編碼率設定部 611、初始值表讀出部

612、檢查矩陣生成部613、資訊位元讀出部614、編碼同位運算部615、及控制部616所構成，其進行供給至LDPC編碼部21之對象資料之LDPC編碼，將其結果所獲得之LDPC碼供給至位元交錯器22(圖8)。

亦即，編碼率設定部611係因應例如操作者之操作等，來設定LDPC碼之碼長 N 及編碼率。

初始值表讀出部612係從記憶部602，讀出對應於編碼率設定部611所設定之碼長 N 及編碼率之後述之檢查矩陣初始值表。

檢查矩陣生成部613係根據初始值表讀出部612所讀出之檢查矩陣初始值表，於行方向以每360行(巡迴構造之單位之行數 P)之週期，配置對應於因應編碼率設定部611所設定之碼長 N 及編碼率之資訊長 K (=碼長 N -同位長 M)之資訊矩陣 H_A 之1之要素，產生檢查矩陣 H 並儲存於記憶部602。

資訊位元讀出部614係從供給至LDPC編碼部21之對象資料，讀出(擷取)資訊長 K 份之資訊位元。

編碼同位運算部615係從記憶部602讀出檢查矩陣生成部613所生成之檢查矩陣 H ，根據特定式算出對於資訊位元讀出部614所讀出之資訊位元之同位位元來生成碼字(LDPC碼)。

控制部616係控制構成編碼處理部601之各區塊。

於記憶部602，儲存有分別關於64800位元及16200位元之2種碼長 N 之分別對應於圖11所示之複數編碼率之複數檢查矩陣初始值表等。而且，記憶部602係暫時記憶編碼處

理部 601 之處理上所必要之資料。

圖 30 係說明圖 29 之 LDPC 編碼部 21 之處理之流程圖。

於步驟 S201，編碼率設定部 611 係決定(設定)進行 LDPC 編碼之碼長 N 及編碼率 r 。

於步驟 S202，初始值表讀出部 612 係從記憶部 602，讀出對應於藉由編碼率設定部 611 所決定之碼長 N 及編碼率 r 之預先決定之檢查矩陣初始值表。

於步驟 S203，檢查矩陣生成部 613 係利用初始值表讀出部 612 從記憶部 602 所讀出之檢查矩陣初始值表，求出(生成)藉由編碼率設定部 611 所決定之碼長 N 及編碼率 r 之 LDPC 碼之檢查矩陣 H ，供給至記憶部 602 並儲存。

於步驟 S204，資訊位元讀出部 614 係從供給至 LDPC 編碼部 21 之對象資料，讀出對應於藉由編碼率設定部 611 所決定之碼長 N 及編碼率 r 之資訊長 $K(=N \times r)$ 之資訊位元，並且從記憶部 602 讀出檢查矩陣生成部 613 所求出之檢查矩陣 H ，並供給至編碼同位運算部 615。

於步驟 S205，編碼同位運算部 615 係依次運算符合式(8)之碼字 c 之同位位元。

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

於式(8)， c 表示作為碼字(LDPC 碼)之列向量， c^T 表示列向量 c 之轉置。

於此，如上述，作為 LDPC 碼(1 碼字)之列向量 c 中，以列向量 A 表示資訊位元之部分，並且以列向量 T 表示同位位元之部分之情況下，列向量 c 可藉由作為資訊位元之列向

量A及作為同位位元之列向量T，並以式 $c=[A|T]$ 來表示。

檢查矩陣H及作為LDPC碼之列向量 $c=[A|T]$ 必須符合式 $Hc^T=0$ ，作為構成符合該式 $Hc^T=0$ 之列向量 $c=[A|T]$ 之同位位元之列向量T可藉由於檢查矩陣 $H=[H_A|H_T]$ 之同位矩陣 H_T 成為圖10所示之階梯構造之情況下，從式 $Hc^T=0$ 之行向量 Hc^T 之第1列之要素，依序使各列之要素成為0而可逐次地求出。

編碼同位運算部615若對於資訊位元A求出同位位元T，則將藉由該資訊位元A及同位位元T所表示之碼字 $c=[A|T]$ 作為資訊位元A之LDPC編碼結果而輸出。

此外，碼字c為64800位元或16200位元。

其後，於步驟S206，控制部616係判定是否終了LDPC編碼。於步驟S206，判定不終了LDPC編碼之情況下，亦即例如尚有應予以LDPC編碼之對象資料之情況下，處理係返回步驟S201，以下重複步驟S201至S206之處理。

而且，於步驟S206，判定終了LDPC編碼之情況下，亦即例如無應予以LDPC編碼之對象資料之情況下，LDPC編碼部21係終了處理。

如以上，準備有對應於各碼長N及各編碼率r之檢查矩陣初始值表，LDPC編碼部21係將特定碼長N之特定編碼率r之LDPC編碼，利用從對應於該特定碼長N及特定編碼率r之檢查矩陣初始值表所產生之檢查矩陣H來進行。

檢查矩陣初始值表係將檢查矩陣H之對應於因應LDPC碼(藉由檢查矩陣H所定義之LDPC碼)之碼長N及編碼率r之資

訊長 K 之資訊矩陣 H_A (圖 9) 之 1 之要素之位置，以每 360 行 (巡迴構造之單位之行數 P) 表示之表，依各碼長 N 及各編碼率 r 之檢查矩陣逐一事先編製。

圖 31 至圖 58 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之數個檢查矩陣初始值表。

亦即，圖 31 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $2/3$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 32 至圖 34 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $2/3$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 33 係接續於圖 32 之圖，圖 34 係接續於圖 33 之圖。

圖 35 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $3/4$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 36 至圖 39 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $3/4$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 37 係接續於圖 36 之圖，圖 38 係接續於圖 37 之圖。而且，圖 39 係接續於圖 38 之圖。

圖 40 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $4/5$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 41 至圖 44 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $4/5$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始

值表。

此外，圖 42 係接續於圖 41 之圖，圖 43 係接續於圖 42 之圖。而且，圖 44 係接續於圖 43 之圖。

圖 45 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $5/6$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 46 至圖 49 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $5/6$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 47 係接續於圖 46 之圖，圖 48 係接續於圖 47 之圖。而且，圖 49 係接續於圖 48 之圖。

圖 50 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $8/9$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 51 至圖 54 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $8/9$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 52 係接續於圖 51 之圖，圖 53 係接續於圖 52 之圖。而且，圖 54 係接續於圖 53 之圖。

圖 55 至圖 58 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $9/10$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 56 係接續於圖 55 之圖，圖 57 係接續於圖 56 之圖。而且，圖 58 係接續於圖 57 之圖。

檢查矩陣生成部 613(圖 29)係利用檢查矩陣初始值表，如以下求出檢查矩陣 H 。

亦即，圖 59 係表示從檢查矩陣初始值表求出檢查矩陣 H 之方法。

此外，圖 59 之檢查矩陣初始值表係表示對於圖 31 所示之 DVB-S.2 之規格所規定之碼長 N 為 16200 位元之對於編碼率 r 為 2/3 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

檢查矩陣初始值表係如上述，將對應於因應 LDPC 碼之碼長 N 及編碼率 r 之資訊長 K 之資訊矩陣 H_A (圖 9) 之 1 之要素之位置，以每 360 行 (巡迴構造之單位之行數 P) 表示之表，於其第 i 列，檢查矩陣 H 之第 $1+360 \times (i-1)$ 行之 1 之要素之列號碼 (檢查矩陣 H 之第 1 列之列號碼設作 0 之列號碼) 僅排列有該第 $1+360 \times (i-1)$ 行之行所具有之行權重之數目。

於此，由於檢查矩陣 H 之對應於同位長 M 之同位矩陣 H_T (圖 9) 係如圖 19 所示決定，因此若根據檢查矩陣初始值表，可求出檢查矩陣 H 之對應於資訊長 K 之資訊矩陣 H_A (圖 9)。

檢查矩陣初始值表之列數 $k+1$ 係依資訊長 K 而不同。

於資訊長 K 與檢查矩陣初始值表之列數 $k+1$ 間，式 (9) 之關係成立。

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

於此，式 (9) 之 360 係圖 20 所說明之巡迴構造之單位之行數 P。

於圖 59 之檢查矩陣初始值表，從第 1 列至第 3 列排列有 13 個數值，從第 4 列至第 $k+1$ 列 (於圖 59 為第 30 列) 排列有 3 個數值。

因此，從圖59之檢查矩陣初始值表所求出之檢查矩陣H之行權重係從第1行至第 $1+360 \times (3-1)-1$ 行為13，從第 $1+360 \times (3-1)$ 行至第K行為3。

圖59之檢查矩陣初始值表之第1列為0、2084、1613、1548、1286、1460、3196、4297、2481、3369、3451、4620、2622，此係表示於檢查矩陣H之第1行，號碼為0、2084、1613、1548、1286、1460、3196、4297、2481、3369、3451、4620、2622之列之要素為1(且其他要素為0)。

而且，圖59之檢查矩陣初始值表之第2列為1、122、1516、3448、2880、1407、1847、3799、3529、373、971、4358、3108，此係表示於檢查矩陣H之第 $361(=1+360 \times (2-1))$ 行，列號碼為1、122、1516、3448、2880、1407、1847、3799、3529、373、971、4358、3108之列之要素為1。

如以上，檢查矩陣初始值表係將檢查矩陣H之資訊矩陣 H_A 之1之要素之位置以每360行表示。

檢查矩陣H之第 $1+360 \times (i-1)$ 行以外之行，亦即將第 $2+360 \times (i-1)$ 行至第 $360 \times i$ 行之各行係將藉由檢查矩陣初始值表所決定之第 $1+360 \times (i-1)$ 行之1之要素，按照同位長M往下方向(行之下方向)週期性地予以循環移位而配置。

亦即，例如第 $2+360 \times (i-1)$ 行係將第 $1+360 \times (i-1)$ 行往下方向僅循環移位 $M/360(=q)$ ，接著之第 $3+360 \times (i-1)$ 行係將第 $1+360 \times (i-1)$ 行往下方向僅循環移位 $2 \times M/360(=2 \times q)$ (將第

$2+360 \times (i-1)$ 行往下方方向僅循環移位 $M/360 (=q)$ 。

現在，若將檢查矩陣初始值表之第 i 列(從上算起第 i 個)之第 j 行(左起第 j 個)之數值表示作 $h_{i,j}$ ，並且將檢查矩陣 H 之第 w 行之第 j 個之 1 之要素之列號碼表示作 H_{w-j} ，則檢查矩陣 H 之第 $1+360 \times (i-1)$ 行以外之行之第 w 行之 1 之要素之列號碼 H_{w-j} 可由式(10)求出。

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

於此， $\text{mod}(x, y)$ 係意味以 y 除以 x 後之餘數。

而且， P 為上述巡迴構造之單位之行數，例如於 DVB-S.2 之規格係如上述為 360。進一步而言， q 係藉由以巡迴構造之單位之行數 $P (=360)$ 除算同位長 M 所獲得之值 $M/360$ 。

檢查矩陣生成部 613(圖 29)係藉由檢查矩陣初始值表，來特定出檢查矩陣 H 之第 $1+360 \times (i-1)$ 行之 1 之要素之列號碼。

進一步而言，檢查矩陣生成部 613(圖 29)係按照式(10)，求出檢查矩陣 H 之第 $1+360 \times (i-1)$ 行以外之行之第 w 行之 1 之要素之列號碼 H_{w-j} ，並生成將藉由以上所獲得之列號碼之要素作為 1 之檢查矩陣 H 。

然而，DVB-S.2 之規格所規定之編碼率 $2/3$ 之 LDPC 碼據知錯誤地板比較起其他編碼率之 LDPC 碼差(高)。

於此，隨著 $S/N(E_s/N_0)$ 變高，失誤率(BER)之降低鈍化，產生失誤率不降低之現象(錯誤地板現象)，該不降低時之失誤率為錯誤地板。

若錯誤地板高，一般而言，通訊道13(圖7)之對於錯誤之容錯降低，因此宜施以用以提升對於錯誤之容錯之對策。

作為用以提升對於錯誤之容錯之對策，例如有解多工器25(圖8)所進行之替換處理。

於替換處理，作為替換LDPC碼之碼位元之替換方式有例如上述第1至第4替換方式，但要求提案對於錯誤之容錯較包含該等第1至第4替換方式之既已提案之方式更提升之方式。

因此，於解多工器25(圖8)，如圖25所說明，可按照分配規則來進行替換處理。

以下，說明關於按照分配規則之替換處理，在其之前先說明關於藉由既已提案之替換方式(以下亦稱為現行方式)所進行之替換處理。

參考圖60及圖61，說明關於在解多工器25假設以現行方式進行替換處理之情況下之該替換處理。

圖60係表示LDPC碼是碼長 N 為64800位元、編碼率為 $3/5$ 之LDPC碼之情況下之現行方式之替換處理之一例。

亦即，圖60A係表示LDPC碼是碼長 N 為64800位元、編碼率為 $3/5$ 之LDPC碼，進一步調變方式為16QAM，倍數 b 為2之情況下之現行方式之替換處理之一例。

調變方式為16QAM之情況下，碼位元之4($=m$)位元係作為1個符元而映射成16QAM所決定之16個信號點中之任一個。

進一步而言，碼長 N 為64800位元，倍數 b 為2之情況下，解多工器25之記憶體31(圖16、圖17)係含有於橫列方向記憶 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之8個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(4 \times 2)$ 位元。

於解多工器25，LDPC碼之碼位元寫入於記憶體31之縱行方向，若64800位元之碼位元(1碼字)之寫入終了，則寫入於記憶體31之碼位元係於橫列方向，以 $4 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部32(圖16、圖17)。

替換部32係以將讀出自記憶體31之 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ ，例如圖60A所示分配給連續 $2 (=b)$ 個符元之 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7$ 之方式，替換 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 。

亦即，替換部32係分別

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

圖60B係表示LDPC碼是碼長 N 為64800位元、編碼率為 $3/5$ 之LDPC碼，進一步調變方式為64QAM，倍數 b 為2之情

況下之現行方式之替換處理之一例。

調變方式為64QAM之情況下，碼位元之6(=m)位元係作為1個符元而映射成64QAM所決定之64個信號點中之任一個。

進一步而言，碼長N為64800位元，倍數b為2之情況下，解多工器25之記憶體31(圖16、圖17)係含有於橫列方向記憶 $6 \times 2(=mb)$ 位元之12個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(6 \times 2)$ 位元。

於解多工器25，LDPC碼之碼位元寫入於記憶體31之縱行方向，若64800位元之碼位元(1碼字)之寫入終了，則寫入於記憶體31之碼位元係於橫列方向，以 $6 \times 2(=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部32(圖16、圖17)。

替換部32係以將讀出自記憶體31之 $6 \times 2(=mb)$ 位元之碼位元 $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, b_8, b_9, b_{10}, b_{11}$ ，例如圖60B所示分配給連續 $2(=b)$ 個符元之 $6 \times 2(=mb)$ 位元之符元位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, y_9, y_{10}, y_{11}$ 之方式，替換 $6 \times 2(=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{11} 。

亦即，替換部32係分別

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_{11} ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_{10} ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_9 ,
 將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_5 ,
 將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_1 ,
 將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_8 ,
 將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_4 ,
 將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_0 ,
 而進行替換。

圖 60C 表示 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 256QAM，倍數 b 為 2 之情況下之現行方式之替換處理之一例。

調變方式為 256QAM 之情況下，碼位元之 $8(=m)$ 位元係作為 1 個符元而映射成 256QAM 所決定之 256 個信號點中之任一個。

進一步而言，碼長 N 為 64800 位元，倍數 b 為 2 之情況下，解多工器 25 之記憶體 31 (圖 16、圖 17) 係含有於橫列方向記憶 $8 \times 2(=mb)$ 位元之 16 個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(8 \times 2)$ 位元。

於解多工器 25，LDPC 碼之碼位元寫入於記憶體 31 之縱行方向，若 64800 位元之碼位元 (1 碼字) 之寫入終了，則寫入於記憶體 31 之碼位元係於橫列方向，以 $8 \times 2(=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32 (圖 16、圖 17)。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $8 \times 2(=mb)$ 位元之碼位元 $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, b_8, b_9, b_{10}, b_{11}, b_{12}, b_{13}, b_{14}, b_{15}$ ，例如圖 60C 所示分配給連續 $2(=b)$ 個符元之 $8 \times 2(=mb)$ 位元之符元

位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, y_9, y_{10}, y_{11}, y_{12}, y_{13}, y_{14}, y_{15}$ 之方式，替換 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 。

亦即，替換部 32 係分別

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_{15} ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_{13} ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_8 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_{11} ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_9 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_{10} ，

將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_{12} 分配給符元位元 y_{12} ，

將碼位元 b_{13} 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_{14} 分配給符元位元 y_{14} ，

將碼位元 b_{15} 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

圖 61 係表示 LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼之情況下之現行方式之替換處理之一例。

亦即，圖 61A 係表示 LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 16QAM，倍數 b

為2之情況下之現行方式之替換處理之一例。

調變方式為16QAM之情況下，碼位元之4(=m)位元係作為1個符元而映射成16QAM所決定之16個信號點中之任一個。

進一步而言，碼長N為16200位元，倍數b為2之情況下，解多工器25之記憶體31(圖16、圖17)係含有於橫列方向記憶 $4 \times 2(=mb)$ 位元之8個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(4 \times 2)$ 位元。

於解多工器25，LDPC碼之碼位元寫入於記憶體31之縱行方向，若16200位元之碼位元(1碼字)之寫入終了，則寫入於記憶體31之碼位元係於橫列方向，以 $4 \times 2(=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部32(圖16、圖17)。

替換部32係以將讀出自記憶體31之 $4 \times 2(=mb)$ 位元之碼位元 $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ ，例如圖61A所示分配給連續 $2(=b)$ 個符元之 $4 \times 2(=mb)$ 位元之符元位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7$ 之方式，替換 $4 \times 2(=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 。

亦即，替換部32係與上述圖60A之情況相同，進行將碼位元 b_0 至 b_7 分配給符元位元 y_0 至 y_7 之替換。

圖61B係表示LDPC碼是碼長N為16200位元、編碼率為 $3/5$ 之LDPC碼，進一步調變方式為64QAM，倍數b為2之情況下之現行方式之替換處理之一例。

調變方式為64QAM之情況下，碼位元之6(=m)位元係作為1個符元而映射成64QAM所決定之64個信號點中之任一個。

進一步而言，碼長 N 為16200位元，倍數 b 為2之情況下，解多工器25之記憶體31(圖16、圖17)係含有於橫列方向記憶 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之12個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(6 \times 2)$ 位元。

於解多工器25，LDPC碼之碼位元寫入於記憶體31之縱行方向，若16200位元之碼位元(1碼字)之寫入終了，則寫入於記憶體31之碼位元係於橫列方向，以 $6 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部32(圖16、圖17)。

替換部32係以將讀出自記憶體31之 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, b_8, b_9, b_{10}, b_{11}$ ，例如圖61B所示分配給連續 $2 (=b)$ 個符元之 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, y_9, y_{10}, y_{11}$ 之方式，替換 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{11} 。

亦即，替換部32係與上述圖60B之情況相同，進行將碼位元 b_0 至 b_{11} 分配給符元位元 y_0 至 y_{11} 之替換。

圖61C係表示LDPC碼是碼長 N 為16200位元、編碼率為 $3/5$ 之LDPC碼，進一步調變方式為256QAM，倍數 b 為1之情況下之現行方式之替換處理之一例。

調變方式為256QAM之情況下，碼位元之 $8 (=m)$ 位元係作為1個符元而映射成256QAM所決定之256個信號點中之任一個。

進一步而言，碼長 N 為16200位元，倍數 b 為1之情況下，解多工器25之記憶體31(圖16、圖17)係含有於橫列方向記憶 $8 \times 1 (=mb)$ 位元之8個縱行，於縱行方向記憶 $16200/(8 \times 1)$

位元。

於解多工器 25，LDPC 碼之碼位元寫入於記憶體 31 之縱行方向，若 16200 位元之碼位元 (1 碼字) 之寫入終了，則寫入於記憶體 31 之碼位元係於橫列方向，以 $8 \times 1 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32 (圖 16、圖 17)。

入替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $8 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ ，例如圖 61C 所示分配給連續 $1 (=b)$ 個符元之 $8 \times 1 (=mb)$ 位元之符元位元 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7$ 之方式，替換 $8 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 。

亦即，替換部 32 係分別

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

接著，說明關於按照分配規則之替換處理 (以下亦稱為採新替換方式之替換處理)。

圖 62 至圖 64 係說明新替換方式之圖。

於新替換方式，解多工器 25 之替換部 32 係按照事先決定之分配規則來進行 mb 位元之碼位元之替換。

分配規則係用以將LDPC碼之碼位元分配給符元位元之規則。於分配規則規定有：碼位元之碼位元群組、與分配該碼位元群組之碼位元之符元位元之符元位元群組之組合即群組集合；及該群組集合之碼位元群組、及符元位元群組分別之碼位元及符元位元之位元數(以下亦稱為群組位元數)。

於此，碼位元係如上述，於錯誤確率有差別，符元位元亦於錯誤確率有差別。碼位元群組係因應錯誤確率來群組區分碼位元之群組，符元位元群組係因應錯誤確率來群組區分符元位元之群組。

圖62係表示LDPC碼是碼長 N 為64800位元、編碼率為 $2/3$ 之LDPC碼，進一步調變方式為256QAM，倍數 b 為2之情況下之碼位元群組及符元位元群組。

該情況下，從記憶體31所讀出之 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 y_{15} 係因應錯誤確率之差別，如圖62A所示可群組區分為5個碼位元群組 $Gb_1, Gb_2, Gb_3, Gb_4, Gb_5$ 。

於此，碼位元群組 Gb_i 係其下標 i 越小，屬於該碼位元群組 Gb_i 之碼位元之錯誤確率越良好(越小)之群組。

於圖62A，分別而言，碼位元群組 Gb_1 係碼位元 b_0 所屬，碼位元群組 Gb_2 係碼位元 b_1 所屬，碼位元群組 Gb_3 係碼位元 b_2 至 b_9 所屬，碼位元群組 Gb_4 係碼位元 b_{10} 所屬，碼位元群組 Gb_5 係碼位元 b_{11} 至 b_{15} 所屬。

調變方式為256QAM，倍數 b 為2之情況下， $8 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 至 y_{15} 係因應錯誤確率之差別，如圖62B所

示可群組區分為4個符元位元群組 $G_{y_1}, G_{y_2}, G_{y_3}, G_{y_4}$ 。

於此，符元位元群組 G_{y_i} 係與碼位元群組相同，其下標 i 越小，屬於該符元位元群組 G_{y_i} 之符元位元之錯誤確率越良好之群組。

於圖 62B，分別而言，符元位元群組 G_{y_1} 係符元位元 y_0, y_1, y_8, y_9 所屬，符元位元群組 G_{y_2} 係符元位元 y_2, y_3, y_{10}, y_{11} 所屬，符元位元群組 G_{y_3} 係符元位元 y_4, y_5, y_{12}, y_{13} 所屬，符元位元群組 G_{y_4} 係符元位元 y_6, y_7, y_{14}, y_{15} 所屬。

圖 63 係表示 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $2/3$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 256QAM，倍數 b 為 2 之情況下之分配規則。

於圖 63 之分配規則，碼位元群組 G_{b_1} 與符元位元群組 G_{y_4} 之組合係作為 1 個群組集合，於圖中左起第 1 個規定。然後，該群組集合之群組位元數規定為 1 位元。

於此，以下將群組集合及其群組位元數一併稱為群組集合資訊。然後，例如將碼位元群組 G_{b_1} 與符元位元群組 G_{y_4} 之群組集合、及該群組集合之群組位元數即 1 位元，記載為群組集合資訊 $(G_{b_1}, G_{y_4}, 1)$ 。

於圖 63 之分配規則，除群組集合資訊 $(G_{b_1}, G_{y_4}, 1)$ 以外，亦規定有群組集合資訊 $(G_{b_2}, G_{y_4}, 1), (G_{b_3}, G_{y_1}, 3), (G_{b_3}, G_{y_2}, 1), (G_{b_3}, G_{y_3}, 2), (G_{b_3}, G_{y_4}, 2), (G_{b_4}, G_{y_3}, 1), (G_{b_5}, G_{y_1}, 1), (G_{b_5}, G_{y_2}, 3), (G_{b_5}, G_{y_3}, 1)$ 。

例如群組集合資訊 $(G_{b_1}, G_{y_4}, 1)$ 係意味將屬於碼位元群組 G_{b_1} 之碼位元之 1 位元，分配給屬於符元位元群組 G_{y_4} 之符

元位元之1位元。

因此，於圖63之分配規則，規定如下：

根據群組集合資訊($Gb_1, Gy_4, 1$)，將錯誤確率第1良好之碼位元群組 Gb_1 之碼位元之1位元，分配給錯誤確率第4良好之符元位元群組 Gy_4 之符元位元之1位元；

根據群組集合資訊($Gb_2, Gy_4, 1$)，將錯誤確率第2良好之碼位元群組 Gb_2 之碼位元之1位元，分配給錯誤確率第4良好之符元位元群組 Gy_4 之符元位元之1位元；

根據群組集合資訊($Gb_3, Gy_1, 3$)，將錯誤確率第3良好之碼位元群組 Gb_3 之碼位元之3位元，分配給錯誤確率第1良好之符元位元群組 Gy_1 之符元位元之1位元；

根據群組集合資訊($Gb_3, Gy_2, 1$)，將錯誤確率第3良好之碼位元群組 Gb_3 之碼位元之1位元，分配給錯誤確率第2良好之符元位元群組 Gy_2 之符元位元之1位元；

根據群組集合資訊($Gb_3, Gy_3, 2$)，將錯誤確率第3良好之碼位元群組 Gb_3 之碼位元之2位元，分配給錯誤確率第3良好之符元位元群組 Gy_3 之符元位元之2位元；

根據群組集合資訊($Gb_3, Gy_4, 2$)，將錯誤確率第3良好之碼位元群組 Gb_3 之碼位元之2位元，分配給錯誤確率第4良好之符元位元群組 Gy_4 之符元位元之2位元；

根據群組集合資訊($Gb_4, Gy_3, 1$)，將錯誤確率第4良好之碼位元群組 Gb_4 之碼位元之1位元，分配給錯誤確率第3良好之符元位元群組 Gy_3 之符元位元之1位元；

根據群組集合資訊($Gb_5, Gy_1, 1$)，將錯誤確率第5良好之

碼位元群組 Gb_5 之碼位元之 1 位元，分配給錯誤確率第 1 良好之符元位元群組 Gy_1 之符元位元之 1 位元；

根據群組集合資訊 $(Gb_5, Gy_2, 3)$ ，將錯誤確率第 5 良好之碼位元群組 Gb_5 之碼位元之 3 位元，分配給錯誤確率第 2 良好之符元位元群組 Gy_2 之符元位元之 3 位元；

及根據群組集合資訊 $(Gb_5, Gy_3, 1)$ ，將錯誤確率第 5 良好之碼位元群組 Gb_5 之碼位元之 1 位元，分配給錯誤確率第 3 良好之符元位元群組 Gy_3 之符元位元之 1 位元。

如上述，碼位元群組係因應錯誤確率來群組區分碼位元之群組，符元位元群組係因應錯誤確率來群組區分符元位元之群組。因此，分配規則亦可謂規定碼位元之錯誤確率、與分配該碼位元之符元位元之錯誤確率之組合。

如此，規定碼位元之錯誤確率、與分配該碼位元之符元位元之錯誤確率之組合之分配規則係藉由例如計測 BER 之模擬等，決定為改善對於錯誤之容錯(對於雜訊之容錯)。

此外，即使於同一符元位元群組之位元中變更某碼位元群組之碼位元之分配去處，(幾乎)不會影響對於錯誤之容錯。

因此，為了提升對於錯誤之容錯，規定最縮小包含錯誤地板之 BER(Bit Error Rate：位元錯誤率)之群組集合資訊，亦即規定碼位元之碼位元群組與分配該碼位元群組之碼位元之符元位元之符元位元群組之組合(群組集合)、該群組集合之碼位元群組及符元位元群組分別之位元數、及符元位元之位元數(群組位元數)，作為分配規則，按照該

分配規則，將碼位元分配給符元位元以進行碼位元之替換即可。

其中，按照分配規則，將何個碼位元分配給何個符元之具體分配方式，必須於發送裝置11及接收裝置12(圖7)間事先決定。

圖64係表示按照圖63之分配規則之碼位元之替換例。

亦即，圖64A係表示LDPC碼是碼長 N 為64800位元、編碼率為 $2/3$ 之LDPC碼，進一步調變方式為256QAM，倍數 b 為2之情況下之按照圖63之分配規則之碼位元之替換之第1例。

LDPC碼是碼長 N 為64800位元、編碼率為 $2/3$ 之LDPC碼，進一步調變方式為256QAM、倍數 b 為2之情況下，於解多工器25，於縱行方向×橫列方向為 $(64800/(8 \times 2)) \times (8 \times 2)$ 位元之記憶體31寫入之碼位元係於橫列方向，以 $8 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部32(圖16、圖17)。

替換部32係按照圖63之分配規則，將讀出自記憶體31之 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{15} ，例如圖64A所示分配給連續 $2 (=b)$ 個符元之 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 至 y_{15} ，以替換 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{15} 。

亦即，替換部32係分別

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_{15} ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_6 ,
 將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_{13} ,
 將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_{11} ,
 將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_9 ,
 將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_8 ,
 將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_{14} ,
 將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_{12} ,
 將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_3 ,
 將碼位元 b_{12} 分配給符元位元 y_0 ,
 將碼位元 b_{13} 分配給符元位元 y_{10} ,
 將碼位元 b_{14} 分配給符元位元 y_4 ,
 將碼位元 b_{15} 分配給符元位元 y_2 ,
 而進行替換。

亦即，圖 64B 係表示 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $2/3$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 256QAM，倍數 b 為 2 之情況下之按照圖 63 之分配規則之碼位元之替換之第 2 例。

若根據圖 64B，替換部 32 係按照圖 63 之分配規則，針對從記憶體 31 所讀出之 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{15} ，分別進行下述替換：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_{15} ,
 將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_{14} ,
 將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_8 ,
 將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_5 ,

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_9 ，

將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_{12} ，

將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_{12} 分配給符元位元 y_{13} ，

將碼位元 b_{13} 分配給符元位元 y_{10} ，

將碼位元 b_{14} 分配給符元位元 y_0 ，

將碼位元 b_{15} 分配給符元位元 y_{11} 。

於此，圖 64A 及圖 64B 所示之碼位元 b_i 對符元位元 y_i 之分配方式均按照圖 63 之分配規則(遵守分配規則)。

圖 65 係表示已進行圖 62 至圖 64 所說明之新替換方式之替換處理之情況、及已進行現行方式中之圖 60C 所說明之替換處理之情況之 BER(Bit Error Rate：位元錯誤率)之模擬結果。

亦即，圖 65 係表示將碼長 N 為 64800、編碼率為 $2/3$ 之 DVB-S.2 之規格所規定之 LDPC 碼作為對象，作為調變方式採用 256QAM，並且作為倍數 b 採用 2 之情況下之 BER。。

此外，於圖 65，橫軸表示 E_s/N_0 ，縱軸表示 BER。而且，圓圈標記表示已進行新替換方式之替換處理之情況下之 BER，星標(星形標記)表示已進行現行方式之替換處理之

情況下之BER。

從圖65可知，於新替換方式之替換處理，比較起現行方式之替換處理，其錯誤地板飛躍性地降低，對於錯誤之容錯提升。

此外，於本實施型態，為了便於說明，於解多工器25，替換部32係將讀出自記憶體31之碼位元作為對象而進行替換處理，但替換處理可藉由控制對於記憶體31之碼位元之寫入或讀出來進行。

亦即，替換處理可藉由例如控制讀出碼位元之位址(讀出位址)，以替換後之碼位元之順序進行從記憶體31之碼位元之讀出來進行。

接著，作為用以提升對於錯誤之容錯之對策，除採用降低錯誤地板之替換方式之替換處理以外，還有採用降低錯誤地板之LDPC碼之方法。

因此，於LDPC編碼部21(圖8)，關於碼長 N 為64800位元之編碼率 r 為 $2/3$ 之LDPC碼，採用與DVB-S.2之規格所規定之檢查矩陣初始值表不同之求出適當之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表，利用從該檢查矩陣初始值表所求出之檢查矩陣 H ，可進行編碼而成為性能良好之LDPC碼。

於此，適當之檢查矩陣 H 係以低 E_s/N_0 (每1符元之信號電力對雜訊電力比)或 E_b/N_0 (每1位元之信號電力對雜訊電力比)，發送獲自檢查矩陣 H 之LDPC碼之調變信號時，使BER(Bit Error Rate：位元錯誤率)更小之符合特定條件之檢查矩陣。而且，性能良好之LDPC碼係獲自適當之檢查

矩陣 H 之 LDPC 碼。

適當之檢查矩陣 H 可藉由例如進行計測以低 E_s/N_0 發送獲自符合特定條件之各種檢查矩陣之調變信號時之 BER 之模擬來求出。

作為適當之檢查矩陣 H 所應符合之特定條件，有例如以稱為密度演化 (Density Evolution) 之碼性能之解析法所獲得之解析結果良好、於檢查矩陣 H 不存在稱為循環 4 之 1 之要素之迴圈 (loop)、不存在循環 6 等。

於此，關於密度演化及其實施係記載於例如 "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 Letters, VOL.5, NO.2, Feb 2001。

例如於 AWGN 頻道上，若雜訊之離散值從 0 不斷變大，則 LDPC 碼之錯誤確率之期待值最初雖為 0，但若雜訊之離散值成為某臨限值 (threshold) 以上，則不再為 0。

若根據密度演化，藉由比較其錯誤確率之期待值不再為 0 之雜訊之離散值之臨限值 (以下亦稱為性能臨限值)，可決定 LDPC 碼之性能 (檢查矩陣之適當性) 之良莠。於此，作為性能臨限值係採用 BER 開始降低 (變小) 時之 E_b/N_0 。

若將以密度演化解析 DVB-S.2 之規格所規定之碼長 N 為 64800、編碼率 r 為 $2/3$ 之 LDPC 碼 (以下亦稱為規格碼) 所獲得之關於規格碼之性能臨限值，表示作 V ，則於模擬中，選擇性能臨限值成為在 V 加上特定邊限 Δ 後之 $V+\Delta$ 以下之值

之碼長 N 為64800、編碼率 r 為 $2/3$ 之LDPC碼(檢查矩陣)，來作為性能良好之LDPC碼。

圖66至圖68係表示作為性能臨限值之 E_b/N_0 為 $V+\Delta$ 以下之LDPC碼(碼長 N 為64800、編碼率 r 為 $2/3$ 之LDPC碼)中之1個檢查矩陣初始值表。

此外，圖67係接續於圖66之圖，圖68係接續於圖67之圖。

在從圖66至圖68之檢查矩陣初始值表所求出之檢查矩陣 H ，不存在循環4及循環6。

圖69係表示關於從圖66至圖68之檢查矩陣初始值表所求出之檢查矩陣 H 之LDPC碼(以下亦稱為提案碼)之BER之模擬結果。

亦即，圖69係表示調變方式為256QAM之情況下之對於規格碼之 E_s/N_0 之BER(圖中以圓圈標記表示)、及對於提案碼之 E_s/N_0 之BER(圖中以矩形表示)。

從圖69可知提案碼係較規格碼性能良好，亦即錯誤地板大幅改善。

此外，適當之檢查矩陣 H 應符合之特定條件可從LDPC碼之解碼性能提升、或LDPC碼之解碼處理之容易化(單純化)等觀點來適宜地決定。

接著，圖70係表示圖7之接收裝置12之結構例之區塊圖。

於圖70，接收裝置12係接收來自發送裝置11(圖7)之調變信號之資料處理裝置，由正交解調部51、解映射部52、反

交錯器 53 及 LDPC 解碼部 56 所構成。

正交解調部 51 係接收來自發送裝置 11 之調變信號，進行正交解調，將其結果所獲得之信號點 (I 及 Q 軸方向分別之值) 供給至解映射部 52。

解映射部 52 係進行使來自正交解調部 51 之信號點，成為 LDPC 碼之碼位元經符元化之符元之解映射，並供給至反交錯器 53。

反交錯器 53 係由多工器 (MUX) 54 及縱行扭轉反交錯器 55 所構成，進行來自解映射部 52 之符元之符元位元之反交錯。

亦即，多工器 54 係將來自解映射部 52 之符元之符元位元作為對象，進行對應於從圖 8 之解多工器 25 所進行之替換處理之反替換處理 (替換處理之逆向處理)，亦即進行使藉由替換處理所替換之 LDPC 碼之碼位元 (符元位元) 之位置回到原本位置之反替換處理，將其結果所獲得之 LDPC 碼供給至縱行扭轉反交錯器 55。

縱行扭轉反交錯器 55 係將來自多工器 54 之 LDPC 碼作為對象，進行對應於圖 8 之縱行扭轉交錯器 24 所進行之作為重排處理之縱行扭轉交錯之縱行扭轉反交錯 (縱行扭轉交錯之逆向處理)，亦即進行作為使藉由作為重排處理之縱行扭轉交錯而變更排列之 LDPC 碼之碼位元，回到原本排列之反重排處理之例如縱行扭轉反交錯。

具體而言，縱行扭轉反交錯器 55 係藉由對於與圖 22 等所示之記憶體 31 同樣地構成之反交錯用之記憶體，寫入

LDPC碼之碼位元並進一步讀出，以進行縱行扭轉反交錯。

其中，於縱行扭轉反交錯器55，碼位元之寫入係將來自記憶體31之碼位元之讀出時之讀出位址，作為寫入位址利用，於反交錯用之記憶體之橫列方向進行。而且，碼位元之讀出係將來自記憶體31之碼位元之寫入時之寫入位址，作為讀出位址利用，於反交錯用之記憶體之縱行方向進行。

縱行扭轉反交錯之結果所獲得之LDPC碼係從縱行扭轉反交錯器55供給至LDPC解碼部56。

於此，於從解映射部52供給至反交錯器53之LDPC碼，同位交錯、縱行扭轉交錯及替換處理係以該順序施以，但於反交錯器53，僅進行對應於替換處理之反替換處理及對應於縱行扭轉交錯之縱行扭轉反交錯，因此未進行對應於同位交錯之同位反交錯(同位交錯之逆向處理)，亦即未進行使藉由同位交錯而變更排列之LDPC碼之碼位元回到原本排列之同位反交錯。

因此，從反交錯器53(之縱行扭轉反交錯器55)，對LDPC解碼部56供給有已進行反替換處理及縱行扭轉反交錯，且未進行同位反交錯之LDPC碼。

LDPC解碼部56係利用對於圖8之LDPC編碼部21用於LDPC編碼之檢查矩陣H，至少進行相當於同位交錯之行置換所獲得之轉換檢查矩陣，來進行來自反交錯器53之LDPC碼之LDPC解碼，並將其結果所獲得之資料，作為對

象資料之解碼結果輸出。

圖 71 係說明圖 70 之接收裝置 12 所進行之接收處理之流程圖。

正交解調部 51 係於步驟 S111，接收來自發送裝置 11 之調變信號，處理係前進至步驟 S112，進行該調變信號之正交解調。正交解調部 51 係將正交解調之結果所獲得之信號點供給至解映射部 52，處理係從步驟 S112 前進至步驟 S113。

於步驟 S113，解映射部 52 係進行使來自正交解調部 51 之信號點成為符元之解映射，並供給至反交錯器 53，處理係前進至步驟 S114。

於步驟 S114，反交錯器 53 係進行來自解映射部 52 之符元之符元位元之反交錯，處理係前進至 S115。

亦即，於步驟 S114，於反交錯器 53，多工器 54 係將來自解映射部 52 之符元之符元位元作為對象，進行反替換處理，並將其結果所獲得之 LDPC 碼之碼位元供給至縱行扭轉反交錯器 55。

縱行扭轉反交錯器 55 係將來自多工器 54 之 LDPC 碼作為對象，進行縱行扭轉反交錯，並將其結果所獲得之 LDPC 碼供給至 LDPC 解碼部 56。

於步驟 S115，LDPC 解碼部 56 係利用對於圖 8 之 LDPC 編碼部 21 用於 LDPC 編碼之檢查矩陣 H，至少進行相當於同位交錯之行置換所獲得之轉換檢查矩陣，來進行來自縱行扭轉反交錯器 55 之 LDPC 碼之 LDPC 解碼，並將其結果所獲得之資料，作為對象資料之解碼結果輸出，處理終了。

此外，圖 71 之接收處理係重複進行。

而且，圖 70 亦與圖 8 之情況相同，為了便於說明，個別地構成進行反替換處理之多工器 54 及進行縱行扭轉反交錯之縱行扭轉反交錯器 55，但多工器 54 與縱行扭轉反交錯器 55 亦可一體地構成。

進一步而言，於圖 8 之發送裝置 11 不進行縱行扭轉交錯之情況下，於圖 70 之接收裝置 12 無須設置縱行扭轉反交錯器 55。

接著，進一步說明關於圖 70 之 LDPC 解碼部 56 所進行之 LDPC 解碼。

於圖 70 之 LDPC 解碼部 56，如上述，利用對於圖 8 之 LDPC 編碼部 21 用於 LDPC 編碼之檢查矩陣 H ，至少進行相當於同位交錯之行置換所獲得之轉換檢查矩陣，來進行來自縱行扭轉反交錯器 55 之進行反替換處理及縱行扭轉反交錯、且未進行同位反交錯之 LDPC 碼之 LDPC 解碼。

於此，一種 LDPC 解碼先已提案，其藉由利用轉換檢查矩陣來進行 LDPC 解碼，可抑制電路規模，同時將動作頻率壓低在充分可實現之範圍(參考例如日本特開 2004-343170 號公報)。

因此，首先參考圖 72 至圖 75，來說明關於先被提案之利用轉換檢查矩陣之 LDPC 解碼。

圖 72 係表示碼長 N 為 90、編碼率為 $2/3$ 之 LDPC 碼之檢查矩陣 H 之例。

此外，於圖 72(於後述之圖 73 及圖 74 亦相同)以句點(.)來

表現 0。

於圖 72 之檢查矩陣 H ，同位矩陣成為階梯構造。

圖 73 係表示於圖 72 之檢查矩陣 H ，施以式 (11) 之列置換及式 (12) 之行置換所獲得之檢查矩陣 H' 。

列置換： $6s+t$ +第 1 列 $\rightarrow$ $5t+s$ +第 1 列 $\cdots$ (11)

行置換： $6x+y$ +第 61 行 $\rightarrow$ $5y+x$ +第 61 行 $\cdots$ (12)

其中，於式 (11) 及 (12)， s 、 t 、 x 、 y 分別為 $0 \leq s < 5$ 、 $0 \leq t < 6$ 、 $0 \leq x < 5$ 、 $0 \leq y < 6$ 之範圍之整數。

若根據式 (11) 之列置換，以下述情形進行置換：除以 6 餘數為 1 之第 1、7、13、19、25 列分別置換為第 1、2、3、4、5 列，除以 6 餘數為 2 之第 2、8、14、20、26 列分別置換為第 6、7、8、9、10 列。

而且，若根據式 (12) 之行置換，對於第 61 行以後(同位矩陣)，以下述情形進行置換：除以 6 餘數為 1 之第 61、67、73、79、85 行分別置換為第 61、62、63、64、65 行，除以 6 餘數為 2 之第 62、68、74、80、86 行分別置換為第 66、67、68、69、70 行。

如此，對於圖 72 之檢查矩陣 H 進行列與行之置換所獲得之矩陣(matrix)為圖 73 之檢查矩陣 H' 。

於此，即使進行檢查矩陣 H 之列置換，仍不會影響 LDPC 碼之碼位元之排列。

而且，式 (12) 之行置換係相當於將上述第 $K+qx+y+1$ 個碼位元交錯至第 $K+Py+x+1$ 個碼位元之位置之同位交錯之分別設資訊長 K 為 60、巡迴構造之單位之行數 P 為 5 及同位長

M (於此為30)之約數 $q(=M/P)$ 為6時之同位交錯。

若對於圖73之檢查矩陣(以下適宜地稱為置換檢查矩陣) H' ，乘以於圖72之檢查矩陣(以下適宜地稱為原本之檢查矩陣) H 之LDPC碼進行與式(12)同一置換後之矩陣，則輸出0向量。亦即，若於作為原本之檢查矩陣 H 之LDPC碼(1碼字)之列向量 c ，施以式(12)之行置換所獲得之列向量表示作 c' ，則從檢查矩陣之性質來看， Hc^T 成為0向量，因此 $H'c'^T$ 亦當然成為0向量。

根據以上，圖73之轉換檢查矩陣 H' 係於原本之檢查矩陣 H 之LDPC碼 c ，進行式(12)之行置換所獲得之LDPC碼 c' 之檢查矩陣。

因此，於原本之檢查矩陣 H 之LDPC碼 c ，進行式(12)之行置換，利用圖73之轉換檢查矩陣 H' ，將該行置換後之LDPC碼 c' 解碼(LDPC解碼)，於該解碼結果施以式(12)之行置換之反置換，藉此可獲得將原本之檢查矩陣 H 之LDPC碼利用該檢查矩陣 H 予以解碼之情況同樣之解碼結果。

圖74係表示以 5×5 之矩陣為單位隔著間隔之圖73之轉換檢查矩陣 H' 。

於圖74，轉換檢查矩陣 H' 係以下述矩陣之組合來表示：
 5×5 之單位矩陣；該單位矩陣之1之中有1個以上為0之矩陣(以下適宜地稱為準單位矩陣)；單位矩陣或準單位矩陣經循環移位(cyclic shift)之矩陣(以下適宜地稱為移位矩陣)；單位矩陣、準單位矩陣或移位矩陣中之2以上之和(以下適宜地稱為和矩陣)；及 5×5 之0矩陣。

圖 74 之轉換檢查矩陣 H' 可由 5×5 之單位矩陣、準單位矩陣、移位矩陣、和矩陣及 0 矩陣來構成。因此，構成轉換檢查矩陣 H' 之該等 5×5 之矩陣以下適宜地稱為構成矩陣。

於由 $P \times P$ 之構成矩陣所表示之檢查矩陣所表示之 LDPC 碼之解碼，可利用 P 個同時進行校驗節點運算及可變節點運算之架構 (architecture)。

圖 75 係表示進行該類解碼之解碼裝置之結構例之區塊圖。

亦即，圖 75 係表示利用對於圖 72 之原本之檢查矩陣 H ，至少進行式 (12) 之行置換所獲得之圖 74 之轉換檢查矩陣 H' ，來進行 LDPC 碼之解碼之解碼裝置之結構例。

圖 75 之解碼裝置包含：由 6 個 FIFO300₁ 至 300₆ 所組成之分枝資料儲存用記憶體 300、選擇 FIFO300₁ 至 300₆ 之選擇器 301、校驗節點計算部 302、2 個循環移位電路 303 及 308、由 18 個 FIFO304₁ 至 304₁₈ 所組成之分枝資料儲存用記憶體 304、選擇 FIFO304₁ 至 304₁₈ 之選擇器 305、儲存接收資訊之接收資料用記憶體 306、可變節點計算部 307、解碼字計算部 309、接收資料重排部 310 及解碼資料重排部 311。

首先，說明關於對分枝資料儲存用記憶體 300 及 304 之資料儲存方法。

分枝資料儲存用記憶體 300 係由將圖 74 之轉換檢查矩陣 H' 之列數 30，以構成矩陣之列數 5 除算後之數即 6 個 FIFO300₁ 至 300₆ 所構成。FIFO300_y ($y=1, 2, \dots, 6$) 係由複數段數之記憶區域所組成，各段數之記憶區域可同時讀出或寫

入對應於構成矩陣之列數及行數之5個分枝之訊息。而且，FIFO300_y之記憶區域之段數為圖74之轉換檢查矩陣之列方向之1之數目(漢明權重)之最大數即9。

於FIFO300₁，對應於圖74之轉換檢查矩陣H'之第1列至第5列之1之位置之資料(來自可變節點之訊息 v_i)係儲存為各列均往橫向填塞之形式(以忽視0之形式)。亦即，若將第j列第i行表示作(j,i)，則於FIFO300₁之第1段記憶區域，儲存有對應於轉換檢查矩陣H'從(1,1)至(5,5)之5×5之單位矩陣之1之位置之資料。於第2段記憶區域，儲存有對應於轉換檢查矩陣H'從(1,21)至(5,25)之移位矩陣(將5×5之單位矩陣往右方僅循環移位3個後之移位矩陣)之1之位置之資料。從第3至第8段記憶區域亦同樣與轉換檢查矩陣H'賦予對應而儲存有資料。然後，第9段記憶區域，儲存有對應於轉換檢查矩陣H'從(1,86)至(5,90)之移位矩陣(將5×5之單位矩陣中之第1列之1置換為0，並往左僅循環移位1個後之移位矩陣)之1之位置之資料。

於FIFO300₂，儲存有對應於圖74之轉換檢查矩陣H'之第6列至第10列之1之位置之資料。亦即，於FIFO300₂之第1段記憶區域，儲存有對應於構成轉換檢查矩陣H'從(6,1)至(10,5)之和矩陣(將5×5之單位矩陣往右僅循環移位1個之第1移位矩陣、與往右僅循環移位2個之第2移位矩陣之和之和矩陣)之第1移位矩陣之1之位置之資料。而且，第2段記憶區域，儲存有對應於構成轉換檢查矩陣H'從(6,1)至(10,5)之和矩陣之第2移位矩陣之1之位置之資料。

亦即，關於權重為2以上之構成矩陣，以權重為1之 $P \times P$ 之單位矩陣、其要素之1之中有1個以上為0之準單位矩陣、或將單位矩陣或準單位矩陣予以循環移位後之移位矩陣中複數個之和之形式表現該構成矩陣時，對應於該權重為1之單位矩陣、準單位矩陣或移位矩陣之1之位置之資料(對應於屬於單位矩陣、準單位矩陣或移位矩陣之分枝之訊息)係儲存於同一位址(FIFO300₁至300₆中之同一FIFO)。

以下，關於從第3至第9段記憶區域，亦與轉換檢查矩陣 H' 賦予對應而儲存有資料。

FIFO300₃至300₆亦同樣與轉換檢查矩陣 H' 賦予對應而儲存資料。

分枝資料儲存用記憶體304係由以構成矩陣之行數即5，除以轉換檢查矩陣 H' 之行數90後之18個FIFO304₁至304₁₈所構成。FIFO304_x($x=1,2,\dots,18$)係由複數段數之記憶區域所組成，於各段之記憶區域可同時讀出或寫入對應於轉換檢查矩陣 H' 之列數及行數之5個分枝之訊息。

於FIFO304₁，對應於圖74之轉換檢查矩陣 H' 之第1行至第5行之1之位置之資料(來自校驗節點之訊息 u_j)係儲存為各行均往縱向填塞之形式(以忽視0之形式)。亦即，於FIFO304₁之第1段記憶區域，儲存有對應於轉換檢查矩陣 H' 從(1,1)至(5,5)之 5×5 之單位矩陣之1之位置之資料。於第2段記憶區域，儲存有對應於構成轉換檢查矩陣 H' 從(6,1)至(10,5)之和矩陣(將 5×5 之單位矩陣往右僅循環移位1個之第1移位矩陣、與將單位矩陣往右僅循環移位2個之第2移

位矩陣之和之和矩陣)之第1移位矩陣之1之位置之資料。而且，第3段記憶區域，儲存有對應於構成轉換檢查矩陣H'從(6,1)至(10,5)之和矩陣之第2移位矩陣之1之位置之資料。

亦即，關於權重為2以上之構成矩陣，以權重為1之 $P \times P$ 之單位矩陣、其要素之1之中有1個以上為0之準單位矩陣、或將單位矩陣或準單位矩陣予以循環移位後之移位矩陣中複數個之和之形式表現該構成矩陣時，對應於該權重為1之單位矩陣、準單位矩陣或移位矩陣之1之位置之資料(對應於屬於單位矩陣、準單位矩陣或移位矩陣之分枝之訊息)係儲存於同一位址(FIFO304₁至304₁₈中之同一FIFO)。

以下，關於從第4及第5段記憶區域，亦與轉換檢查矩陣H'賦予對應而儲存有資料。該FIFO304₁之記憶區域之段數係轉換檢查矩陣H'從第1行至第5行之列方向之1之數目(漢明權重)之最大數即5。

FIFO304₂及304₃亦同樣與轉換檢查矩陣H'賦予對應而儲存資料，分別之長度(段數)為5。FIFO304₄至304₁₂亦同樣與轉換檢查矩陣H'賦予對應而儲存資料，分別之長度為3。FIFO304₁₃至304₁₈亦同樣與轉換檢查矩陣H'賦予對應而儲存資料，分別之長度為2。

接著，說明關於圖75之解碼裝置之動作。

分枝資料儲存用記憶體300係由6個FIFO300₁至300₆所組成，按照從前段之循環移位電路308所供給之5個訊息D311

屬於轉換檢查矩陣 H' 之何列之資訊 (Matrix 資料) $D312$ ，從 $FIFO300_1$ 至 300_6 中選擇儲存資料之 FIFO，將 5 個訊息 $D311$ 一併順序地儲存於選擇之 FIFO。而且，分枝資料儲存用記憶體 300 係於讀出資料時，從 $FIFO300_1$ 順序地讀出 5 個訊息 $D300_1$ ，並供給至次段之選擇器 301。分枝資料儲存用記憶體 300 係於來自 $FIFO300_1$ 之訊息之讀出終了後，從 $FIFO300_2$ 至 300_6 亦順序地讀出訊息，並供給至選擇器 301。

選擇器 301 係按照選擇信號 $D301$ ，選擇來自 $FIFO300_1$ 至 300_6 中現在被讀出資料之 FIFO 之 5 個訊息，並作為訊息 $D302$ 供給至校驗節點計算部 302。

校驗節點計算部 302 係由 5 個校驗節點計算器 302_1 至 302_5 所組成，利用透過選擇器 301 所供給之訊息 $D302$ ($D302_1$ 至 $D302_5$) (式 (7) 之訊息 v_i)，按照式 (7) 進行校驗節點運算，並將該校驗節點運算之結果所獲得之 5 個訊息 $D303$ ($D303_1$ 至 $D303_5$) (式 (7) 之訊息 u_j) 供給至循環移位電路 303。

循環移位電路 303 係將校驗節點計算器 302 所求出之 5 個訊息 $D303_1$ 至 $D303_5$ ，以對應之分枝在轉換檢查矩陣 H' 循環移位幾個原本之單位矩陣之資訊 (Matrix 資料) $D305$ 為基礎予以循環移位，將其結果作為訊息 $D304$ 而供給至分枝資料儲存用記憶體 304。

分枝資料儲存用記憶體 304 係由 18 個 $FIFO304_1$ 至 304_{18} 所組成，按照從前段之循環移位電路 303 所供給之 5 個訊息 $D304$ 屬於轉換檢查矩陣 H' 之何列之資訊 $D305$ ，從

FIFO304₁至304₁₈中選擇儲存資料之FIFO，將5個訊息D304一併順序地儲存於選擇之FIFO。而且，分枝資料儲存用記憶體304係於讀出資料時，從FIFO304₁順序地讀出5個訊息D306₁，並供給至次段之選擇器305。分枝資料儲存用記憶體304係於來自FIFO304₁之資料之讀出終了後，從FIFO304₂至304₁₈亦順序地讀出訊息，並供給至選擇器305。

選擇器305係按照選擇信號D307，選擇來自FIFO304₁至304₁₈中現在被讀出資料之FIFO之5個訊息，並作為訊息D308供給至可變節點計算部307及解碼字計算部309。

另一方面，接收資料重排部310係將透過通訊道所接收之LDPC碼D313，藉由進行式(12)之行置換來重排，並作為接收資料D314而供給至接收資料用記憶體306。接收資料用記憶體306係從供給自接收資料重排部310之接收資料D314，計算並記憶接收LLR(對數概度比)，將該接收LLR每5個一併作為接收值D309而供給至可變節點計算部307及解碼字計算部309。

可變節點計算部307係由5個可變節點計算器307₁至307₅所組成，利用透過選擇器305所供給之訊息D308(D308₁至D308₅)(式(1)之訊息 u_j)及從接收資料用記憶體306所供給之5個接收值D309(式(1)之接收值 u_{0i})，按照式(1)進行可變節點運算，將其運算之結果所獲得之訊息D310(D310₁至D310₅)(式(1)之訊息 v_i)供給至循環移位電路308。

循環移位電路308係將可變節點計算部307所計算之訊息

$D310_1$ 至 $D310_5$ ，以對應之分枝在轉換檢查矩陣 H' 循環移位幾個原本之單位矩陣之資訊為基礎予以循環移位，將其結果作為訊息 $D311$ 而供給至分枝資料儲存用記憶體300。

藉由將以上動作巡迴1次，可進行LDPC碼之1次解碼。圖75之解碼裝置係僅以特定次數將LDPC碼解碼後，於解碼字計算部309及解碼資料重排部311，求出最終之解碼結果並輸出。

亦即，解碼字計算部309係由5個解碼字計算器 309_1 至 309_5 所組成，利用選擇器305所輸出之5個訊息 $D308(D308_1$ 至 $D308_5)$ (式(5)之訊息 u_j)及從接收資料用記憶體306所供給之5個接收值 $D309$ (式(5)之接收值 u_{0i})，作為複數次解碼之最終段，根據式(5)計算解碼結果(解碼字)，將其結果所獲得之解碼資料 $D315$ 供給至解碼資料重排部311。

解碼資料重排部311係藉由將供給自解碼字計算部309之解碼資料 $D315$ 作為對象，進行式(12)之行置換之反置換，以重排其順序，並作為最終之解碼結果 $D316$ 而輸出。

如以上，藉由對於檢查矩陣(原本之檢查矩陣)施以列置換及行置換中之一方或雙方，轉換為能以 $P \times P$ 之單位矩陣、其要素之1之中有1個以上為0之準單位矩陣、將單位矩陣或準單位矩陣予以循環移位後之移位矩陣、單位矩陣、準單位矩陣或移位矩陣之複數個之和之和矩陣、 $P \times P$ 之0矩陣之組合，亦即能以構成矩陣之組合來表示之檢查矩陣(轉換檢查矩陣)，可將LDPC碼之解碼採用同時進行 P 個校驗節點運算及可變節點運算之架構(architecture)，藉

此，同時進行P個節點運算，可將動作頻率壓低在可實現之範圍，進行許多重複解碼。

構成圖70之接收裝置12之LDPC解碼部56係與圖75之解碼裝置相同，藉由同時進行P個校驗節點運算及可變節點運算，以進行LDPC解碼。

亦即，現在若為了簡化說明，將構成圖8之發送裝置11之LDPC編碼部21所輸出之LDPC碼之檢查矩陣設作例如圖72所示之同位矩陣成為階梯構造之檢查矩陣H，則於發送裝置11之同位交錯器23，將第 $K+qx+y+1$ 個碼位元交錯至第 $K+Py+x+1$ 個碼位元之位置之同位交錯係分別將資訊長K設作60、巡迴構造之單位之行數P設作5、同位長M之約數 $q(=M/P)$ 設作6而進行。

由於該同位交錯係如上述相當於式(12)之行置換，因此於LDPC解碼部56無須進行式(12)之行置換。

因此，於圖70之接收裝置12，如上述從縱行扭轉交錯器55對於LDPC解碼部56，供給有未進行同位交錯之LDPC碼，亦即供給有已進行式(12)之行置換之狀態下之LDPC碼，於LDPC解碼部56，除未進行式(12)之行置換以外，與圖75之解碼裝置均進行同樣之處理。

亦即，圖76係表示圖70之LDPC解碼部56之結構例。

於圖76，LDPC解碼部56係除未設有圖75之接收資料重排部310以外，與圖75之解碼裝置均同樣地構成，除未進行式(12)之行置換以外，與圖75之解碼裝置均進行同樣之處理，因此省略其說明。

如以上，由於LDPC解碼部56不設置接收資料重排部310即可構成，因此可較圖75之解碼裝置刪減規模。

此外，於圖72至圖76，為了簡化說明，分別將LDPC碼之碼長 N 設作90、資訊長 K 設作60、巡迴構造之單位之行數(構成矩陣之列數及行數) P 設作5、同位長 M 之約數 $q(=M/P)$ 設作6，但碼長 N 、資訊長 K 、巡迴構造之單位之行數 P 及約數 $q(=M/P)$ 之各個不限定於上述值。

亦即，於圖8之發送裝置11，LDPC編碼部21係輸出例如分別而言碼長 N 設作64800或16200、資訊長 K 設作 $N-Pq(=N-M)$ 、巡迴構造之單位之行數 P 設作360及約數 q 設作 M/P 之LDPC碼，但於圖76之LDPC解碼部56將該類LDPC碼作為對象，同時進行 P 個校驗節點運算及可變節點運算，藉此進行LDPC解碼之情況下亦可適用。

接著，上述一連串處理係藉由硬體進行，或藉由軟體進行均可。藉由軟體進行一連串處理之情況時，構成該軟體之程式安裝於泛用電腦等。

因此，圖77係表示安裝有執行上述一連串處理之程式之電腦之一實施型態之結構例。

程式可事先記錄於內建在電腦之作為記錄媒體之硬碟705或ROM703。

或者，程式可預先暫時或永久地儲存(記錄)於軟碟、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory：微型碟片唯讀記憶體)、MO(Magneto Optical：磁光)碟片、DVD(Digital Versatile Disc：數位多功能碟片)、磁性碟片、半導體記憶

體等可移式記錄媒體711。該類可移式記錄媒體711可作為所謂套裝軟體來提供。

此外，程式係除了從如上述之可移式記錄媒體711安裝至電腦以外，可從下載頁面，經由數位衛星播放用之人工衛星，以無線傳輸至電腦，經由LAN(Local Area Network：區域網路)、網際網路之網路，以有線傳輸至電腦，於電腦，以通訊部708接收如此傳輸而來之程式，並安裝於內建之硬碟705。

電腦係內建有CPU(Central Processing Unit：中央處理單元)702。於CPU702，經由匯流排701連接有輸出入介面710，若經由輸出入介面710，並由使用者將鍵盤或滑鼠、微音器等所構成之輸入部707予以操作等，以輸入指令，則CPU702係按照其而執行儲存於ROM(Read Only Memory：唯讀記憶體)703之程式。或者，CPU702係將儲存於硬碟705之程式、從衛星或網路傳輸並以通訊部708接收而安裝於硬碟705之程式、或從裝載於磁碟機709之可移式記錄媒體711讀出並安裝於硬碟705之程式，載入RAM(Random Access Memory：隨機存取記憶體)704而執行。藉此，CPU702係進行按照上述流程圖之處理、或進行藉由上述區塊圖之結構所進行之處理。然後，CPU702係因應必要，將其處理結果經由例如輸出入介面710，從LCD(Liquid Crystal Display：液晶顯示器)或揚聲器等所構成之輸出部706輸出，或者從通訊部708發送，並進一步使其記錄於硬碟705等。

於此，本說明書中記述用以使電腦進行各種處理之程式之處理步驟，未必要按照作為流程圖所記載之順序而循時間序列予以處理，其亦包含並列或個別地執行之處理(例如並列處理或依物件之處理)。

而且，程式係藉由1台電腦處理或藉由複數台電腦予以分散處理均可。進一步而言，程式亦可傳輸至遠方之電腦而執行。

接著，進一步說明關於藉由發送裝置11之LDPC編碼部21所進行之LDPC編碼之處理。

例如於DVB-S.2之規格，規定有64800位元及16200位元之2種碼長N之LDPC碼。

然後，關於碼長N為64800位元之LDPC碼，規定有11個編碼率 $1/4$ 、 $1/3$ 、 $2/5$ 、 $1/2$ 、 $3/5$ 、 $2/3$ 、 $3/4$ 、 $4/5$ 、 $5/6$ 、 $8/9$ 及 $9/10$ ，關於碼長N為16200位元之LDPC碼，規定有10個編碼率 $1/4$ 、 $1/3$ 、 $2/5$ 、 $1/2$ 、 $3/5$ 、 $2/3$ 、 $3/4$ 、 $4/5$ 、 $5/6$ 及 $8/9$ 。

LDPC編碼部21係按照依各碼長N及各編碼率所準備之檢查矩陣H，藉由該類碼長N為64800位元或16200位元之各編碼率之LDPC碼進行編碼(失誤訂正編碼)。

亦即，LDPC編碼部21係依每碼長N及每編碼率，記憶用以生成檢查矩陣H之後述之檢查矩陣初始值表。

於此，於DVB-S.2之規格，如上述規定有64800位元及16200位元之2種碼長N之LDPC碼，分別關於碼長N為64800位元之LDPC碼規定有11個編碼率，關於碼長N為

16200位元之LDPC碼規定有10個編碼率。

因此，發送裝置11依據DVB-S.2之規格進行處理之情況時，於LDPC編碼部21記憶有關於碼長N為64800位元之LDPC碼之分別對應於11個編碼率之檢查矩陣初始值表、及關於碼長N為16200位元之LDPC碼之分別對應於10個編碼率之檢查矩陣初始值表。

LDPC編碼部21係因應例如操作者之操作等，來設定LDPC碼之碼長N及編碼率r。於此，以下適宜地將LDPC編碼部21所設定之碼長N及編碼率r，分別亦稱為設定碼長N及設定編碼率r。

LDPC編碼部21係根據對應於設定碼長N及設定編碼率r之檢查矩陣初始值表，將因應設定碼長N及設定編碼率r之資訊長K(=Nr=碼長N-同位長M)之資訊矩陣 H_A 之1之要素，以每360行(巡迴構造之單位之行數P)之週期配置於行方向，生成檢查矩陣H。

然後，LDPC編碼部21係從供給至發送裝置11之圖像資料或聲音資料等作為發送對象之對象資料，擷取資訊長K份之資訊位元。進一步而言，LDPC編碼部21係根據檢查矩陣H，算出對於資訊位元之同位位元，生成1碼長份之碼字(LDPC碼)。

亦即，LDPC編碼部21係依次運算符合下式之碼字c之同位位元。

$$Hc^T=0$$

於此，上式中，c表示作為碼字(LDPC碼)之列向量， c^T

表示列向量 c 之轉置。

作為 LDPC 碼 (1 碼字) 之列向量 c 中，以列向量 A 表示資訊位元之部分，並且以列向量 T 表示同位位元之部分之情況下，列向量 c 可藉由作為資訊位元之列向量 A 及作為同位位元之列向量 T ，並以式 $c=[A|T]$ 來表示。

而且，檢查矩陣 H 可藉由 LDPC 碼之碼位元中對應於資訊位元之部分之資訊矩陣 H_A 、及對應於同位位元之同位矩陣 H_T ，來表示為式 $H=[H_A|H_T]$ (資訊矩陣 H_A 之要素設為左側要素，同位矩陣 H_T 之要素設為右側要素之矩陣)。

進一步而言，例如於 DVB-S.2 之規格，檢查矩陣 $H=[H_A|H_T]$ 之同位矩陣 H_T 成為階梯構造。

檢查矩陣 H 及作為 LDPC 碼之列向量 $c=[A|T]$ 必須符合式 $Hc^T=0$ ，作為構成符合該式 $Hc^T=0$ 之列向量 $c=[A|T]$ 之同位位元之列向量 T 可藉由於檢查矩陣 $H=[H_A|H_T]$ 之同位矩陣 H_T 成為階梯構造之情況下，從式 $Hc^T=0$ 之行向量 Hc^T 之第 1 列之要素，依序使各列之要素成為 0 而可逐次地求出。

LDPC 編碼部 21 若對於資訊位元 A 求出同位位元 T ，則將藉由該資訊位元 A 及同位位元 T 所表示之碼字 $c=[A|T]$ 作為資訊位元 A 之 LDPC 編碼結果而輸出。

如以上，LDPC 編碼部 21 係記憶有各碼長 N 及對應於各編碼率 r 之檢查矩陣初始值表，該設定碼長 N 之設定編碼率 r 之 LDPC 編碼利用從該設定碼長 N 及對應於設定編碼率 r 之檢查矩陣初始值表所生成之檢查矩陣 H 來進行。

檢查矩陣初始值表係將檢查矩陣 H 之對應於 LDPC 碼 (藉

由檢查矩陣 H 所定義之LDPC碼)之碼長 N 及編碼率 r 之資訊長 K 之資訊矩陣 H_A 之1之要素之位置，以每360行(巡迴構造之單位之行數 P)表示之表，依各碼長 N 及各編碼率 r 之檢查矩陣 H 逐一事先編製。

圖78至圖123係表示包含DVB-S.2之規格所規定之檢查矩陣初始值表之用以生成各種檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

亦即，圖78係表示DVB-S.2之規格所規定之對於碼長 N 為16200位元之編碼率 r 為 $2/3$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖79至圖81係表示DVB-S.2之規格所規定之對於碼長 N 為64800位元之編碼率 r 為 $2/3$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖80係接續於圖79之圖，圖81係接續於圖80之圖。

圖82係表示DVB-S.2之規格所規定之對於碼長 N 為16200位元之編碼率 r 為 $3/4$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖83至圖86係表示DVB-S.2之規格所規定之對於碼長 N 為64800位元之編碼率 r 為 $3/4$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖84係接續於圖83之圖，圖85係接續於圖84之圖。而且，圖86係接續於圖85之圖。

圖87係表示DVB-S.2之規格所規定之對於碼長 N 為16200位元之編碼率 r 為 $4/5$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 88 至圖 91 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $4/5$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 89 係接續於圖 88 之圖，圖 90 係接續於圖 89 之圖。而且，圖 91 係接續於圖 90 之圖。

圖 92 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $5/6$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 93 至圖 96 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $5/6$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 94 係接續於圖 93 之圖，圖 95 係接續於圖 94 之圖。而且，圖 96 係接續於圖 95 之圖。

圖 97 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $8/9$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 98 至圖 101 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $8/9$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 99 係接續於圖 98 之圖，圖 100 係接續於圖 99 之圖。而且，圖 101 係接續於圖 100 之圖。

圖 102 至圖 105 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $9/10$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 103 係接續於圖 102 之圖，圖 104 係接續於圖 103 之圖。而且，圖 105 係接續於圖 104 之圖。

圖 106 至圖 107 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $1/4$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 107 係接續於圖 106 之圖。

圖 108 至圖 109 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $1/3$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

而且，圖 109 係接續於圖 108 之圖。

圖 110 至圖 111 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $2/5$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 111 係接續於圖 110 之圖。

圖 112 至圖 114 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $1/2$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 113 係接續於圖 112 之圖，圖 114 係接續於圖 113 之圖。

圖 115 至圖 117 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 64800 位元之編碼率 r 為 $3/5$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

此外，圖 116 係接續於圖 115 之圖，圖 117 係接續於圖 116 之圖。

圖 118 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $1/4$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值

表。

圖 119 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $1/3$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 120 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $2/5$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 121 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $1/2$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 122 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之對於碼長 N 為 16200 位元之編碼率 r 為 $3/5$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

圖 123 係表示可取代圖 122 之檢查矩陣初始值表來利用之碼長 N 為 16200 位元之對於編碼率 r 為 $3/5$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

發送裝置 11 之 LDPC 編碼部 21 係利用檢查矩陣初始值表，如以下求出檢查矩陣 H 。

亦即，圖 124 係表示從檢查矩陣初始值表求出檢查矩陣 H 之方法。

此外，圖 124 之檢查矩陣初始值表係表示對於圖 78 所示之 DVB-S.2 之規格所規定之碼長 N 為 16200 位元之對於編碼率 r 為 $2/3$ 之檢查矩陣 H 之檢查矩陣初始值表。

檢查矩陣初始值表係如上述，將對應於因應 LDPC 碼之

碼長 N 及編碼率 r 之資訊長 K 之資訊矩陣 H_A 之 1 之要素之位置，以每 360 行 (巡迴構造之單位之行數 P) 表示之表，於其第 i 列，檢查矩陣 H 之第 $1+360 \times (i-1)$ 行之 1 之要素之列號碼 (檢查矩陣 H 之第 1 列之列號碼設作 0 之列號碼) 僅排列有該第 $1+360 \times (i-1)$ 行之行所具有之行權重之數目。

於此，檢查矩陣 H 之對應於同位長 M 之同位矩陣 H_T 係成為階梯構造，其係事先已決定。若根據檢查矩陣初始值表，可求出檢查矩陣 H 中之對應於資訊長 K 之資訊矩陣 H_A 。

檢查矩陣初始值表之列數 $k+1$ 係依資訊長 K 而不同。

於資訊長 K 與檢查矩陣初始值表之列數 $k+1$ 間，下式之關係成立。

$$K = (k+1) \times 360$$

於此，上式之 360 為巡迴構造之單位之行數 P 。

於圖 124 之檢查矩陣初始值表，從第 1 列至第 3 列排列有 13 個數值，從第 4 列至第 $k+1$ 列 (於圖 124 為第 30 列) 排列有 3 個數值。

因此，從圖 124 之檢查矩陣初始值表所求出之檢查矩陣 H 之行權重係從第 1 行至第 $1+360 \times (3-1)-1$ 行為 13，從第 $1+360 \times (3-1)$ 行至第 K 行為 3。

圖 124 之檢查矩陣初始值表之第 1 列為 0、2084、1613、1548、1286、1460、3196、4297、2481、3369、3451、4620、2622，此係表示於檢查矩陣 H 之第 1 行，列號碼為 0、2084、1613、1548、1286、1460、3196、4297、

2481、3369、3451、4620、2622之列之要素為1(且其他要素為0)。

而且，圖124之檢查矩陣初始值表之第2列為1、122、1516、3448、2880、1407、1847、3799、3529、373、971、4358、3108，此係表示於檢查矩陣H之第 $361(=1+360\times(2-1))$ 行，列號碼為1、122、1516、3448、2880、1407、1847、3799、3529、373、971、4358、3108之列之要素為1。

如以上，檢查矩陣初始值表係將檢查矩陣H之資訊矩陣 H_A 之1之要素之位置以每360行表示。

檢查矩陣H之第 $1+360\times(i-1)$ 行以外之行，亦即從第 $2+360\times(i-1)$ 行至第 $360\times i$ 行之各行係將藉由檢查矩陣初始值表所決定之第 $1+360\times(i-1)$ 行之1之要素，按照同位長M往下方向(行之下方向)週期性地予以循環移位而配置。

亦即，例如第 $2+360\times(i-1)$ 行係將第 $1+360\times(i-1)$ 行往下方向僅循環移位 $M/360(=q)$ ，接著之第 $3+360\times(i-1)$ 行係將第 $1+360\times(i-1)$ 行往下方向僅循環移位 $2\times M/360(=2\times q)$ (將第 $2+360\times(i-1)$ 行往下方向僅循環移位 $M/360(=q)$)。

現在，若將檢查矩陣初始值表之第i列(從上算起第i個)之第j行(左起第j個)之數值表示作 $h_{i,j}$ ，並且將檢查矩陣H之第w行之第j個之1之要素之列號碼表示作 H_{w-j} ，則檢查矩陣H之第 $1+360\times(i-1)$ 行以外之行之第w行之1之要素之列號碼 H_{w-j} 可由下式求出。

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

於此， $\text{mod}(x,y)$ 係意味以 y 除以 x 後之餘數。

而且， P 為上述巡迴構造之單位之行數，例如於DVB-S.2之規格為360。進一步而言， q 係藉由以巡迴構造之單位之行數 $P(=360)$ 除算同位長 M 所獲得之值 $M/360$ 。

LDPC編碼部21係藉由檢查矩陣初始值表，特定出檢查矩陣 H 之第 $1+360 \times (i-1)$ 行之1之要素之列號碼。

進一步而言，LDPC編碼部21係求出檢查矩陣 H 之第 $1+360 \times (i-1)$ 行以外之行之第 w 行之1之要素之列號碼 H_{w-j} ，生成藉由以上所獲得之列號碼之要素設作1之檢查矩陣 H 。

接著，說明關於藉由發送裝置11之解多工器25之替換部32所進行之替換處理之LDPC碼之碼位元之替換方式，亦即LDPC碼之碼位元與表示符元之符元位元之分配模式(以下亦稱位元分配模式)之變化。

於解多工器25，LDPC碼之碼位元係於縱行方向 $\times$ 橫列方向為 $(N/(mb)) \times (mb)$ 位元之記憶體31之縱行方向寫入，其後以 mb 位元單位，於橫列方向讀出。進一步而言，於解多工器25，在替換部32替換於記憶體31之橫列方向讀出之 mb 位元之碼位元，替換後之碼位元成為(連續) b 個符元之 mb 位元之符元位元。

亦即，替換部32係將從讀出自記憶體31之橫列方向之 mb 位元之碼位元之最高有效位元算起第 $i+1$ 位元作為碼位元 b_i ，並且將從(連續) b 個符元之 mb 位元之符元位元之最高有效位元算起第 $i+1$ 位元作為符元位元 y_i ，按照特定之位元分配模式來替換 mb 位元之碼位元 b_0 至 b_{mb-1} 。

圖 125 係表示於 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $5/6$ 或 $9/10$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 4096QAM、倍數 b 為 1 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $5/6$ 或 $9/10$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 4096QAM、倍數 b 為 1 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(64800/(12 \times 1)) \times (12 \times 1)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $12 \times 1 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $12 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{11} ，如圖 125 所示分配給 $1 (=b)$ 個符元之 $12 \times 1 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 至 y_{11} 之方式，來替換 $12 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{11} 。

亦即，若根據圖 125，替換部 32 係就碼長 N 為 64800 位元之 LDPC 碼中之編碼率為 $5/6$ 之 LDPC 碼、及編碼率為 $9/10$ 之 LDPC 碼而言，關於任一 LDPC 碼均分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_8 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_0 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_{10} ，

將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_{11} ，

將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_9 ，

而進行替換。

圖 126 係表示於 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $5/6$ 或 $9/10$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 4096QAM、倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $5/6$ 或 $9/10$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 4096QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(64800/(12 \times 2)) \times (12 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $12 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $12 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{23} ，如圖 126 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $12 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 至 y_{23} 之方式，來替換 $12 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{23} 。

亦即，若根據圖 126，替換部 32 係就碼長 N 為 64800 位元之 LDPC 碼中之編碼率為 $5/6$ 之 LDPC 碼、及編碼率為 $9/10$ 之 LDPC 碼而言，關於任一 LDPC 碼均分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_8 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_0 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_5 ,

將碼位元 b_{12} 分配給符元位元 y_2 ,

將碼位元 b_{14} 分配給符元位元 y_3 ,

將碼位元 b_{16} 分配給符元位元 y_7 ,

將碼位元 b_{18} 分配給符元位元 y_{10} ,

將碼位元 b_{20} 分配給符元位元 y_{11} ,

將碼位元 b_{22} 分配給符元位元 y_9 ,

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_{20} ,

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_{12} ,

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_{18} ,

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_{13} ,

將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_{16} ,

將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_{17} ,

將碼位元 b_{13} 分配給符元位元 y_{14} ,

將碼位元 b_{15} 分配給符元位元 y_{15} ,

將碼位元 b_{17} 分配給符元位元 y_{19} ,

將碼位元 b_{19} 分配給符元位元 y_{22} ,

將碼位元 b_{21} 分配給符元位元 y_{23} ,

將碼位元 b_{23} 分配給符元位元 y_{21} ,

而進行替換。

於此，圖 126 之位元分配模式係直接利用倍數 b 為 1 之情況下之圖 125 之位元分配模式。亦即，於圖 126，碼位元 $b_0, b_2, \dots, b_{22}$ 對符元位元 y_i 之分配方式及碼位元 $b_1, b_3, \dots, b_{23}$ 對符元位元 y_i 之分配方式兩者均與圖 125 之碼位元 b_0 至 b_{11} 對

符元位元 y_i 之分配方式相同。

圖 127 係表示調變方式為 1024QAM，且 LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/4$ 、 $5/6$ 或 $8/9$ 之 LDPC 碼，倍數 b 為 2 之情況，及 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $3/4$ 、 $5/6$ 或 $9/10$ 之 LDPC 碼，倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/4$ 、 $5/6$ 或 $8/9$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 1024QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(16200/(10 \times 2)) \times (10 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $10 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

而且，LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $3/4$ 、 $5/6$ 或 $9/10$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 1024QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(64800/(10 \times 2)) \times (10 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $10 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $10 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{19} ，如圖 127 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $10 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 至 y_{19} 之方式，來替換 $10 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{19} 。

亦即，若根據圖 127，替換部 32 係就碼長 N 為 16200 位元之 LDPC 碼中之編碼率為 $3/4$ 之 LDPC 碼、編碼率為 $5/6$ 之 LDPC 碼及編碼率為 $8/9$ 之 LDPC 碼，以及碼長 N 為 64800 位

元之LDPC碼中之編碼率為 $3/4$ 之LDPC碼、編碼率為 $5/6$ 之LDPC碼及編碼率為 $9/10$ 之LDPC碼而言，關於任一LDPC碼均分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_8 ，
將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_3 ，
將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_7 ，
將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_{10} ，
將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_{19} ，
將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_4 ，
將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_9 ，
將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_5 ，
將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_{17} ，
將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_6 ，
將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_{14} ，
將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_{11} ，
將碼位元 b_{12} 分配給符元位元 y_2 ，
將碼位元 b_{13} 分配給符元位元 y_{18} ，
將碼位元 b_{14} 分配給符元位元 y_{16} ，
將碼位元 b_{15} 分配給符元位元 y_{15} ，
將碼位元 b_{16} 分配給符元位元 y_0 ，
將碼位元 b_{17} 分配給符元位元 y_1 ，
將碼位元 b_{18} 分配給符元位元 y_{13} ，
將碼位元 b_{19} 分配給符元位元 y_{12} ，
而進行替換。

圖 128 係表示調變方式為 4096QAM，且 LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $5/6$ 或 $8/9$ 之 LDPC 碼，倍數 b 為 2 之情況，及 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $5/6$ 或 $9/10$ 之 LDPC 碼，倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $5/6$ 或 $8/9$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 4096QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(16200/(12 \times 2)) \times (12 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $12 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

而且，LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $5/6$ 或 $9/10$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 4096QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(64800/(12 \times 2)) \times (12 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $12 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $12 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{23} ，如圖 128 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $12 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 至 y_{23} 之方式，來替換 $12 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{23} 。

亦即，若根據圖 128，替換部 32 係就碼長 N 為 16200 位元之 LDPC 碼中之編碼率為 $5/6$ 之 LDPC 碼及編碼率為 $8/9$ 之 LDPC 碼，以及碼長 N 為 64800 位元之 LDPC 碼中之編碼率為 $5/6$ 之 LDPC 碼及編碼率為 $9/10$ 之 LDPC 碼而言，關於任一

LDPC碼均分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_{10} ,
將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_{15} ,
將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_4 ,
將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_{19} ,
將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_{21} ,
將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_{16} ,
將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_{23} ,
將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_{18} ,
將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_{11} ,
將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_{14} ,
將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_{22} ,
將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_5 ,
將碼位元 b_{12} 分配給符元位元 y_6 ,
將碼位元 b_{13} 分配給符元位元 y_{17} ,
將碼位元 b_{14} 分配給符元位元 y_{13} ,
將碼位元 b_{15} 分配給符元位元 y_{20} ,
將碼位元 b_{16} 分配給符元位元 y_1 ,
將碼位元 b_{17} 分配給符元位元 y_3 ,
將碼位元 b_{18} 分配給符元位元 y_9 ,
將碼位元 b_{19} 分配給符元位元 y_2 ,
將碼位元 b_{20} 分配給符元位元 y_7 ,
將碼位元 b_{21} 分配給符元位元 y_8 ,
將碼位元 b_{22} 分配給符元位元 y_{12} ,

將碼位元 b_{23} 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

若根據圖 125 至圖 128 所示之位元分配模式，則關於複數種類之 LDPC 碼可採用同一位元分配模式，而且關於該複數種類之 LDPC 碼之任一種，均可使對於錯誤之容錯成為所需性能。

亦即，圖 129 至圖 132 係表示按照圖 125 至圖 128 之位元分配模式進行替換處理之情況下之 BER(Bit Error Rate：位元錯誤率)之模擬結果。

此外，於圖 129 至圖 132，橫軸表示 E_s/N_0 (每 1 符元之信號電力對雜訊電力比)，縱軸表示 BER。

而且，實線表示已進行替換處理之情況下之 BER，1 點短劃線表示未進行替換處理之情況下之 BER。

圖 129 係表示針對碼長 N 為 64800、編碼率分別為 $5/6$ 及 $9/10$ 之 LDPC 碼，作為調變方式採用 4096QAM，倍數 b 設作 1，按照圖 125 之位元分配模式進行替換處理之情況下之 BER。

圖 130 係表示針對碼長 N 為 64800、編碼率分別為 $5/6$ 及 $9/10$ 之 LDPC 碼，作為調變方式採用 4096QAM，倍數 b 設作 2，按照圖 126 之位元分配模式進行替換處理之情況下之 BER。

此外，於圖 129 及圖 130，附有三角形標記之曲線圖表示關於編碼率為 $5/6$ 之 LDPC 碼之 BER，附有星標(星形標記)之曲線圖表示關於編碼率為 $9/10$ 之 LDPC 碼之 BER。

圖 131 係表示針對碼長 N 為 16200、編碼率分別為 $3/4$ 、 $5/6$ 及 $8/9$ 之 LDPC 碼及碼長 N 為 64800、編碼率分別為 $3/4$ 、 $5/6$ 及 $9/10$ 之 LDPC 碼，作為調變方式採用 1024QAM，倍數 b 設作 2，按照圖 127 之位元分配模式進行替換處理之情況下之 BER。

此外，於圖 131，附有星標之曲線圖表示關於碼長 N 為 64800、編碼率為 $9/10$ 之 LDPC 碼之 BER，附有朝上之三角形標記之曲線圖表示關於碼長 N 為 64800、編碼率為 $5/6$ 之 LDPC 碼之 BER。而且，附有正方形標記之曲線圖係表示關於碼長 N 為 64800、編碼率為 $3/4$ 之 LDPC 碼之 BER。

進一步而言，於圖 131，附有圓圈標記之曲線圖表示關於碼長 N 為 16200、編碼率為 $8/9$ 之 LDPC 碼之 BER，附有朝下之三角形標記之曲線圖表示關於碼長 N 為 16200、編碼率為 $5/6$ 之 LDPC 碼之 BER。而且，附有正號標記之曲線圖係表示關於碼長 N 為 16200、編碼率為 $3/4$ 之 LDPC 碼之 BER。

圖 132 係表示針對碼長 N 為 16200、編碼率分別為 $5/6$ 及 $8/9$ 之 LDPC 碼及碼長 N 為 64800、編碼率分別為 $5/6$ 及 $9/10$ 之 LDPC 碼，作為調變方式採用 4096QAM，倍數 b 設作 2，按照圖 128 之位元分配模式進行替換處理之情況下之 BER。

此外，於圖 132，附有星標之曲線圖表示關於碼長 N 為 64800、編碼率為 $9/10$ 之 LDPC 碼之 BER，附有朝上之三角形標記之曲線圖表示關於碼長 N 為 64800、編碼率為 $5/6$ 之 LDPC 碼之 BER。

進一步而言，於圖 132，附有圓圈標記之曲線圖表示關

於碼長 N 為16200、編碼率為 $8/9$ 之LDPC碼之BER，附有朝下之三角形標記之曲線圖表示關於碼長 N 為16200、編碼率為 $5/6$ 之LDPC碼之BER。

若根據圖129至圖132可知，關於複數種類之LDPC碼可採用同一位元分配模式，而且關於採用同一位元分配模式之複數種類之LDPC碼之任一種，均可使對於錯誤之容錯成為所需性能。

亦即，關於碼長或編碼率不同之複數種類之LDPC碼，分別採用該LDPC碼所專用之位元分配模式之情況時，雖可使對於錯誤之容錯極為高性能，但必須就不同種類之LDPC碼逐一變更位元分配模式。

另一方面，若根據圖125至圖128之位元分配模式，關於碼長或編碼率不同之複數種類之LDPC碼各個可採用同一位元分配模式，關於複數種類之LDPC碼各個，無須如採用該LDPC碼所專用之位元分配模式之情況，就不同種類之LDPC碼逐一變更位元分配模式。

進一步而言，若根據圖125至圖128之位元分配模式，關於複數種類之LDPC碼各個，即使稍微不及採用該LDPC碼所專用之位元分配模式之情況，但即使如此仍可使對於錯誤之容錯為高性能。

亦即，例如調變方式為4096QAM之情況下，就碼長 N 為64800、編碼率分別為 $5/6$ 及 $9/10$ 之LDPC碼而言，關於任一LDPC碼均可採用圖125或圖126之同一位元分配模式。然後，如此，即使採用同一位元分配模式，仍可使對於錯誤

之容錯為高性能。

進一步而言，例如調變方式為1024QAM之情況下，就碼長 N 為16200、編碼率分別為 $3/4$ 、 $5/6$ 及 $8/9$ 之LDPC碼，及碼長 N 為64800、編碼率分別為 $3/4$ 、 $5/6$ 及 $9/10$ 之LDPC碼而言，關於任一LDPC碼均可採用圖127之同一位元分配模式。然後，如此，即使採用同一位元分配模式，仍可使對於錯誤之容錯為高性能。

進一步而言，例如調變方式為4096QAM之情況下，就碼長 N 為16200、編碼率分別為 $5/6$ 及 $8/9$ 之LDPC碼，及碼長 N 為64800、編碼率分別為 $5/6$ 及 $9/10$ 之LDPC碼而言，關於任一LDPC碼均可採用圖128之同一位元分配模式。然後，如此，即使採用同一位元分配模式，仍可使對於錯誤之容錯為高性能。

進一步說明關於位元分配模式之變化。

圖133係表示於LDPC碼是碼長 N 為16200或64800位元、編碼率由例如從圖78至圖123所示之檢查矩陣初始值表所生成之檢查矩陣 H 所定義之LDPC碼之編碼率中之 $3/5$ 以外之LDPC碼，進一步調變方式為QPSK、倍數 b 為1之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC碼是碼長 N 為16200或64800位元、編碼率為 $3/5$ 以外之LDPC碼，進一步調變方式為QPSK、倍數 b 為1之情況下，於解多工器25，於縱行方向×橫列方向為 $(N/(2 \times 1)) \times (2 \times 1)$ 位元之記憶體31寫入之碼位元係於橫列方向，以 $2 \times 1 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部32。

替換部32係以將讀出自記憶體31之 $2 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 及 b_1 ，如圖133所示分配給 $1 (=b)$ 個符元之 $2 \times 1 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 及 y_1 之方式，來替換 $2 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 及 b_1 。

亦即，若根據圖133，替換部32係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_0 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_1 ，

而進行替換。

此外，該情況下，亦可思慮不進行替換，碼位元 b_0 及 b_1 分別直接作為符元位元 y_0 及 y_1 。

圖134係表示於LDPC碼是碼長 N 為16200或64800位元、編碼率為 $3/5$ 以外之LDPC碼，進一步調變方式為16QAM、倍數 b 為2之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC碼是碼長 N 為16800或64800位元、編碼率為 $3/5$ 之LDPC碼，進一步調變方式為16QAM、倍數 b 為2之情況下，於解多工器25，於縱行方向×橫列方向為 $(N/(4 \times 2)) \times (4 \times 2)$ 位元之記憶體31寫入之碼位元係於橫列方向，以 $4 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部32。

替換部32係以將讀出自記憶體31之 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 ，如圖134所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 至 y_7 之方式，來替換 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 。

亦即，若根據圖134，替換部32係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

圖 135 係表示調變方式為 64QAM，且 LDPC 碼是碼長 N 為 16200 或 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 以外之 LDPC 碼，倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 16200 或 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 以外之 LDPC 碼，進一步調變方式為 64QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向 $\times$ 橫列方向為 $(N/(6 \times 2)) \times (6 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $6 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{11} ，如圖 135 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之符元 y_0 至 y_{11} 之方式，來替換 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{11} 。

亦即，若根據圖 135，替換部 32 係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_{11} ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_{10} ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_9 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_8 ，

將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

圖 136 係表示調變方式為 256QAM，且 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 以外之 LDPC 碼，倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 16200 或 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 以外之 LDPC 碼，進一步調變方式為 256QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(64800/(8 \times 2)) \times (8 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $8 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{15} ，如圖 136 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之符元 y_0 至 y_{15} 之方式，來替換 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{15} 。

亦即，若根據圖 136，替換部 32 係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_{15} ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_{13} ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_8 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_{11} ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_9 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_{10} ，

將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_{12} 分配給符元位元 y_{12} ，

將碼位元 b_{13} 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_{14} 分配給符元位元 y_{14} ，

將碼位元 b_{15} 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

圖 137 係表示調變方式為 256QAM，且 LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 以外之 LDPC 碼，倍數 b 為 1 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 以外之 LDPC 碼，進一步調變方式為 256QAM、倍數 b 為 1 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(16200/(8 \times 1)) \times (8 \times 1)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $8 \times 1 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部32係以將讀出自記憶體31之 $8 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 ，如圖137所示分配給連續之 $1 (=b)$ 個符元之 $8 \times 1 (=mb)$ 位元之符元 y_0 至 y_7 之方式，來替換 $8 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 。

亦即，若根據圖137，替換部32係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

圖138係表示於LDPC碼是碼長 N 為16200或64800位元、編碼率為 $3/5$ 之LDPC碼，進一步調變方式為QPSK、倍數 b 為1之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC碼是碼長 N 為16200或64800位元、編碼率為 $3/5$ 之LDPC碼，進一步調變方式為QPSK、倍數 b 為1之情況下，於解多工器25，於縱行方向 $\times$ 橫列方向為 $(N/(2 \times 1)) \times (2 \times 1)$ 位元之記憶體31寫入之碼位元係於橫列方向，以 $2 \times 1 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部32。

替換部32係以將讀出自記憶體31之 $2 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_1 ，如圖138所示分配給 $1 (=b)$ 個符元之 $2 \times 1 (=mb)$ 位

元之符元 y_0 至 y_1 之方式，來替換 $2 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_1 。

亦即，若根據圖 138，替換部 32 係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_0 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_1 ，

而進行替換。

此外，該情況下，亦可思慮不進行替換，碼位元 b_0 及 b_1 分別直接作為符元位元 y_0 及 y_1 。

圖 139 係表示於 LDPC 碼是碼長為 $N64800$ 位元、編碼率 $3/5$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 16QAM、倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 16QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向 $\times$ 橫列方向為 $(64800/(4 \times 2)) \times (4 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $4 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 ，如圖 139 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之符元 y_0 至 y_7 之方式，來替換 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 。

亦即，若根據圖 139，替換部 32 係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_0 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_2 ,

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_4 ,

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_7 ,

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_3 ,

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_6 ,

而進行替換。

圖 140 係表示於 LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 16QAM、倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 以外之 LDPC 碼，進一步調變方式為 16QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(16200/(4 \times 2)) \times (4 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $4 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 ，如圖 140 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之符元 y_0 至 y_7 之方式，來替換 $4 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 。

亦即，若根據圖 140，替換部 32 係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_7 ,

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_1 ,

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_4 ,

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_2 ,

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_5 ,

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

圖 141 係表示調變方式為 64QAM，且 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 以外之 LDPC 碼，進一步調變方式為 64QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(64800/(6 \times 2)) \times (6 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $6 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_1 ，如圖 141 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之符元 y_0 至 y_{11} 之方式，來替換 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{11} 。

亦即，若根據圖 141，替換部 32 係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_9 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_0 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_8 ,
 將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_4 ,
 將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_{11} ,
 將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_5 ,
 將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_{10} ,
 而進行替換。

圖 142 係表示調變方式為 64QAM，且 LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 64QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(16200/(6 \times 2)) \times (6 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $6 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{11} ，如圖 142 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 至 y_{11} 之方式，來替換 $6 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{11} 。

亦即，若根據圖 141，替換部 32 係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_{11} ,
 將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_7 ,
 將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_3 ,
 將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_{10} ,
 將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_6 ,

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_2 ,
 將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_9 ,
 將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_5 ,
 將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_1 ,
 將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_8 ,
 將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_4 ,
 將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_0 ,
 而進行替換。

圖 143 係表示調變方式為 256QAM，且 LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，倍數 b 為 2 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 64800 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 256QAM、倍數 b 為 2 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(64800/(8 \times 2)) \times (8 \times 2)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $8 \times 2 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{15} ，如圖 143 所示分配給連續之 $2 (=b)$ 個符元之 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之符元位元 y_0 至 y_{15} 之方式，來替換 $8 \times 2 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_{15} 。

亦即，若根據圖 143，替換部 32 係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_2 ,
 將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_{11} ,
 將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_3 ,

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_4 ,
 將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_0 ,
 將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_9 ,
 將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_1 ,
 將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_8 ,
 將碼位元 b_8 分配給符元位元 y_{10} ,
 將碼位元 b_9 分配給符元位元 y_{13} ,
 將碼位元 b_{10} 分配給符元位元 y_7 ,
 將碼位元 b_{11} 分配給符元位元 y_{14} ,
 將碼位元 b_{12} 分配給符元位元 y_6 ,
 將碼位元 b_{13} 分配給符元位元 y_{15} ,
 將碼位元 b_{14} 分配給符元位元 y_5 ,
 將碼位元 b_{15} 分配給符元位元 y_{12} ,
 而進行替換。

圖 144 係表示調變方式為 256QAM，且 LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，倍數 b 為 1 之情況下可採用之位元分配模式之例。

LDPC 碼是碼長 N 為 16200 位元、編碼率為 $3/5$ 之 LDPC 碼，進一步調變方式為 256QAM、倍數 b 為 1 之情況下，於解多工器 25，於縱行方向×橫列方向為 $(16200/(8 \times 1)) \times (8 \times 1)$ 位元之記憶體 31 寫入之碼位元係於橫列方向，以 $8 \times 1 (=mb)$ 位元單位讀出，並供給至替換部 32。

替換部 32 係以將讀出自記憶體 31 之 $8 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 ，如圖 144 所示分配給 $1 (=b)$ 個符元之 $8 \times 1 (=mb)$ 位

元之符元位元 y_0 至 y_7 之方式，來替換 $8 \times 1 (=mb)$ 位元之碼位元 b_0 至 b_7 。

亦即，若根據圖 144，替換部 32 係分別：

將碼位元 b_0 分配給符元位元 y_7 ，

將碼位元 b_1 分配給符元位元 y_3 ，

將碼位元 b_2 分配給符元位元 y_1 ，

將碼位元 b_3 分配給符元位元 y_5 ，

將碼位元 b_4 分配給符元位元 y_2 ，

將碼位元 b_5 分配給符元位元 y_6 ，

將碼位元 b_6 分配給符元位元 y_4 ，

將碼位元 b_7 分配給符元位元 y_0 ，

而進行替換。

接著，說明關於構成接收裝置 12 之反交錯器 53。

圖 145 係說明構成反交錯器 53 之多工器 54 之處理之圖。

亦即，圖 145A 係表示解多工器 54 之功能性結構例。

多工器 54 係由反替換部 1001 及記憶體 1002 所構成。

多工器 54 係將供給自前段之解映射部 52 之符元之符元位元作為對象，進行對應於發送裝置 11 之解多工器 25 所進行之替換處理之反替換處理(替換處理之逆向處理)，亦即進行使藉由替換處理所替換之 LDPC 碼之碼位元(符元位元)之位置回到原本位置之反替換處理，將其結果所獲得之 LDPC 碼供給至後段之縱行扭轉反交錯器 55。

亦即，於多工器 54，對反替換部 1001，以(連續) b 個符元之單位供給有該 b 個符元之 mb 位元之符元位元

$y_0, y_1, \dots, y_{mb-1}$ 。

反替換部1001係進行使 mb 位元之符元位元 y_0 至 y_{mb-1} 回到原本之 mb 位元之符元位元 $b_0, b_1, \dots, b_{mb-1}$ 之排列(於構成發送裝置11側之解多工器25之替換部32之替換進行前之符元位元 b_0 至 b_{mb-1} 之排列)之反替換，並輸出其結果所獲得之 mb 位元之碼位元 b_0 至 b_{mb-1} 。

記憶體1002係與構成發送裝置11側之解多工器25之記憶體31相同，含有於橫列(row)(橫)方向記憶 mb 位元，並且於縱行(column)(縱)方向記憶 $N/(mb)$ 位元之記憶容量。亦即，記憶體1002係由記憶 $N/(mb)$ 位元之 mb 個縱行所構成。

其中，於記憶體1002，在從發送裝置11之解多工器25之記憶體31進行碼位元之讀出之方向，進行反替換部1001所輸出之LDPC碼之碼位元之寫入，在往記憶體31進行碼位元之寫入之方向，進行寫入於記憶體1002之碼位元之讀出。

亦即，於接收裝置12之多工器54，如圖145A所示，將反替換部1001所輸出之LDPC碼之碼位元以 mb 位元單位於橫列方向之寫入，係從記憶體1002之第1列往下列依次進行。

然後，若1碼長份之碼位元之寫入終了，則於多工器54，從記憶體1002，將碼位元從縱行方向讀出，並供給至後段之縱行扭轉反交錯器55。

於此，圖145B係表示從記憶體1002之碼位元之讀出之圖。

於解多工器 54，LDPC 碼之碼位元在構成記憶體 1002 之縱行從上往下方向(縱行方向)之讀出係從左朝向右方向之縱行進行。

接著，參考圖 146 來說明構成接收裝置 12 之反交錯器 53 之縱行扭轉反交錯器 55 之處理。

圖 146 係表示多工器 54 之記憶體 1002 之結構例。

記憶體 1002 具有於縱行(縱)方向記憶 mb 位元，並且於橫列(橫)方向記憶 $N/(mb)$ 位元之記憶容量，由 mb 個縱行所構成。

縱行扭轉反交錯器 55 係對於記憶體 1002，控制將 LDPC 碼之碼位元寫入於橫列方向、於縱行方向讀出時之開始讀出位置，藉此進行縱行扭轉反交錯。

亦即，於縱行扭轉反交錯器 55，針對複數縱行分別適宜地變更開始碼位元之讀出之開始讀出位置，藉此進行使縱行扭轉交錯所重排之碼位元之排列回到原本排列之反重排處理。

於此，圖 146 係表示調變方式為 16QAM 且倍數 b 為 1 之情況下之記憶體 1002 之結構例。因此，1 符元之位元數 m 為 4 位元，而且記憶體 1002 係以 $4(=mb)$ 個縱行所構成。

縱行扭轉反交錯器 55 係(取代多工器 54)從記憶體 1002 之第 1 列朝下，依次進行替換部 1001 所輸出之 LDPC 碼之碼位元往橫列方向之寫入。

然後，若 1 碼長份之碼位元之寫入終了，縱行扭轉反交錯器 55 係從左朝向右方向，將碼位元從記憶體 1002 進行從

上往下方向(縱行方向)之讀出。

其中，縱行扭轉反交錯器55係將發送裝置11側之縱行扭轉交錯器24寫入碼位元之開始寫位置，作為碼位元之開始讀出位置，從記憶體1002進行碼位元之讀出。

亦即，若將各縱行之開頭(最上面)之位置之位址設為0，以升序之整數表示縱行方向之各位置之位址，則於調變方式為16QAM且倍數b為1之情況下，於縱行扭轉反交錯器55，關於最左縱行，將開始讀出位置設作位址為0之位置，關於(左起)第2縱行，將開始讀出位置設作位址為2之位置，關於第3縱行，將開始讀出位置設作位址為4之位置，關於第4縱行，將開始讀出位置設作位址為7之位置。

此外，關於開始讀出位置是位址為0之位置以外之位置之縱行，將碼位元之讀出進行至最下面之位置後，返回開頭(位址為0之位置)，進行即將至開始讀出位置前之位置為止之讀出。然後，其後進行對下一(右)縱行之讀出。

藉由進行如以上之縱行扭轉反交錯，縱行扭轉交錯所重排之碼位元之排列會回到原本排列。

接著，圖147係表示接收裝置12之其他結構例之區塊圖。

於圖147，接收裝置12係接收來自發送裝置11之調變信號之資料處理裝置，由正交解調部51、解映射部52、反交錯器53及LDPC解碼部1021所構成。

正交解調部51係接收來自發送裝置11之調變信號，進行正交解調，將其結果所獲得之符元(I及Q軸方向分別之值)

供給至解映射部52。

解映射部52係進行使來自正交解調部51之符元成為LDPC碼之碼位元之解映射，並供給至反交錯器53。

反交錯器53係由多工器(MUX)54、縱行扭轉反交錯器55及同位反交錯器1011所構成，進行來自解映射部52之LDPC碼之碼位元之反交錯。

亦即，多工器54係將來自解映射部52之LDPC碼作為對象，進行對應於發送裝置11之解多工器25所進行之替換處理之反替換處理(替換處理之逆向處理)，亦即進行使藉由替換處理所替換之碼位元之位置回到原本位置之反替換處理，並將其結果所獲得之LDPC碼供給至縱行扭轉反交錯器55。

縱行扭轉反交錯器55係將來自多工器54之LDPC碼作為對象，進行對應於發送裝置11之縱行扭轉交錯器24所進行之作為重排處理之縱行扭轉交錯之縱行扭轉反交錯。

縱行扭轉反交錯之結果所獲得之LDPC碼係從縱行扭轉反交錯器55供給至同位反交錯器1011。

同位反交錯器1011係將縱行扭轉反交錯器55之縱行扭轉反交錯後之碼位元作為對象，進行對應於發送裝置11之同位交錯器23所進行之同位交錯之同位反交錯(同位交錯之逆向處理)，亦即進行使藉由同位交錯變更排列之LDPC碼之碼位元回到原本排列之同位反交錯。

同位反交錯之結果所獲得之LDPC碼係從同位反交錯器1011供給至LDPC解碼部1021。

因此，於圖 147 之接收裝置 12，對 LDPC 解碼部 1021 供給有已進行反替換處理、縱行扭轉反交錯及同位反交錯之 LDPC 碼，亦即供給有藉由按照檢查矩陣 H 之 LDPC 編碼所獲得之 LDPC 碼。

LDPC 解碼部 1021 係利用發送裝置 11 之 LDPC 編碼部 21 用於 LDPC 編碼之檢查矩陣 H 本身、或對於該檢查矩陣 H 至少進行相當於同位交錯之行置換所獲得之轉換檢查矩陣，來進行來自反交錯器 53 之 LDPC 碼之 LDPC 解碼，並將其結果所獲得之資料，作為對象資料之解碼結果輸出。

於此，於圖 147 之接收裝置 12，由於從交錯器 53 (之同位反交錯器 1011) 對於 LDPC 解碼部 1021，供給藉由按照檢查矩陣 H 之 LDPC 編碼所獲得之 LDPC 碼，因此於發送裝置 11 之 LDPC 編碼部 21 利用 LDPC 編碼所用之檢查矩陣 H 本身，來進行該 LDPC 碼之 LDPC 解碼之情況時，LDPC 解碼部 1021 可由例如藉由於每 1 個節點依次進行訊息 (校驗節點訊息、可變節點訊息) 之運算之全串列譯碼 (full serial decoding) 方式進行 LDPC 解碼之解碼裝置，或藉由針對所有節點同時 (並列) 進行訊息之運算之全並行譯碼 (full parallel decoding) 方式進行 LDPC 解碼之解碼裝置來構成。

而且，於 LDPC 解碼部 1021，利用對於發送裝置 11 之 LDPC 編碼部 21 用於 LDPC 編碼之檢查矩陣 H，至少進行相當於同位交錯之行置換所獲得之轉換檢查矩陣，來進行 LDPC 碼之 LDPC 解碼之情況時，可由同時進行 P (或 P 之 1 以外之約數) 個校驗節點運算及可變節點運算之架構

(architecture)之解碼裝置，且含有藉由對LDPC碼施以與用以獲得轉換檢查矩陣之行置換同樣之行置換，以重排該LDPC碼之碼位元之接收資料重排部310之解碼裝置來構成。

此外，於圖147，為了便於說明，分別個別地構成進行反替換處理之多工器54、進行縱行扭轉反交錯之縱行扭轉反交錯器55及進行同位反交錯之同位反交錯器1011，但多工器54、縱行扭轉反交錯器55及同位反交錯器1011之2以上可與發送裝置11之同位交錯器23、縱行扭轉交錯器24及解多工器25同樣地一體地構成。

接著，圖148係表示可適用於接收裝置12之接收系統之第1結構例之區塊圖。

於圖148，接收系統係由取得部1101、傳送道解碼處理部1102及資訊源解碼處理部1103所構成。

取得部1101係經由例如地面數位播放、衛星數位播放、CATV網、網際網路和其他網路等未圖示之傳送道，取得包含將節目之圖像資料或聲音資料等對象資料至少予以LDPC編碼所獲得之LDPC碼之信號，並供給至傳送道解碼處理部1102。

於此，於取得部1101所取得之信號例如從播放台經由地波、衛星波、CATV(Cable Television：有線電視)網等播放而來之情況下，取得部1101係以調階器或STB(Set Top Box：機上盒)等所構成。而且，取得部1101所取得之信號例如從網頁伺服器，如IPTV(Internet Protocol Television：

網路協定電視)以多點播送發送而來之情況下，取得部1101係以例如NIC(Network Interface Card：網路介面卡)等網路I/F(Interface：介面)所構成。

傳送道解碼處理部1102係對於取得部1101經由傳送道所取得之信號，施以至少包含訂正在傳送道所產生之失誤之處理之傳送道解碼處理，將其結果所獲得之信號供給至資訊源解碼處理部1103。

亦即，取得部1101經由傳送道所取得之信號係藉由至少進行用以訂正在傳送道所產生之失誤之失誤訂正處理所獲得之信號，傳送道解碼處理部1102係對於該類信號，施以例如失誤訂正處理等傳送道解碼處理。

於此，作為失誤訂正編碼有例如LDPC編碼或李德所羅門編碼等。於此，作為失誤訂正編碼至少進行LDPC編碼。

而且，傳送道解碼處理可能包含調變信號之解調等。

資訊源解碼處理部1103係對於經施以傳送道解碼處理之信號，施以包含將壓縮之資訊伸張為原本資訊之處理之資訊源解碼處理。

亦即，於取得部1101經由傳送道所取得之信號，為了減少作為資訊之圖像或聲音等之資料量，可能施以壓縮資訊之壓縮編碼，該情況下，資訊源解碼處理部1103係對於經施以傳送道解碼處理之信號，施以將壓縮之資訊伸張為原本資訊之處理(伸張處理)等資訊源解碼處理。

此外，於取得部1101經由傳送道所取得之信號未施以壓

縮編碼之情況下，於資訊源解碼處理部1103，不進行將壓縮之資訊伸張為原本資訊之處理。

於此，作為伸張處理有例如MPEG譯碼等。而且，傳送道解碼處理除了伸張處理以外，可能包含解拌碼等。

如以上所構成之接收系統，於取得部1101，例如對於圖像或聲音等資料，施以MPEG編碼等壓縮編碼，並進一步經由傳送道取得經施以LDPC編碼等失誤訂正編碼之信號，並供給至傳送道解碼處理部1102。

於傳送道解碼處理部1102，對於來自取得部1101之信號，作為傳送道解碼處理而施以例如與正交解調部51或解映射部52、反交錯器53、LDPC解碼部56(或LDPC解碼部1021)同樣之處理，其結果所獲得之信號供給至資訊源解碼處理部1103。

於資訊源解碼處理部1103，對於來自傳送道解碼處理部1102之信號，施以MPEG譯碼等資訊源解碼處理，輸出其結果所獲得之圖像或聲音。

如以上之圖148之接收系統可適用於例如接收作為數位播放之電視播放之電視調階器等。

此外，取得部1101、傳送道解碼處理部1102及資訊源解碼處理部1103分別可作為1個獨立之裝置(硬體(IC(Integrated Circuit：積體電路)等))或軟體模組)而構成。

而且，關於取得部1101、傳送道解碼處理部1102及資訊源解碼處理部1103，可將取得部1101與傳送道解碼處理部

1102之集合、或傳送道解碼處理部1102與資訊源解碼處理部1103之集合、取得部1101、傳送道解碼處理部1102及資訊源解碼處理部1103之集合作為1個獨立之裝置而構成。

圖149係表示可適用於接收裝置12之接收系統之第2結構例之區塊圖。

此外，圖中，關於與圖148之情況相對應之部分係附上同一符號，於以下適宜地省略其說明。

圖149之接收系統係於含有取得部1101、傳送道解碼處理部1102及資訊源解碼處理部1103之點，與圖148之情況共通，於新設有輸出部1111之點，與圖148之情況相異。

輸出部1111係例如顯示圖像之顯示裝置或輸出聲音之揚聲器，其輸出從資訊源解碼處理部1103所輸出之作為信號之圖像或聲音等。亦即，輸出部1111係顯示圖像或輸出聲音。

如以上之圖149之接收系統可適用於例如接收作為數位播放之電視播放之TV(電視受像機)、或接收廣播播放之廣播接收機等。

此外，於取得部1101所取得之信號未施以壓縮編碼之情況下，傳送道解碼處理部1102所輸出之信號係供給至輸出部1111。

圖150係表示可適用於接收裝置12之接收系統之第3結構例之區塊圖。

此外，圖中，關於與圖148之情況相對應之部分係附上同一符號，於以下適宜地省略其說明。

圖 150 之接收系統係於含有取得部 1101 及傳送道解碼處理部 1102 之點，與圖 148 之情況共通。

其中，圖 150 之接收系統係於未設有資訊源解碼處理部 1103 而新設有記錄部 1121 之點，與圖 148 之情況相異。

記錄部 1121 係將傳送道解碼處理部 1102 所輸出之信號(例如 MPEG 之 TS 之 TS 封包)，記錄於(使其記憶於)光碟片或硬碟(磁性碟片)、快閃記憶體等記錄(記憶)媒體。

如以上之圖 150 之接收系統可適用於將電視播放予以錄像之錄影機等。

此外，於圖 150，接收系統係設置資訊源解碼處理部 1103 而構成，於資訊源解碼處理部 1103，能以記錄部 1121 記錄經施以資訊源解碼處理後之信號，亦即藉由譯碼所獲得之圖像或聲音。

此外，本發明之實施型態不限定於上述實施型態，於不脫離本發明之要旨之範圍內可予以各種變更。

【圖式簡單說明】

圖 1 係說明 LDPC 碼之檢查矩陣 H 之圖。

圖 2 係說明 LDPC 碼之解碼程序之流程圖。

圖 3 係表示 LDPC 碼之檢查矩陣之例之圖。

圖 4 係表示檢查矩陣之 Tanner 圖之圖。

圖 5 係表示可變節點之圖。

圖 6 係表示校驗節點之圖。

圖 7 係表示適用本發明之傳送系統之一實施型態之結構例之圖。

圖 8 係表示發送裝置 11 之結構例之區塊圖。

圖 9 係表示檢查矩陣之圖。

圖 10 係表示同位矩陣之圖。

圖 11A、B 係表示 DVB-S.2 之規格所規定之 LDPC 碼之檢查矩陣及行權重之圖。

圖 12A、B 係表示 16QAM 之信號點配置之圖。

圖 13 係表示 64QAM 之信號點配置之圖。

圖 14 係表示 64QAM 之信號點配置之圖。

圖 15 係表示 64QAM 之信號點配置之圖。

圖 16A~D 係說明解多工器 25 之處理之圖。

圖 17A、B 係說明解多工器 25 之處理之圖。

圖 18 係表示關於 LDPC 碼之解碼之 Tanner 圖之圖。

圖 19A、B 係表示成為階梯構造之同位矩陣 H_T 及對應於該同位矩陣 H_T 之 Tanner 圖之圖。

圖 20 係表示對應於同位交錯後之 LDPC 碼之檢查矩陣 H 之同位矩陣 H_T 之圖。

圖 21A、B 係表示轉換檢查矩陣之圖。

圖 22 係說明縱行扭轉交錯器 24 之處理之圖。

圖 23 係表示縱行扭轉交錯所必要之記憶體 31 之縱行數及開始寫位置之位址之圖。

圖 24 係表示縱行扭轉交錯所必要之記憶體 31 之縱行數及開始寫位置之位址之圖。

圖 25 係說明發送處理之流程圖。

圖 26A、B 係表示在模擬所採用之通訊道之模型之圖。

圖 27 係表示在模擬所獲得之錯誤率與顫振之都卜勒頻率 f_d 之關係之圖。

圖 28 係表示在模擬所獲得之錯誤率與顫振之都卜勒頻率 f_d 之關係之圖。

圖 29 係表示 LDPC 編碼部 21 之結構例之區塊圖。

圖 30 係說明 LDPC 編碼部 21 之處理之流程圖。

圖 31 係表示編碼率 2/3、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 32 係表示編碼率 2/3、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 33 係表示編碼率 2/3、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 34 係表示編碼率 2/3、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 35 係表示編碼率 3/4、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 36 係表示編碼率 3/4、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 37 係表示編碼率 3/4、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 38 係表示編碼率 3/4、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 39 係表示編碼率 3/4、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 40 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 41 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 42 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 43 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 44 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 45 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 46 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 47 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 48 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 49 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 50 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 51 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 52 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 53 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 54 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 55 係表示編碼率 $9/10$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 56 係表示編碼率 $9/10$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 57 係表示編碼率 $9/10$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 58 係表示編碼率 $9/10$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之圖。

圖 59 係說明從檢查矩陣初始值表求出檢查矩陣 H 之方法之圖。

圖 60A~C 係說明現行方式之替換處理之圖。

圖 61A~C 係說明現行方式之替換處理之圖。

圖 62A、B 係表示以 256QAM 調變碼長 64800、編碼率 $2/3$ 之 LDPC 碼，且倍數 b 為 2 之情況下之碼位元群組及符元位元群組之圖。

圖 63 係表示以 256QAM 調變碼長 64800、編碼率 $2/3$ 之 LDPC 碼，且倍數 b 為 2 之情況下之分配規則之圖。

圖 64A、B 係表示以 256QAM 調變碼長 64800、編碼率 $2/3$

之LDPC碼，且倍數 b 為2之情況下之按照分配規則之碼位元之替換之圖。

圖65係表示已進行新替換方式之替換處理之情況及已進行現行方式之替換處理之情況之BER之圖。

圖66係表示作為性能臨限值之 E_b/N_0 較規格碼良好之LDPC碼之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖67係表示作為性能臨限值之 E_b/N_0 較規格碼良好之LDPC碼之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖68係表示作為性能臨限值之 E_b/N_0 較規格碼良好之LDPC碼之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖69係表示關於規格碼及提案碼之 E_s/N_0 與BER之關係之圖。

圖70係表示接收裝置12之結構例之區塊圖。

圖71係說明接收處理之流程圖。

圖72係表示LDPC碼之檢查矩陣之例之圖。

圖73係表示於檢查矩陣施以列置換及行置換後之矩陣(轉換檢查矩陣)之圖。

圖74係表示分割為 5×5 單位之轉換檢查矩陣之圖。

圖75係表示匯總 P 個進行節點運算之解碼裝置之結構例之區塊圖。

圖76係表示LDPC編碼部56之結構例之區塊圖。

圖77係表示適用本發明之電腦之一實施型態之結構例之區塊圖。

圖78係表示編碼率 $2/3$ 、碼長16200之檢查矩陣初始值表

之例之圖。

圖 79 係表示編碼率 $2/3$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 80 係表示編碼率 $2/3$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 81 係表示編碼率 $2/3$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 82 係表示編碼率 $3/4$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 83 係表示編碼率 $3/4$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 84 係表示編碼率 $3/4$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 85 係表示編碼率 $3/4$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 86 係表示編碼率 $3/4$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 87 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 88 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 89 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 90 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表

之例之圖。

圖 91 係表示編碼率 $4/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 92 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 93 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 94 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 95 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 96 係表示編碼率 $5/6$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 97 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 98 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 99 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 100 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 101 係表示編碼率 $8/9$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 102 係表示編碼率 $9/10$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值

表之例之圖。

圖 103 係表示編碼率 $9/10$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 104 係表示編碼率 $9/10$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 105 係表示編碼率 $9/10$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 106 係表示編碼率 $1/4$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 107 係表示編碼率 $1/4$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 108 係表示編碼率 $1/3$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 109 係表示編碼率 $1/3$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 110 係表示編碼率 $2/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 111 係表示編碼率 $2/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 112 係表示編碼率 $1/2$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 113 係表示編碼率 $1/2$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 114 係表示編碼率 $1/2$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值

表之例之圖。

圖 115 係表示編碼率 $3/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 116 係表示編碼率 $3/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 117 係表示編碼率 $3/5$ 、碼長 64800 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 118 係表示編碼率 $1/4$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 119 係表示編碼率 $1/3$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 120 係表示編碼率 $2/5$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 121 係表示編碼率 $1/2$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 122 係表示編碼率 $3/5$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之例之圖。

圖 123 係表示編碼率 $3/5$ 、碼長 16200 之檢查矩陣初始值表之其他例之圖。

圖 124 係說明從檢查矩陣初始值表求出檢查矩陣 H 之方法之圖。

圖 125 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 126 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 127 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 128 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 129 係表示 BER 之模擬結果之圖。

圖 130 係表示 BER 之模擬結果之圖。

圖 131 係表示 BER 之模擬結果之圖。

圖 132 係表示 BER 之模擬結果之圖。

圖 133 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 134 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 135 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 136 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 137 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 138 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 139 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 140 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 141 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 142 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 143 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 144 係表示碼位元之替換例之圖。

圖 145A、B 係說明構成反交錯器 53 之多工器 54 之處理之圖。

圖 146 係說明縱行扭轉反交錯器 55 之處理之圖。

圖 147 係表示接收裝置 12 之其他結構例之區塊圖。

圖 148 係表示可適用於接收裝置 12 之接收系統之第 1 結構例之區塊圖。

圖 149 係表示可適用於接收裝置 12 之接收系統之第 2 結構

例之區塊圖。

圖 150 係表示可適用於接收裝置 12 之接收系統之第 3 結構例之區塊圖。

【主要元件符號說明】

11	發送裝置
12	接收裝置
21	LDPC 編碼部
22	位元交錯器
23	同位交錯器
24	縱行扭轉交錯器
25	解多工器
26	映射部
27	正交調變部
31	記憶體
32	置換部
51	正交解調部
52	解映射部
53	反交錯器
54	多工器
55	縱行扭轉反交錯器
56	LDPC 解碼部
300	分枝資料儲存用記憶體
301	選擇器
302	校驗節點計算部

303	循環移位電路
304	分枝資料儲存用記憶體
305	選擇器
306	接收資料用記憶體
307	可變節點計算部
308	循環移位電路
309	解碼字計算部
310	接收資料重排部
311	解碼資料重排部
601	編碼處理部
602	記憶部
611	編碼率設定部
612	初始值表讀出部
613	檢查矩陣生成部
614	資訊位元讀出部
615	編碼同位運算部
616	控制部
701	匯流排
702	CPU
703	ROM
704	RAM
705	硬碟
706	輸出部
707	輸入部

708	通訊部
709	磁碟機
710	輸出入介面
711	可移式記錄媒體
1001	反置換部
1002	記憶體
1011	同位反交錯器
1021	LDPC解碼部
1101	取得部
1102	傳送道解碼處理部
1103	資訊源解碼處理部
1111	輸出部
1121	記錄部

五、中文發明摘要：

本發明係關於一種可提升對於錯誤之容錯之資料處理裝置及資料處理方法、以及編碼裝置及編碼方法。替換DVB-S.2所規定之碼長為64800位元、編碼率為2/3之LDPC碼之 mb 位元之碼位元，將替換後之碼位元作為 b 個符元之符元位元。 m 為8， b 為2時，若將 8×2 位元之碼位元及連續2個符元之 8×2 位元之符元位元從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元分別設為 b_i 及 y_i ，則進行下述替換： b_0 分配給 y_{15} ， b_1 分配給 y_7 ， b_2 分配給 y_1 ， b_3 分配給 y_5 ， b_4 分配給 y_6 ， b_5 分配給 y_{13} ， b_6 分配給 y_{11} ， b_7 分配給 y_9 ， b_8 分配給 y_8 ， b_9 分配給 y_{14} ， b_{10} 分配給 y_{12} ， b_{11} 分配給 y_3 ， b_{12} 分配給 y_0 ， b_{13} 分配給 y_{10} ， b_{14} 分配給 y_4 ， b_{15} 分配給 y_2 。本發明可適用於例如傳送LDPC碼之傳送系統等。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種資料處理裝置，其包含替換機構，其係

於橫列方向及縱行方向記憶碼長為 N 位元之LDPC(Low Density Parity Check：低密度同位檢查)碼之碼位元之記憶機構之於前述縱行方向所寫入而

於前述橫列方向所讀出之前述LDPC碼之碼位元之 m 位元被作為1個符元，

特定正整數設為 b ，

前述記憶機構於前述橫列方向記憶 mb 位元，並且於前述縱行方向記憶 $N/(mb)$ 位元，

前述LDPC碼之碼位元於前述記憶機構之前述縱行方向寫入，其後於前述橫列方向讀出，且

於前述記憶機構之前述橫列方向所讀出之 mb 位元之碼位元被作為 b 個前述符元之情況下，

替換前述 mb 位元之碼位元，將替換後之碼位元作為表示前述符元之符元位元；

前述LDPC碼係DVB-S.2或DVB-T.2之規格所規定之碼長 N 為64800位元、編碼率為 $2/3$ 之LDPC碼；

前述 m 位元為8位元，且前述整數 b 為2；

前述碼位元之8位元作為1個前述符元而映射成256QAM所決定之256個信號點中之任一個；

前述記憶機構含有於橫列方向記憶 8×2 位元之16個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(8 \times 2)$ 位元；

前述替換機構係將於前述記憶機構之橫列方向所讀出

之 8×2 位元之碼位元從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元設為位元 b_i ，並且將連續 2 個前述符元之 8×2 位元之符元位元從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元設為位元 y_i ，進行下述替換：

將位元 b_0 分配給位元 y_{15} ，

將位元 b_1 分配給位元 y_7 ，

將位元 b_2 分配給位元 y_1 ，

將位元 b_3 分配給位元 y_5 ，

將位元 b_4 分配給位元 y_6 ，

將位元 b_5 分配給位元 y_{13} ，

將位元 b_6 分配給位元 y_{11} ，

將位元 b_7 分配給位元 y_9 ，

將位元 b_8 分配給位元 y_8 ，

將位元 b_9 分配給位元 y_{14} ，

將位元 b_{10} 分配給位元 y_{12} ，

將位元 b_{11} 分配給位元 y_3 ，

將位元 b_{12} 分配給位元 y_0 ，

將位元 b_{13} 分配給位元 y_{10} ，

將位元 b_{14} 分配給位元 y_4 ，

將位元 b_{15} 分配給位元 y_2 。

2. 一種資料處理方法，其包含替換步驟，其係

於橫列方向及縱行方向記憶碼長為 N 位元之 LDPC (Low Density Parity Check：低密度同位檢查) 碼之碼位元之記憶機構之於前述縱行方向所寫入而於前述橫列方向所讀

出之前述LDPC碼之碼位元之 m 位元被作為1個符元，

特定正整數設為 b ，

前述記憶機構於前述橫列方向記憶 mb 位元，並且於前述縱行方向記憶 $N/(mb)$ 位元，

前述LDPC碼之碼位元於前述記憶機構之前述縱行方向寫入，其後於前述橫列方向讀出，且

於前述記憶機構之前述橫列方向所讀出之 mb 位元之碼位元被作為 b 個前述符元之情況下，

替換前述 mb 位元之碼位元，將替換後之碼位元作為表示前述符元之符元位元；

前述LDPC碼係DVB-S.2或DVB-T.2之規格所規定之碼長 N 為64800位元、編碼率為 $2/3$ 之LDPC碼；

前述 m 位元為8位元，且前述整數 b 為2；

前述碼位元之8位元作為1個前述符元而映射成256QAM所決定之256個信號點中之任一個；

前述記憶機構含有於橫列方向記憶 8×2 位元之16個縱行，於縱行方向記憶 $64800/(8 \times 2)$ 位元；

於前述替換步驟將於前述記憶機構之橫列方向所讀出之 8×2 位元之碼位元從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元設為位元 b_i ，並且將連續2個前述符元之 8×2 位元之符元位元從最高有效位元算起第 $i+1$ 位元設為位元 y_i ，進行下述替換：

將位元 b_0 分配給位元 y_{15} ，

將位元 b_1 分配給位元 y_7 ，

將位元 b_2 分配給位元 y_1 ,
 將位元 b_3 分配給位元 y_5 ,
 將位元 b_4 分配給位元 y_6 ,
 將位元 b_5 分配給位元 y_{13} ,
 將位元 b_6 分配給位元 y_{11} ,
 將位元 b_7 分配給位元 y_9 ,
 將位元 b_8 分配給位元 y_8 ,
 將位元 b_9 分配給位元 y_{14} ,
 將位元 b_{10} 分配給位元 y_{12} ,
 將位元 b_{11} 分配給位元 y_3 ,
 將位元 b_{12} 分配給位元 y_0 ,
 將位元 b_{13} 分配給位元 y_{10} ,
 將位元 b_{14} 分配給位元 y_4 ,
 將位元 b_{15} 分配給位元 y_2 。

3. 一種編碼裝置，其係進行藉由 LDPC (Low Density Parity Check：低密度同位檢查) 碼之編碼；其中

包含編碼機構，其係進行藉由碼長為 64800 位元、編碼率為 $2/3$ 之 LDPC 碼之編碼；

前述 LDPC 碼之檢查矩陣係將由把該檢查矩陣之與前述碼長及資訊長所對應之資訊矩陣之 1 要素位置以每 360 行表示之檢查矩陣初始值表所決定之前述資訊矩陣之 1 要素，於行方向以每 360 行之週期配置而構成，其中前述資訊長係相應於前述編碼率者；

前述檢查矩陣初始值表包括：

317 2255 2324 2723 3538 3576 6194 6700 9101 10057
12739 17407 21039

1958 2007 3294 4394 12762 14505 14593 14692 16522
17737 19245 21272 21379

127 860 5001 5633 8644 9282 12690 14644 17553
19511 19681 20954 21002

2514 2822 5781 6297 8063 9469 9551 11407 11837
12985 15710 20236 20393

1565 3106 4659 4926 6495 6872 7343 8720 15785
16434 16727 19884 21325

706 3220 8568 10896 12486 13663 16398 16599 19475
19781 20625 20961 21335

4257 10449 12406 14561 16049 16522 17214 18029
18033 18802 19062 19526 20748

412 433 558 2614 2978 4157 6584 9320 11683 11819
13024 14486 16860

777 5906 7403 8550 8717 8770 11436 12846 13629
14755 15688 16392 16419

4093 5045 6037 7248 8633 9771 10260 10809 11326
12072 17516 19344 19938

2120 2648 3155 3852 6888 12258 14821 15359 16378
16437 17791 20614 21025

1085 2434 5816 7151 8050 9422 10884 12728 15353
17733 18140 18729 20920

856 1690 12787
6532 7357 9151
4210 16615 18152
11494 14036 17470
2474 10291 10323
1778 6973 10739
4347 9570 18748
2189 11942 20666
3868 7526 17706
8780 14796 18268
160 16232 17399
1285 2003 18922
4658 17331 20361
2765 4862 5875
4565 5521 8759
3484 7305 15829
5024 17730 17879
7031 12346 15024
179 6365 11352
2490 3143 5098
2643 3101 21259
4315 4724 13130
594 17365 18322
5983 8597 9627

10837 15102 20876
10448 20418 21478
3848 12029 15228
708 5652 13146
5998 7534 16117
2098 13201 18317
9186 14548 17776
5246 10398 18597
3083 4944 21021
13726 18495 19921
6736 10811 17545
10084 12411 14432
1064 13555 17033
679 9878 13547
3422 9910 20194
3640 3701 10046
5862 10134 11498
5923 9580 15060
1073 3012 16427
5527 20113 20883
7058 12924 15151
9764 12230 17375
772 7711 12723
555 13816 15376

10574 11268 17932
15442 17266 20482
390 3371 8781
10512 12216 17180
4309 14068 15783
3971 11673 20009
9259 14270 17199
2947 5852 20101
3965 9722 15363
1429 5689 16771
6101 6849 12781
3676 9347 18761
350 11659 18342
5961 14803 16123
2113 9163 13443
2155 9808 12885
2861 7988 11031
7309 9220 20745
6834 8742 11977
2133 12908 14704
10170 13809 18153
13464 14787 14975
799 1107 3789
3571 8176 10165

5433 13446 15481
3351 6767 12840
8950 8974 11650
1430 4250 21332
6283 10628 15050
8632 14404 16916
6509 10702 16278
15900 16395 17995
8031 18420 19733
3747 4634 17087
4453 6297 16262
2792 3513 17031
14846 20893 21563
17220 20436 21337
275 4107 10497
3536 7520 10027
14089 14943 19455
1965 3931 21104
2439 11565 17932
154 15279 21414
10017 11269 16546
7169 10161 16928
10284 16791 20655
36 3175 8475

2605 16269 19290

8947 9178 15420

5687 9156 12408

8096 9738 14711

4935 8093 19266

2667 10062 15972

6389 11318 14417

8800 18137 18434

5824 5927 15314

6056 13168 15179

3284 13138 18919

13115 17259 17332。

4. 一種編碼方法，其係進行藉由LDPC(Low Density Parity Check：低密度同位檢查)碼之編碼之編碼裝置之編碼方法；其中

包含前述編碼裝置進行藉由碼長為64800位元、編碼率為2/3之LDPC碼之編碼之步驟；

前述LDPC碼之檢查矩陣係將由把該檢查矩陣之與前述碼長及資訊長所對應之資訊矩陣之1要素位置以每360行表示之檢查矩陣初始值表所決定之前述資訊矩陣之1要素，於行方向以每360行之週期配置而構成，其中前述資訊長係相應於前述編碼率者；

前述檢查矩陣初始值包括：

317 2255 2324 2723 3538 3576 6194 6700 9101 10057

12739 17407 21039

1958 2007 3294 4394 12762 14505 14593 14692 16522
17737 19245 21272 21379

127 860 5001 5633 8644 9282 12690 14644 17553
19511 19681 20954 21002

2514 2822 5781 6297 8063 9469 9551 11407 11837
12985 15710 20236 20393

1565 3106 4659 4926 6495 6872 7343 8720 15785
16434 16727 19884 21325

706 3220 8568 10896 12486 13663 16398 16599 19475
19781 20625 20961 21335

4257 10449 12406 14561 16049 16522 17214 18029
18033 18802 19062 19526 20748

412 433 558 2614 2978 4157 6584 9320 11683 11819
13024 14486 16860

777 5906 7403 8550 8717 8770 11436 12846 13629
14755 15688 16392 16419

4093 5045 6037 7248 8633 9771 10260 10809 11326
12072 17516 19344 19938

2120 2648 3155 3852 6888 12258 14821 15359 16378
16437 17791 20614 21025

1085 2434 5816 7151 8050 9422 10884 12728 15353
17733 18140 18729 20920

856 1690 12787

6532 7357 9151
4210 16615 18152
11494 14036 17470
2474 10291 10323
1778 6973 10739
4347 9570 18748
2189 11942 20666
3868 7526 17706
8780 14796 18268
160 16232 17399
1285 2003 18922
4658 17331 20361
2765 4862 5875
4565 5521 8759
3484 7305 15829
5024 17730 17879
7031 12346 15024
179 6365 11352
2490 3143 5098
2643 3101 21259
4315 4724 13130
594 17365 18322
5983 8597 9627
10837 15102 20876

10448 20418 21478

3848 12029 15228

708 5652 13146

5998 7534 16117

2098 13201 18317

9186 14548 17776

5246 10398 18597

3083 4944 21021

13726 18495 19921

6736 10811 17545

10084 12411 14432

1064 13555 17033

679 9878 13547

3422 9910 20194

3640 3701 10046

5862 10134 11498

5923 9580 15060

1073 3012 16427

5527 20113 20883

7058 12924 15151

9764 12230 17375

772 7711 12723

555 13816 15376

10574 11268 17932

15442 17266 20482
390 3371 8781
10512 12216 17180
4309 14068 15783
3971 11673 20009
9259 14270 17199
2947 5852 20101
3965 9722 15363
1429 5689 16771
6101 6849 12781
3676 9347 18761
350 11659 18342
5961 14803 16123
2113 9163 13443
2155 9808 12885
2861 7988 11031
7309 9220 20745
6834 8742 11977
2133 12908 14704
10170 13809 18153
13464 14787 14975
799 1107 3789
3571 8176 10165
5433 13446 15481

3351 6767 12840

8950 8974 11650

1430 4250 21332

6283 10628 15050

8632 14404 16916

6509 10702 16278

15900 16395 17995

8031 18420 19733

3747 4634 17087

4453 6297 16262

2792 3513 17031

14846 20893 21563

17220 20436 21337

275 4107 10497

3536 7520 10027

14089 14943 19455

1965 3931 21104

2439 11565 17932

154 15279 21414

10017 11269 16546

7169 10161 16928

10284 16791 20655

36 3175 8475

2605 16269 19290

8947 9178 15420
5687 9156 12408
8096 9738 14711
4935 8093 19266
2667 10062 15972
6389 11318 14417
8800 18137 18434
5824 5927 15314
6056 13168 15179
3284 13138 18919
13115 17259 17332 °

十一、圖式：

$$H = \begin{bmatrix} & \vdots & \\ \cdots 1 \cdots 1 & 1 & \cdots 1 \cdots 1 \cdots 1 \\ & \vdots & \\ & 1 & \\ & \vdots & \\ & 1 & \end{bmatrix}$$

圖 1

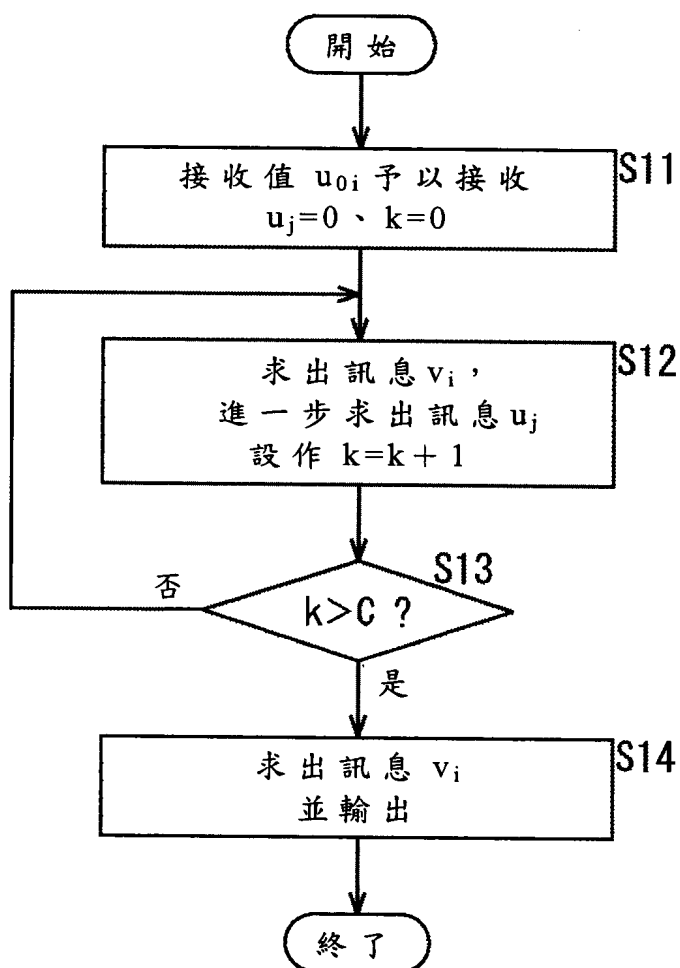


圖 2

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

圖 3

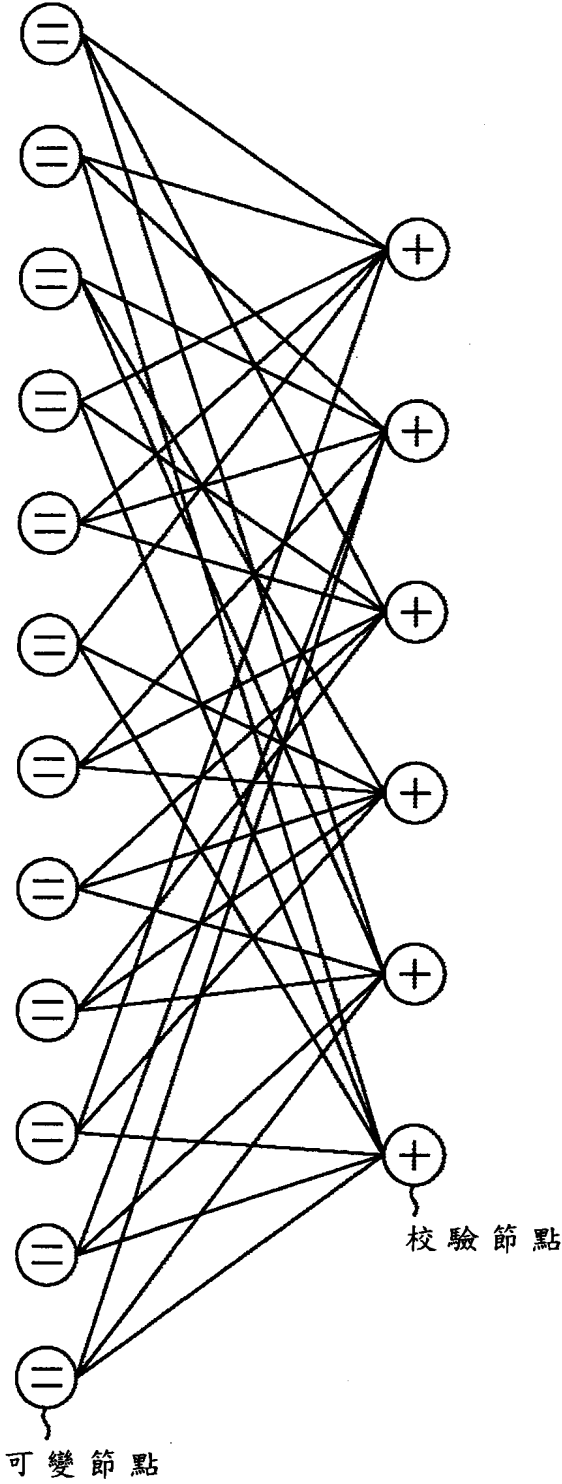


圖 4

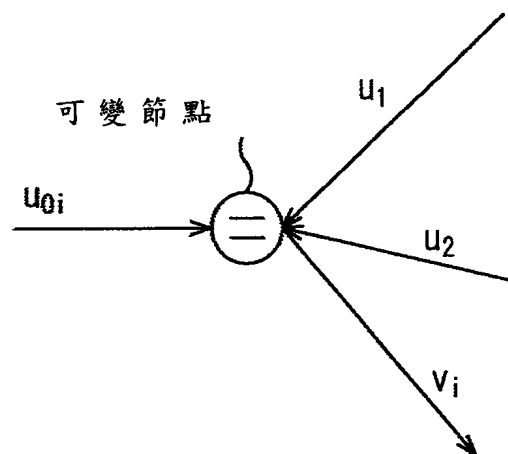


圖 5

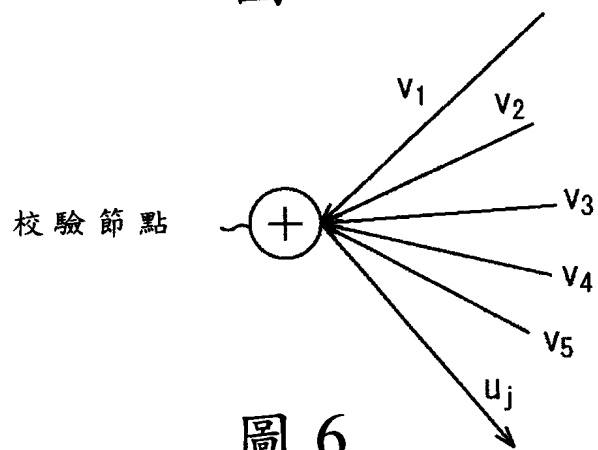


圖 6

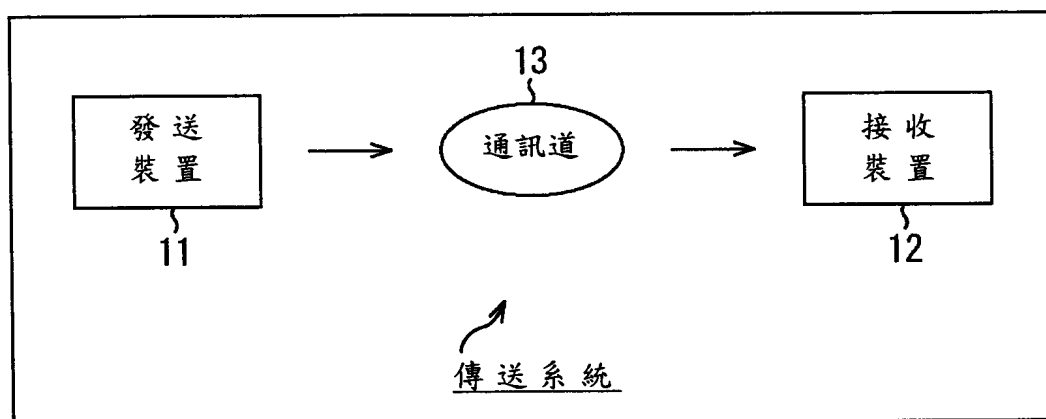


圖 7

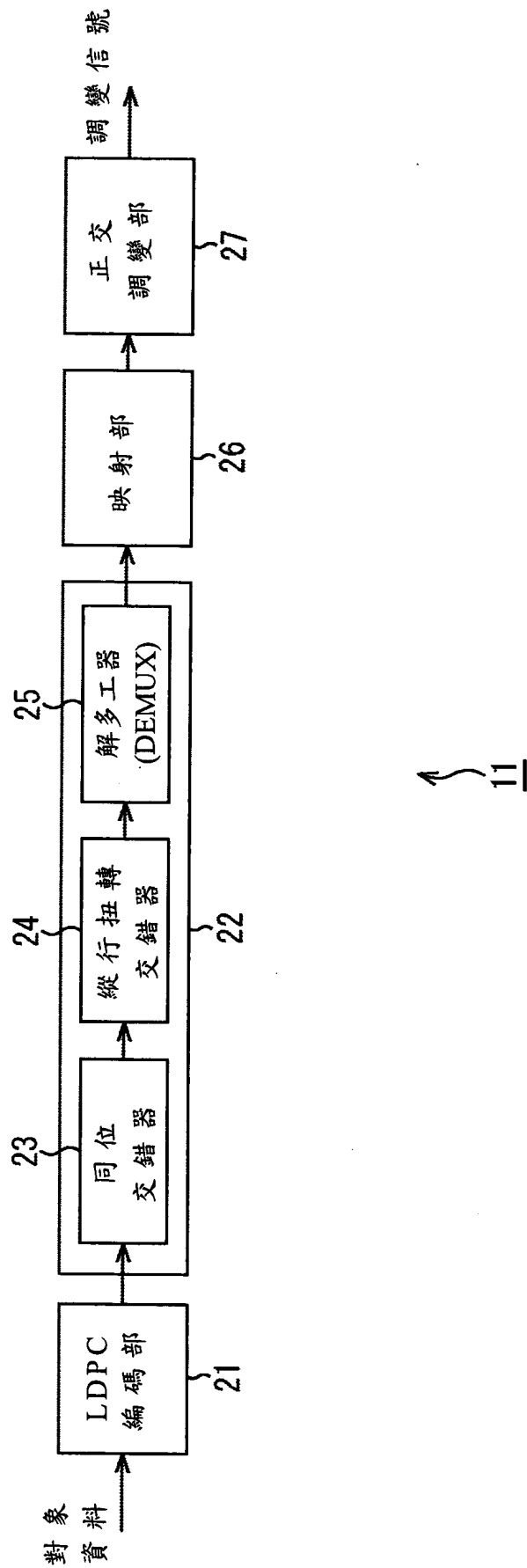


圖 8

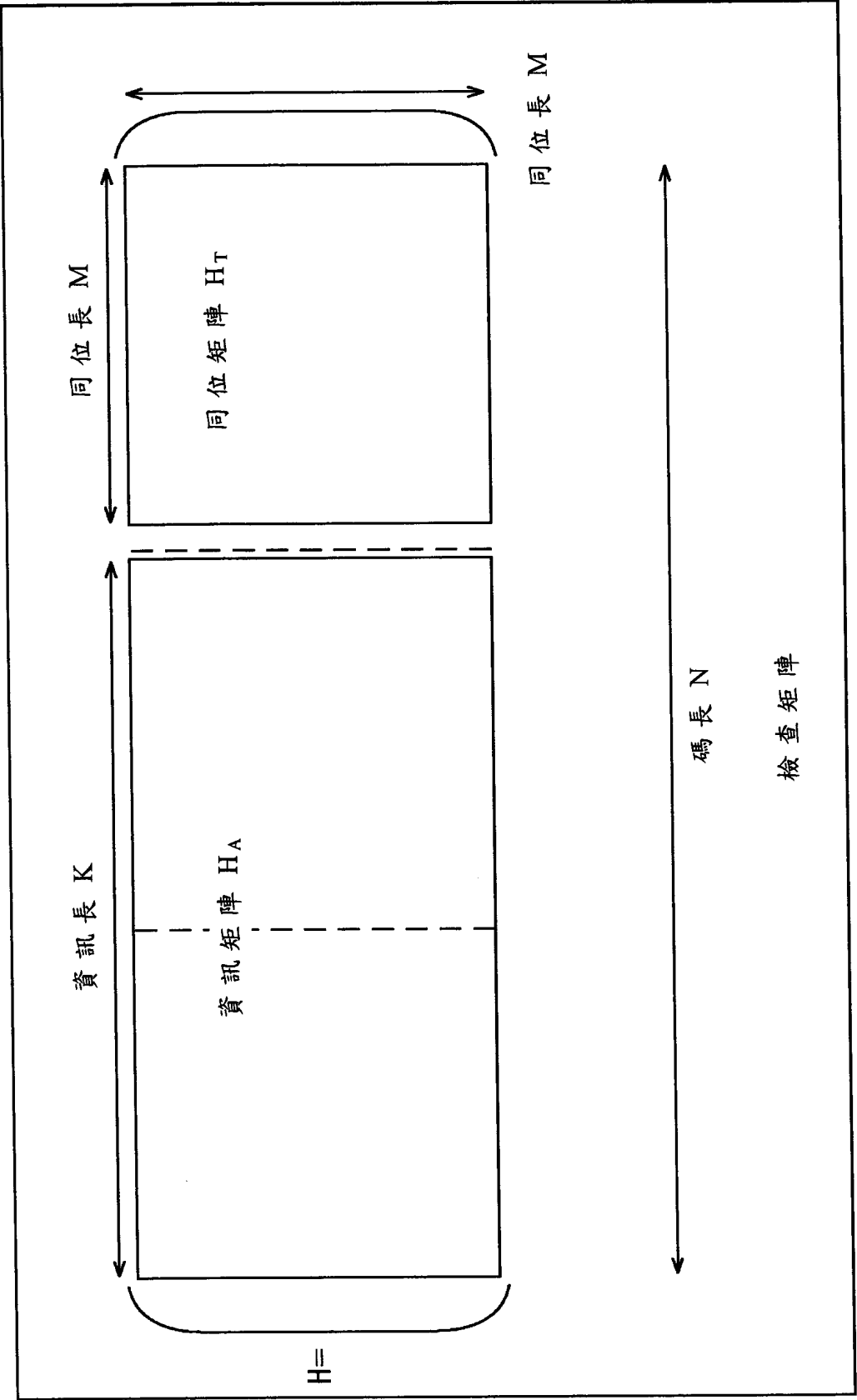


圖 9

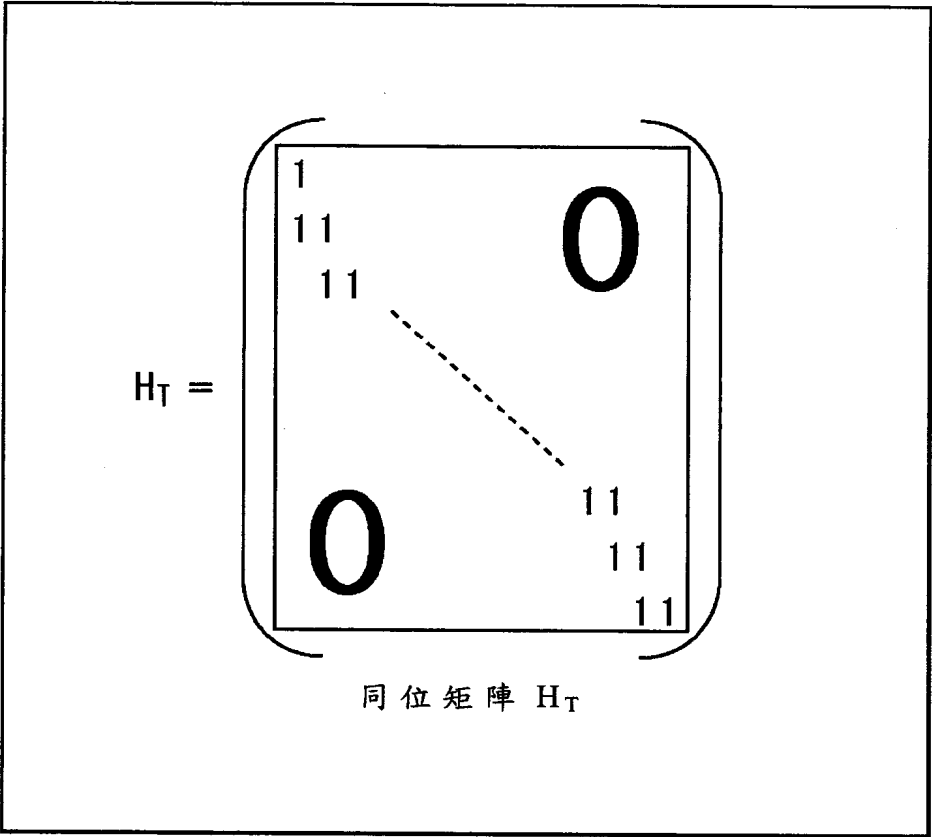


圖 10

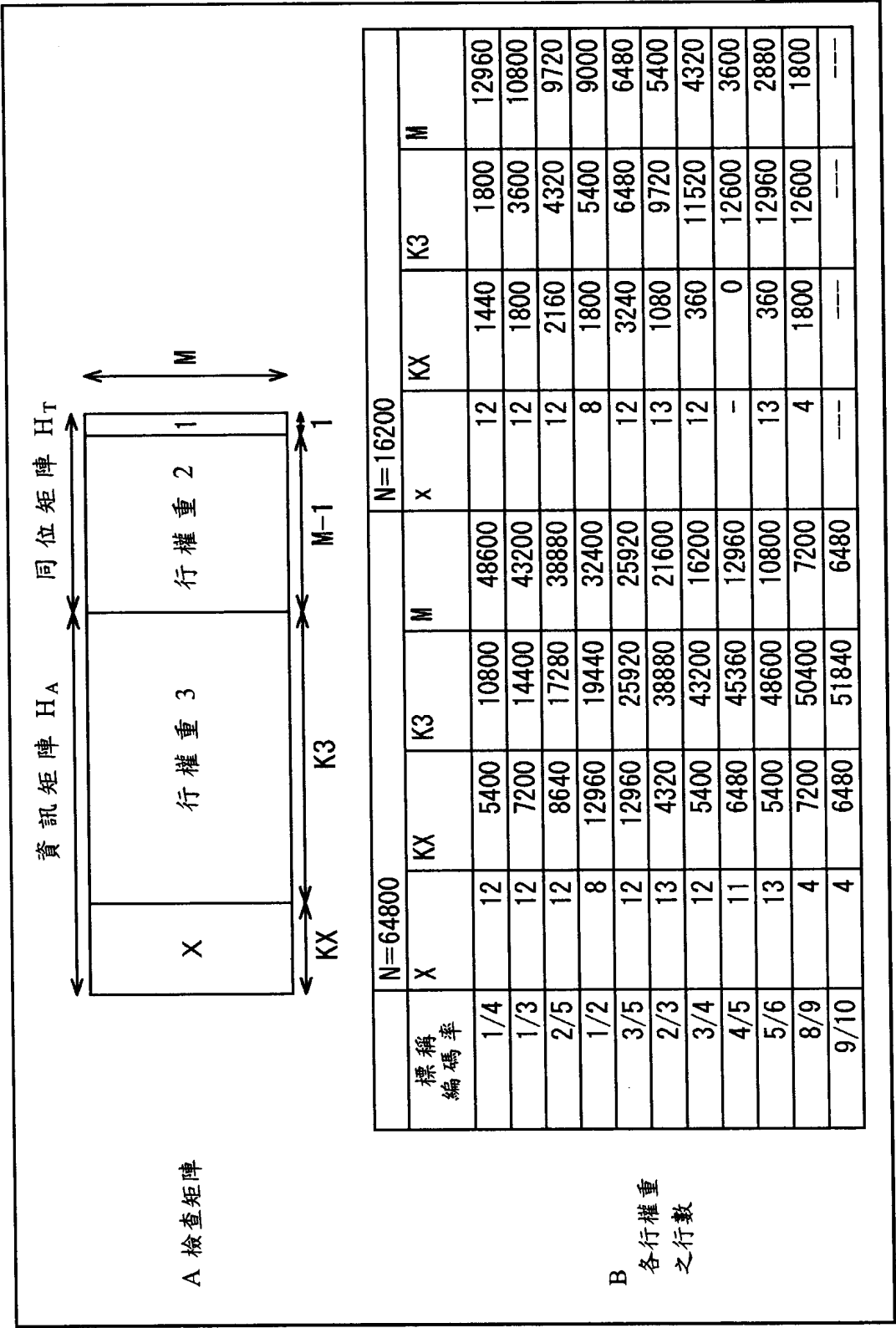


圖 11

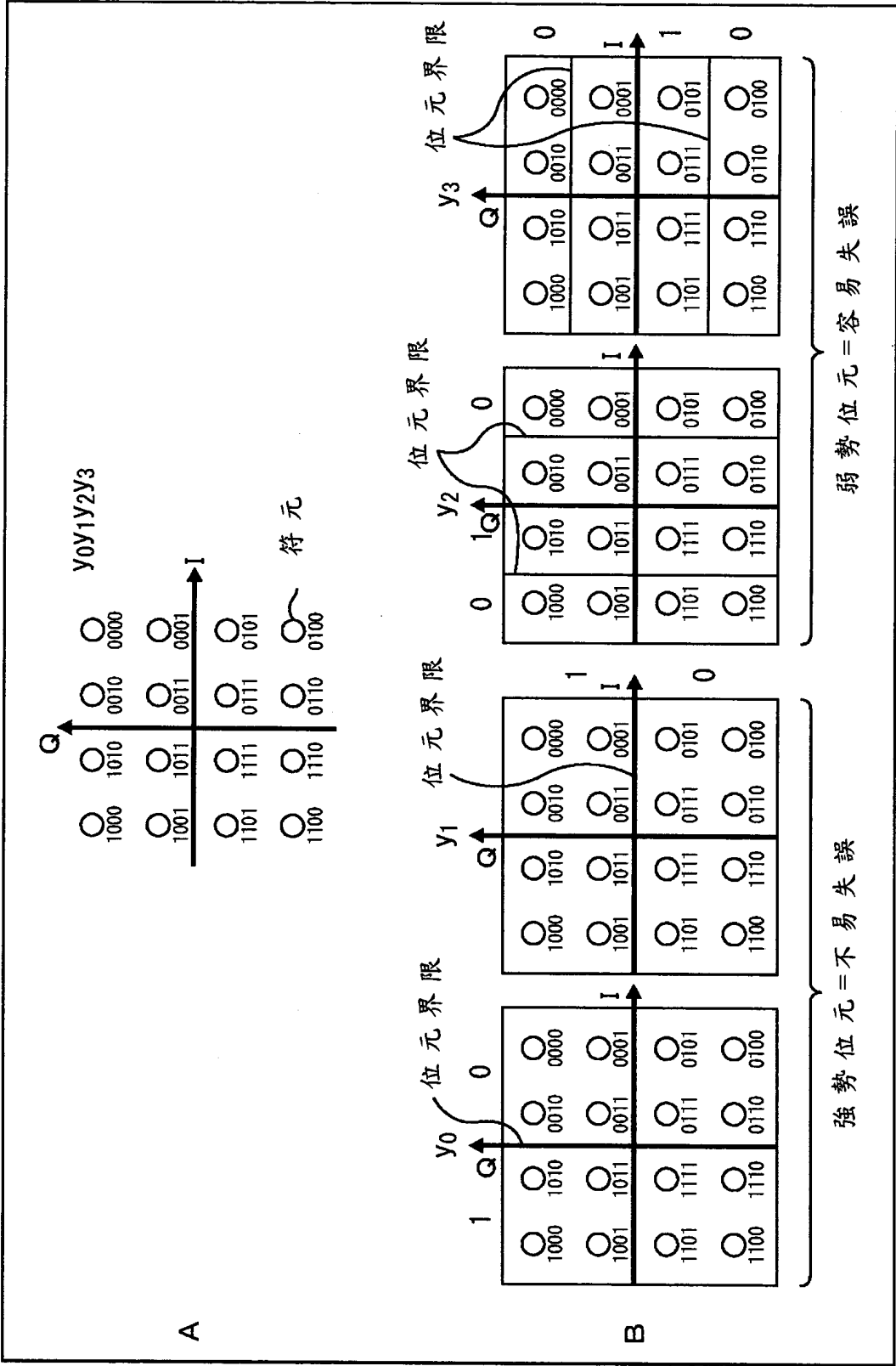


圖 12

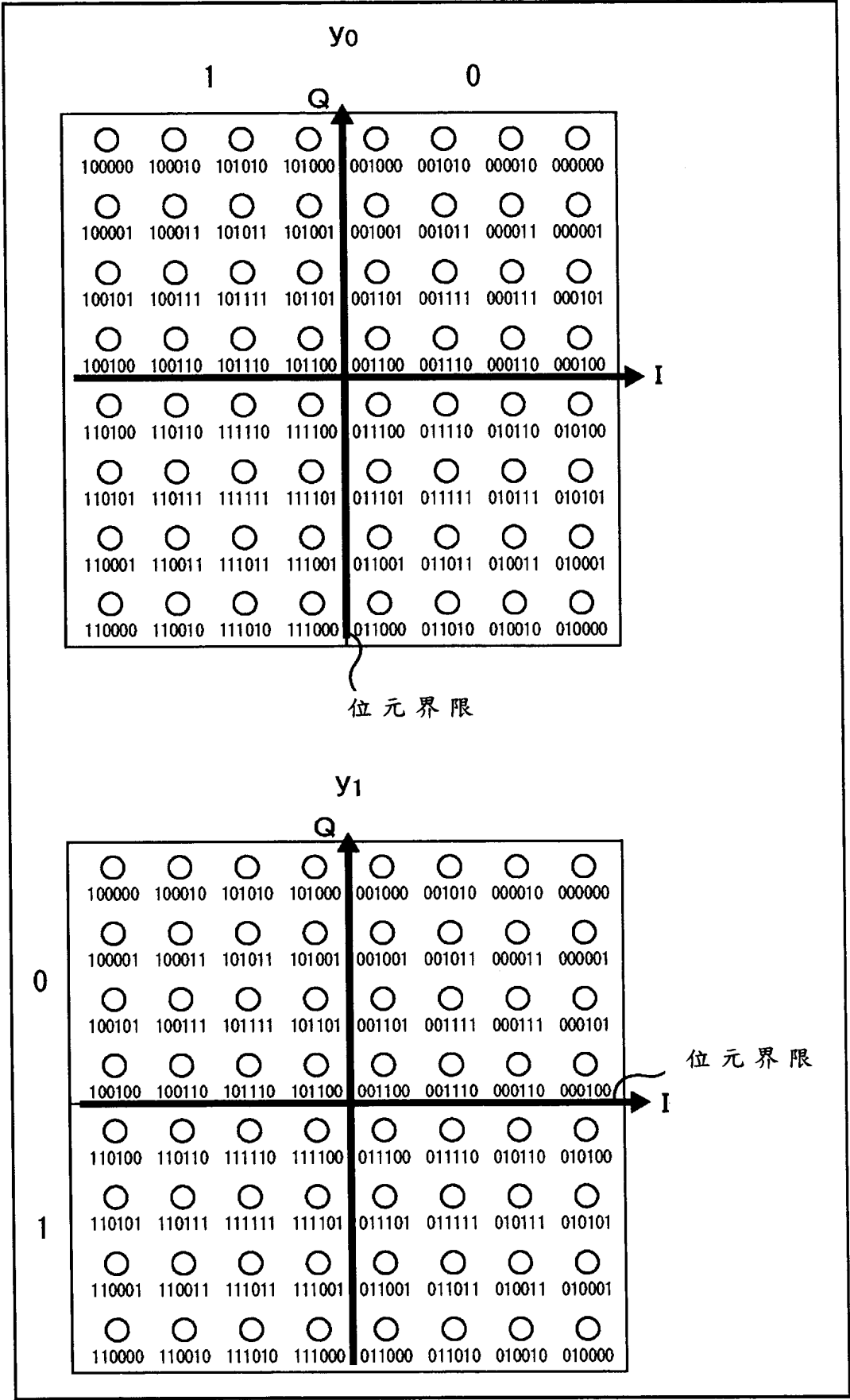


圖 13

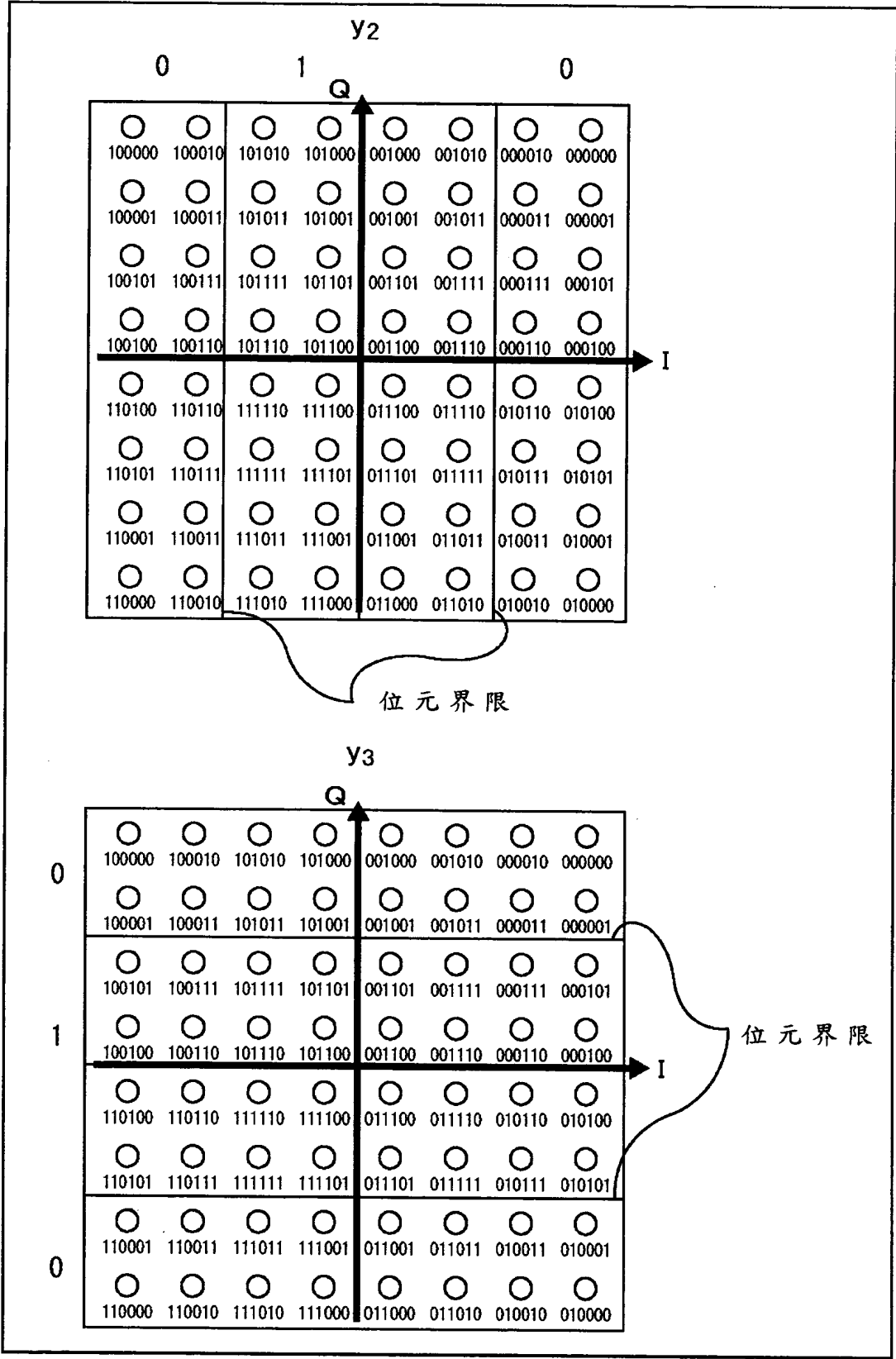


圖 14

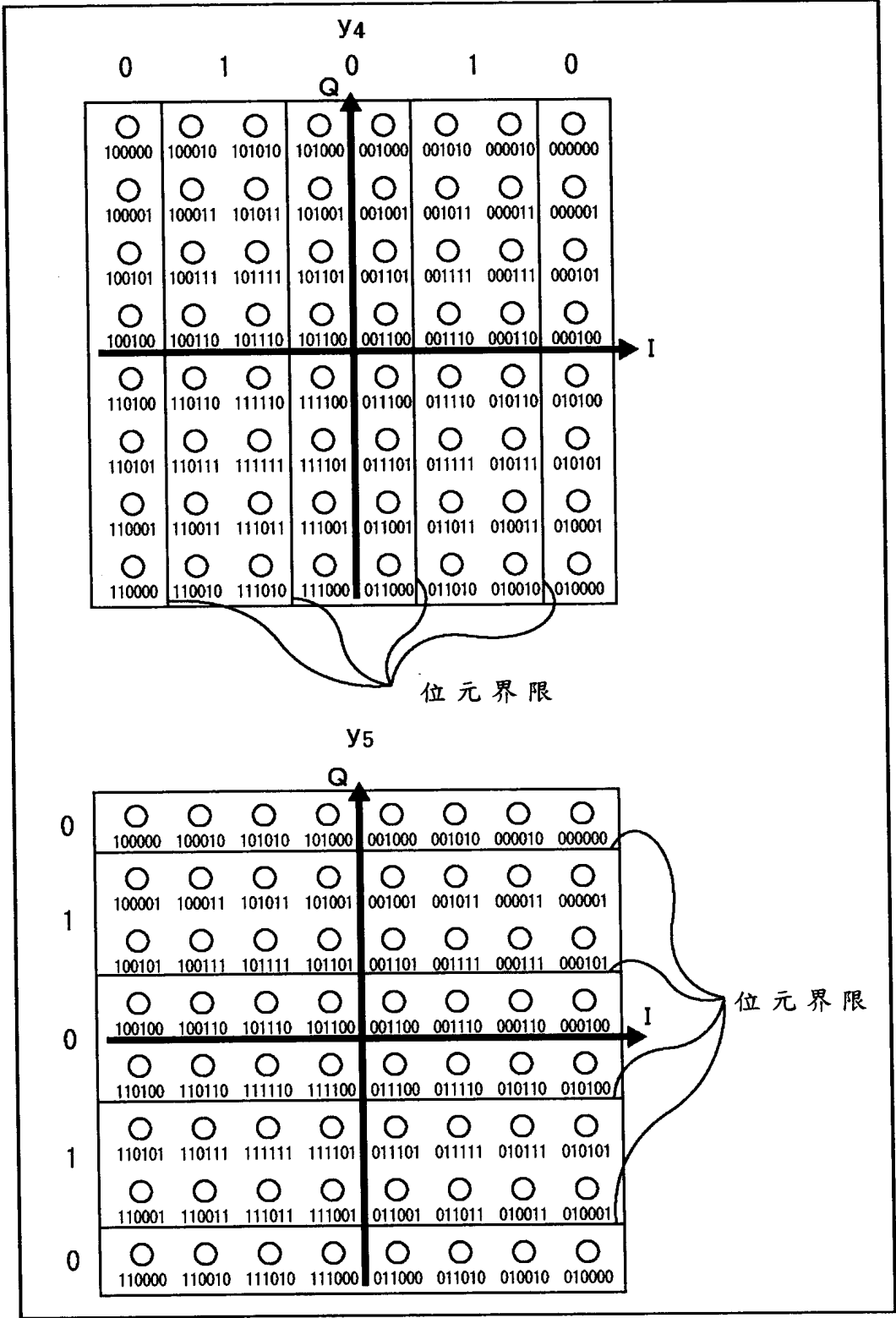


圖 15

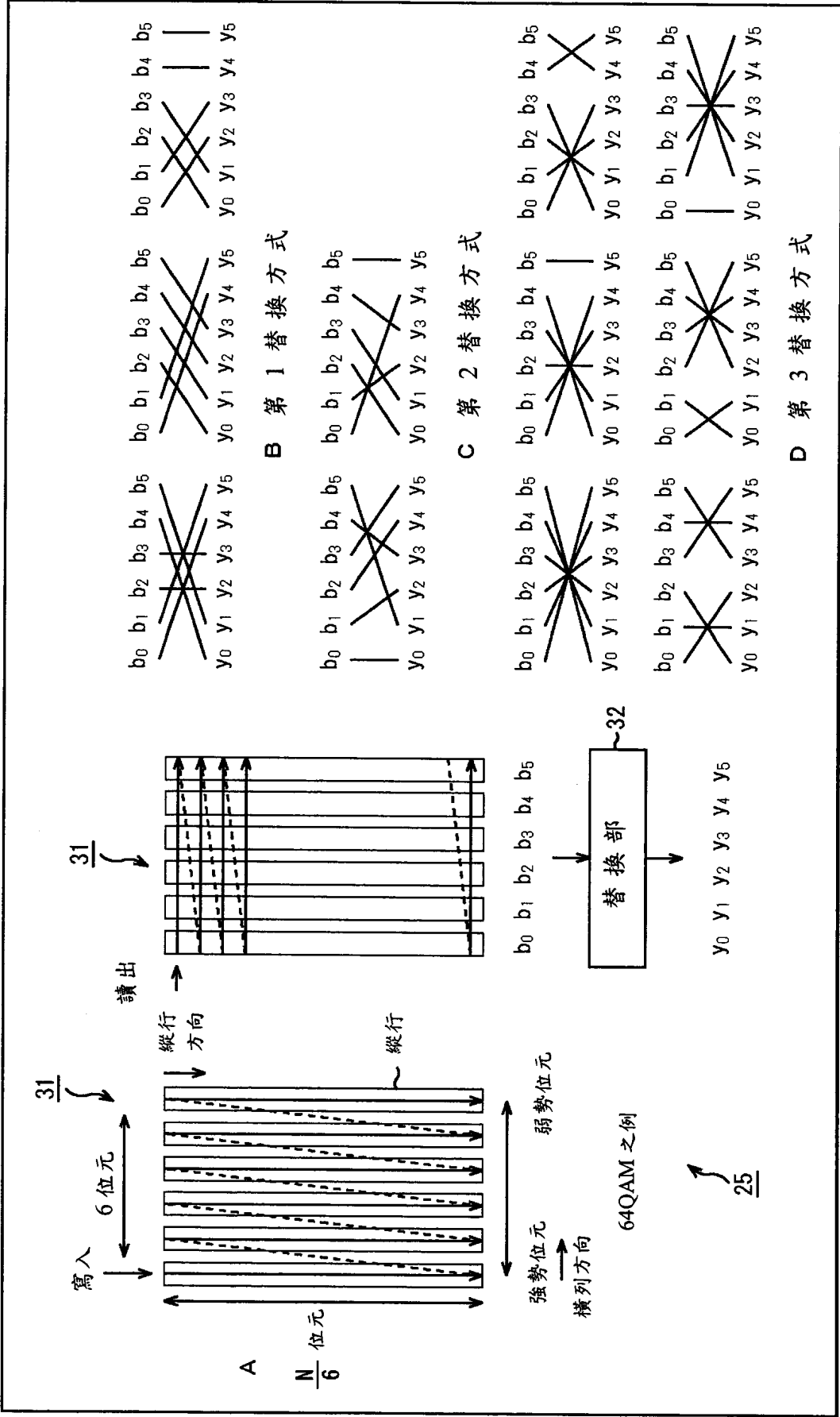


圖 16

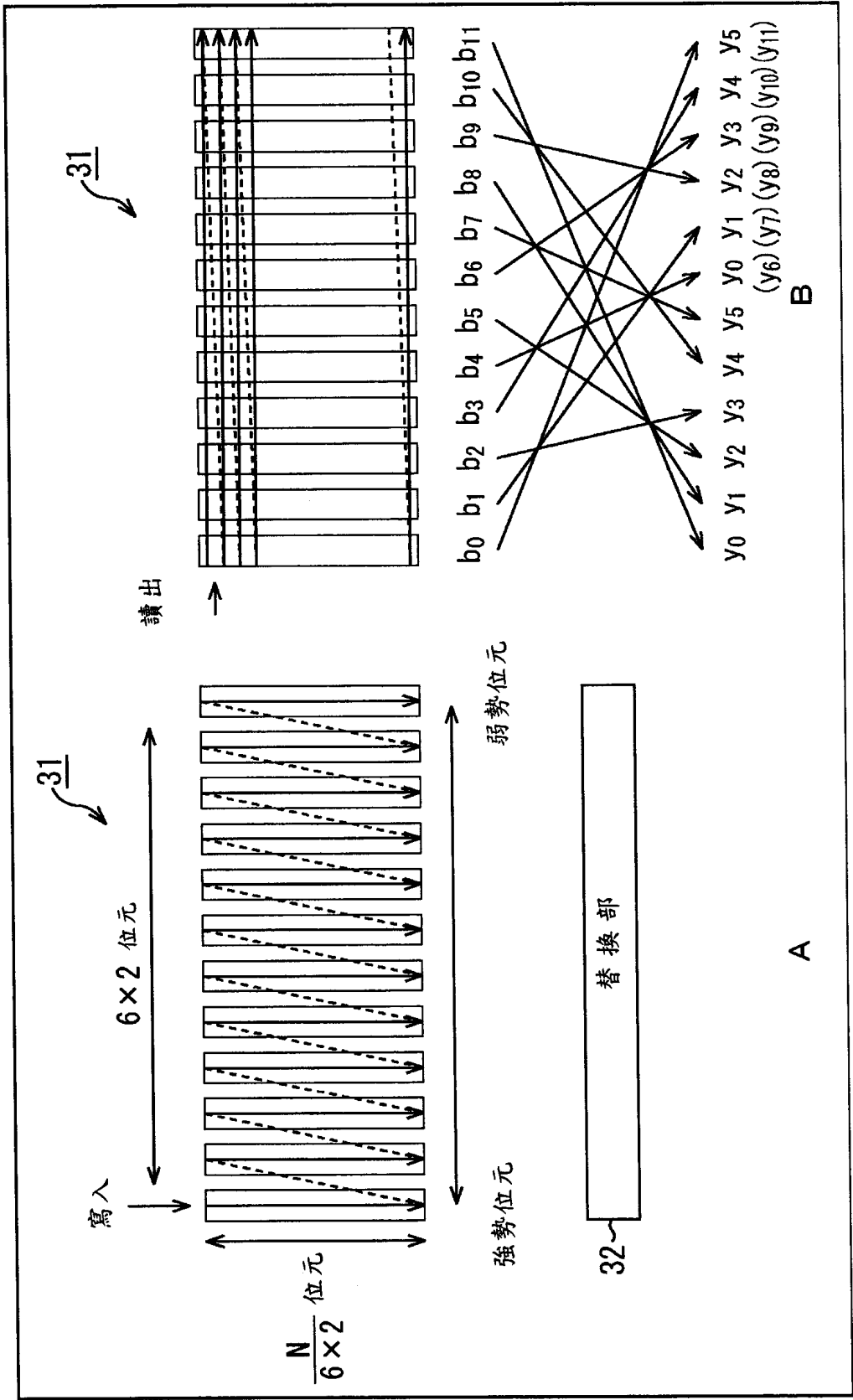


圖 17

8

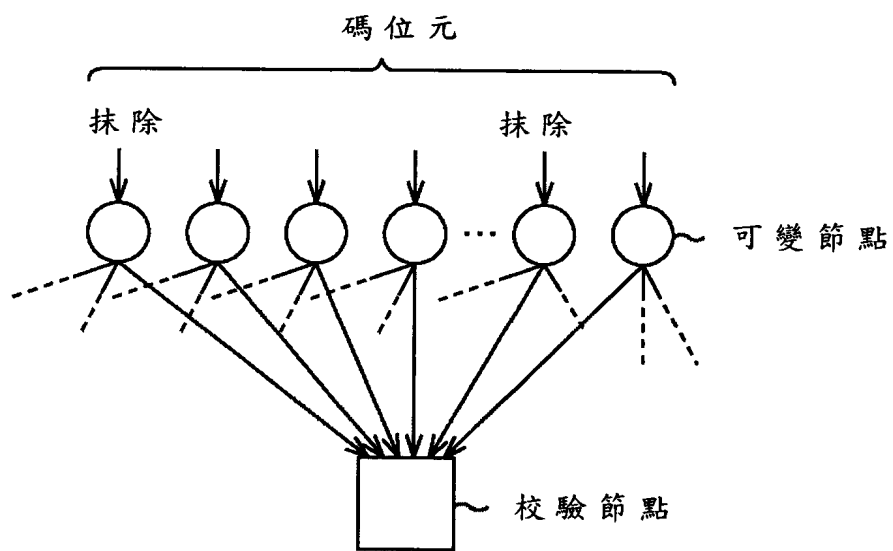
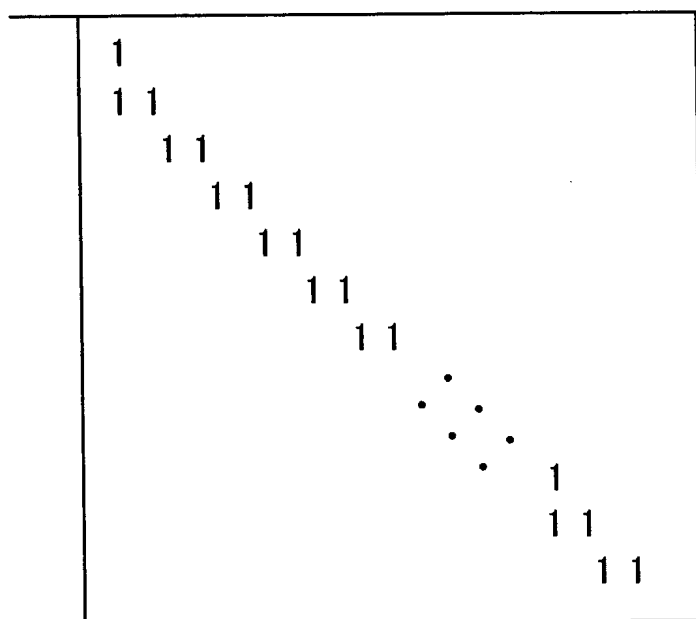
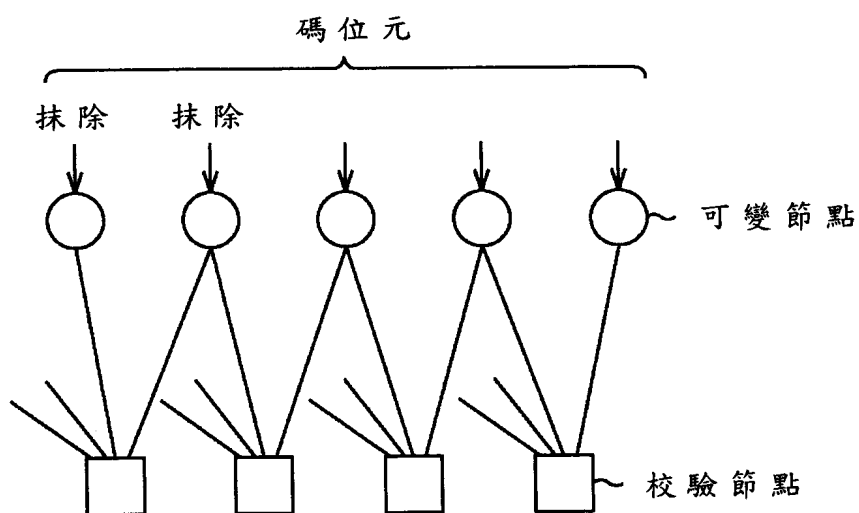


圖 18



同位矩陣之階梯構造

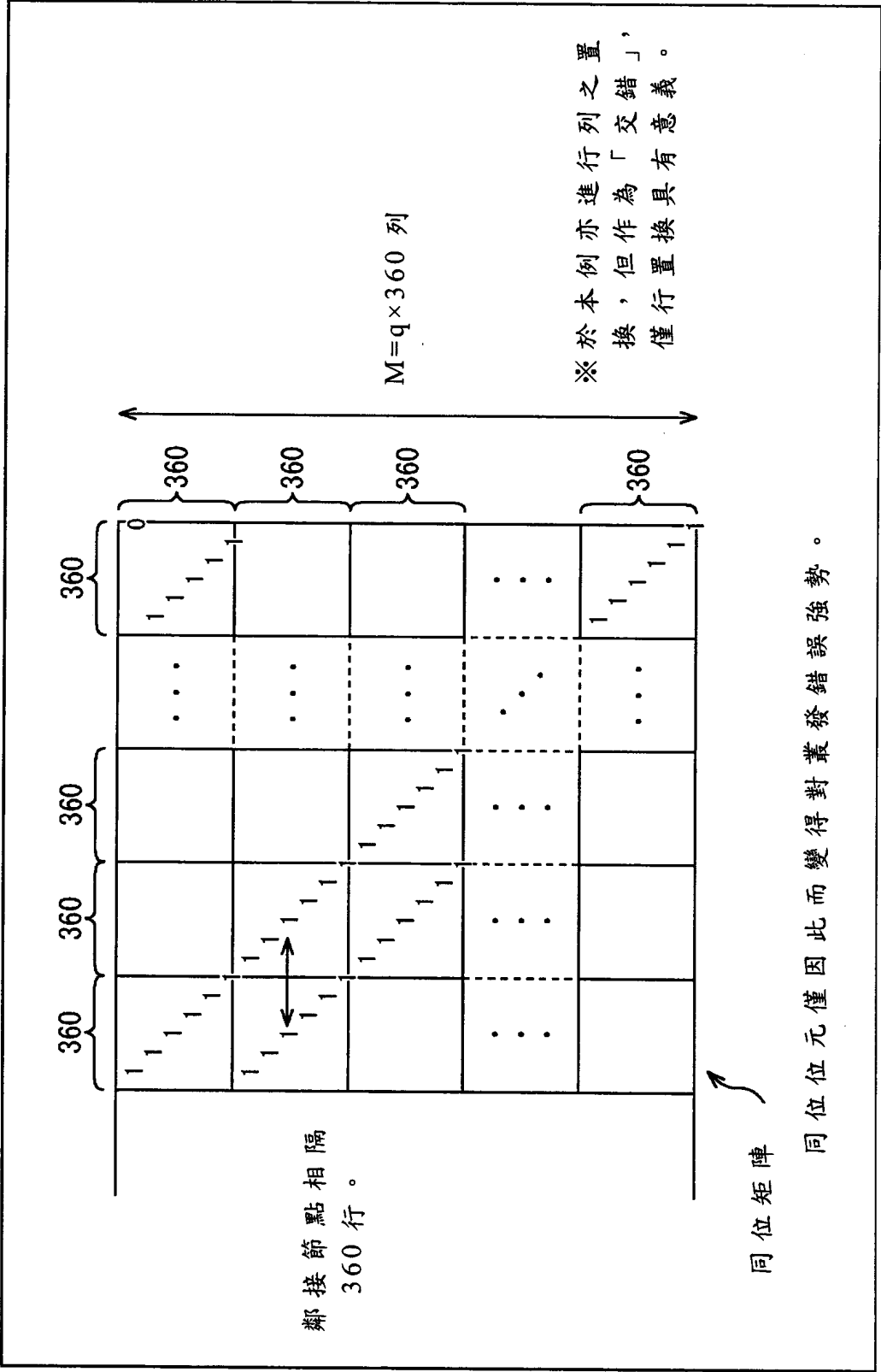
A



Tanner 圖之階梯構造部分

B

圖 19



同位位元僅因此而變得對叢發錯誤強勢。

圖 20

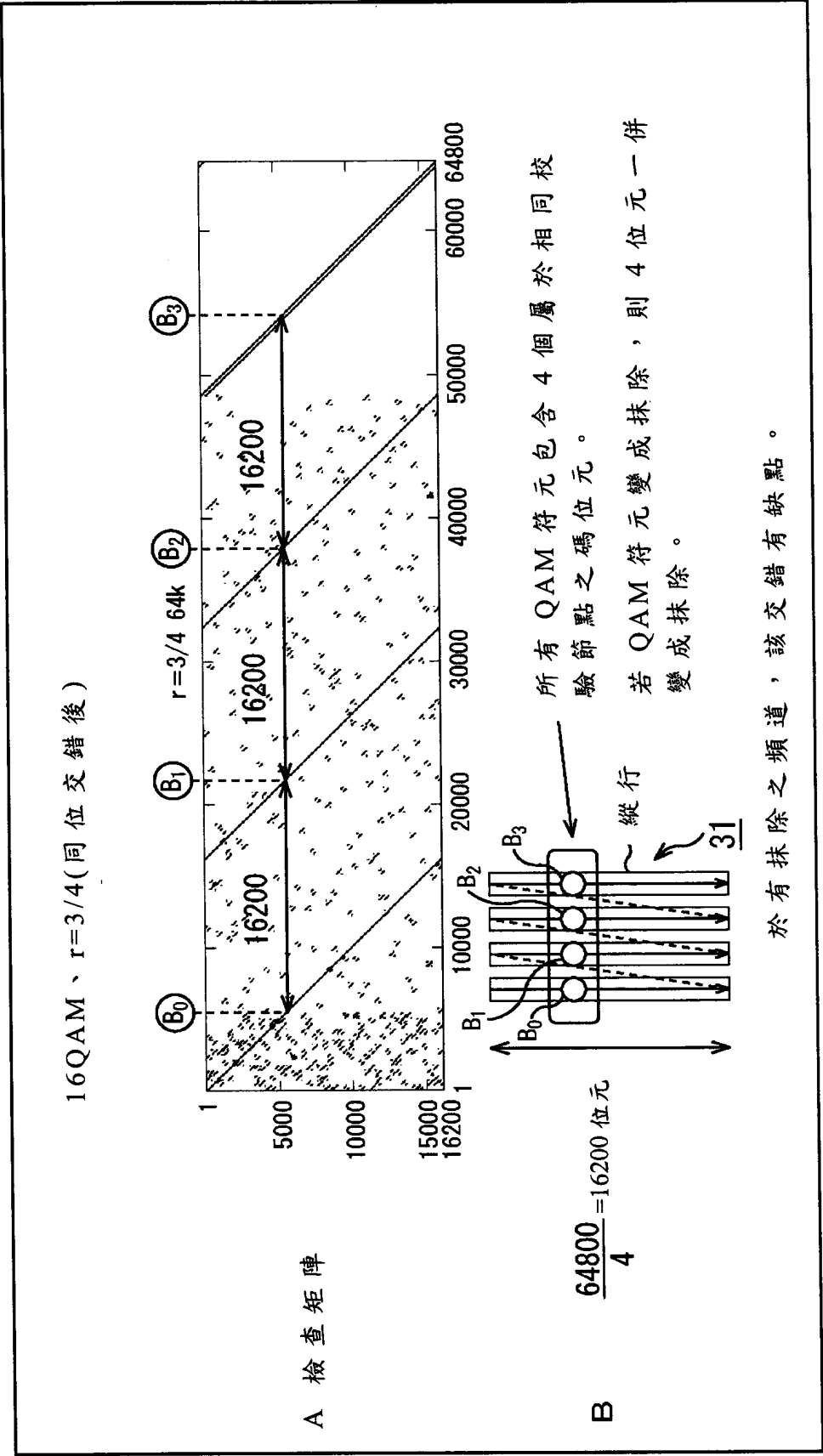


圖 21

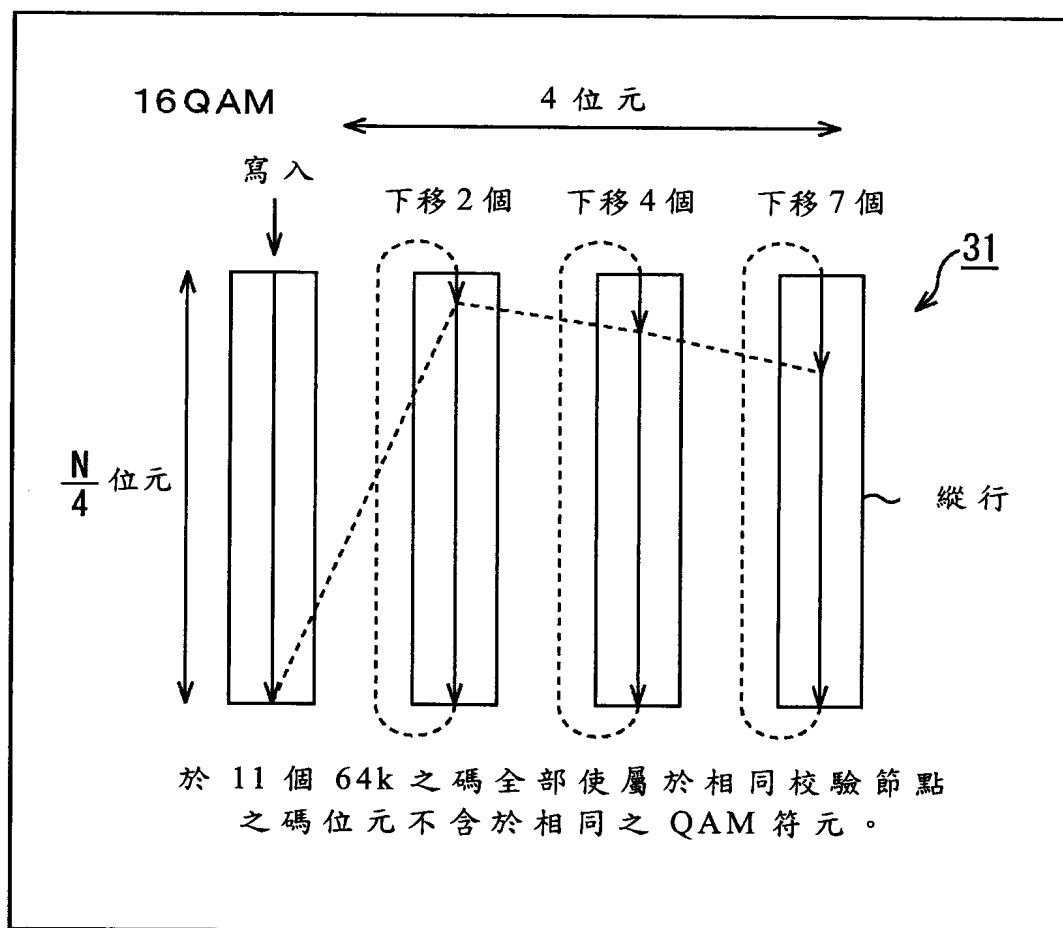


圖 22

必要之 記憶體 縱行數 mb		b=1 (第 1 至第 3 替換方式)	b=2 (第 4 替換 方式)	mb 個各縱行之開始寫位置																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	QPSK	0	2																						
4	16QAM	0	2	4	7																				
6	64QAM	0	2	5	9	10	13																		
8	256QAM	0	0	2	4	4	5	7	7																
10	1024QAM	0	3	6	8	11	13	15	17	18	20														
12	4096QAM	0	0	2	2	3	4	4	5	5	7	8	9												
16		0	2	2	2	2	3	7	15	16	20	22	22	27	27	28	32								
20		0	1	3	4	5	6	6	9	13	14	14	16	21	21	23	25	25	26	28	30				
24		0	5	8	8	8	8	10	10	10	12	13	16	17	19	21	22	23	26	37	39	40	41	41	41

圖 23

必要之 記憶體 縱行數 mb	b=1 (第 1 至第 3 替換方式)	b=2 (第 4 替 換方式)	mb 個各縱行之開始寫位置																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	QPSK		0	0																						
4	16QAM	QPSK	0	2	3	3																				
6	64QAM		0	0	2	3	7	7																		
8	256QAM	16QAM	0	0	0	1	7	20	20	21																
10	1024QAM		0	1	2	2	3	3	4	4	5	7														
12	4096QAM	64QAM	0	0	0	2	2	2	3	3	3	6	7	7												
20		1024QAM	0	0	0	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	7	7	7	7	8	8	10				
24		4096QAM	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	7	9	9	9	10	10	10	10	11	

圖 24

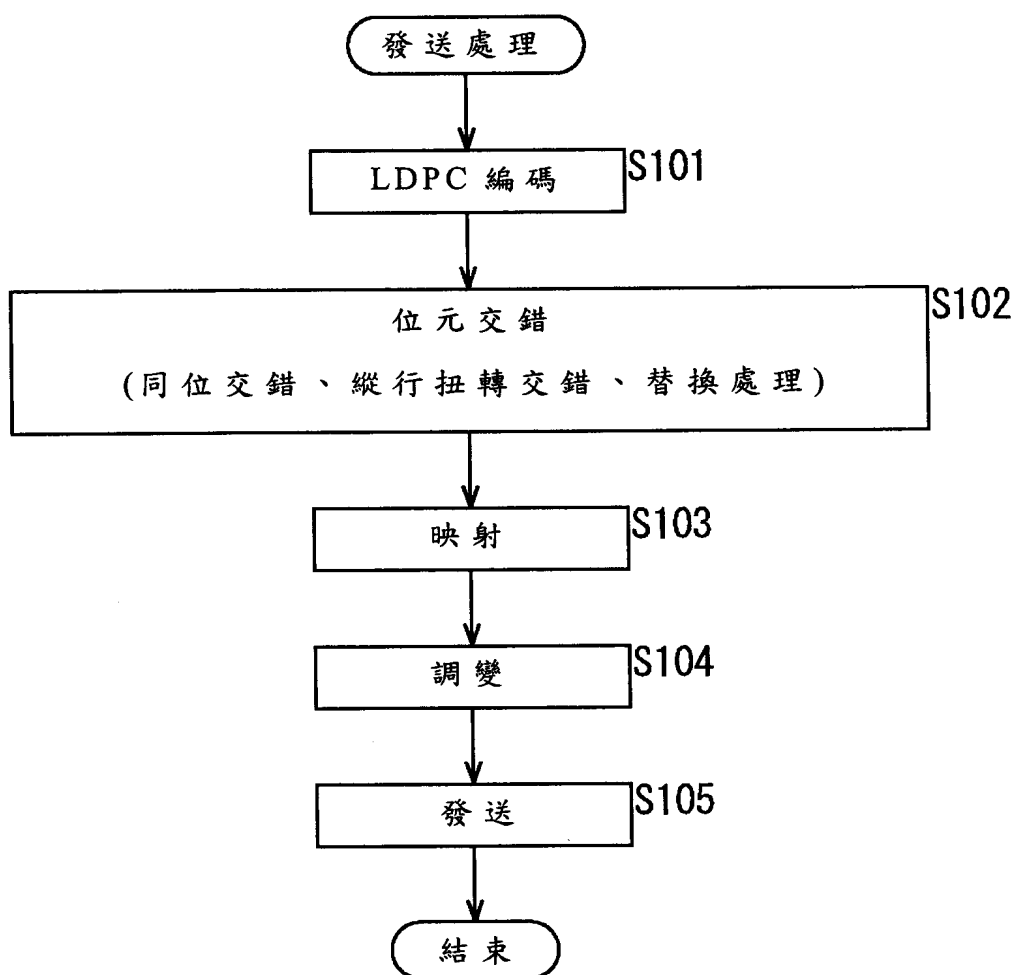
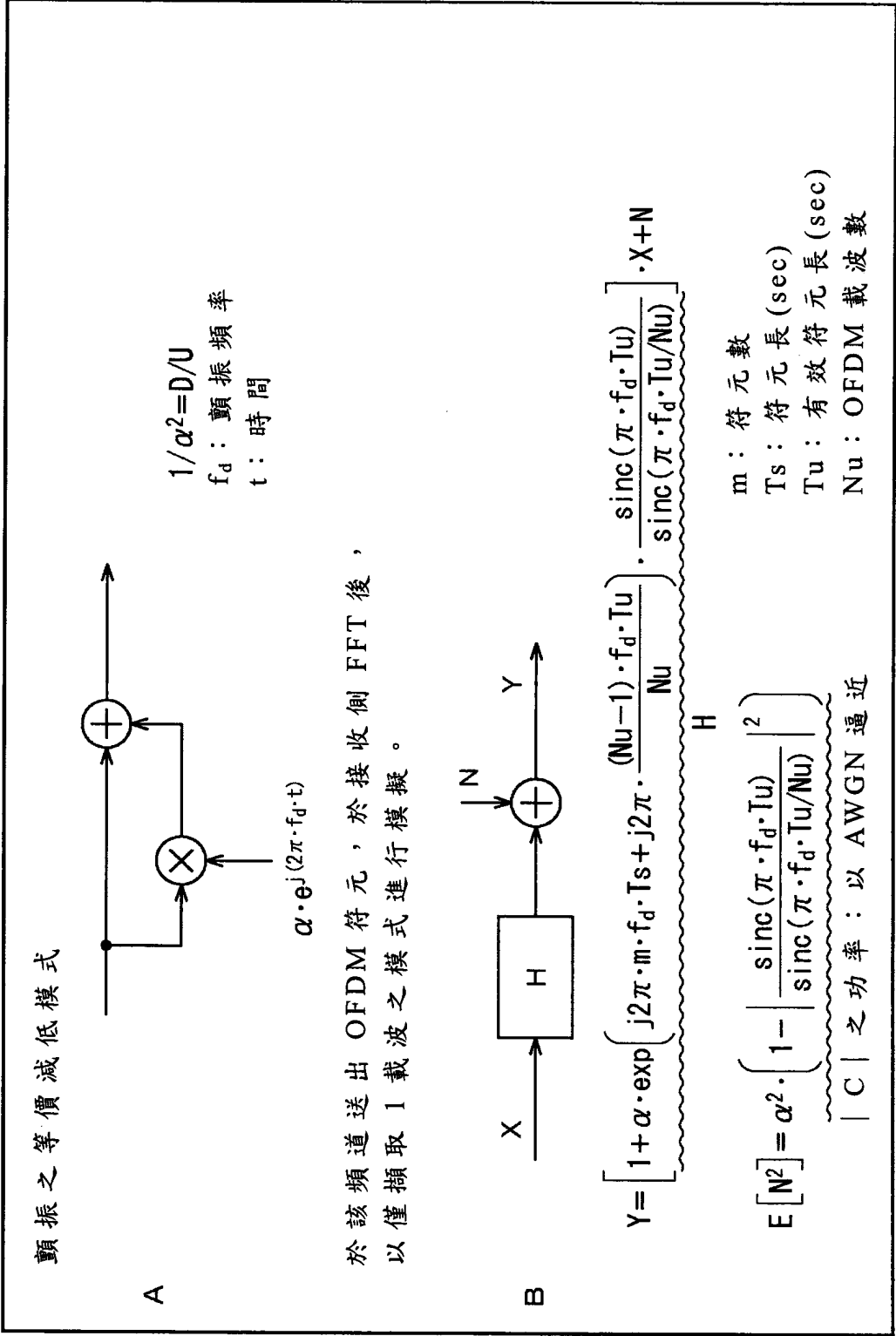


圖 25



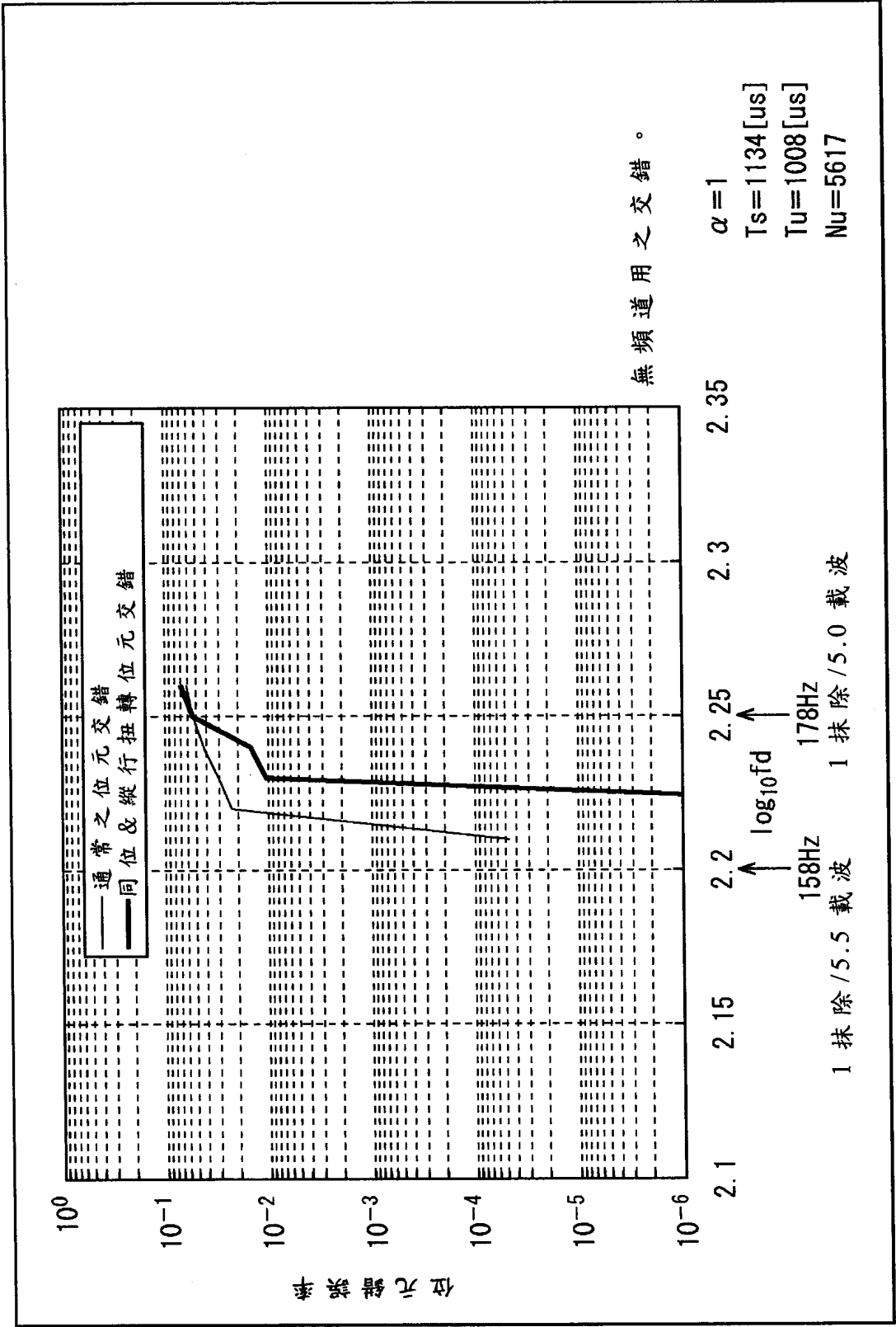


圖 27

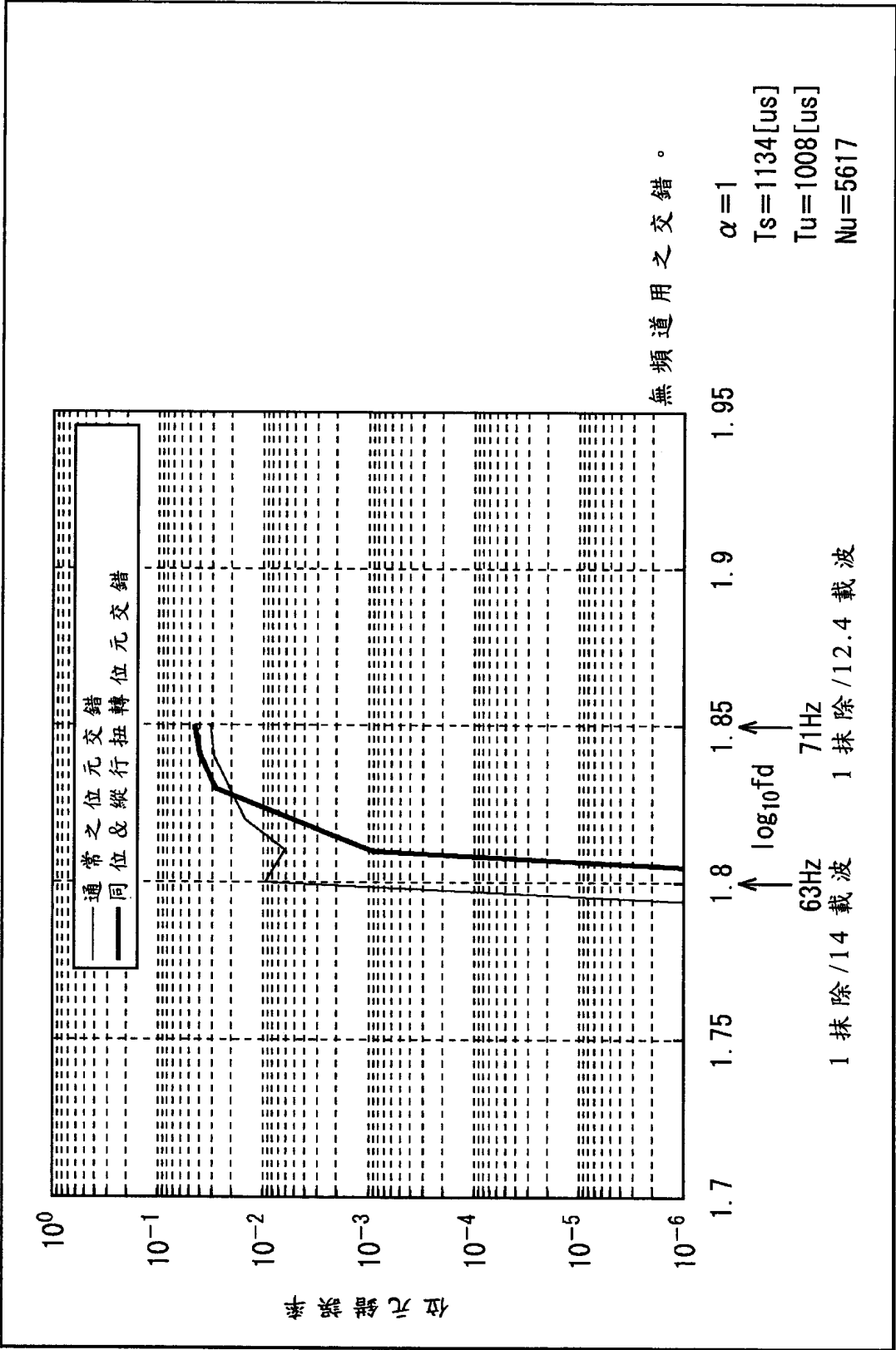


圖 28

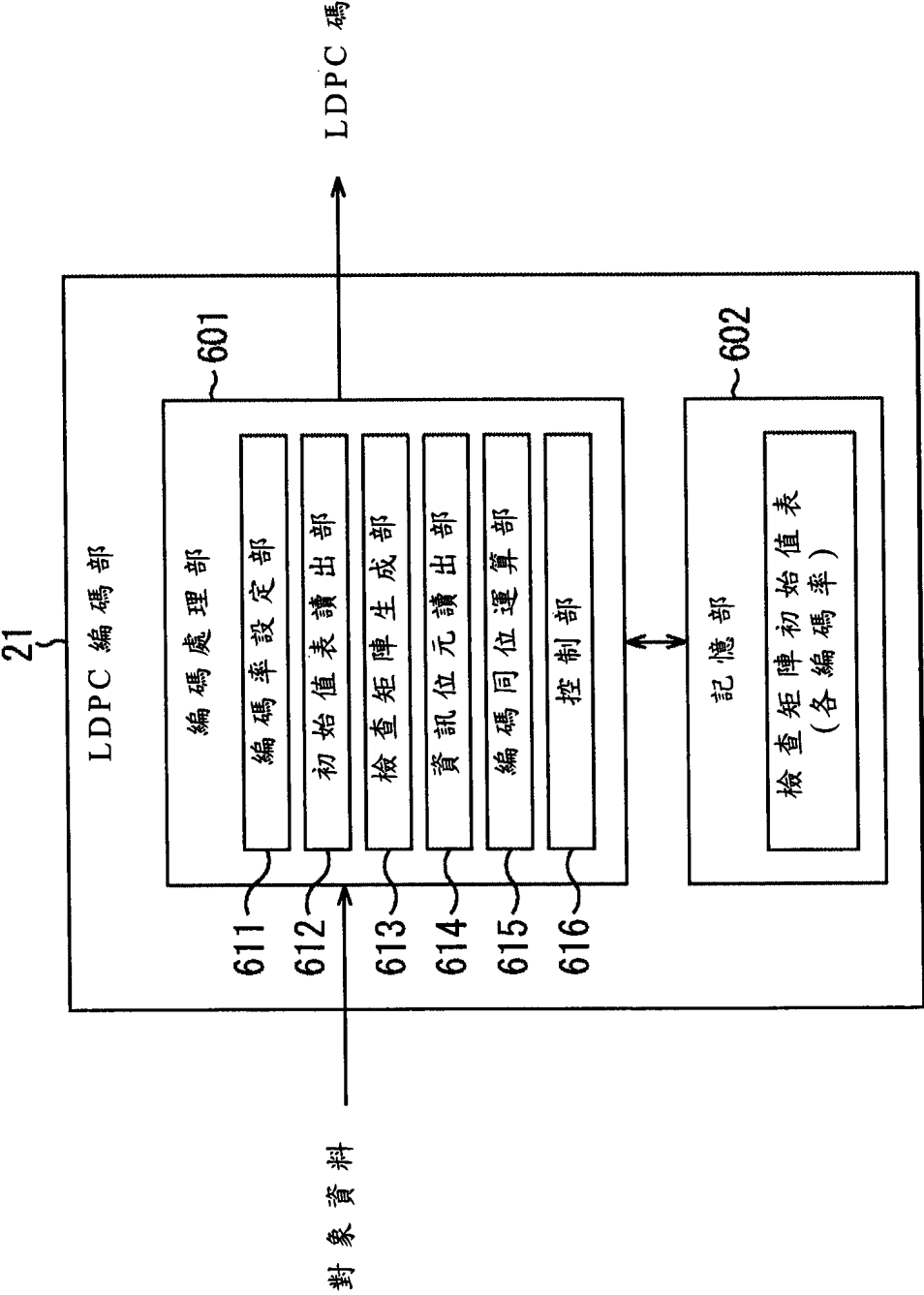


圖 29

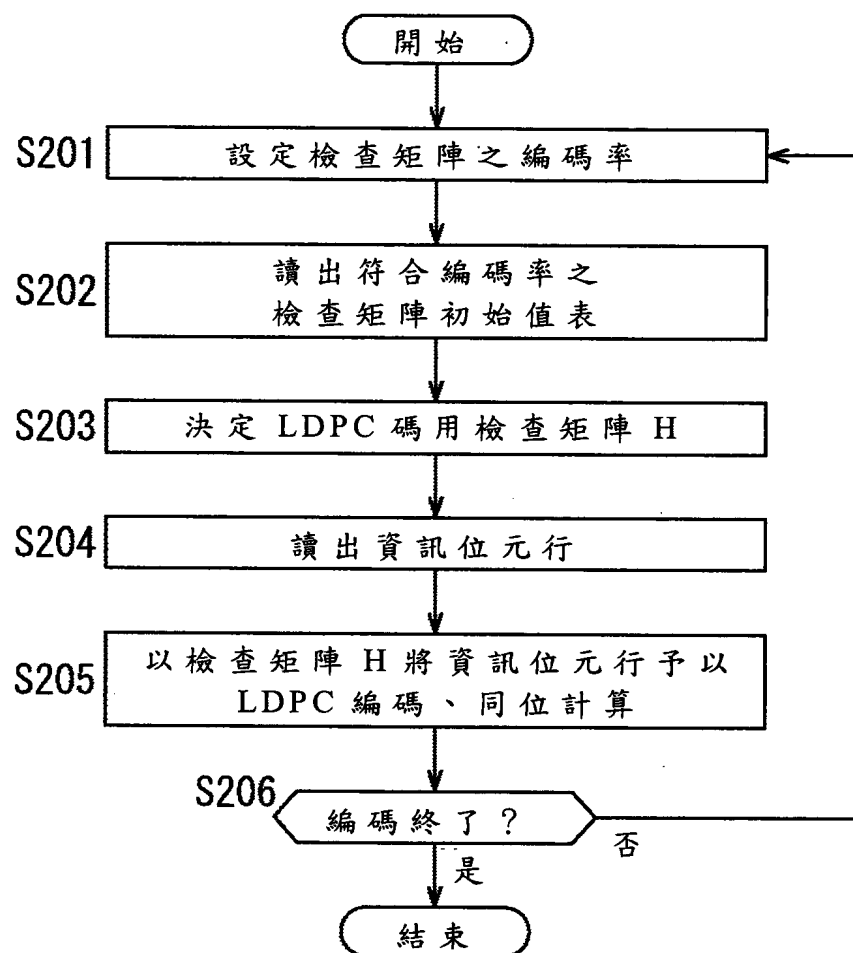


圖 30

— $r=2/3$ 16K —

0	2084	1613	1548	1286	1460	3196	4297	2481	3369	3451	4620	2622
1	122	1516	3448	2880	1407	1847	3799	3529	373	971	4358	3108
2	259	3399	929	2650	864	3996	3833	107	5287	164	3125	2350
3	342	3529										
4	4198	2147										
5	1880	4836										
6	3864	4910										
7	243	1542										
8	3011	1436										
9	2167	2512										
10	4606	1003										
11	2835	705										
12	3426	2365										
13	3848	2474										
14	1360	1743										
0	163	2536										
1	2583	1180										
2	1542	509										
3	4418	1005										
4	5212	5117										
5	2155	2922										
6	347	2696										
7	226	4296										
8	1560	487										
9	3926	1640										
10	149	2928										
11	2364	563										
12	635	688										
13	231	1684										
14	1129	3894										

$r=\frac{2}{3}$, N=16200 之檢查矩陣初始值表

圖 31

$$r = \frac{2}{3}, \quad N=64800 \text{ 之檢査矩陣初始值表}$$

r2/3 64K												
0	10491	16043	506	12826	8065	8226	2767	240	18673	9279	10579	20928
1	17819	8313	6433	6224	5120	5824	12812	17187	9940	13447	13825	18483
2	17957	6024	8681	18628	12794	5915	14576	10970	12064	20437	4455	7151
3	19777	6183	9972	14536	8182	17749	11341	5556	4379	17434	15477	18532
4	4651	19689	1608	659	16707	14335	6143	3058	14618	17894	20684	5306
5	9778	2552	12096	12369	15198	16890	4851	3109	1700	18725	1997	15882
6	486	6111	13743	11537	5591	7433	15227	14145	1483	3887	17431	12430
7	20647	14311	11734	4180	8110	5525	12141	15761	18661	18441	10569	8192
8	3791	14759	15264	19918	10132	9062	10010	12786	10675	9682	19246	5454
9	19525	9485	7777	19999	8378	9209	3163	20232	6690	16518	716	7353
10	4588	6709	20202	10905	915	4317	11073	13576	16433	368	3508	21171
11	14072	4033	19959	12608	631	19494	14160	8249	10223	21504	12395	4322
12	13800	14161										
13	2948	9647										
14	14693	16027										
15	20506	11082										
16	1143	9020										
17	13501	4014										
18	1548	2190										
19	12216	21556										
20	2095	19897										
21	4189	7958										
22	15940	10048										
23	515	12614										
24	8501	8450										
25	17595	16784										
26	5913	8495										
27	16394	10423										
28	7409	6981										
29	6678	15939										
30	20344	12987										
31	2510	14588										
32	17918	6655										
33	6703	19451										
34	496	4217										
35	7290	5766										
36	10521	8925										
37	20379	11905										
38	4090	5838										
39	19082	17040										

圖 32

40	20233	12352
41	19365	19546
42	6249	19030
43	11037	19193
44	19760	11772
45	19644	7428
46	16076	3521
47	11779	21062
48	13062	9682
49	8934	5217
50	11087	3319
51	18892	4356
52	7894	3898
53	5963	4360
54	7346	11726
55	5182	5609
56	2412	17295
57	9845	20494
58	6687	1864
59	20564	5216
0	18226	17207
1	9380	8266
2	7073	3065
3	18252	13437
4	9161	15642
5	10714	10153
6	11585	9078
7	5359	9418
8	9024	9515
9	1206	16354
10	14994	1102
11	9375	20796
12	15964	6027
13	14789	6452
14	8002	18591
15	14742	14089
16	253	3045
17	1274	19286
18	14777	2044
19	13920	9900
20	452	7374

圖 33

21	18206	9921
22	6131	5414
23	10077	9726
24	12045	5479
25	4322	7990
26	15616	5550
27	15561	10661
28	20718	7387
29	2518	18804
30	8984	2600
31	6516	17909
32	11148	98
33	20559	3704
34	7510	1569
35	16000	11692
36	9147	10303
37	16650	191
38	15577	18685
39	17167	20917
40	4256	3391
41	20092	17219
42	9218	5056
43	18429	8472
44	12093	20753
45	16345	12748
46	16023	11095
47	5048	17595
48	18995	4817
49	16483	3536
50	1439	16148
51	3661	3039
52	19010	18121
53	8968	11793
54	13427	18003
55	5303	3083
56	531	16668
57	4771	6722
58	5695	7960
59	3589	14630

圖 34

r3/4 16K	
3	3198 478 4207 1481 1009 2616 1924 3437 554 683 1801
4	2681 2135
5	3107 4027
6	2637 3373
7	3830 3449
8	4129 2060
9	4184 2742
10	3946 1070
11	2239 984
0	1458 3031
1	3003 1328
2	1137 1716
3	132 3725
4	1817 638
5	1774 3447
6	3632 1257
7	542 3694
8	1015 1945
9	1948 412
10	995 2238
11	4141 1907
0	2480 3079
1	3021 1088
2	713 1379
3	997 3903
4	2323 3361
5	1110 986
6	2532 142
7	1690 2405
8	1298 1881
9	615 174
10	1648 3112
11	1415 2808

$r = \frac{3}{4}$, N=16200 之檢查矩陣初始值表

圖 35

$r = \frac{3}{4}$, N=64800 之檢查矩陣初始值表

r3/4 64K

0	6385	7901	14611	13389	11200	3252	5243	2504	2722	821	7374
1	11359	2698	357	13824	12772	7244	6752	15310	852	2001	11417
2	7862	7977	6321	13612	12197	14449	15137	13860	1708	6399	13444
3	1560	11804	6975	13292	3646	3812	8772	7306	5795	14327	7866
4	7626	11407	14599	9689	1628	2113	10809	9283	1230	15241	4870
5	1610	5699	15876	9446	12515	1400	6303	5411	14181	13925	7358
6	4059	8836	3405	7853	7992	15336	5970	10368	10278	9675	4651
7	4441	3963	9153	2109	12683	7459	12030	12221	629	15212	406
8	6007	8411	5771	3497	543	14202	875	9186	6235	13908	3563
9	3232	6625	4795	546	9781	2071	7312	3399	7250	4932	12652
10	8820	10088	11090	7069	6585	13134	10158	7183	488	7455	9238
11	1903	10818	119	215	7558	11046	10615	11545	14784	7961	15619
12	3655	8736	4917	15874	5129	2134	15944	14768	7150	2692	1469
13	8316	3820	505	8923	6757	806	7957	4216	15589	13244	2622
14	14463	4852	15733	3041	11193	12860	13673	8152	6551	15108	8758
15	3149	11981									
16	13416	6906									
17	13098	13352									
18	2009	14460									
19	7207	4314									
20	3312	3945									
21	4418	6248									
22	2669	13975									
23	7571	9023									
24	14172	2967									
25	7271	7138									
26	6135	13670									
27	7490	14559									
28	8657	2466									
29	8599	12834									
30	3470	3152									
31	13917	4365									
32	6024	13730									
33	10973	14182									
34	2464	13167									
35	5281	15049									
36	1103	1849									
37	2058	1069									
38	9654	6095									
39	14311	7667									

圖 36

40	15617	8146
41	4588	11218
42	13660	6243
43	8578	7874
44	11741	2686
0	1022	1264
1	12604	9965
2	8217	2707
3	3156	11793
4	354	1514
5	6978	14058
6	7922	16079
7	15087	12138
8	5053	6470
9	12687	14932
10	15458	1763
11	8121	1721
12	12431	549
13	4129	7091
14	1426	8415
15	9783	7604
16	6295	11329
17	1409	12061
18	8065	9087
19	2918	8438
20	1293	14115
21	3922	13851
22	3851	4000
23	5865	1768
24	2655	14957
25	5565	6332
26	4303	12631
27	11653	12236
28	16025	7632
29	4655	14128
30	9584	13123
31	13987	9597
32	15409	12110
33	8754	15490
34	7416	15325
35	2909	15549

圖 37

36 2995 8257
37 9406 4791
38 11111 4854
39 2812 8521
40 8476 14717
41 7820 15360
42 1179 7939
43 2357 8678
44 7703 6216
0 3477 7067
1 3931 13845
2 7675 12899
3 1754 8187
4 7785 1400
5 9213 5891
6 2494 7703
7 2576 7902
8 4821 15682
9 10426 11935
10 1810 904
11 11332 9264
12 11312 3570
13 14916 2650
14 7679 7842
15 6089 13084
16 3938 2751
17 8509 4648
18 12204 8917
19 5749 12443
20 12613 4431
21 1344 4014
22 8488 13850
23 1730 14896
24 14942 7126
25 14983 8863
26 6578 8564
27 4947 396
28 297 12805
29 13878 6692
30 11857 11186
31 14395 11493

圖 38

32	16145	12251
33	13462	7428
34	14526	13119
35	2535	11243
36	6465	12690
37	6872	9334
38	15371	14023
39	8101	10187
40	11963	4848
41	15125	6119
42	8051	14465
43	11139	5167
44	2883	14521

圖 39

r4/5 16K		
5	896	1565
6	2493	184
7	212	3210
8	727	1339
9	3428	612
0	2663	1947
1	230	2695
2	2025	2794
3	3039	283
4	862	2889
5	376	2110
6	2034	2286
7	951	2068
8	3108	3542
9	307	1421
0	2272	1197
1	1800	3280
2	331	2308
3	465	2552
4	1038	2479
5	1383	343
6	94	236
7	2619	121
8	1497	2774
9	2116	1855
0	722	1584
1	2767	1881
2	2701	1610
3	3283	1732
4	168	1099
5	3074	243
6	3460	945
7	2049	1746
8	566	1427
9	3545	1168

$r=\frac{4}{5}$, N=16200 之檢 查矩陣初始值表

圖 40

$$r = \frac{4}{5}, N=64800 \text{ 之檢查矩陣初始值表}$$

r4/5 64K

0	149	11212	5575	6360	12559	8108	8505	408	10026	12828
1	5237	490	10677	4998	3869	3734	3092	3509	7703	10305
2	8742	5553	2820	7085	12116	10485	564	7795	2972	2157
3	2699	4304	8350	712	2841	3250	4731	10105	517	7516
4	12067	1351	11992	12191	11267	5161	537	6166	4246	2363
5	6828	7107	2127	3724	5743	11040	10756	4073	1011	3422
6	11259	1216	9526	1466	10816	940	3744	2815	11506	11573
7	4549	11507	1118	1274	11751	5207	7854	12803	4047	6484
8	8430	4115	9440	413	4455	2262	7915	12402	8579	7052
9	3885	9126	5665	4505	2343	253	4707	3742	4166	1556
10	1704	8936	6775	8639	8179	7954	8234	7850	8883	8713
11	11716	4344	9087	11264	2274	8832	9147	11930	6054	5455
12	7323	3970	10329	2170	8262	3854	2087	12899	9497	11700
13	4418	1467	2490	5841	817	11453	533	11217	11962	5251
14	1541	4525	7976	3457	9536	7725	3788	2982	6307	5997
15	11484	2739	4023	12107	6516	551	2572	6628	8150	9852
16	6070	1761	4627	6534	7913	3730	11866	1813	12306	8249
17	12441	5489	8748	7837	7660	2102	11341	2936	6712	11977
18	10155	4210								
19	1010	10483								
20	8900	10250								
21	10243	12278								
22	7070	4397								
23	12271	3887								
24	11980	6836								
25	9514	4356								
26	7137	10281								
27	11881	2526								
28	1969	11477								
29	3044	10921								
30	2236	8724								
31	9104	6340								
32	7342	8582								
33	11675	10405								
34	6467	12775								
35	3186	12198								
0	9621	11445								
1	7486	5611								
2	4319	4879								
3	2196	344								

圖 41

4 7527 6650
5 10693 2440
6 6755 2706
7 5144 5998
8 11043 8033
9 4846 4435
10 4157 9228
11 12270 6562
12 11954 7592
13 7420 2592
14 8810 9636
15 689 5430
16 920 1304
17 1253 11934
18 9559 6016
19 312 7589
20 4439 4197
21 4002 9555
22 12232 7779
23 1494 8782
24 10749 3969
25 4368 3479
26 6316 5342
27 2455 3493
28 12157 7405
29 6598 11495
30 11805 4455
31 9625 2090
32 4731 2321
33 3578 2608
34 8504 1849
35 4027 1151
0 5647 4935
1 4219 1870
2 10968 8054
3 6970 5447
4 3217 5638
5 8972 669
6 5618 12472
7 1457 1280
8 8868 3883

圖 42

9 8866 1224
 10 8371 5972
 11 266 4405
 12 3706 3244
 13 6039 5844
 14 7200 3283
 15 1502 11282
 16 12318 2202
 17 4523 965
 18 9587 7011
 19 2552 2051
 20 12045 10306
 21 11070 5104
 22 6627 6906
 23 9889 2121
 24 829 9701
 25 2201 1819
 26 6689 12925
 27 2139 8757
 28 12004 5948
 29 8704 3191
 30 8171 10933
 31 6297 7116
 32 616 7146
 33 5142 9761
 34 10377 8138
 35 7616 5811
 0 7285 9863
 1 7764 10867
 2 12343 9019
 3 4414 8331
 4 3464 642
 5 6960 2039
 6 786 3021
 7 710 2086
 8 7423 5601
 9 8120 4885
 10 12385 11990
 11 9739 10034
 12 424 10162
 13 1347 7597

圖 43

14	1450	112
15	7965	8478
16	8945	7397
17	6590	8316
18	6838	9011
19	6174	9410
20	255	113
21	6197	5835
22	12902	3844
23	4377	3505
24	5478	8672
25	4453	2132
26	9724	1380
27	12131	11526
28	12323	9511
29	8231	1752
30	497	9022
31	9288	3080
32	2481	7515
33	2696	268
34	4023	12341
35	7108	5553

圖 44

r5/6 16K									
3	2409	499	1481	908	559	716	1270	333	2508
4	2447	1926							
5	414	1224							
6	2114	842							
7	212	573							
0	2383	2112							
1	2286	2348							
2	545	819							
3	1264	143							
4	1701	2258							
5	964	166							
6	114	2413							
7	2243	81							
0	1245	1581							
1	775	169							
2	1696	1104							
3	1914	2831							
4	532	1450							
5	91	974							
6	497	2228							
7	2326	1579							
0	2482	256							
1	1117	1261							
2	1257	1658							
3	1478	1225							
4	2511	980							
5	2320	2675							
6	435	1278							
7	228	503							
0	1885	2369							
1	57	483							
2	838	1050							
3	1231	1990							
4	1738	68							
5	2392	951							
6	163	645							
7	2644	1704							

$r = \frac{5}{6}$, N=16200 之檢查矩陣初始值表

圖 45

$$r = \frac{5}{6}, \quad N = 64800 \text{ 之檢查矩陣初始值表}$$

r5/6 64K												
0	4362	416	8909	4156	3216	3112	2560	2912	6405	8593	4969	6723
1	2479	1786	8978	3011	4339	9313	6397	2957	7288	5484	6031	10217
2	10175	9009	9889	3091	4985	7267	4092	8874	5671	2777	2189	8716
3	9052	4795	3924	3370	10058	1128	9996	10165	9360	4297	434	5138
4	2379	7834	4835	2327	9843	804	329	8353	7167	3070	1528	7311
5	3435	7871	348	3693	1876	6585	10340	7144	5870	2084	4052	2780
6	3917	3111	3476	1304	10331	5939	5199	1611	1991	699	8316	9960
7	6883	3237	1717	10752	7891	9764	4745	3888	10009	4176	4614	1567
8	10587	2195	1689	2968	5420	2580	2883	6496	111	6023	1024	4449
9	3786	8593	2074	3321	5057	1450	3840	5444	6572	3094	9892	1512
10	8548	1848	10372	4585	7313	6536	6379	1766	9462	2456	5606	9975
11	8204	10593	7935	3636	3882	394	5968	8561	2395	7289	9267	9978
12	7795	74	1633	9542	6867	7352	6417	7568	10623	725	2531	9115
13	7151	2482	4260	5003	10105	7419	9203	6691	8798	2092	8263	3755
14	3600	570	4527	200	9718	6771	1995	8902	5446	768	1103	6520
15	6304	7621										
16	6498	9209										
17	7293	6786										
18	5950	1708										
19	8521	1793										
20	6174	7854										
21	9773	1190										
22	9517	10268										
23	2181	9349										
24	1949	5560										
25	1556	555										
26	8600	3827										
27	5072	1057										
28	7928	3542										
29	3226	3762										
0	7045	2420										
1	9645	2641										
2	2774	2452										
3	5331	2031										
4	9400	7503										
5	1850	2338										
6	10456	9774										
7	1692	9276										
8	10037	4038										
9	3964	338										

圖 46

10	2640	5087
11	858	3473
12	5582	5683
13	9523	916
14	4107	1559
15	4506	3491
16	8191	4182
17	10192	6157
18	5668	3305
19	3449	1540
20	4766	2697
21	4069	6675
22	1117	1016
23	5619	3085
24	8483	8400
25	8255	394
26	6338	5042
27	6174	5119
28	7203	1989
29	1781	5174
0	1464	3559
1	3376	4214
2	7238	67
3	10595	8831
4	1221	6513
5	5300	4652
6	1429	9749
7	7878	5131
8	4435	10284
9	6331	5507
10	6662	4941
11	9614	10238
12	8400	8025
13	9156	5630
14	7067	8878
15	9027	3415
16	1690	3866
17	2854	8469
18	6206	630
19	363	5453
20	4125	7008

圖 47

21 1612 6702
22 9069 9226
23 5767 4060
24 3743 9237
25 7018 5572
26 8892 4536
27 853 6064
28 8069 5893
29 2051 2885
0 10691 3153
1 3602 4055
2 328 1717
3 2219 9299
4 1939 7898
5 617 206
6 8544 1374
7 10676 3240
8 6672 9489
9 3170 7457
10 7868 5731
11 6121 10732
12 4843 9132
13 580 9591
14 6267 9290
15 3009 2268
16 195 2419
17 8016 1557
18 1516 9195
19 8062 9064
20 2095 8968
21 753 7326
22 6291 3833
23 2614 7844
24 2303 646
25 2075 611
26 4687 362
27 8684 9940
28 4830 2065
29 7038 1363
0 1769 7837
1 3801 1689

2	10070	2359
3	3667	9918
4	1914	6920
5	4244	5669
6	10245	7821
7	7648	3944
8	3310	5488
9	6346	9666
10	7088	6122
11	1291	7827
12	10592	8945
13	3609	7120
14	9168	9112
15	6203	8052
16	3330	2895
17	4264	10563
18	10556	6496
19	8807	7645
20	1999	4530
21	9202	6818
22	3403	1734
23	2106	9023
24	6881	3883
25	3895	2171
26	4062	6424
27	3755	9536
28	4683	2131
29	7347	8027

圖 49

$$r = \frac{8}{9}, \quad N=16200 \text{ 之檢査矩陣初始值表}$$

r8/9 16K			
0	1558	712	805
1	1450	873	1337
2	1741	1129	1184
3	294	806	1566
4	482	605	923
0	926	1578	
1	777	1374	
2	608	151	
3	1195	210	
4	1484	692	
0	427	488	
1	828	1124	
2	874	1366	
3	1500	835	
4	1496	502	
0	1006	1701	
1	1155	97	
2	657	1403	
3	1453	624	
4	429	1495	
0	809	385	
1	367	151	
2	1323	202	
3	960	318	
4	1451	1039	
0	1098	1722	
1	1015	1428	
2	1261	1564	
3	544	1190	
4	1472	1246	
0	508	630	
1	421	1704	
2	284	898	
3	392	577	
4	1155	556	
0	631	1000	
1	732	1368	
2	1328	329	
3	1515	506	
4	1104	1172	

圖 50

$$r = \frac{8}{9}, \quad N=64800 \text{ 之檢査矩陣初始值表}$$

r8/9 64K			
0	6235	2848	3222
1	5800	3492	5348
2	2757	927	90
3	6961	4516	4739
4	1172	3237	6264
5	1927	2425	3683
6	3714	6309	2495
7	3070	6342	7154
8	2428	613	3761
9	2906	264	5927
10	1716	1950	4273
11	4613	6179	3491
12	4865	3286	6005
13	1343	5923	3529
14	4589	4035	2132
15	1579	3920	6737
16	1644	1191	5998
17	1482	2381	4620
18	6791	6014	6596
19	2738	5918	3786
0	5156	6166	
1	1504	4356	
2	130	1904	
3	6027	3187	
4	6718	759	
5	6240	2870	
6	2343	1311	
7	1039	5465	
8	6617	2513	
9	1588	5222	
10	6561	535	
11	4765	2054	
12	5966	6892	
13	1969	3869	
14	3571	2420	
15	4632	981	
16	3215	4163	
17	973	3117	
18	3802	6198	
19	3794	3948	

圖 51

0	3196	6126
1	573	1909
2	850	4034
3	5622	1601
4	6005	524
5	5251	5783
6	172	2032
7	1875	2475
8	497	1291
9	2566	3430
10	1249	740
11	2944	1948
12	6528	2899
13	2243	3616
14	867	3733
15	1374	4702
16	4698	2285
17	4760	3917
18	1859	4058
19	6141	3527
0	2148	5066
1	1306	145
2	2319	871
3	3463	1061
4	5554	6647
5	5837	339
6	5821	4932
7	6356	4756
8	3930	418
9	211	3094
10	1007	4928
11	3584	1235
12	6982	2869
13	1612	1013
14	953	4964
15	4555	4410
16	4925	4842
17	5778	600
18	6509	2417
19	1260	4903
0	3369	3031

圖 52

1	3557	3224
2	3028	583
3	3258	440
4	6226	6655
5	4895	1094
6	1481	6847
7	4433	1932
8	2107	1649
9	2119	2065
10	4003	6388
11	6720	3622
12	3694	4521
13	1164	7050
14	1965	3613
15	4331	66
16	2970	1796
17	4652	3218
18	1762	4777
19	5736	1399
0	970	2572
1	2062	6599
2	4597	4870
3	1228	6913
4	4159	1037
5	2916	2362
6	395	1226
7	6911	4548
8	4618	2241
9	4120	4280
10	5825	474
11	2154	5558
12	3793	5471
13	5707	1595
14	1403	325
15	6601	5183
16	6369	4569
17	4846	896
18	7092	6184
19	6764	7127
0	6358	1951
1	3117	6960

圖 53

2	2710	7062
3	1133	3604
4	3694	657
5	1355	110
6	3329	6736
7	2505	3407
8	2462	4806
9	4216	214
10	5348	5619
11	6627	6243
12	2644	5073
13	4212	5088
14	3463	3889
15	5306	478
16	4320	6121
17	3961	1125
18	5699	1195
19	6511	792
0	3934	2778
1	3238	6587
2	1111	6596
3	1457	6226
4	1446	3885
5	3907	4043
6	6839	2873
7	1733	5615
8	5202	4269
9	3024	4722
10	5445	6372
11	370	1828
12	4695	1600
13	680	2074
14	1801	6690
15	2669	1377
16	2463	1681
17	5972	5171
18	5728	4284
19	1696	1459

圖 54

$$r = \frac{9}{10}, \quad N=64800 \text{ 之檢查矩陣初始值表}$$

r9/10 64K			
0	5611	2563	2900
1	5220	3143	4813
2	2481	834	81
3	6265	4064	4265
4	1055	2914	5638
5	1734	2182	3315
6	3342	5678	2246
7	2185	552	3385
8	2615	236	5334
9	1546	1755	3846
10	4154	5561	3142
11	4382	2957	5400
12	1209	5329	3179
13	1421	3528	6063
14	1480	1072	5398
15	3843	1777	4369
16	1334	2145	4163
17	2368	5055	260
0	6118	5405	
1	2994	4370	
2	3405	1669	
3	4640	5550	
4	1354	3921	
5	117	1713	
6	5425	2866	
7	6047	683	
8	5616	2582	
9	2108	1179	
10	933	4921	
11	5953	2261	
12	1430	4699	
13	5905	480	
14	4289	1846	
15	5374	6208	
16	1775	3476	
17	3216	2178	
0	4165	884	
1	2896	3744	
2	874	2801	
3	3423	5579	

圖 55

4	3404	3552
5	2876	5515
6	516	1719
7	765	3631
8	5059	1441
9	5629	598
10	5405	473
11	4724	5210
12	155	1832
13	1689	2229
14	449	1164
15	2308	3088
16	1122	669
17	2268	5758
0	5878	2609
1	782	3359
2	1231	4231
3	4225	2052
4	4286	3517
5	5531	3184
6	1935	4560
7	1174	131
8	3115	956
9	3129	1088
10	5238	4440
11	5722	4280
12	3540	375
13	191	2782
14	906	4432
15	3225	1111
16	6296	2583
17	1457	903
0	855	4475
1	4097	3970
2	4433	4361
3	5198	541
4	1146	4426
5	3202	2902
6	2724	525
7	1083	4124
8	2326	6003

圖 56

9	5605	5990
10	4376	1579
11	4407	984
12	1332	6163
13	5359	3975
14	1907	1854
15	3601	5748
16	6056	3266
17	3322	4085
0	1768	3244
1	2149	144
2	1589	4291
3	5154	1252
4	1855	5939
5	4820	2706
6	1475	3360
7	4266	693
8	4156	2018
9	2103	752
10	3710	3853
11	5123	931
12	6146	3323
13	1939	5002
14	5140	1437
15	1263	293
16	5949	4665
17	4548	6380
0	3171	4690
1	5204	2114
2	6384	5565
3	5722	1757
4	2805	6264
5	1202	2616
6	1018	3244
7	4018	5289
8	2257	3067
9	2483	3073
10	1196	5329
11	649	3918
12	3791	4581
13	5028	3803

圖 57

14	3119	3506
15	4779	431
16	3888	5510
17	4387	4084
0	5836	1692
1	5126	1078
2	5721	6165
3	3540	2499
4	2225	6348
5	1044	1484
6	6323	4042
7	1313	5603
8	1303	3496
9	3516	3639
10	5161	2293
11	4682	3845
12	3045	643
13	2818	2616
14	3267	649
15	6236	593
16	646	2948
17	4213	1442
0	5779	1596
1	2403	1237
2	2217	1514
3	5609	716
4	5155	3858
5	1517	1312
6	2554	3158
7	5280	2643
8	4990	1353
9	5648	1170
10	1152	4366
11	3561	5368
12	3581	1411
13	5647	4661
14	1542	5401
15	5078	2687
16	316	1755
17	3392	1991

圖 58

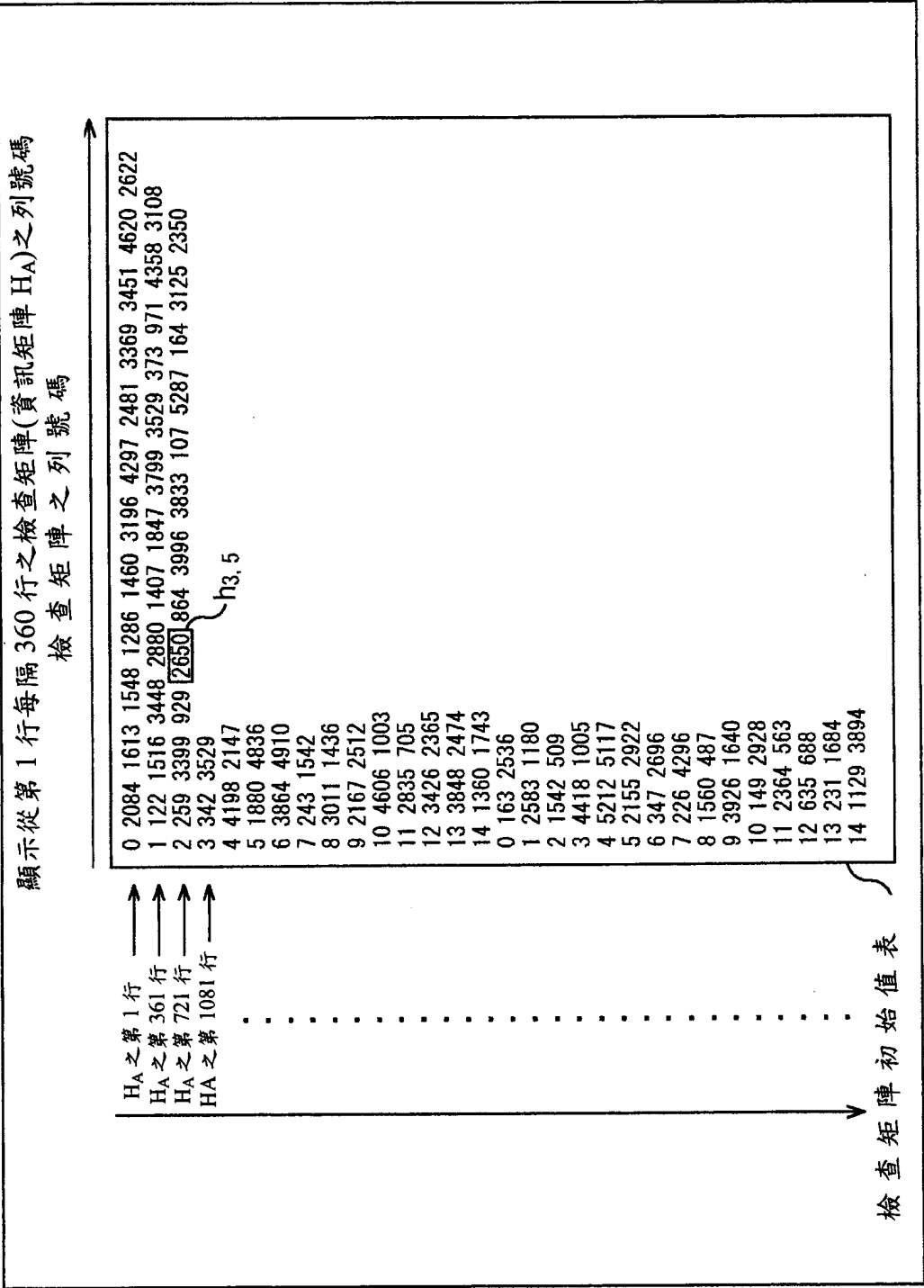


圖 59

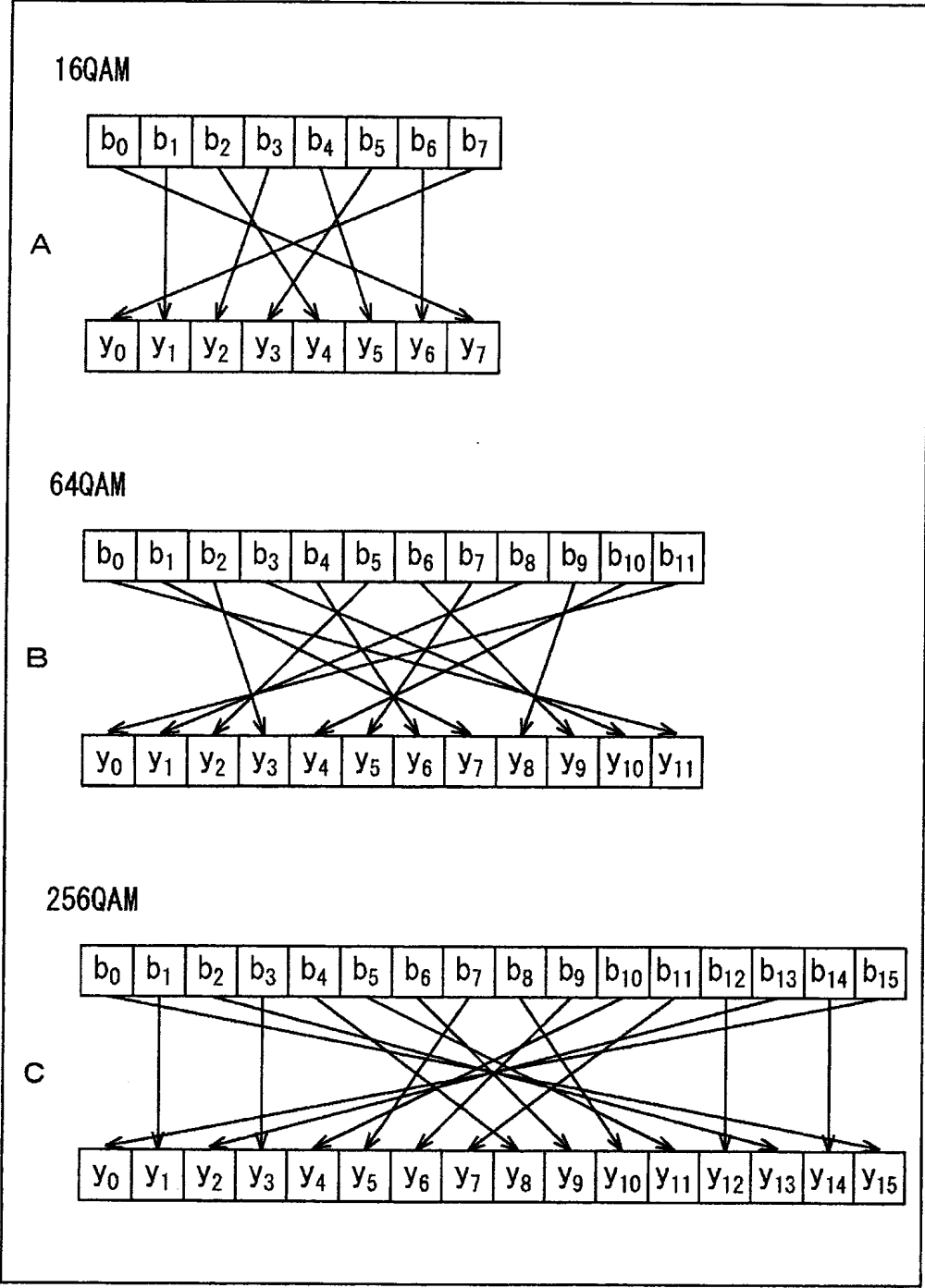


圖 60

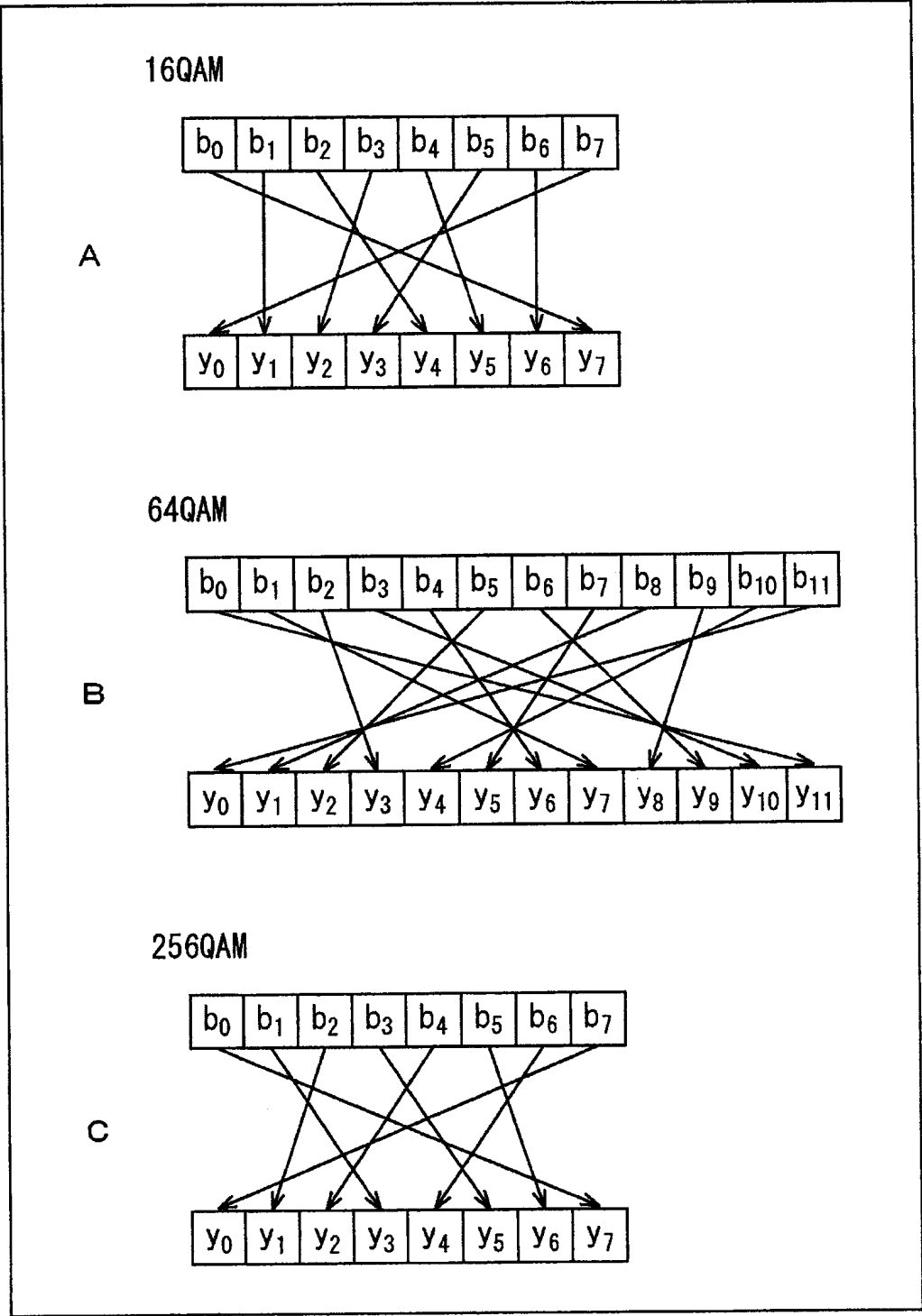


圖 61

62

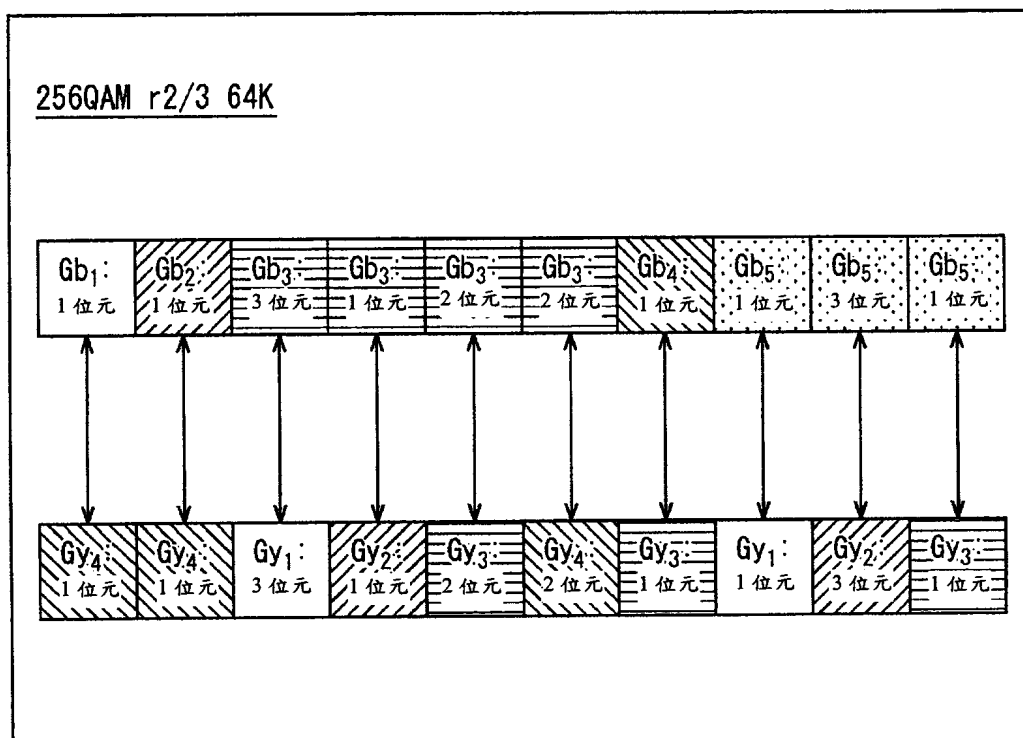


圖 63

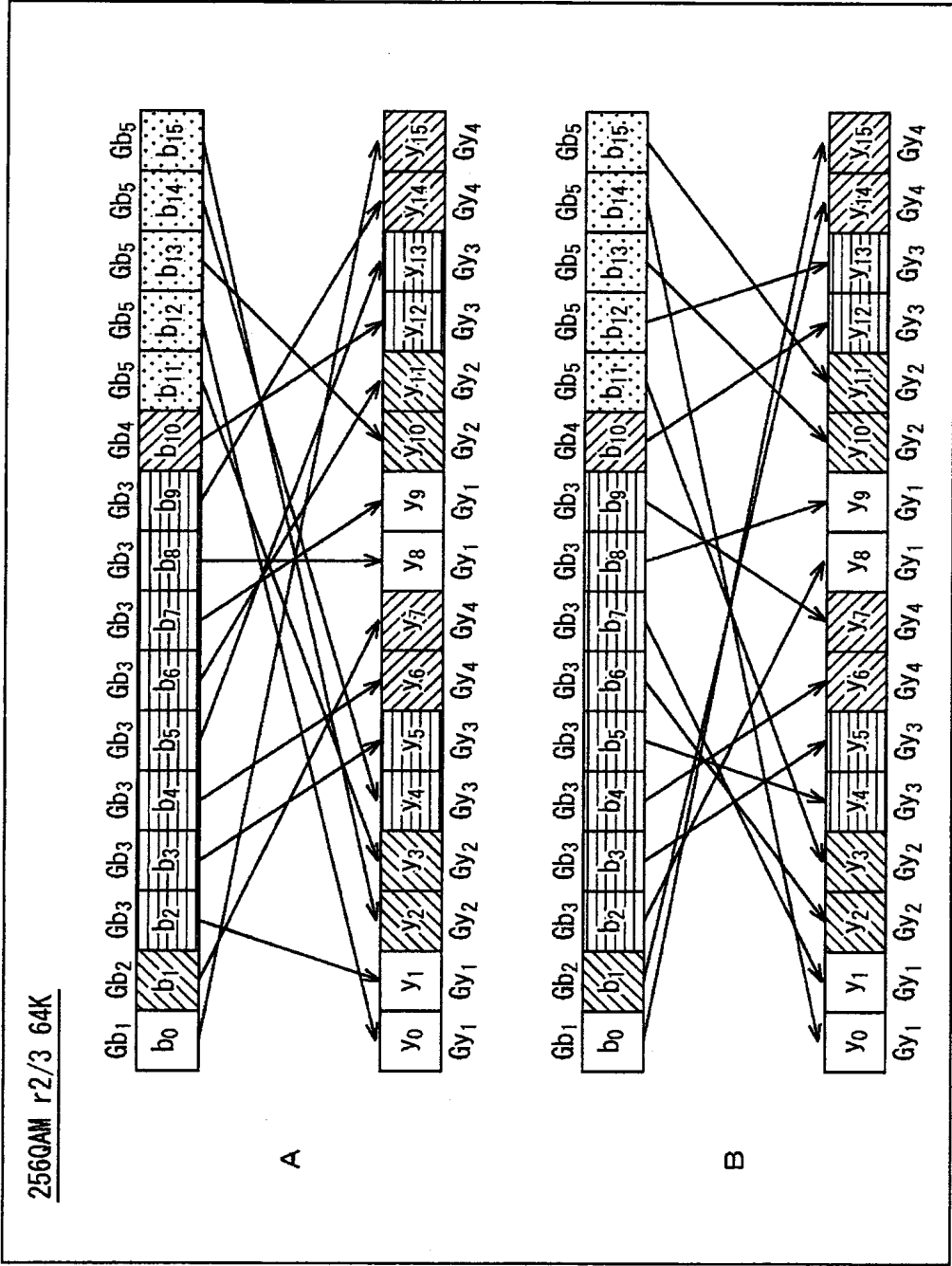


圖 64

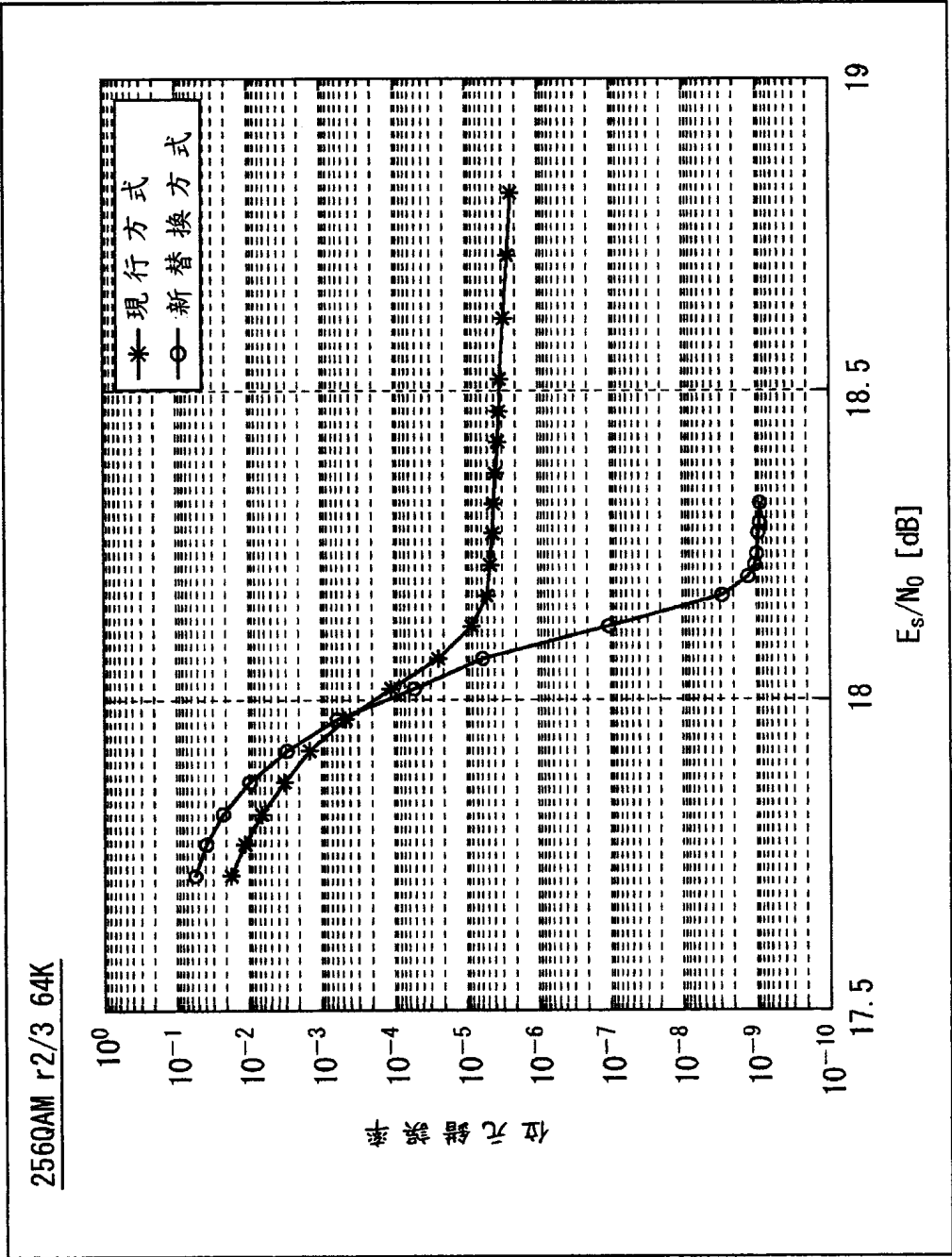


圖 65

r2/3 64K												
317	2255	2324	2723	3538	3576	6194	6700	9101	10057	12739	17407	21039
1958	2007	3294	4394	12762	14505	14593	14692	16522	17737	19245	21272	21379
127	860	5001	5633	8644	9282	12690	14644	17553	19511	19681	20954	21002
2514	2822	5781	6297	8063	9469	9551	11407	11837	12985	15710	20236	20393
1565	3106	4659	4926	6495	6872	7343	8720	15785	16434	16727	19884	21325
706	3220	8568	10896	12486	13663	16398	16599	19475	19781	20625	20961	21335
4257	10449	12406	14561	16049	16522	17214	18029	18033	18802	19062	19526	20748
412	433	558	2614	2978	4157	6584	9320	11683	11819	13024	14486	16860
777	5906	7403	8550	8717	8770	11436	12846	13629	14755	15688	16392	16419
4093	5045	6037	7248	8633	9771	10260	10809	11326	12072	17516	19344	19938
2120	2648	3155	3852	6888	12258	14821	15359	16378	16437	17791	20614	21025
1085	2434	5816	7151	8050	9422	10884	12728	15353	17733	18140	18729	20920
856	1690	12787										
6532	7357	9151										
4210	16615	18152										
11494	14036	17470										
2474	10291	10323										
1778	6973	10739										
4347	9570	18748										
2189	11942	20666										
3868	7526	17706										
8780	14796	18268										
160	16232	17399										
1285	2003	18922										
4658	17331	20361										
2765	4862	5875										
4565	5521	8759										
3484	7305	15829										
5024	17730	17879										
7031	12346	15024										
179	6365	11352										
2490	3143	5098										
2643	3101	21259										
4315	4724	13130										
594	17365	18322										
5983	8597	9627										
10837	15102	20876										
10448	20418	21478										
3848	12029	15228										
708	5652	13146										
5998	7534	16117										
2098	13201	18317										
9186	14548	17776										
5246	10398	18597										

圖 66

3083	4944	21021
13726	18495	19921
6736	10811	17545
10084	12411	14432
1064	13555	17033
679	9878	13547
3422	9910	20194
3640	3701	10046
5862	10134	11498
5923	9580	15060
1073	3012	16427
5527	20113	20883
7058	12924	15151
9764	12230	17375
772	7711	12723
555	13816	15376
10574	11268	17932
15442	17266	20482
390	3371	8781
10512	12216	17180
4309	14068	15783
3971	11673	20009
9259	14270	17199
2947	5852	20101
3965	9722	15363
1429	5689	16771
6101	6849	12781
3676	9347	18761
350	11659	18342
5961	14803	16123
2113	9163	13443
2155	9808	12885
2861	7988	11031
7309	9220	20745
6834	8742	11977
2133	12908	14704
10170	13809	18153
13464	14787	14975
799	1107	3789
3571	8176	10165
5433	13446	15481
3351	6767	12840
8950	8974	11650
1430	4250	21332

圖 67

6283	10628	15050
8632	14404	16916
6509	10702	16278
15900	16395	17995
8031	18420	19733
3747	4634	17087
4453	6297	16262
2792	3513	17031
14846	20893	21563
17220	20436	21337
275	4107	10497
3536	7520	10027
14089	14943	19455
1965	3931	21104
2439	11565	17932
154	15279	21414
10017	11269	16546
7169	10161	16928
10284	16791	20655
36	3175	8475
2605	16269	19290
8947	9178	15420
5687	9156	12408
8096	9738	14711
4935	8093	19266
2667	10062	15972
6389	11318	14417
8800	18137	18434
5824	5927	15314
6056	13168	15179
3284	13138	18919
13115	17259	17332

圖 68

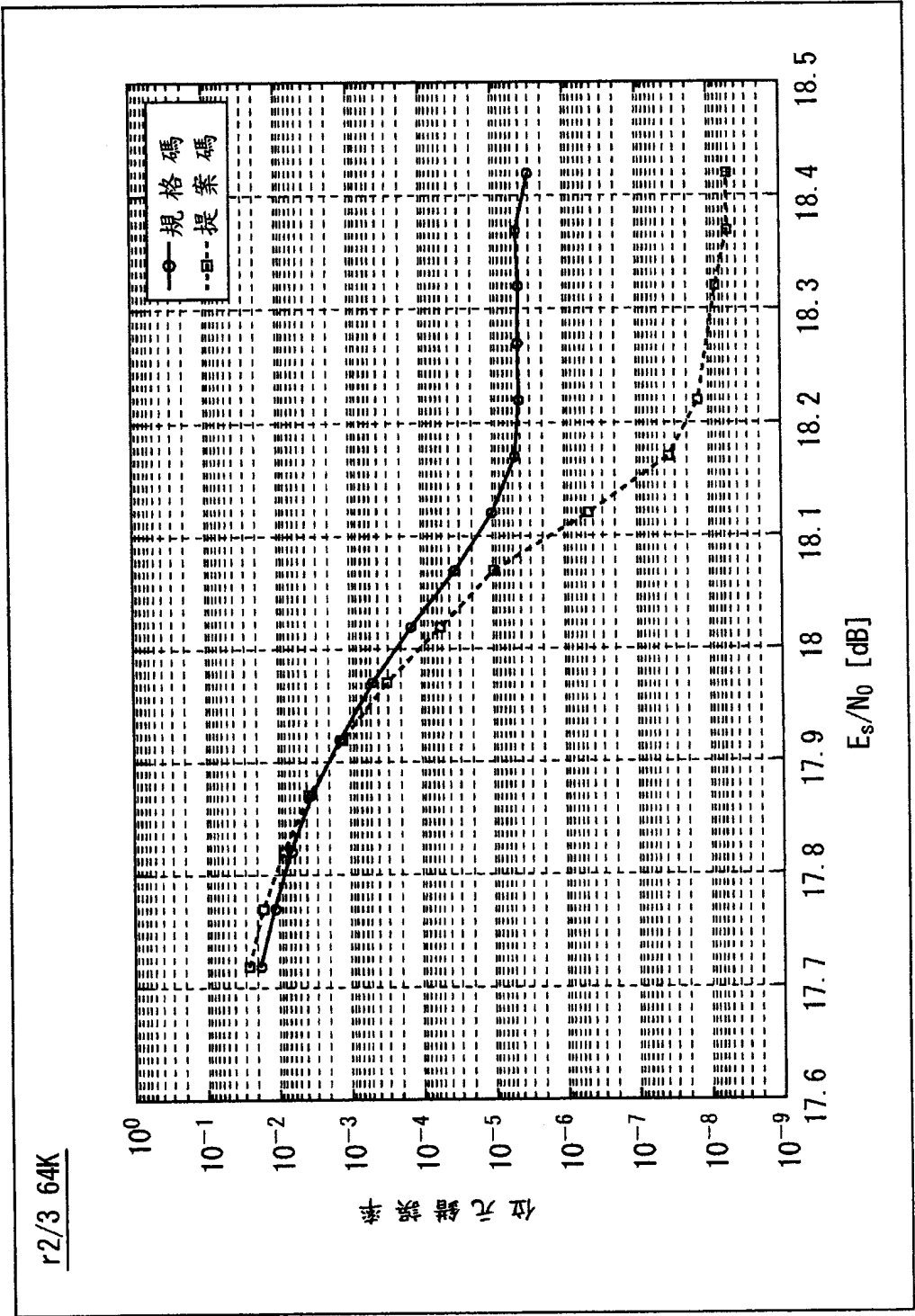


圖 69

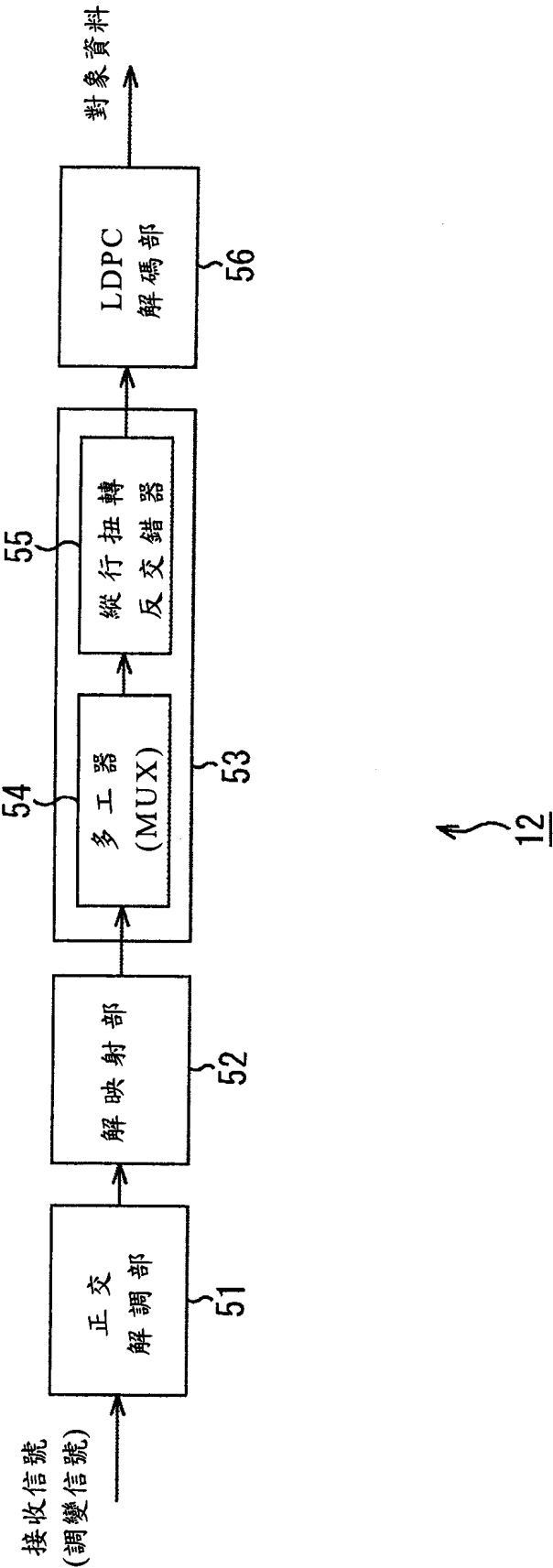


圖 70

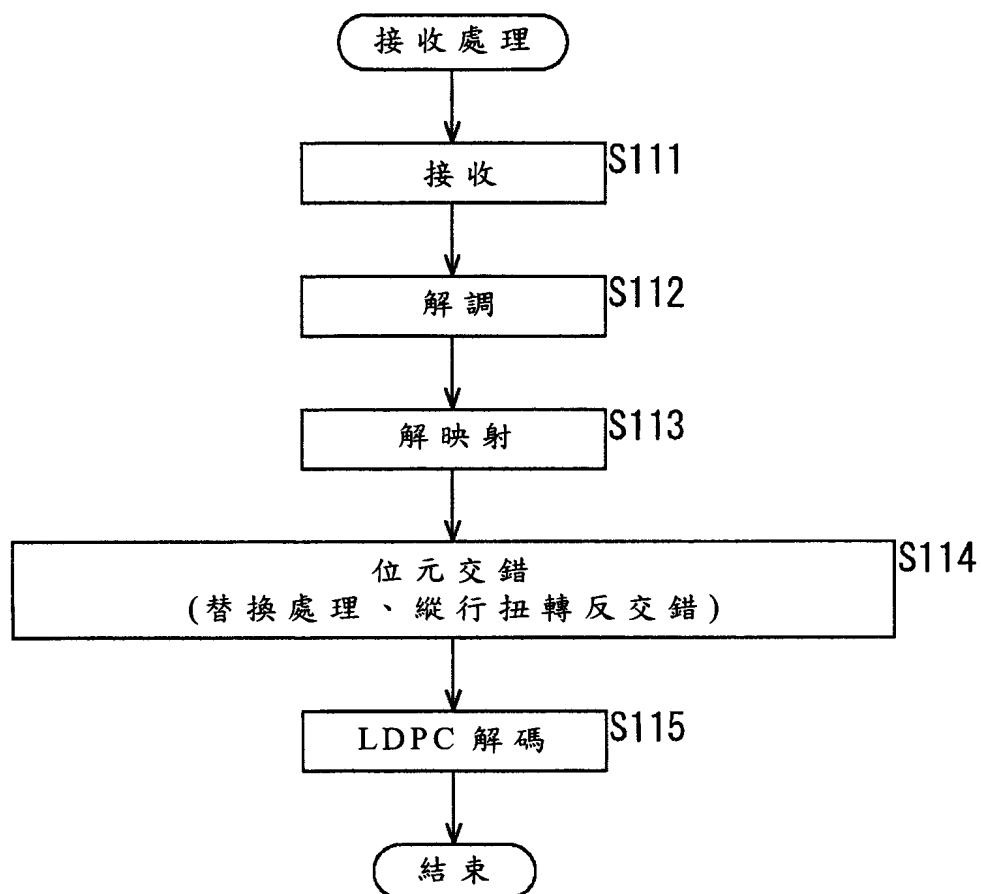


圖 71

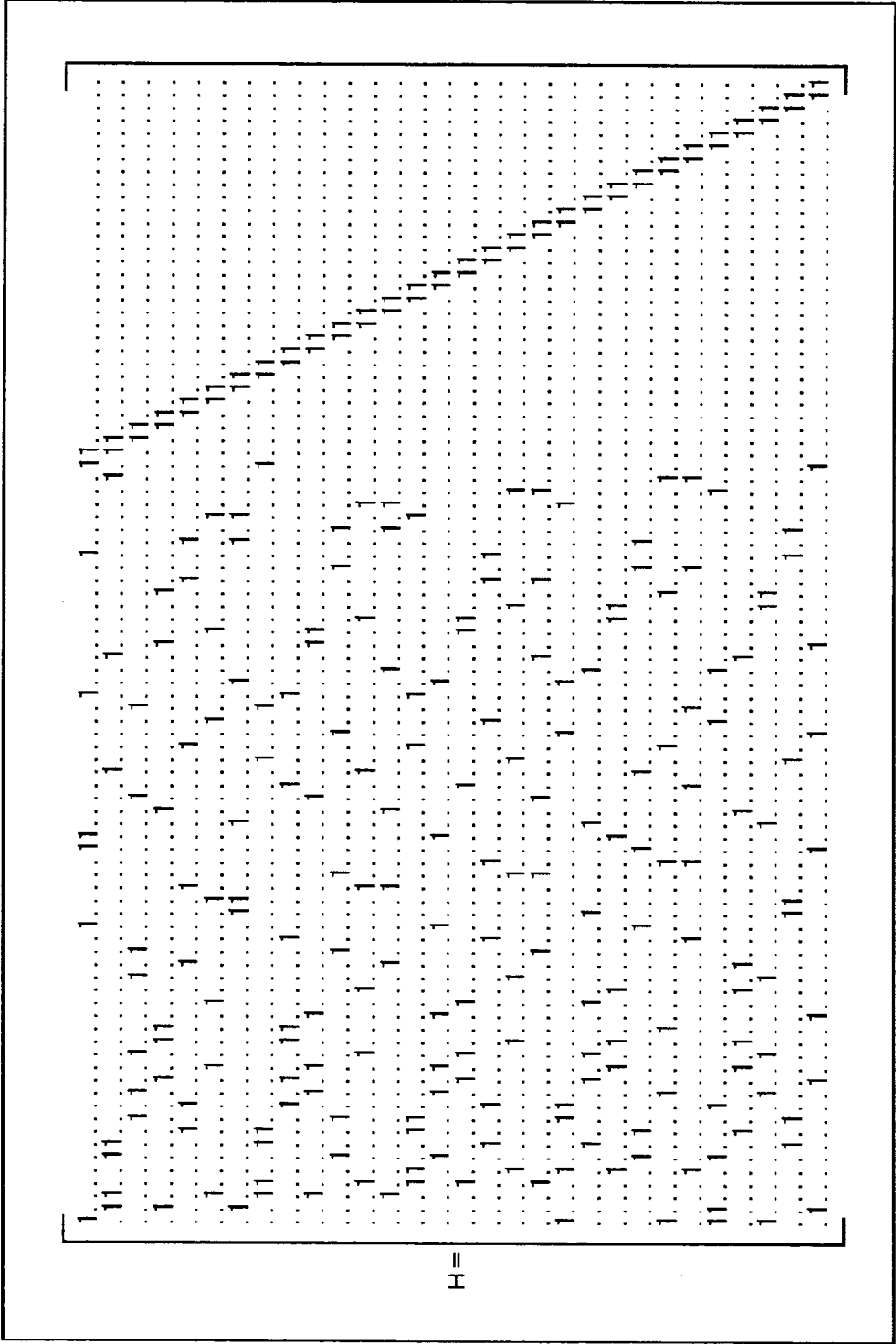


圖 72

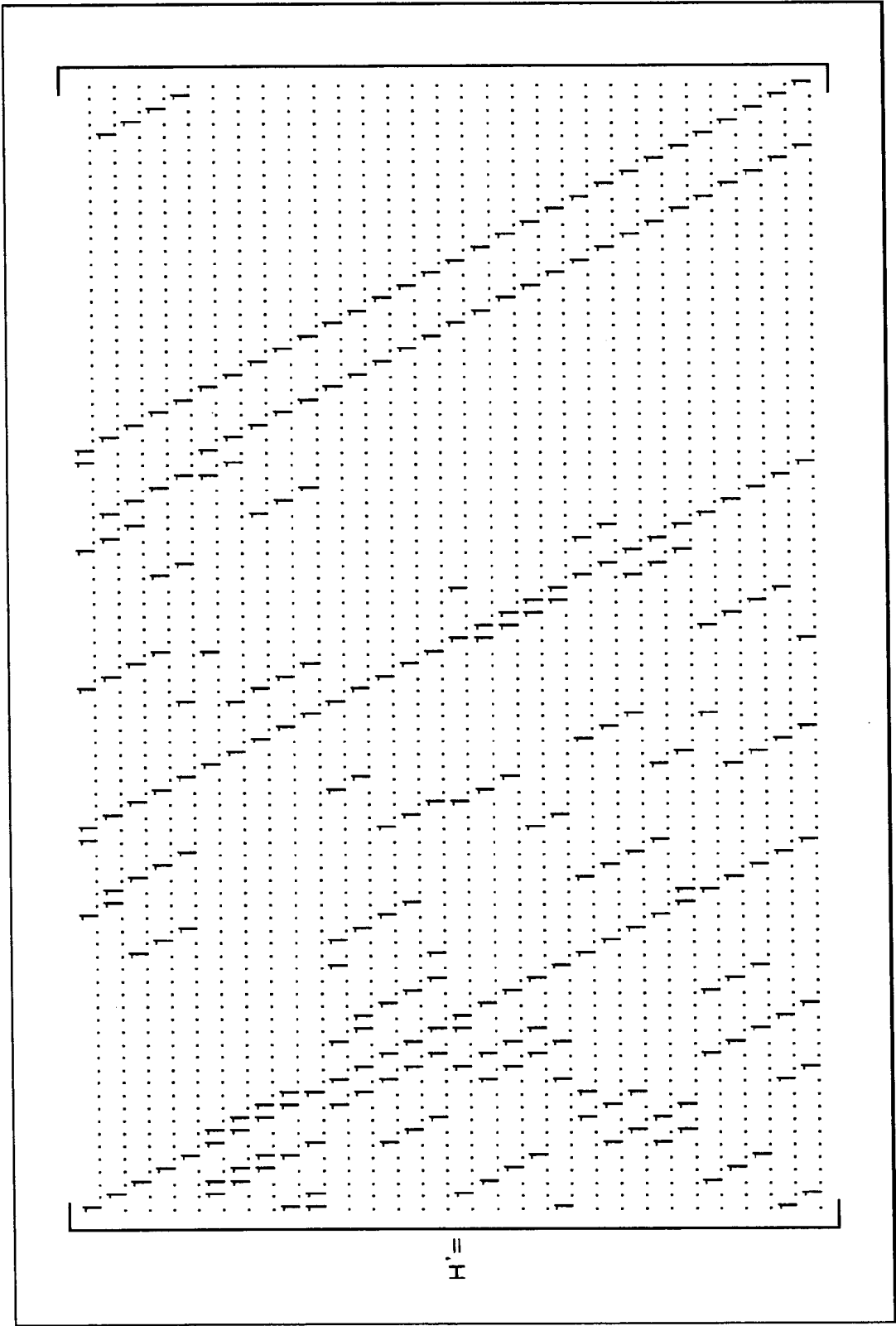


圖 73

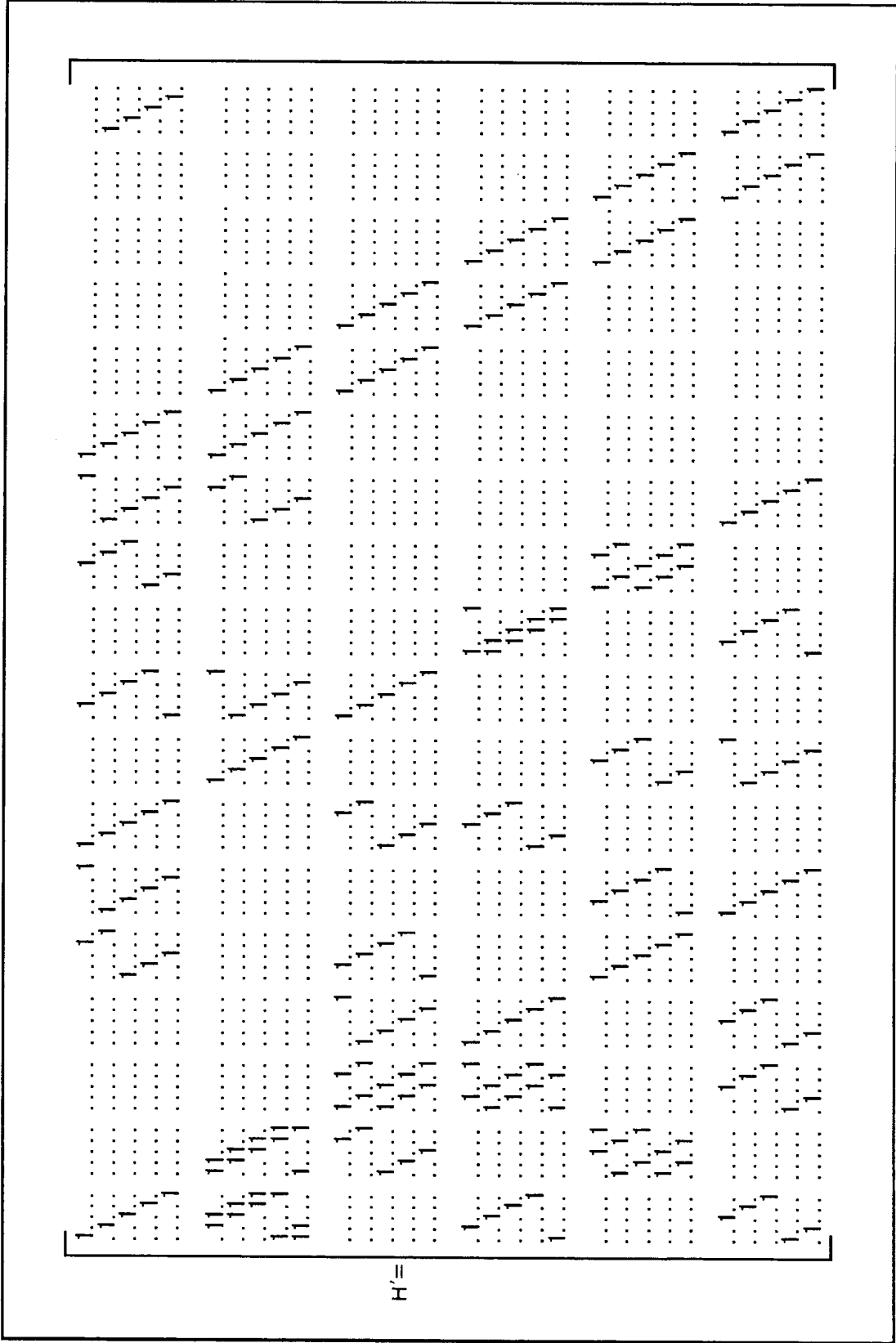


圖 74

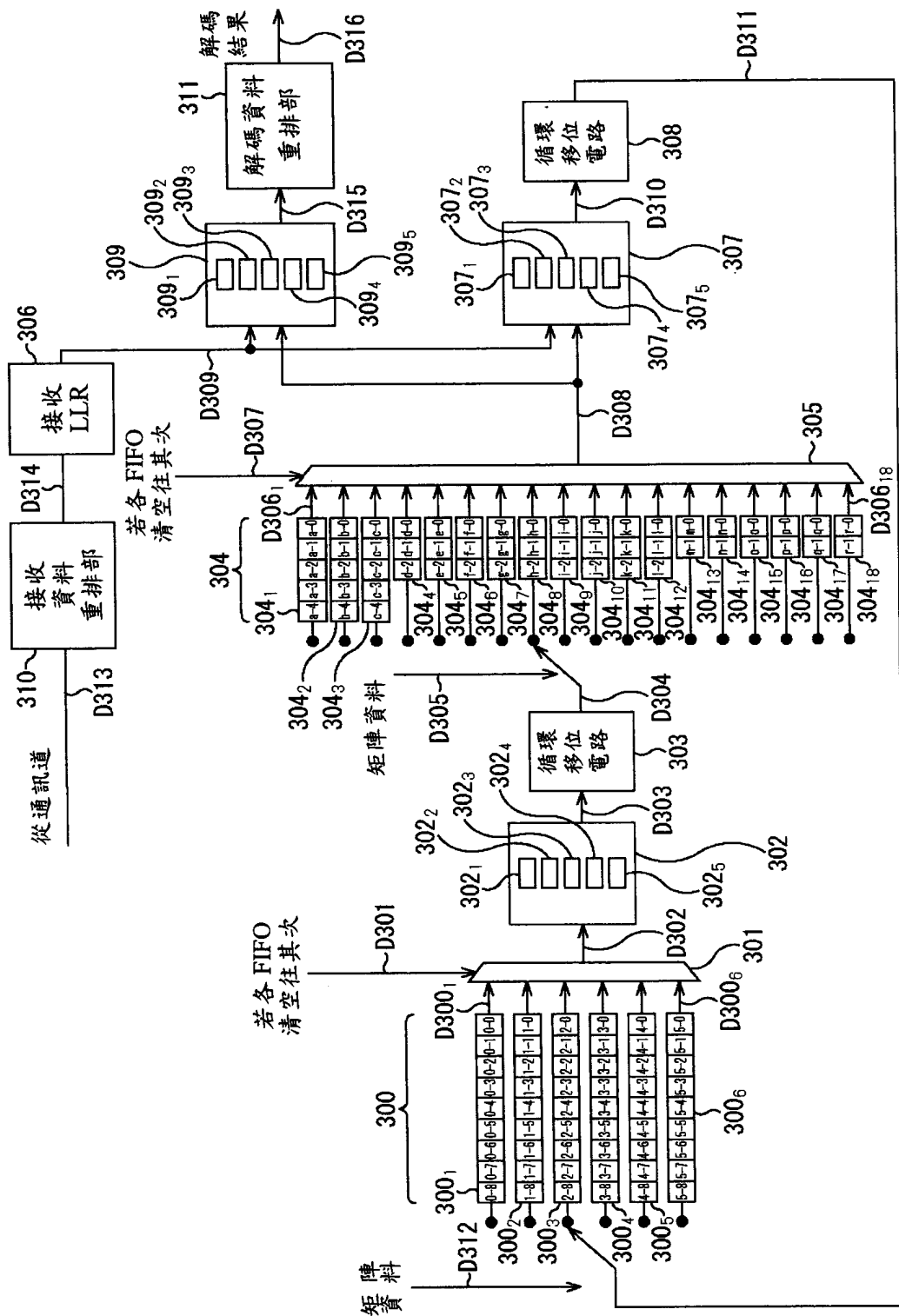


圖 75

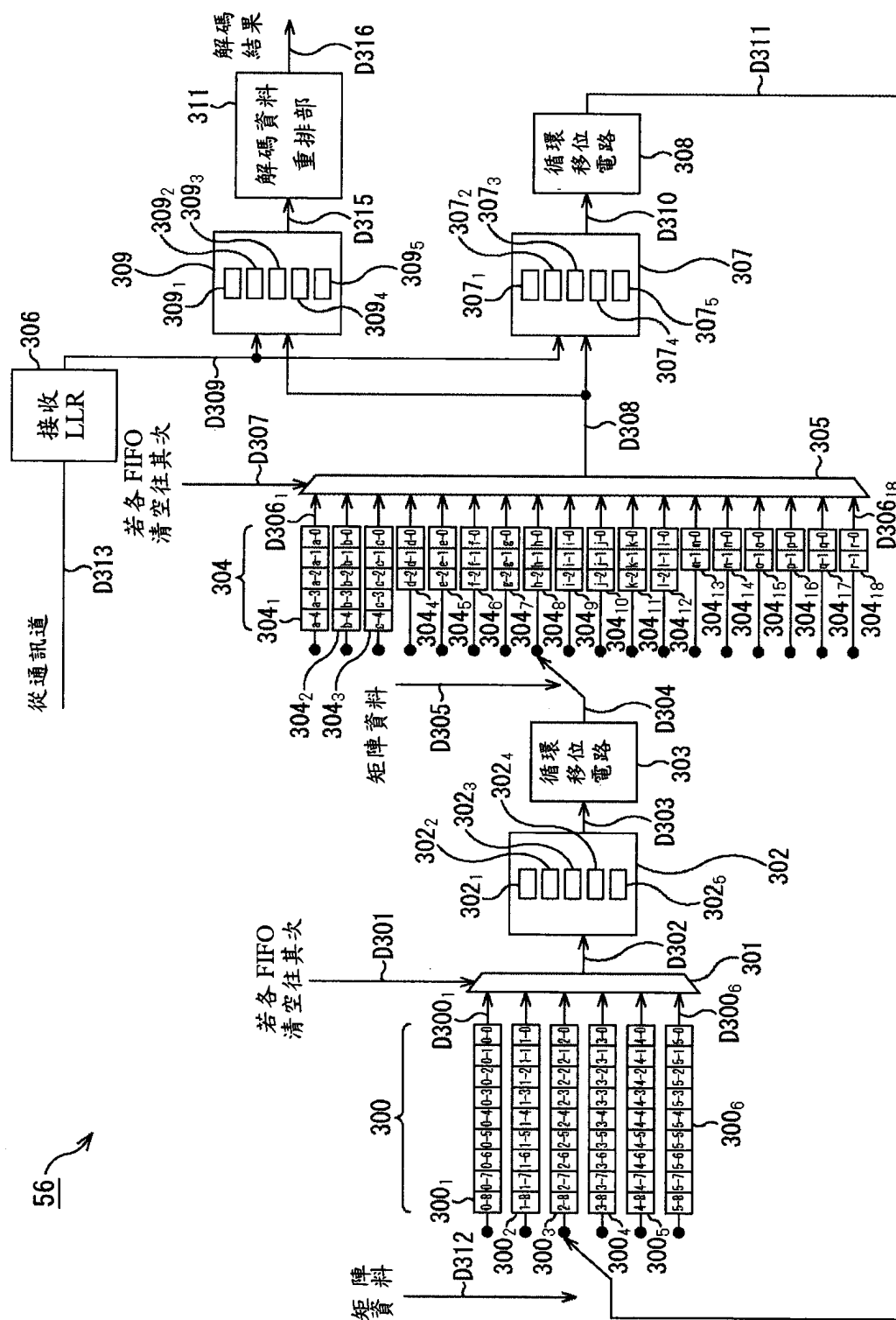
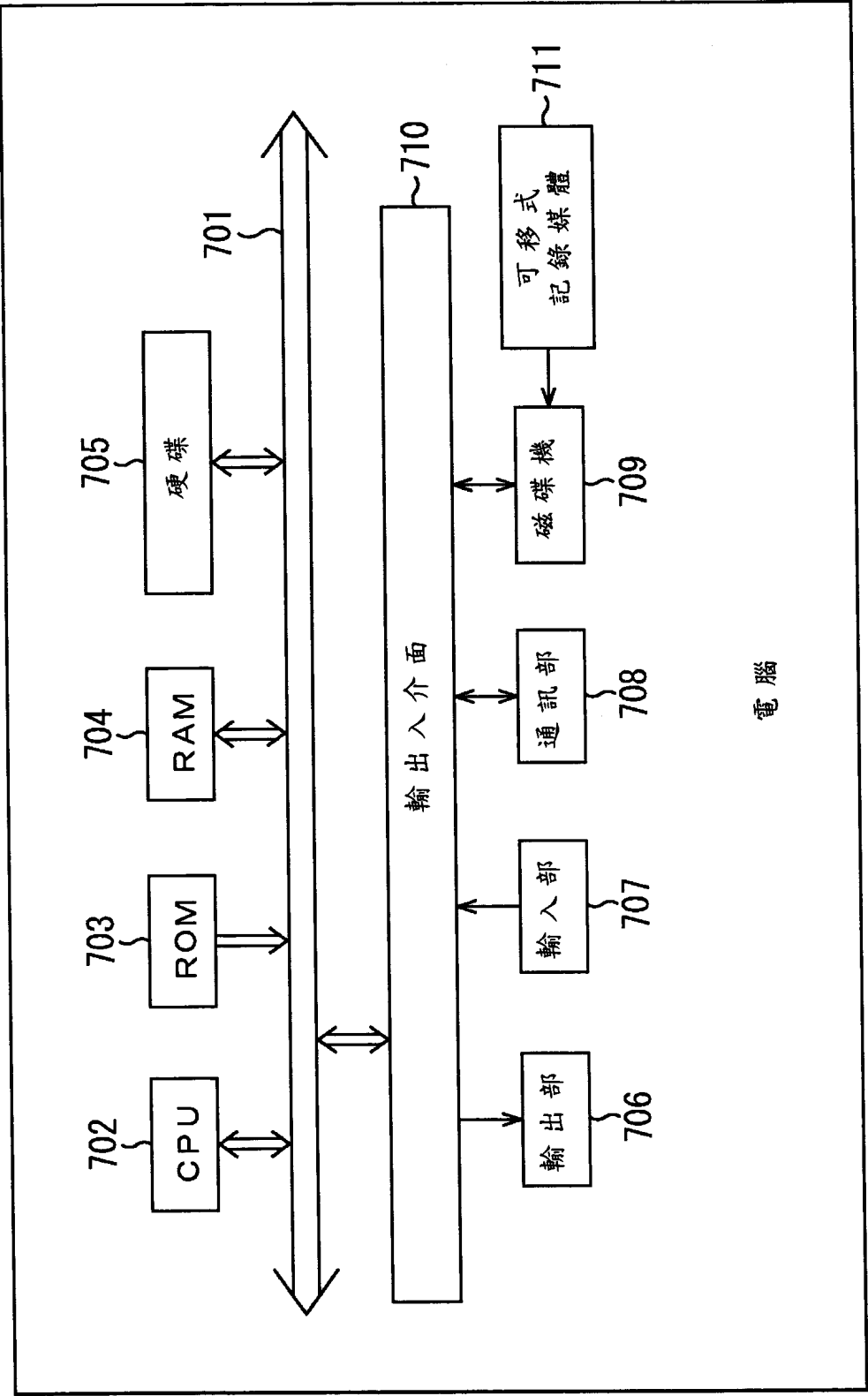


圖 76



電腦

圖 77

r2/3 16K												
0	2084	1613	1548	1286	1460	3196	4297	2481	3369	3451	4620	2622
1	122	1516	3448	2880	1407	1847	3799	3529	373	971	4358	3108
2	259	3399	929	2650	864	3996	3833	107	5287	164	3125	2350
3	342	3529										
4	4198	2147										
5	1880	4836										
6	3864	4910										
7	243	1542										
8	3011	1436										
9	2167	2512										
10	4606	1003										
11	2835	705										
12	3426	2365										
13	3848	2474										
14	1360	1743										
0	163	2536										
1	2583	1180										
2	1542	509										
3	4418	1005										
4	5212	5117										
5	2155	2922										
6	347	2696										
7	226	4296										
8	1560	487										
9	3926	1640										
10	149	2928										
11	2364	563										
12	635	688										
13	231	1684										
14	1129	3894										

$r = \frac{2}{3}$, N=16200 之檢查矩陣初始值表

圖 78

$$r = \frac{2}{3}, N = 64800 \text{ 之檢查矩陣初始值表}$$

r2/3 64K												
0	10491	16043	506	12826	8065	8226	2767	240	18673	9279	10579	20928
1	17819	8313	6433	6224	5120	5824	12812	17187	9940	13447	13825	18483
2	17957	6024	8681	18628	12794	5915	14576	10970	12064	20437	4455	7151
3	19777	6183	9972	14536	8182	17749	11341	5556	4379	17434	15477	18532
4	4651	19689	1608	659	16707	14335	6143	3058	14618	17894	20684	5306
5	9778	2552	12096	12369	15198	16890	4851	3109	1700	18725	1997	15882
6	486	6111	13743	11537	5591	7433	15227	14145	1483	3887	17431	12430
7	20647	14311	11734	4180	8110	5525	12141	15761	18661	18441	10569	8192
8	3791	14759	15264	19918	10132	9062	10010	12786	10675	9682	19246	5454
9	19525	9485	7777	19999	8378	9209	3163	20232	6690	16518	716	7353
10	4588	6709	20202	10905	915	4317	11073	13576	16433	368	3508	21171
11	14072	4033	19959	12608	631	19494	14160	8249	10223	21504	12395	4322
12	13800	14161										
13	2948	9647										
14	14693	16027										
15	20506	11082										
16	1143	9020										
17	13501	4014										
18	1548	2190										
19	12216	21556										
20	2095	19897										
21	4189	7958										
22	15940	10048										
23	515	12614										
24	8501	8450										
25	17595	16784										
26	5913	8495										
27	16394	10423										
28	7409	6981										
29	6678	15939										
30	20344	12987										
31	2510	14588										
32	17918	6655										
33	6703	19451										
34	496	4217										
35	7290	5766										
36	10521	8925										
37	20379	11905										
38	4090	5838										
39	19082	17040										

圖 79

40 20233 12352
41 19365 19546
42 6249 19030
43 11037 19193
44 19760 11772
45 19644 7428
46 16076 3521
47 11779 21062
48 13062 9682
49 8934 5217
50 11087 3319
51 18892 4356
52 7894 3898
53 5963 4360
54 7346 11726
55 5182 5609
56 2412 17295
57 9845 20494
58 6687 1864
59 20564 5216
0 18226 17207
1 9380 8266
2 7073 3065
3 18252 13437
4 9161 15642
5 10714 10153
6 11585 9078
7 5359 9418
8 9024 9515
9 1206 16354
10 14994 1102
11 9375 20796
12 15964 6027
13 14789 6452
14 8002 18591
15 14742 14089
16 253 3045
17 1274 19286
18 14777 2044
19 13920 9900
20 452 7374

圖 80

21	18206	9921
22	6131	5414
23	10077	9726
24	12045	5479
25	4322	7990
26	15616	5550
27	15561	10661
28	20718	7387
29	2518	18804
30	8984	2600
31	6516	17909
32	11148	98
33	20559	3704
34	7510	1569
35	16000	11692
36	9147	10303
37	16650	191
38	15577	18685
39	17167	20917
40	4256	3391
41	20092	17219
42	9218	5056
43	18429	8472
44	12093	20753
45	16345	12748
46	16023	11095
47	5048	17595
48	18995	4817
49	16483	3536
50	1439	16148
51	3661	3039
52	19010	18121
53	8968	11793
54	13427	18003
55	5303	3083
56	531	16668
57	4771	6722
58	5695	7960
59	3589	14630

圖 81

r3/4 16K											
3	3198	478	4207	1481	1009	2616	1924	3437	554	683	1801
4	2681	2135									
5	3107	4027									
6	2637	3373									
7	3830	3449									
8	4129	2060									
9	4184	2742									
10	3946	1070									
11	2239	984									
0	1458	3031									
1	3003	1328									
2	1137	1716									
3	132	3725									
4	1817	638									
5	1774	3447									
6	3632	1257									
7	542	3694									
8	1015	1945									
9	1948	412									
10	995	2238									
11	4141	1907									
0	2480	3079									
1	3021	1088									
2	713	1379									
3	997	3903									
4	2323	3361									
5	1110	986									
6	2532	142									
7	1690	2405									
8	1298	1881									
9	615	174									
10	1648	3112									
11	1415	2808									

$r = \frac{3}{4}$, N=16200 之檢查矩陣初始值表

圖 82

$$r = \frac{3}{4}, N = 64800 \text{ 之檢查矩陣初始值表}$$

r3/4 64K										
0	6385	7901	14611	13389	11200	3252	5243	2504	2722	821 7374
1	11359	2698	357	13824	12772	7244	6752	15310	852	2001 11417
2	7862	7977	6321	13612	12197	14449	15137	13860	1708	6399 13444
3	1560	11804	6975	13292	3646	3812	8772	7306	5795	14327 7866
4	7626	11407	14599	9689	1628	2113	10809	9283	1230	15241 4870
5	1610	5699	15876	9446	12515	1400	6303	5411	14181	13925 7358
6	4059	8836	3405	7853	7992	15336	5970	10368	10278	9675 4651
7	4441	3963	9153	2109	12683	7459	12030	12221	629	15212 406
8	6007	8411	5771	3497	543	14202	875	9186	6235	13908 3563
9	3232	6625	4795	546	9781	2071	7312	3399	7250	4932 12652
10	8820	10088	11090	7069	6585	13134	10158	7183	488	7455 9238
11	1903	10818	119	215	7558	11046	10615	11545	14784	7961 15619
12	3655	8736	4917	15874	5129	2134	15944	14768	7150	2692 1469
13	8316	3820	505	8923	6757	806	7957	4216	15589	13244 2622
14	14463	4852	15733	3041	11193	12860	13673	8152	6551	15108 8758
15	3149	11981								
16	13416	6906								
17	13098	13352								
18	2009	14460								
19	7207	4314								
20	3312	3945								
21	4418	6248								
22	2669	13975								
23	7571	9023								
24	14172	2967								
25	7271	7138								
26	6135	13670								
27	7490	14559								
28	8657	2466								
29	8599	12834								
30	3470	3152								
31	13917	4365								
32	6024	13730								
33	10973	14182								
34	2464	13167								
35	5281	15049								
36	1103	1849								
37	2058	1069								
38	9654	6095								
39	14311	7667								

圖 83

40	15617	8146
41	4588	11218
42	13660	6243
43	8578	7874
44	11741	2686
0	1022	1264
1	12604	9965
2	8217	2707
3	3156	11793
4	354	1514
5	6978	14058
6	7922	16079
7	15087	12138
8	5053	6470
9	12687	14932
10	15458	1763
11	8121	1721
12	12431	549
13	4129	7091
14	1426	8415
15	9783	7604
16	6295	11329
17	1409	12061
18	8065	9087
19	2918	8438
20	1293	14115
21	3922	13851
22	3851	4000
23	5865	1768
24	2655	14957
25	5565	6332
26	4303	12631
27	11653	12236
28	16025	7632
29	4655	14128
30	9584	13123
31	13987	9597
32	15409	12110
33	8754	15490
34	7416	15325
35	2909	15549

圖 84

36 2995 8257
37 9406 4791
38 11111 4854
39 2812 8521
40 8476 14717
41 7820 15360
42 1179 7939
43 2357 8678
44 7703 6216
0 3477 7067
1 3931 13845
2 7675 12899
3 1754 8187
4 7785 1400
5 9213 5891
6 2494 7703
7 2576 7902
8 4821 15682
9 10426 11935
10 1810 904
11 11332 9264
12 11312 3570
13 14916 2650
14 7679 7842
15 6089 13084
16 3938 2751
17 8509 4648
18 12204 8917
19 5749 12443
20 12613 4431
21 1344 4014
22 8488 13850
23 1730 14896
24 14942 7126
25 14983 8863
26 6578 8564
27 4947 396
28 297 12805
29 13878 6692
30 11857 11186
31 14395 11493

圖 85

32	16145	12251
33	13462	7428
34	14526	13119
35	2535	11243
36	6465	12690
37	6872	9334
38	15371	14023
39	8101	10187
40	11963	4848
41	15125	6119
42	8051	14465
43	11139	5167
44	2883	14521

圖 86

r4/5 16K

5	896	1565
6	2493	184
7	212	3210
8	727	1339
9	3428	612
0	2663	1947
1	230	2695
2	2025	2794
3	3039	283
4	862	2889
5	376	2110
6	2034	2286
7	951	2068
8	3108	3542
9	307	1421
0	2272	1197
1	1800	3280
2	331	2308
3	465	2552
4	1038	2479
5	1383	343
6	94	236
7	2619	121
8	1497	2774
9	2116	1855
0	722	1584
1	2767	1881
2	2701	1610
3	3283	1732
4	168	1099
5	3074	243
6	3460	945
7	2049	1746
8	566	1427
9	3545	1168

$r=\frac{4}{5}$, N=16200 之檢查矩陣初始值表

圖 87

$$r = \frac{4}{5}, N = 64800 \text{ 之檢査矩陣初始值表}$$

r4/5 64K

0	149	11212	5575	6360	12559	8108	8505	408	10026	12828
1	5237	490	10677	4998	3869	3734	3092	3509	7703	10305
2	8742	5553	2820	7085	12116	10485	564	7795	2972	2157
3	2699	4304	8350	712	2841	3250	4731	10105	517	7516
4	12067	1351	11992	12191	11267	5161	537	6166	4246	2363
5	6828	7107	2127	3724	5743	11040	10756	4073	1011	3422
6	11259	1216	9526	1466	10816	940	3744	2815	11506	11573
7	4549	11507	1118	1274	11751	5207	7854	12803	4047	6484
8	8430	4115	9440	413	4455	2262	7915	12402	8579	7052
9	3885	9126	5665	4505	2343	253	4707	3742	4166	1556
10	1704	8936	6775	8639	8179	7954	8234	7850	8883	8713
11	11716	4344	9087	11264	2274	8832	9147	11930	6054	5455
12	7323	3970	10329	2170	8262	3854	2087	12899	9497	11700
13	4418	1467	2490	5841	817	11453	533	11217	11962	5251
14	1541	4525	7976	3457	9536	7725	3788	2982	6307	5997
15	11484	2739	4023	12107	6516	551	2572	6628	8150	9852
16	6070	1761	4627	6534	7913	3730	11866	1813	12306	8249
17	12441	5489	8748	7837	7660	2102	11341	2936	6712	11977
18	10155	4210								
19	1010	10483								
20	8900	10250								
21	10243	12278								
22	7070	4397								
23	12271	3887								
24	11980	6836								
25	9514	4356								
26	7137	10281								
27	11881	2526								
28	1969	11477								
29	3044	10921								
30	2236	8724								
31	9104	6340								
32	7342	8582								
33	11675	10405								
34	6467	12775								
35	3186	12198								
0	9621	11445								
1	7486	5611								
2	4319	4879								
3	2196	344								

圖 88

4 7527 6650
5 10693 2440
6 6755 2706
7 5144 5998
8 11043 8033
9 4846 4435
10 4157 9228
11 12270 6562
12 11954 7592
13 7420 2592
14 8810 9636
15 689 5430
16 920 1304
17 1253 11934
18 9559 6016
19 312 7589
20 4439 4197
21 4002 9555
22 12232 7779
23 1494 8782
24 10749 3969
25 4368 3479
26 6316 5342
27 2455 3493
28 12157 7405
29 6598 11495
30 11805 4455
31 9625 2090
32 4731 2321
33 3578 2608
34 8504 1849
35 4027 1151
0 5647 4935
1 4219 1870
2 10968 8054
3 6970 5447
4 3217 5638
5 8972 669
6 5618 12472
7 1457 1280
8 8868 3883

圖 89

9	8866	1224
10	8371	5972
11	266	4405
12	3706	3244
13	6039	5844
14	7200	3283
15	1502	11282
16	12318	2202
17	4523	965
18	9587	7011
19	2552	2051
20	12045	10306
21	11070	5104
22	6627	6906
23	9889	2121
24	829	9701
25	2201	1819
26	6689	12925
27	2139	8757
28	12004	5948
29	8704	3191
30	8171	10933
31	6297	7116
32	616	7146
33	5142	9761
34	10377	8138
35	7616	5811
0	7285	9863
1	7764	10867
2	12343	9019
3	4414	8331
4	3464	642
5	6960	2039
6	786	3021
7	710	2086
8	7423	5601
9	8120	4885
10	12385	11990
11	9739	10034
12	424	10162
13	1347	7597

圖 90

14	1450	112
15	7965	8478
16	8945	7397
17	6590	8316
18	6838	9011
19	6174	9410
20	255	113
21	6197	5835
22	12902	3844
23	4377	3505
24	5478	8672
25	4453	2132
26	9724	1380
27	12131	11526
28	12323	9511
29	8231	1752
30	497	9022
31	9288	3080
32	2481	7515
33	2696	268
34	4023	12341
35	7108	5553

圖 91

r5/6 16K

3	2409	499	1481	908	559	716	1270	333	2508	2264	1702	2805
4	2447	1926										
5	414	1224										
6	2114	842										
7	212	573										
0	2383	2112										
1	2286	2348										
2	545	819										
3	1264	143										
4	1701	2258										
5	964	166										
6	114	2413										
7	2243	81										
0	1245	1581										
1	775	169										
2	1696	1104										
3	1914	2831										
4	532	1450										
5	91	974										
6	497	2228										
7	2326	1579										
0	2482	256										
1	1117	1261										
2	1257	1658										
3	1478	1225										
4	2511	980										
5	2320	2675										
6	435	1278										
7	228	503										
0	1885	2369										
1	57	483										
2	838	1050										
3	1231	1990										
4	1738	68										
5	2392	951										
6	163	645										
7	2644	1704										

$r=\frac{5}{6}$, N=16200 之檢查矩陣初始值表

圖 92

$$r = \frac{5}{6}, N = 64800 \text{ 之檢査矩陣初始值表}$$

r5/6 64K

0	4362	416	8909	4156	3216	3112	2560	2912	6405	8593	4969	6723
1	2479	1786	8978	3011	4339	9313	6397	2957	7288	5484	6031	10217
2	10175	9009	9889	3091	4985	7267	4092	8874	5671	2777	2189	8716
3	9052	4795	3924	3370	10058	1128	9996	10165	9360	4297	434	5138
4	2379	7834	4835	2327	9843	804	329	8353	7167	3070	1528	7311
5	3435	7871	348	3693	1876	6585	10340	7144	5870	2084	4052	2780
6	3917	3111	3476	1304	10331	5939	5199	1611	1991	699	8316	9960
7	6883	3237	1717	10752	7891	9764	4745	3888	10009	4176	4614	1567
8	10587	2195	1689	2968	5420	2580	2883	6496	111	6023	1024	4449
9	3786	8593	2074	3321	5057	1450	3840	5444	6572	3094	9892	1512
10	8548	1848	10372	4585	7313	6536	6379	1766	9462	2456	5606	9975
11	8204	10593	7935	3636	3882	394	5968	8561	2395	7289	9267	9978
12	7795	74	1633	9542	6867	7352	6417	7568	10623	725	2531	9115
13	7151	2482	4260	5003	10105	7419	9203	6691	8798	2092	8263	3755
14	3600	570	4527	200	9718	6771	1995	8902	5446	768	1103	6520
15	6304	7621										
16	6498	9209										
17	7293	6786										
18	5950	1708										
19	8521	1793										
20	6174	7854										
21	9773	1190										
22	9517	10268										
23	2181	9349										
24	1949	5560										
25	1556	555										
26	8600	3827										
27	5072	1057										
28	7928	3542										
29	3226	3762										
0	7045	2420										
1	9645	2641										
2	2774	2452										
3	5331	2031										
4	9400	7503										
5	1850	2338										
6	10456	9774										
7	1692	9276										
8	10037	4038										
9	3964	338										

圖 93

10 2640 5087
11 858 3473
12 5582 5683
13 9523 916
14 4107 1559
15 4506 3491
16 8191 4182
17 10192 6157
18 5668 3305
19 3449 1540
20 4766 2697
21 4069 6675
22 1117 1016
23 5619 3085
24 8483 8400
25 8255 394
26 6338 5042
27 6174 5119
28 7203 1989
29 1781 5174
0 1464 3559
1 3376 4214
2 7238 67
3 10595 8831
4 1221 6513
5 5300 4652
6 1429 9749
7 7878 5131
8 4435 10284
9 6331 5507
10 6662 4941
11 9614 10238
12 8400 8025
13 9156 5630
14 7067 8878
15 9027 3415
16 1690 3866
17 2854 8469
18 6206 630
19 363 5453
20 4125 7008

圖 94

21	1612	6702
22	9069	9226
23	5767	4060
24	3743	9237
25	7018	5572
26	8892	4536
27	853	6064
28	8069	5893
29	2051	2885
0	10691	3153
1	3602	4055
2	328	1717
3	2219	9299
4	1939	7898
5	617	206
6	8544	1374
7	10676	3240
8	6672	9489
9	3170	7457
10	7868	5731
11	6121	10732
12	4843	9132
13	580	9591
14	6267	9290
15	3009	2268
16	195	2419
17	8016	1557
18	1516	9195
19	8062	9064
20	2095	8968
21	753	7326
22	6291	3833
23	2614	7844
24	2303	646
25	2075	611
26	4687	362
27	8684	9940
28	4830	2065
29	7038	1363
0	1769	7837
1	3801	1689

圖 95

2	10070	2359
3	3667	9918
4	1914	6920
5	4244	5669
6	10245	7821
7	7648	3944
8	3310	5488
9	6346	9666
10	7088	6122
11	1291	7827
12	10592	8945
13	3609	7120
14	9168	9112
15	6203	8052
16	3330	2895
17	4264	10563
18	10556	6496
19	8807	7645
20	1999	4530
21	9202	6818
22	3403	1734
23	2106	9023
24	6881	3883
25	3895	2171
26	4062	6424
27	3755	9536
28	4683	2131
29	7347	8027

圖 96

$r = \frac{8}{9}$, $N=16200$ 之檢查矩陣初始值表

r8/9 16K				
0	1558	712	805	
1	1450	873	1337	
2	1741	1129	1184	
3	294	806	1566	
4	482	605	923	
0	926	1578		
1	777	1374		
2	608	151		
3	1195	210		
4	1484	692		
0	427	488		
1	828	1124		
2	874	1366		
3	1500	835		
4	1496	502		
0	1006	1701		
1	1155	97		
2	657	1403		
3	1453	624		
4	429	1495		
0	809	385		
1	367	151		
2	1323	202		
3	960	318		
4	1451	1039		
0	1098	1722		
1	1015	1428		
2	1261	1564		
3	544	1190		
4	1472	1246		
0	508	630		
1	421	1704		
2	284	898		
3	392	577		
4	1155	556		
0	631	1000		
1	732	1368		
2	1328	329		
3	1515	506		
4	1104	1172		

圖 97

$$r = \frac{8}{9}, N = 64800 \text{ 之檢査矩陣初始値表}$$

r8/9 64K
0 6235 2848 3222
1 5800 3492 5348
2 2757 927 90
3 6961 4516 4739
4 1172 3237 6264
5 1927 2425 3683
6 3714 6309 2495
7 3070 6342 7154
8 2428 613 3761
9 2906 264 5927
10 1716 1950 4273
11 4613 6179 3491
12 4865 3286 6005
13 1343 5923 3529
14 4589 4035 2132
15 1579 3920 6737
16 1644 1191 5998
17 1482 2381 4620
18 6791 6014 6596
19 2738 5918 3786
0 5156 6166
1 1504 4356
2 130 1904
3 6027 3187
4 6718 759
5 6240 2870
6 2343 1311
7 1039 5465
8 6617 2513
9 1588 5222
10 6561 535
11 4765 2054
12 5966 6892
13 1969 3869
14 3571 2420
15 4632 981
16 3215 4163
17 973 3117
18 3802 6198
19 3794 3948

圖 98

0 3196 6126
1 573 1909
2 850 4034
3 5622 1601
4 6005 524
5 5251 5783
6 172 2032
7 1875 2475
8 497 1291
9 2566 3430
10 1249 740
11 2944 1948
12 6528 2899
13 2243 3616
14 867 3733
15 1374 4702
16 4698 2285
17 4760 3917
18 1859 4058
19 6141 3527
0 2148 5066
1 1306 145
2 2319 871
3 3463 1061
4 5554 6647
5 5837 339
6 5821 4932
7 6356 4756
8 3930 418
9 211 3094
10 1007 4928
11 3584 1235
12 6982 2869
13 1612 1013
14 953 4964
15 4555 4410
16 4925 4842
17 5778 600
18 6509 2417
19 1260 4903
0 3369 3031

圖 99

1	3557	3224
2	3028	583
3	3258	440
4	6226	6655
5	4895	1094
6	1481	6847
7	4433	1932
8	2107	1649
9	2119	2065
10	4003	6388
11	6720	3622
12	3694	4521
13	1164	7050
14	1965	3613
15	4331	66
16	2970	1796
17	4652	3218
18	1762	4777
19	5736	1399
0	970	2572
1	2062	6599
2	4597	4870
3	1228	6913
4	4159	1037
5	2916	2362
6	395	1226
7	6911	4548
8	4618	2241
9	4120	4280
10	5825	474
11	2154	5558
12	3793	5471
13	5707	1595
14	1403	325
15	6601	5183
16	6369	4569
17	4846	896
18	7092	6184
19	6764	7127
0	6358	1951
1	3117	6960

圖 100

2	2710	7062
3	1133	3604
4	3694	657
5	1355	110
6	3329	6736
7	2505	3407
8	2462	4806
9	4216	214
10	5348	5619
11	6627	6243
12	2644	5073
13	4212	5088
14	3463	3889
15	5306	478
16	4320	6121
17	3961	1125
18	5699	1195
19	6511	792
0	3934	2778
1	3238	6587
2	1111	6596
3	1457	6226
4	1446	3885
5	3907	4043
6	6839	2873
7	1733	5615
8	5202	4269
9	3024	4722
10	5445	6372
11	370	1828
12	4695	1600
13	680	2074
14	1801	6690
15	2669	1377
16	2463	1681
17	5972	5171
18	5728	4284
19	1696	1459

圖 101

$$r = \frac{9}{10}, N = 64800 \text{ 之檢査矩陣初始值表}$$

r9/10 64K			
0	5611	2563	2900
1	5220	3143	4813
2	2481	834	81
3	6265	4064	4265
4	1055	2914	5638
5	1734	2182	3315
6	3342	5678	2246
7	2185	552	3385
8	2615	236	5334
9	1546	1755	3846
10	4154	5561	3142
11	4382	2957	5400
12	1209	5329	3179
13	1421	3528	6063
14	1480	1072	5398
15	3843	1777	4369
16	1334	2145	4163
17	2368	5055	260
0	6118	5405	
1	2994	4370	
2	3405	1669	
3	4640	5550	
4	1354	3921	
5	117	1713	
6	5425	2866	
7	6047	683	
8	5616	2582	
9	2108	1179	
10	933	4921	
11	5953	2261	
12	1430	4699	
13	5905	480	
14	4289	1846	
15	5374	6208	
16	1775	3476	
17	3216	2178	
0	4165	884	
1	2896	3744	
2	874	2801	
3	3423	5579	

圖 102

4	3404	3552
5	2876	5515
6	516	1719
7	765	3631
8	5059	1441
9	5629	598
10	5405	473
11	4724	5210
12	155	1832
13	1689	2229
14	449	1164
15	2308	3088
16	1122	669
17	2268	5758
0	5878	2609
1	782	3359
2	1231	4231
3	4225	2052
4	4286	3517
5	5531	3184
6	1935	4560
7	1174	131
8	3115	956
9	3129	1088
10	5238	4440
11	5722	4280
12	3540	375
13	191	2782
14	906	4432
15	3225	1111
16	6296	2583
17	1457	903
0	855	4475
1	4097	3970
2	4433	4361
3	5198	541
4	1146	4426
5	3202	2902
6	2724	525
7	1083	4124
8	2326	6003

圖 103

9 5605 5990
10 4376 1579
11 4407 984
12 1332 6163
13 5359 3975
14 1907 1854
15 3601 5748
16 6056 3266
17 3322 4085
0 1768 3244
1 2149 144
2 1589 4291
3 5154 1252
4 1855 5939
5 4820 2706
6 1475 3360
7 4266 693
8 4156 2018
9 2103 752
10 3710 3853
11 5123 931
12 6146 3323
13 1939 5002
14 5140 1437
15 1263 293
16 5949 4665
17 4548 6380
0 3171 4690
1 5204 2114
2 6384 5565
3 5722 1757
4 2805 6264
5 1202 2616
6 1018 3244
7 4018 5289
8 2257 3067
9 2483 3073
10 1196 5329
11 649 3918
12 3791 4581
13 5028 3803

圖 104

14	3119	3506
15	4779	431
16	3888	5510
17	4387	4084
0	5836	1692
1	5126	1078
2	5721	6165
3	3540	2499
4	2225	6348
5	1044	1484
6	6323	4042
7	1313	5603
8	1303	3496
9	3516	3639
10	5161	2293
11	4682	3845
12	3045	643
13	2818	2616
14	3267	649
15	6236	593
16	646	2948
17	4213	1442
0	5779	1596
1	2403	1237
2	2217	1514
3	5609	716
4	5155	3858
5	1517	1312
6	2554	3158
7	5280	2643
8	4990	1353
9	5648	1170
10	1152	4366
11	3561	5368
12	3581	1411
13	5647	4661
14	1542	5401
15	5078	2687
16	316	1755
17	3392	1991

圖 105

r1/4 64K

23606 36098 1140 28859 18148 18510 6226 540 42014 20879 23802 47088
 16419 24928 16609 17248 7693 24997 42587 16858 34921 21042 37024 20692
 1874 40094 18704 14474 14004 11519 13106 28826 38669 22363 30255 31105
 22254 40564 22645 22532 6134 9176 39998 23892 8937 15608 16854 31009
 8037 40401 13550 19526 41902 28782 13304 32796 24679 27140 45980 10021
 40540 44498 13911 22435 32701 18405 39929 25521 12497 9851 39223 34823
 15233 45333 5041 44979 45710 42150 19416 1892 23121 15860 8832 10308
 10468 44296 3611 1480 37581 32254 13817 6883 32892 40258 46538 11940
 6705 21634 28150 43757 895 6547 20970 28914 30117 25736 41734 11392
 22002 5739 27210 27828 34192 37992 10915 6998 3824 42130 4494 35739
 8515 1191 13642 30950 25943 12673 16726 34261 31828 3340 8747 39225
 18979 17058 43130 4246 4793 44030 19454 29511 47929 15174 24333 19354
 16694 8381 29642 46516 32224 26344 9405 18292 12437 27316 35466 41992
 15642 5871 46489 26723 23396 7257 8974 3156 37420 44823 35423 13541
 42858 32008 41282 38773 26570 2702 27260 46974 1469 20887 27426 38553
 22152 24261 8297
 19347 9978 27802
 34991 6354 33561
 29782 30875 29523
 9278 48512 14349
 38061 4165 43878
 8548 33172 34410
 22535 28811 23950
 20439 4027 24186
 38618 8187 30947
 35538 43880 21459
 7091 45616 15063
 5505 9315 21908
 36046 32914 11836
 7304 39782 33721
 16905 29962 12980
 11171 23709 22460
 34541 9937 44500
 14035 47316 8815
 15057 45482 24461
 30518 36877 879
 7583 13364 24332
 448 27056 4682
 12083 31378 21670
 1159 18031 2221
 17028 38715 9350
 17343 24530 29574

圖 106

46128	31039	32818
20373	36967	18345
46685	20622	32806

圖 107

r1/3 64K

34903 20927 32093 1052 25611 16093 16454 5520 506 37399 18518 21120
 11636 14594 22158 14763 15333 6838 22222 37856 14985 31041 18704 32910
 17449 1665 35639 16624 12867 12449 10241 11650 25622 34372 19878 26894
 29235 19780 36056 20129 20029 5457 8157 35554 21237 7943 13873 14980
 9912 7143 35911 12043 17360 37253 25588 11827 29152 21936 24125 40870
 40701 36035 39556 12366 19946 29072 16365 35495 22686 11106 8756 34863
 19165 15702 13536 40238 4465 40034 40590 37540 17162 1712 20577 14138
 31338 19342 9301 39375 3211 1316 33409 28670 12282 6118 29236 35787
 11504 30506 19558 5100 24188 24738 30397 33775 9699 6215 3397 37451
 34689 23126 7571 1058 12127 27518 23064 11265 14867 30451 28289 2966
 11660 15334 16867 15160 38343 3778 4265 39139 17293 26229 42604 13486
 31497 1365 14828 7453 26350 41346 28643 23421 8354 16255 11055 24279
 15687 12467 13906 5215 41328 23755 20800 6447 7970 2803 33262 39843
 5363 22469 38091 28457 36696 34471 23619 2404 24229 41754 1297 18563
 3673 39070 14480 30279 37483 7580 29519 30519 39831 20252 18132 20010
 34386 7252 27526 12950 6875 43020 31566 39069 18985 15541 40020 16715
 1721 37332 39953 17430 32134 29162 10490 12971 28581 29331 6489 35383
 736 7022 42349 8783 6767 11871 21675 10325 11548 25978 431 24085
 1925 10602 28585 12170 15156 34404 8351 13273 20208 5800 15367 21764
 16279 37832 34792 21250 34192 7406 41488 18346 29227 26127 25493 7048
 39948 28229 24899
 17408 14274 38993
 38774 15968 28459
 41404 27249 27425
 41229 6082 43114
 13957 4979 40654
 3093 3438 34992
 34082 6172 28760
 42210 34141 41021
 14705 17783 10134
 41755 39884 22773
 14615 15593 1642
 29111 37061 39860
 9579 33552 633
 12951 21137 39608
 38244 27361 29417
 2939 10172 36479
 29094 5357 19224
 9562 24436 28637

圖 108

40177	2326	13504
6834	21583	42516
40651	42810	25709
31557	32138	38142
18624	41867	39296
37560	14295	16245
6821	21679	31570
25339	25083	22081
8047	697	35268
9884	17073	19995
26848	35245	8390
18658	16134	14807
12201	32944	5035
25236	1216	38986
42994	24782	8681
28321	4932	34249
4107	29382	32124
22157	2624	14468
38788	27081	7936
4368	26148	10578
25353	4122	39751

圖 109

r2/5 64K

31413	18834	28884	947	23050	14484	14809	4968	455	33659	16666	19008
13172	19939	13354	13719	6132	20086	34040	13442	27958	16813	29619	16553
1499	32075	14962	11578	11204	9217	10485	23062	30936	17892	24204	24885
32490	18086	18007	4957	7285	32073	19038	7152	12486	13483	24808	21759
32321	10839	15620	33521	23030	10646	26236	19744	21713	36784	8016	12869
35597	11129	17948	26160	14729	31943	20416	10000	7882	31380	27858	33356
14125	12131	36199	4058	35992	36594	33698	15475	1566	18498	12725	7067
17406	8372	35437	2888	1184	30068	25802	11056	5507	26313	32205	37232
15254	5365	17308	22519	35009	718	5240	16778	23131	24092	20587	33385
27455	17602	4590	21767	22266	27357	30400	8732	5596	3060	33703	3596
6882	873	10997	24738	20770	10067	13379	27409	25463	2673	6998	31378
15181	13645	34501	3393	3840	35227	15562	23615	38342	12139	19471	15483
13350	6707	23709	37204	25778	21082	7511	14588	10010	21854	28375	33591
12514	4695	37190	21379	18723	5802	7182	2529	29936	35860	28338	10835
34283	25610	33026	31017	21259	2165	21807	37578	1175	16710	21939	30841
27292	33730	6836	26476	27539	35784	18245	16394	17939	23094	19216	17432
11655	6183	38708	28408	35157	17089	13998	36029	15052	16617	5638	36464
15693	28923	26245	9432	11675	25720	26405	5838	31851	26898	8090	37037
24418	27583	7959	35562	37771	17784	11382	11156	37855	7073	21685	34515
10977	13633	30969	7516	11943	18199	5231	13825	19589	23661	11150	35602
19124	30774	6670	37344	16510	26317	23518	22957	6348	34069	8845	20175
34985	14441	25668	4116	3019	21049	37308	24551	24727	20104	24850	12114
38187	28527	13108	13985	1425	21477	30807	8613	26241	33368	35913	32477
5903	34390	24641	26556	23007	27305	38247	2621	9122	32806	21554	18685
17287	27292	19033									
25796	31795	12152									
12184	35088	31226									
38263	33386	24892									
23114	37995	29796									
34336	10551	36245									
35407	175	7203									
14654	38201	22605									
28404	6595	1018									
19932	3524	29305									
31749	20247	8128									
18026	36357	26735									
7543	29767	13588									
13333	25965	8463									
14504	36796	19710									
4528	25299	7318									
35091	25550	14798									

圖 110

7824 215 1248
30848 5362 17291
28932 30249 27073
13062 2103 16206
7129 32062 19612
9512 21936 38833
35849 33754 23450
18705 28656 18111
22749 27456 32187
28229 31684 30160
15293 8483 28002
14880 13334 12584
28646 2558 19687
6259 4499 26336
11952 28386 8405
10609 961 7582
10423 13191 26818
15922 36654 21450
10492 1532 1205
30551 36482 22153
5156 11330 34243
28616 35369 13322
8962 1485 21186
23541 17445 35561
33133 11593 19895
33917 7863 33651
20063 28331 10702
13195 21107 21859
4364 31137 4804
5585 2037 4830
30672 16927 14800

圖 111

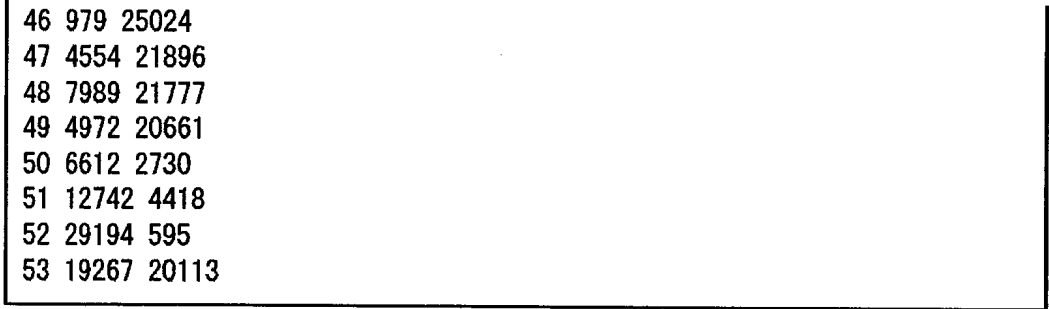
r1/2 64K

54 9318 14392 27561 26909 10219 2534 8597
 55 7263 4635 2530 28130 3033 23830 3651
 56 24731 23583 26036 17299 5750 792 9169
 57 5811 26154 18653 11551 15447 13685 16264
 58 12610 11347 28768 2792 3174 29371 12997
 59 16789 16018 21449 6165 21202 15850 3186
 60 31016 21449 17618 6213 12166 8334 18212
 61 22836 14213 11327 5896 718 11727 9308
 62 2091 24941 29966 23634 9013 15587 5444
 63 22207 3983 16904 28534 21415 27524 25912
 64 25687 4501 22193 14665 14798 16158 5491
 65 4520 17094 23397 4264 22370 16941 21526
 66 10490 6182 32370 9597 30841 25954 2762
 67 22120 22865 29870 15147 13668 14955 19235
 68 6689 18408 18346 9918 25746 5443 20645
 69 29982 12529 13858 4746 30370 10023 24828
 70 1262 28032 29888 13063 24033 21951 7863
 71 6594 29642 31451 14831 9509 9335 31552
 72 1358 6454 16633 20354 24598 624 5265
 73 19529 295 18011 3080 13364 8032 15323
 74 11981 1510 7960 21462 9129 11370 25741
 75 9276 29656 4543 30699 20646 21921 28050
 76 15975 25634 5520 31119 13715 21949 19605
 77 18688 4608 31755 30165 13103 10706 29224
 78 21514 23117 12245 26035 31656 25631 30699
 79 9674 24966 31285 29908 17042 24588 31857
 80 21856 27777 29919 27000 14897 11409 7122
 81 29773 23310 263 4877 28622 20545 22092
 82 15605 5651 21864 3967 14419 22757 15896
 83 30145 1759 10139 29223 26086 10556 5098
 84 18815 16575 2936 24457 26738 6030 505
 85 30326 22298 27562 20131 26390 6247 24791
 86 928 29246 21246 12400 15311 32309 18608
 87 20314 6025 26689 16302 2296 3244 19613
 88 6237 11943 22851 15642 23857 15112 20947
 89 26403 25168 19038 18384 8882 12719 7093
 0 14567 24965
 1 3908 100
 2 10279 240

圖 112

3	24102	764
4	12383	4173
5	13861	15918
6	21327	1046
7	5288	14579
8	28158	8069
9	16583	11098
10	16681	28363
11	13980	24725
12	32169	17989
13	10907	2767
14	21557	3818
15	26676	12422
16	7676	8754
17	14905	20232
18	15719	24646
19	31942	8589
20	19978	27197
21	27060	15071
22	6071	26649
23	10393	11176
24	9597	13370
25	7081	17677
26	1433	19513
27	26925	9014
28	19202	8900
29	18152	30647
30	20803	1737
31	11804	25221
32	31683	17783
33	29694	9345
34	12280	26611
35	6526	26122
36	26165	11241
37	7666	26962
38	16290	8480
39	11774	10120
40	30051	30426
41	1335	15424
42	6865	17742
43	31779	12489
44	32120	21001
45	14508	6996

圖 113



46	979	25024
47	4554	21896
48	7989	21777
49	4972	20661
50	6612	2730
51	12742	4418
52	29194	595
53	19267	20113

圖 114

r3/5 64K

22422 10282 11626 19997 11161 2922 3122 99 5625 17064 8270 179
 25087 16218 17015 828 20041 25656 4186 11629 22599 17305 22515 6463
 11049 22853 25706 14388 5500 19245 8732 2177 13555 11346 17265 3069
 16581 22225 12563 19717 23577 11555 25496 6853 25403 5218 15925 21766
 16529 14487 7643 10715 17442 11119 5679 14155 24213 21000 1116 15620
 5340 8636 16693 1434 5635 6516 9482 20189 1066 15013 25361 14243
 18506 22236 20912 8952 5421 15691 6126 21595 500 6904 13059 6802
 8433 4694 5524 14216 3685 19721 25420 9937 23813 9047 25651 16826
 21500 24814 6344 17382 7064 13929 4004 16552 12818 8720 5286 2206
 22517 2429 19065 2921 21611 1873 7507 5661 23006 23128 20543 19777
 1770 4636 20900 14931 9247 12340 11008 12966 4471 2731 16445 791
 6635 14556 18865 22421 22124 12697 9803 25485 7744 18254 11313 9004
 19982 23963 18912 7206 12500 4382 20067 6177 21007 1195 23547 24837
 756 11158 14646 20534 3647 17728 11676 11843 12937 4402 8261 22944
 9306 24009 10012 11081 3746 24325 8060 19826 842 8836 2898 5019
 7575 7455 25244 4736 14400 22981 5543 8006 24203 13053 1120 5128
 3482 9270 13059 15825 7453 23747 3656 24585 16542 17507 22462 14670
 15627 15290 4198 22748 5842 13395 23918 16985 14929 3726 25350 24157
 24896 16365 16423 13461 16615 8107 24741 3604 25904 8716 9604 20365
 3729 17245 18448 9862 20831 25326 20517 24618 13282 5099 14183 8804
 16455 17646 15376 18194 25528 1777 6066 21855 14372 12517 4488 17490
 1400 8135 23375 20879 8476 4084 12936 25536 22309 16582 6402 24360
 25119 23586 128 4761 10443 22536 8607 9752 25446 15053 1856 4040
 377 21160 13474 5451 17170 5938 10256 11972 24210 17833 22047 16108
 13075 9648 24546 13150 23867 7309 19798 2988 16858 4825 23950 15125
 20526 3553 11525 23366 2452 17626 19265 20172 18060 24593 13255 1552
 18839 21132 20119 15214 14705 7096 10174 5663 18651 19700 12524 14033
 4127 2971 17499 16287 22368 21463 7943 18880 5567 8047 23363 6797
 10651 24471 14325 4081 7258 4949 7044 1078 797 22910 20474 4318
 21374 13231 22985 5056 3821 23718 14178 9978 19030 23594 8895 25358
 6199 22056 7749 13310 3999 23697 16445 22636 5225 22437 24153 9442
 7978 12177 2893 20778 3175 8645 11863 24623 10311 25767 17057 3691
 20473 11294 9914 22815 2574 8439 3699 5431 24840 21908 16088 18244
 8208 5755 19059 8541 24924 6454 11234 10492 16406 10831 11436 9649
 16264 11275 24953 2347 12667 19190 7257 7174 24819 2938 2522 11749
 3627 5969 13862 1538 23176 6353 2855 17720 2472 7428 573 15036
 0 18539 18661
 1 10502 3002
 2 9368 10761

圖 115

3	12299	7828
4	15048	13362
5	18444	24640
6	20775	19175
7	18970	10971
8	5329	19982
9	11296	18655
10	15046	20659
11	7300	22140
12	22029	14477
13	11129	742
14	13254	13813
15	19234	13273
16	6079	21122
17	22782	5828
18	19775	4247
19	1660	19413
20	4403	3649
21	13371	25851
22	22770	21784
23	10757	14131
24	16071	21617
25	6393	3725
26	597	19968
27	5743	8084
28	6770	9548
29	4285	17542
30	13568	22599
31	1786	4617
32	23238	11648
33	19627	2030
34	13601	13458
35	13740	17328
36	25012	13944
37	22513	6687
38	4934	12587
39	21197	5133
40	22705	6938
41	7534	24633
42	24400	12797
43	21911	25712
44	12039	1140
45	24306	1021

圖 116

46 14012 20747
 47 11265 15219
 48 4670 15531
 49 9417 14359
 50 2415 6504
 51 24964 24690
 52 14443 8816
 53 6926 1291
 54 6209 20806
 55 13915 4079
 56 24410 13196
 57 13505 6117
 58 9869 8220
 59 1570 6044
 60 25780 17387
 61 20671 24913
 62 24558 20591
 63 12402 3702
 64 8314 1357
 65 20071 14616
 66 17014 3688
 67 19837 946
 68 15195 12136
 69 7758 22808
 70 3564 2925
 71 3434 7769

圖 117

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

圖 118

r1/3 16K

416 8909 4156 3216 3112 2560 2912 6405 8593 4969 6723 6912
 8978 3011 4339 9312 6396 2957 7288 5485 6031 10218 2226 3575
 3383 10059 1114 10008 10147 9384 4290 434 5139 3536 1965 2291
 2797 3693 7615 7077 743 1941 8716 6215 3840 5140 4582 5420
 6110 8551 1515 7404 4879 4946 5383 1831 3441 9569 10472 4306
 1505 5682 7778
 7172 6830 6623
 7281 3941 3505
 10270 8669 914
 3622 7563 9388
 9930 5058 4554
 4844 9609 2707
 6883 3237 1714
 4768 3878 10017
 10127 3334 8267

圖 119

r2/5 16K

5650 4143 8750 583 6720 8071 635 1767 1344 6922 738 6658
 5696 1685 3207 415 7019 5023 5608 2605 857 6915 1770 8016
 3992 771 2190 7258 8970 7792 1802 1866 6137 8841 886 1931
 4108 3781 7577 6810 9322 8226 5396 5867 4428 8827 7766 2254
 4247 888 4367 8821 9660 324 5864 4774 227 7889 6405 8963
 9693 500 2520 2227 1811 9330 1928 5140 4030 4824 806 3134
 1652 8171 1435
 3366 6543 3745
 9286 8509 4645
 7397 5790 8972
 6597 4422 1799
 9276 4041 3847
 8683 7378 4946
 5348 1993 9186
 6724 9015 5646
 4502 4439 8474
 5107 7342 9442
 1387 8910 2660

圖 120

r1/2 16K							
20	712	2386	6354	4061	1062	5045	5158
21	2543	5748	4822	2348	3089	6328	5876
22	926	5701	269	3693	2438	3190	3507
23	2802	4520	3577	5324	1091	4667	4449
24	5140	2003	1263	4742	6497	1185	6202
0	4046	6934					
1	2855	66					
2	6694	212					
3	3439	1158					
4	3850	4422					
5	5924	290					
6	1467	4049					
7	7820	2242					
8	4606	3080					
9	4633	7877					
10	3884	6868					
11	8935	4996					
12	3028	764					
13	5988	1057					
14	7411	3450					

圖 121

r3/5 16K
2765 5713 6426 3596 1374 4811 2182 544 3394 2840 4310 771
4951 211 2208 723 1246 2928 398 5739 265 5601 5993 2615
210 4730 5777 3096 4282 6238 4939 1119 6463 5298 6320 4016
4167 2063 4757 3157 5664 3956 6045 563 4284 2441 3412 6334
4201 2428 4474 59 1721 736 2997 428 3807 1513 4732 6195
2670 3081 5139 3736 1999 5889 4362 3806 4534 5409 6384 5809
5516 1622 2906 3285 1257 5797 3816 817 875 2311 3543 1205
4244 2184 5415 1705 5642 4886 2333 287 1848 1121 3595 6022
2142 2830 4069 5654 1295 2951 3919 1356 884 1786 396 4738
0 2161 2653
1 1380 1461
2 2502 3707
3 3971 1057
4 5985 6062
5 1733 6028
6 3786 1936
7 4292 956
8 5692 3417
9 266 4878
10 4913 3247
11 4763 3937
12 3590 2903
13 2566 4215
14 5208 4707
15 3940 3388
16 5109 4556
17 4908 4177

圖 122

r3/5 16K

71	1478	1901	2240	2649	2725	3592	3708	3965	4080	5733	6198
393	1384	1435	1878	2773	3182	3586	5465	6091	6110	6114	6327
160	1149	1281	1526	1566	2129	2929	3095	3223	4250	4276	4612
289	1446	1602	2421	3559	3796	5590	5750	5763	6168	6271	6340
947	1227	2008	2020	2266	3365	3588	3867	4172	4250	4865	6290
3324	3704	4447									
1206	2565	3089									
529	4027	5891									
141	1187	3206									
1990	2972	5120									
752	796	5976									
1129	2377	4030									
6077	6108	6231									
61	1053	1781									
2820	4109	5307									
2088	5834	5988									
3725	3945	4010									
1081	2780	3389									
659	2221	4822									
3033	6060	6160									
756	1489	2350									
3350	3624	5470									
357	1825	5242									
585	3372	6062									
561	1417	2348									
971	3719	5567									
1005	1675	2062									

圖 123

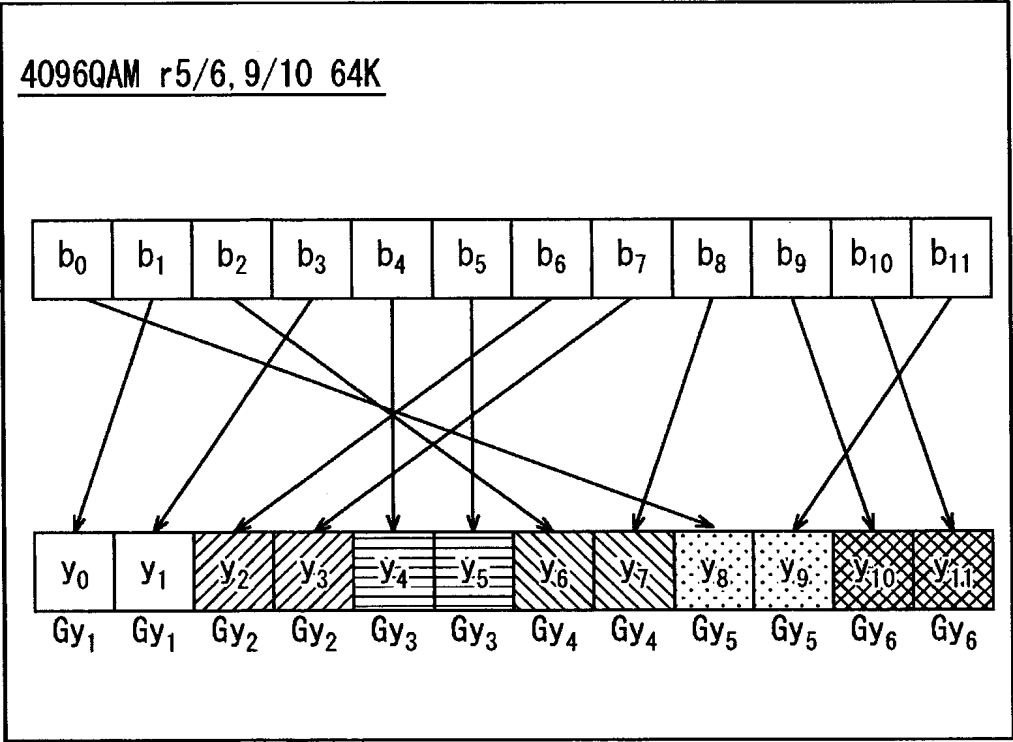


圖 125

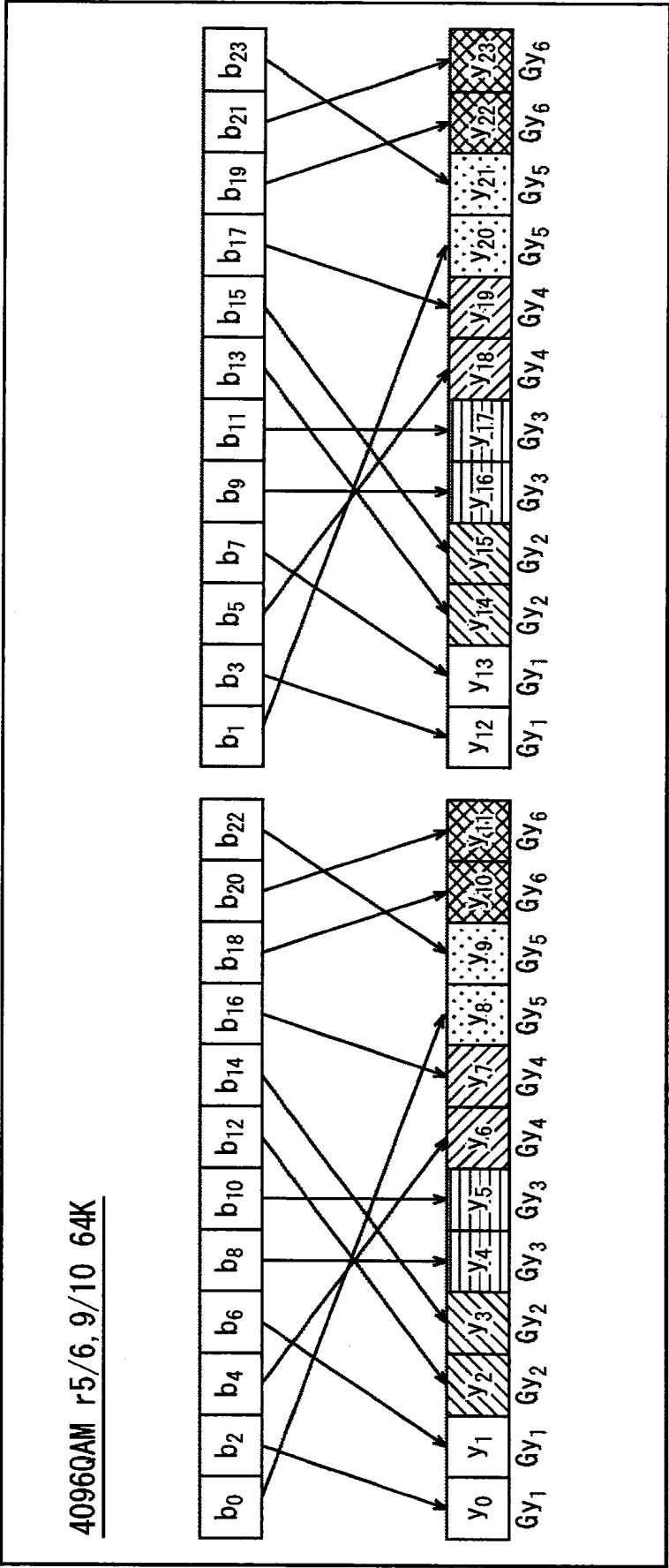


圖 126

1024QAM r3/4, 5/6, 8/9 16K r3/4, 5/6, 9/10 64K

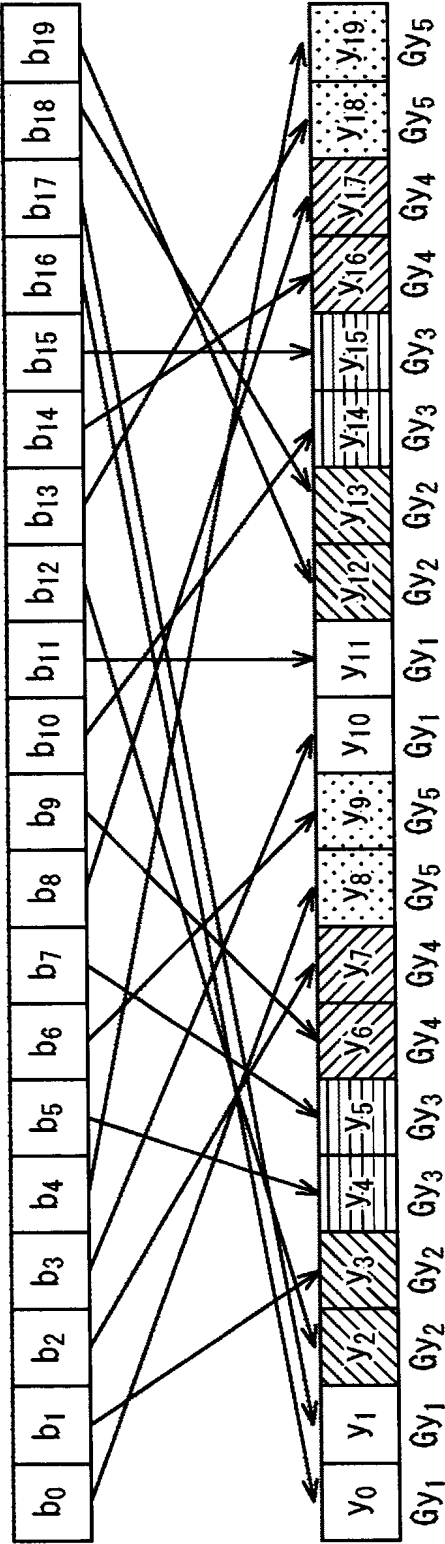


圖 127

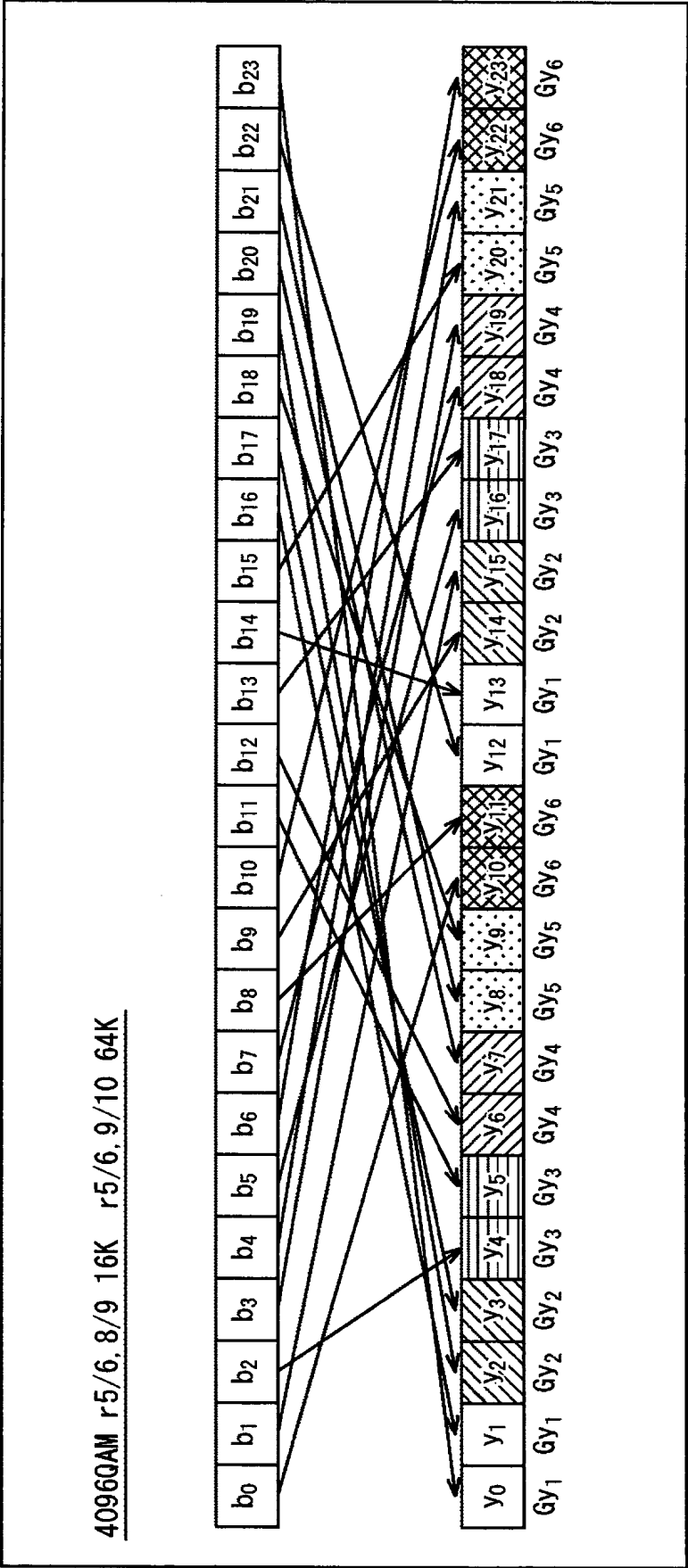


圖 128

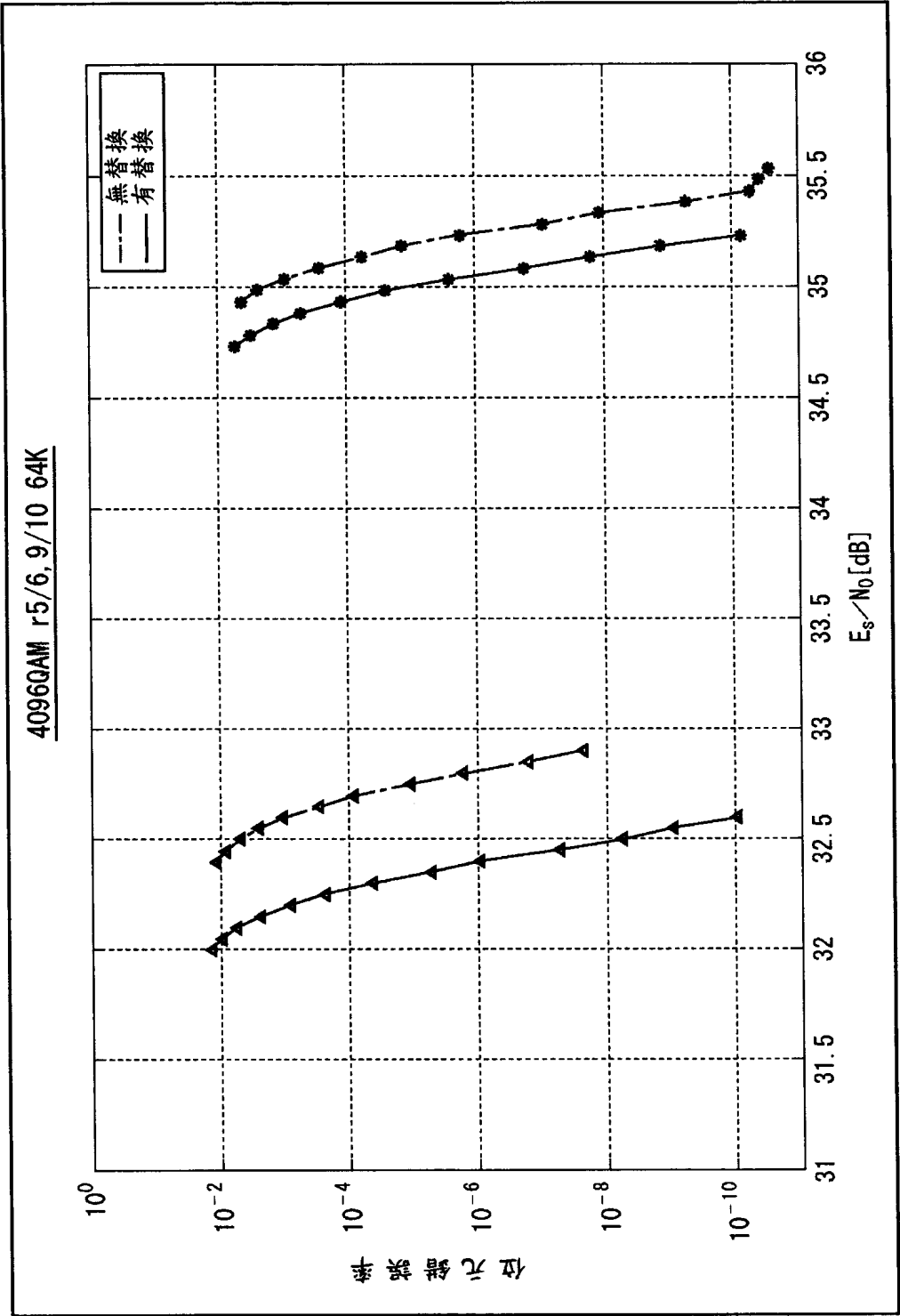


圖 129

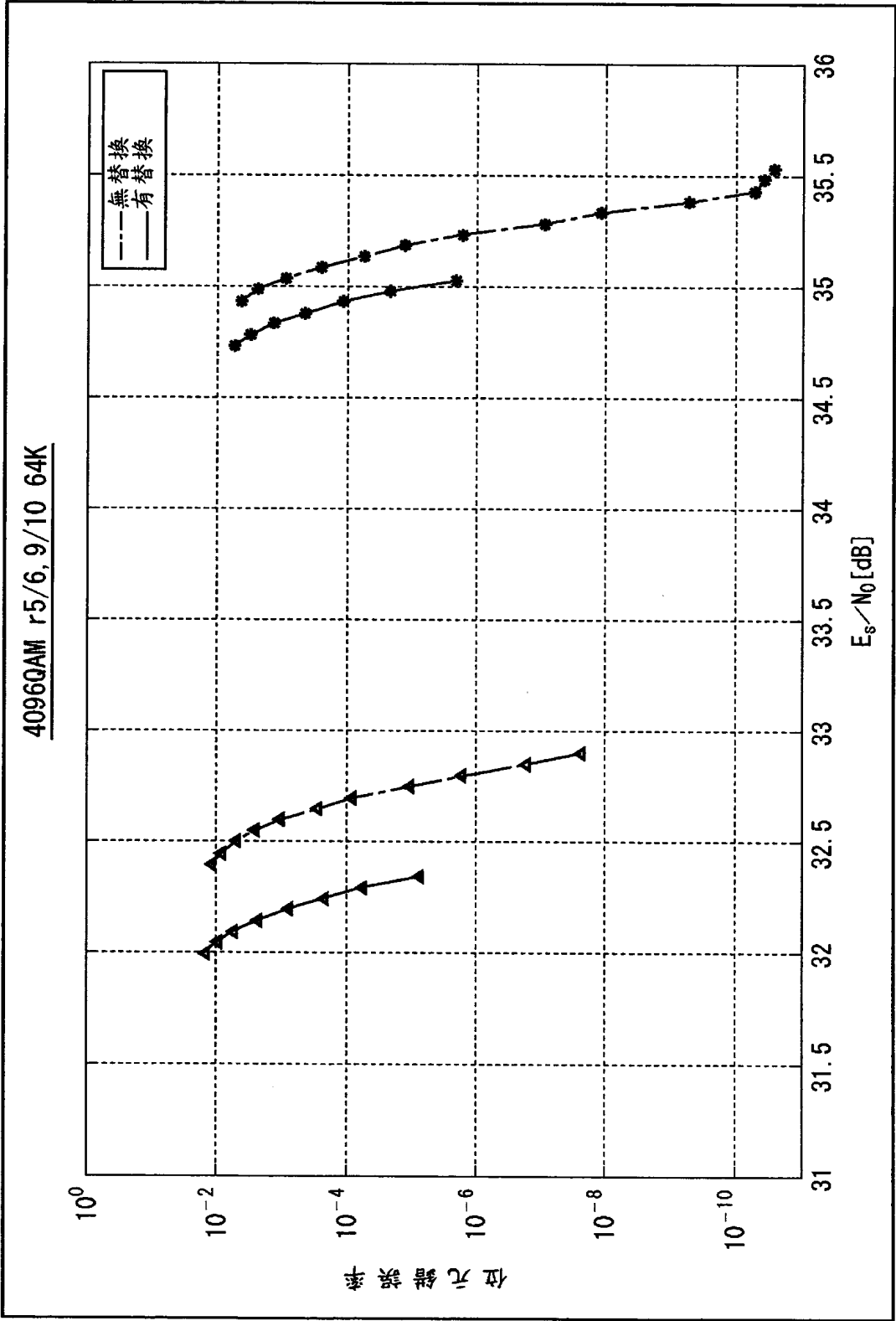


圖 130

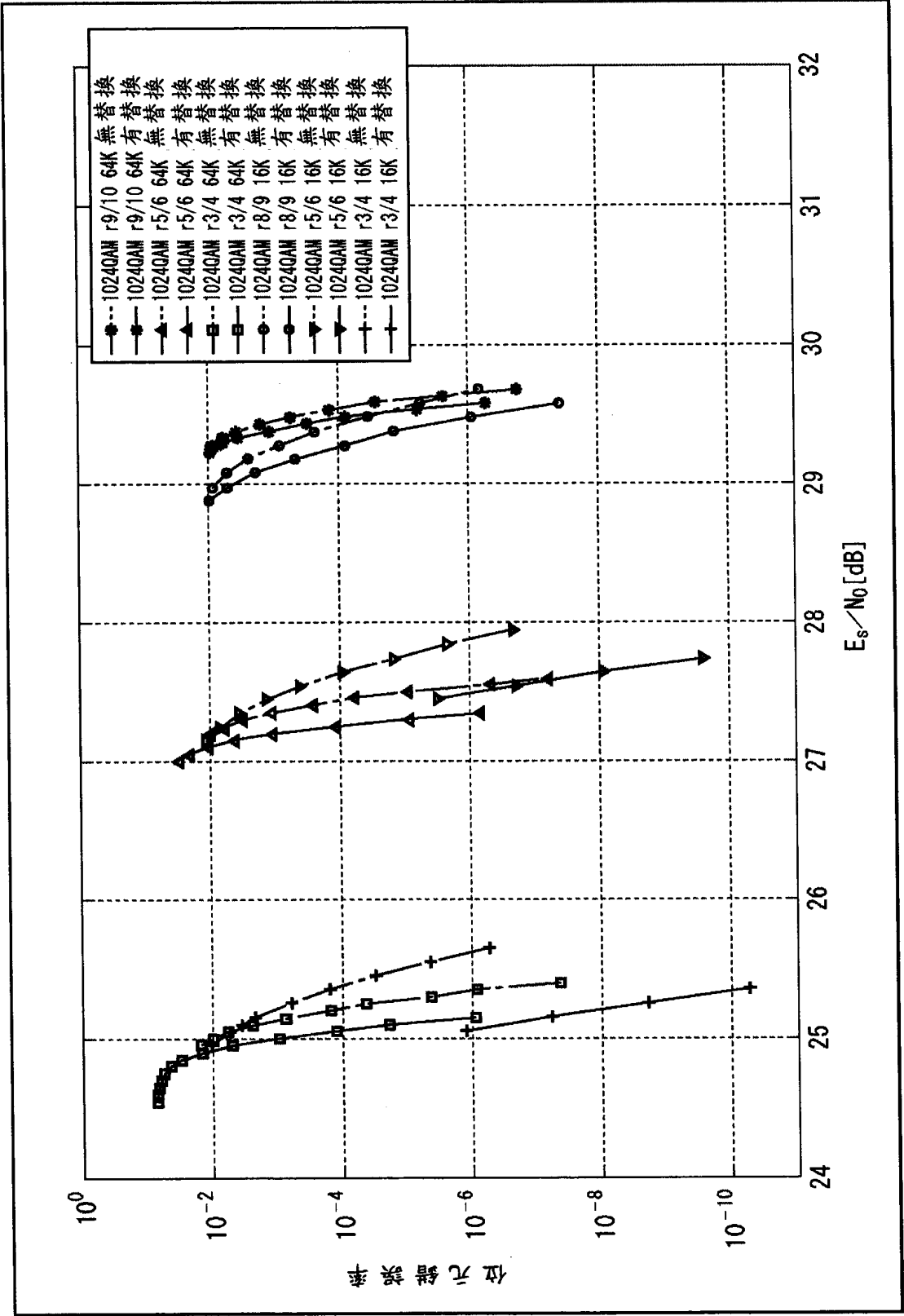


圖 131

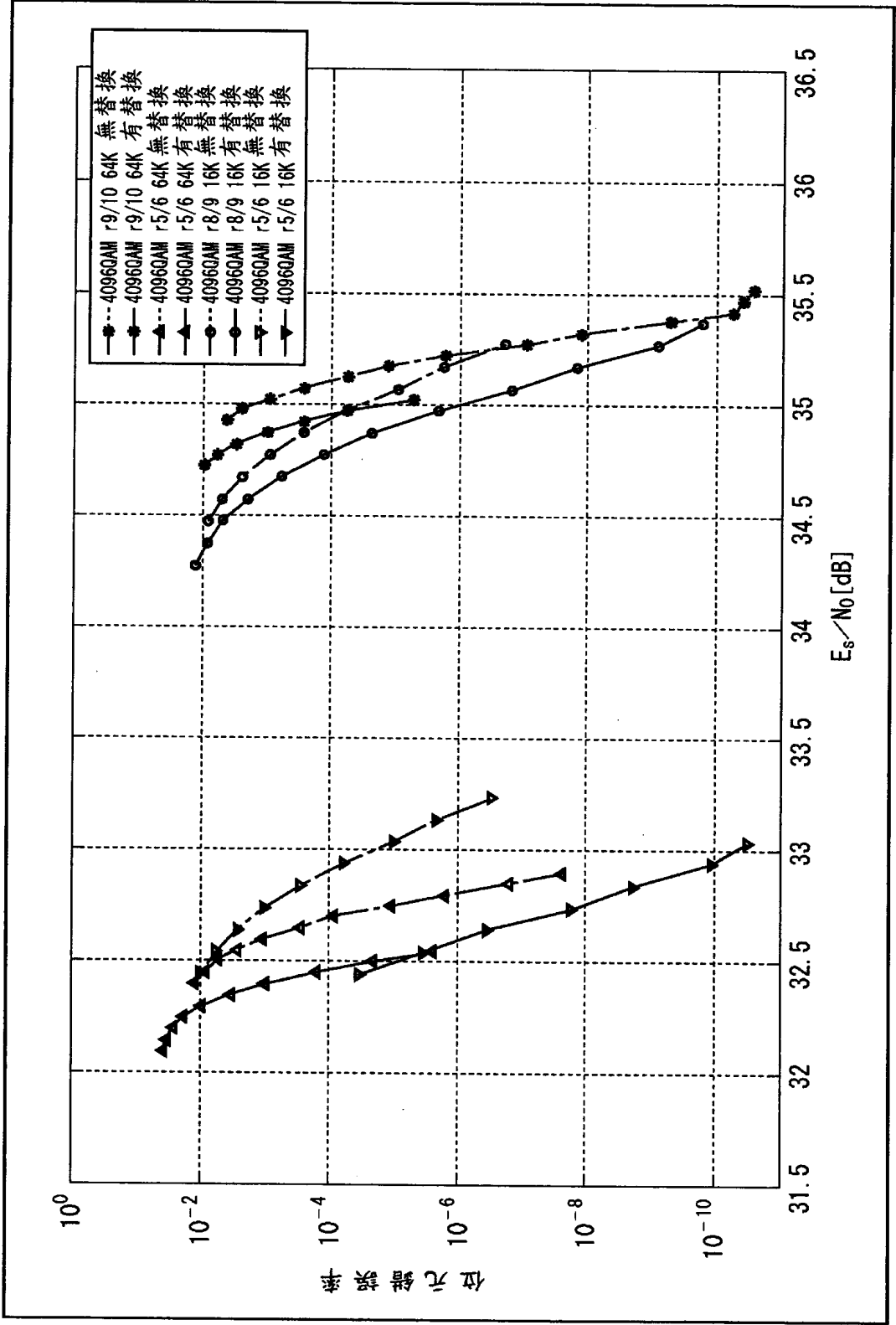


圖 132

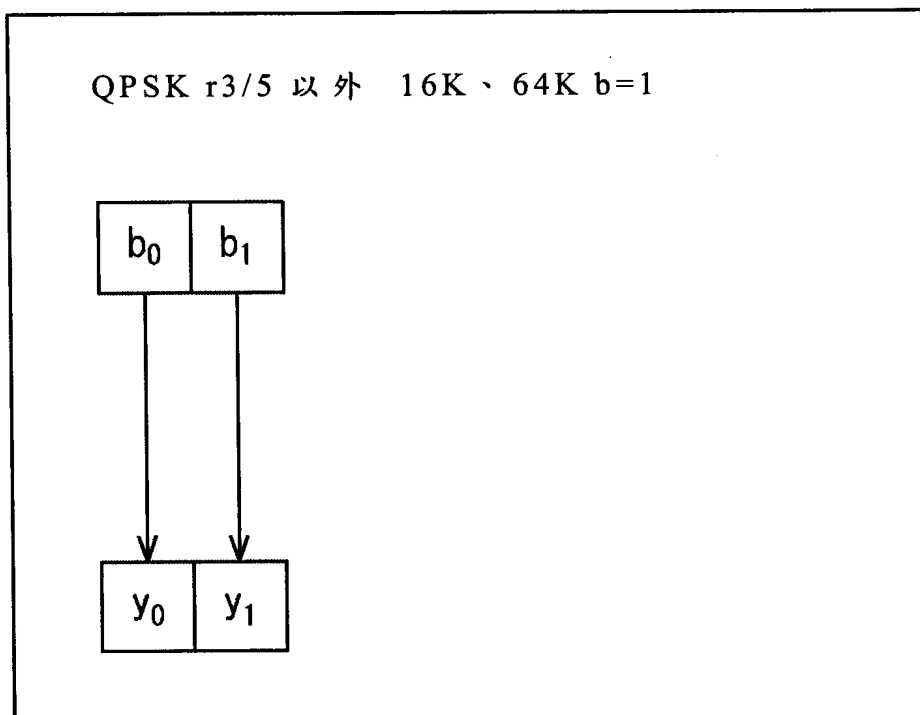


圖 133

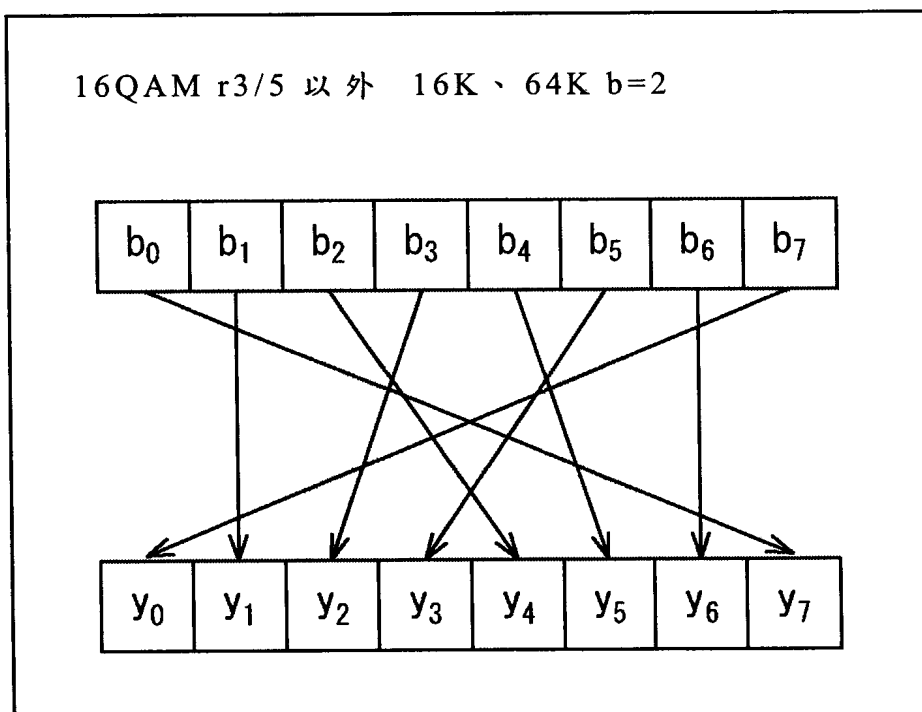


圖 134

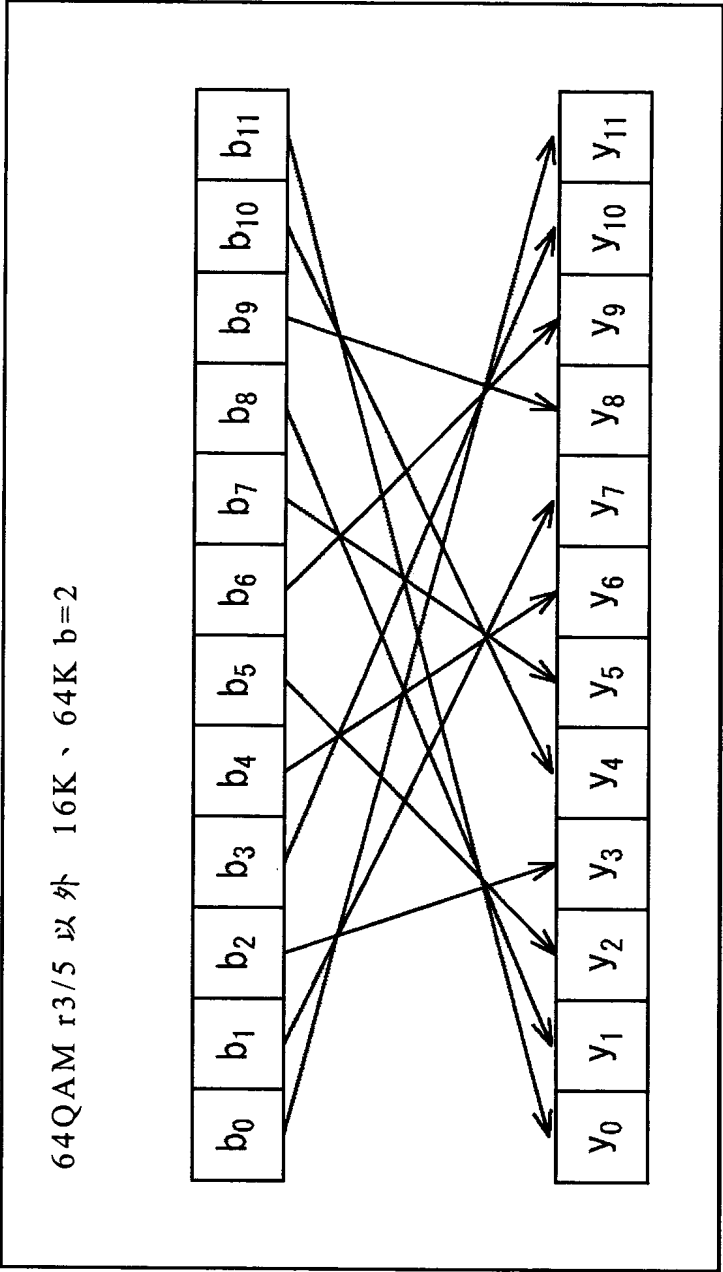


圖 135

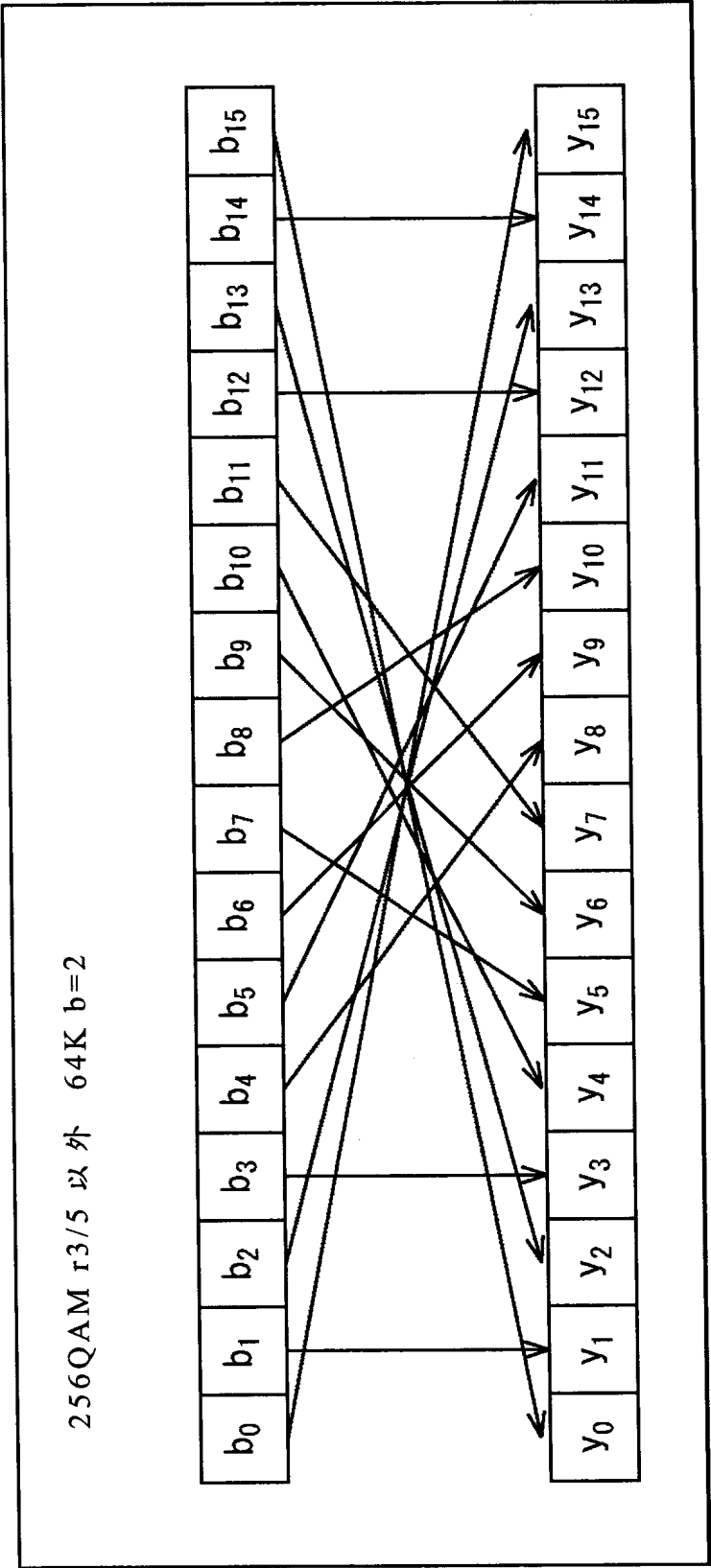


圖 136

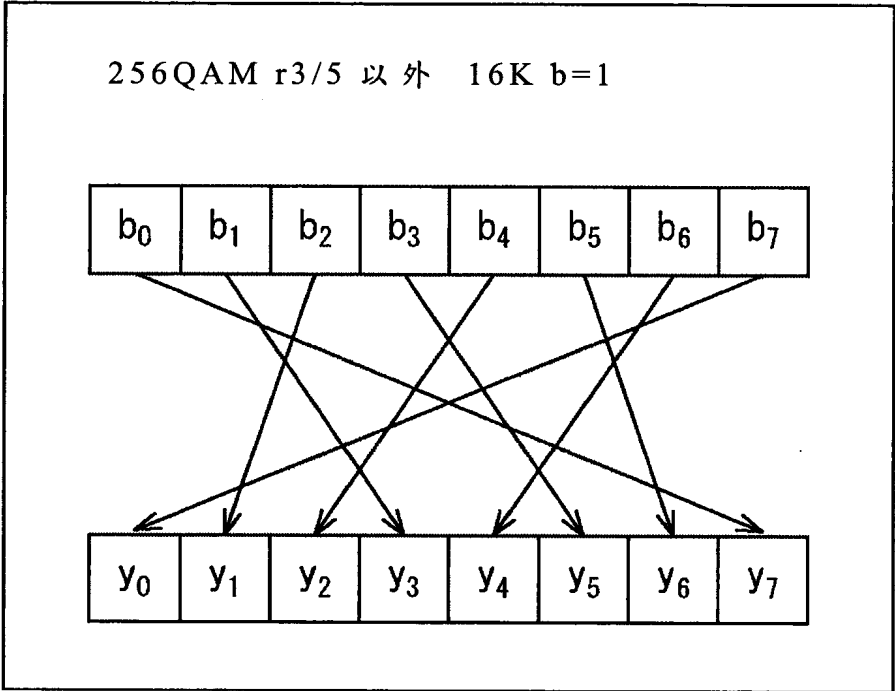


圖 137

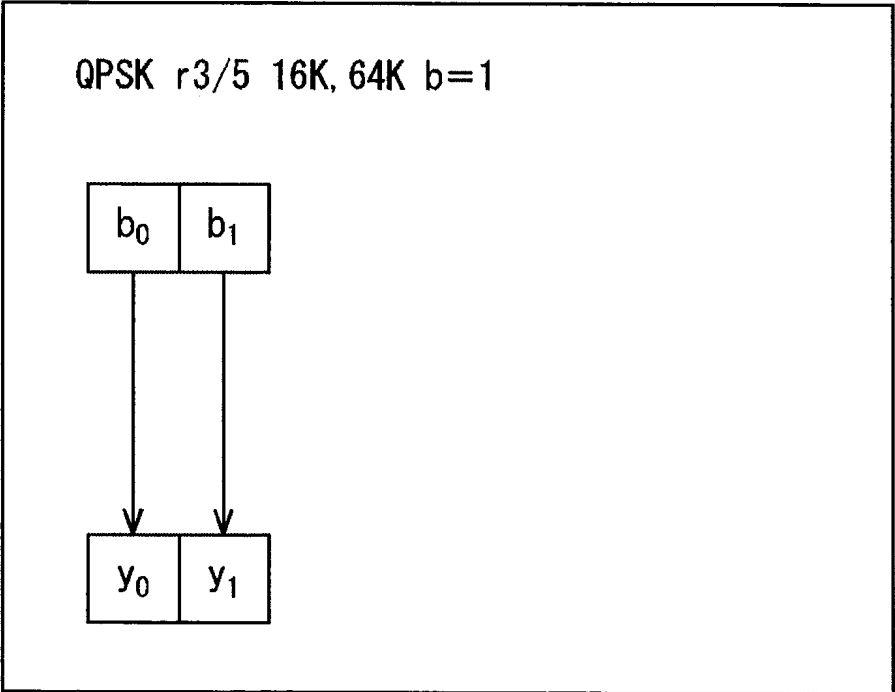


圖 138

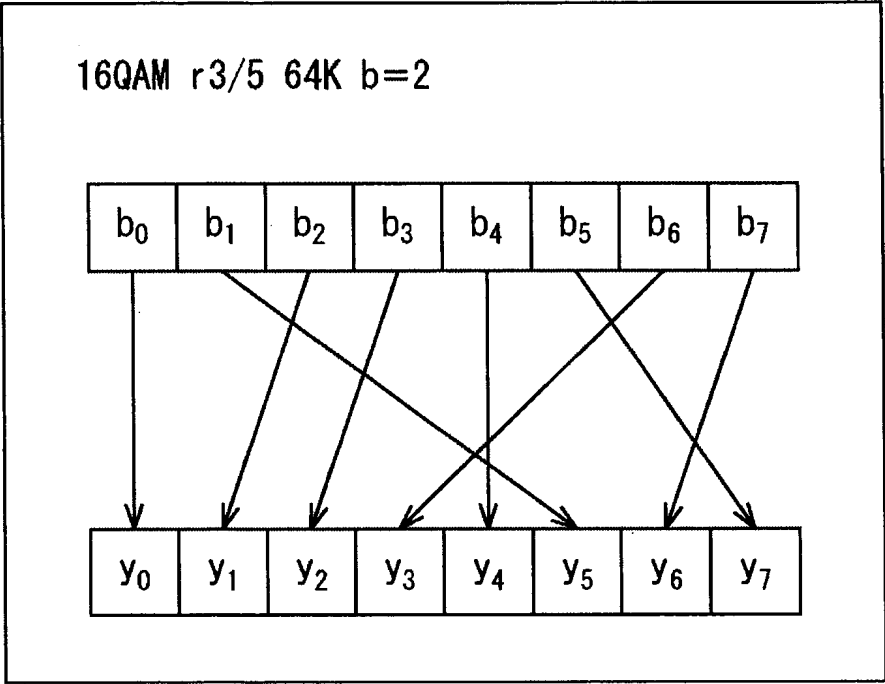


圖 139

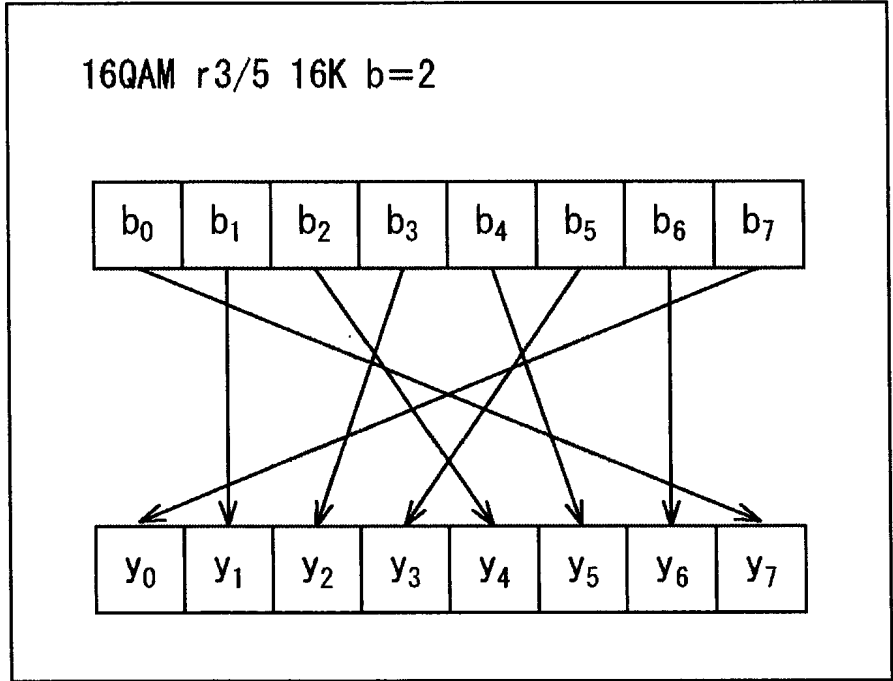


圖 140

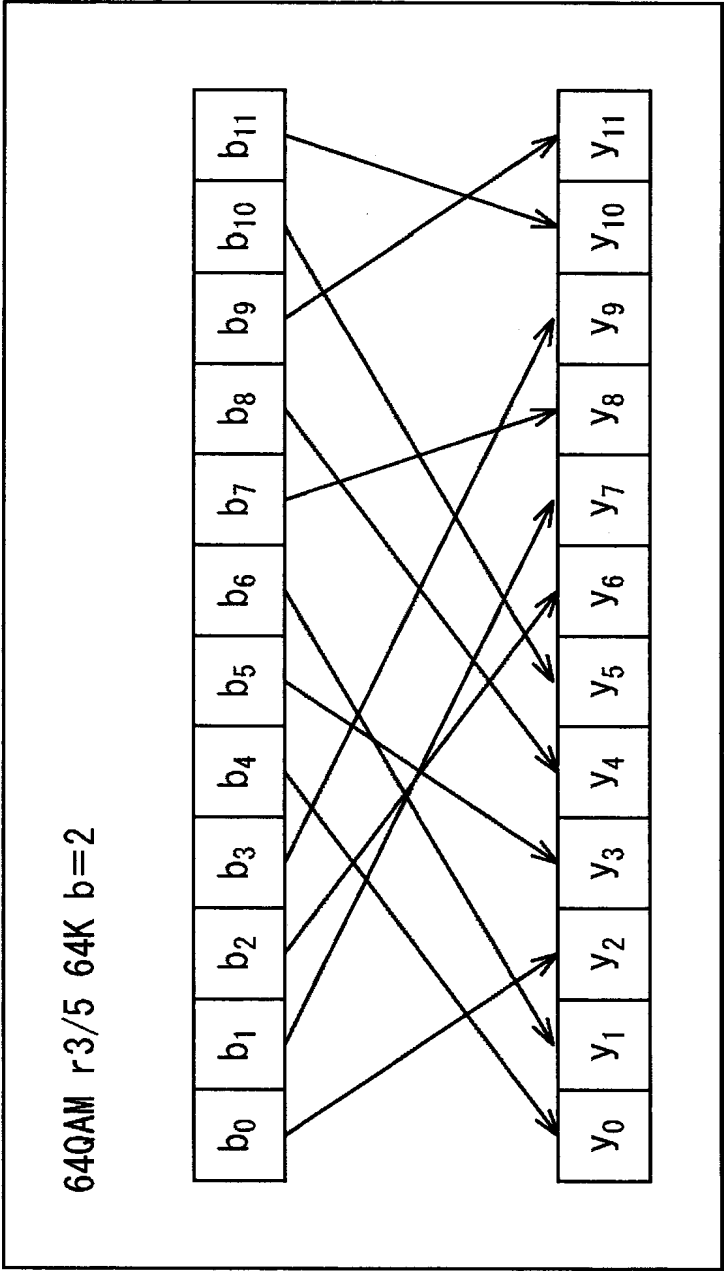


圖 141

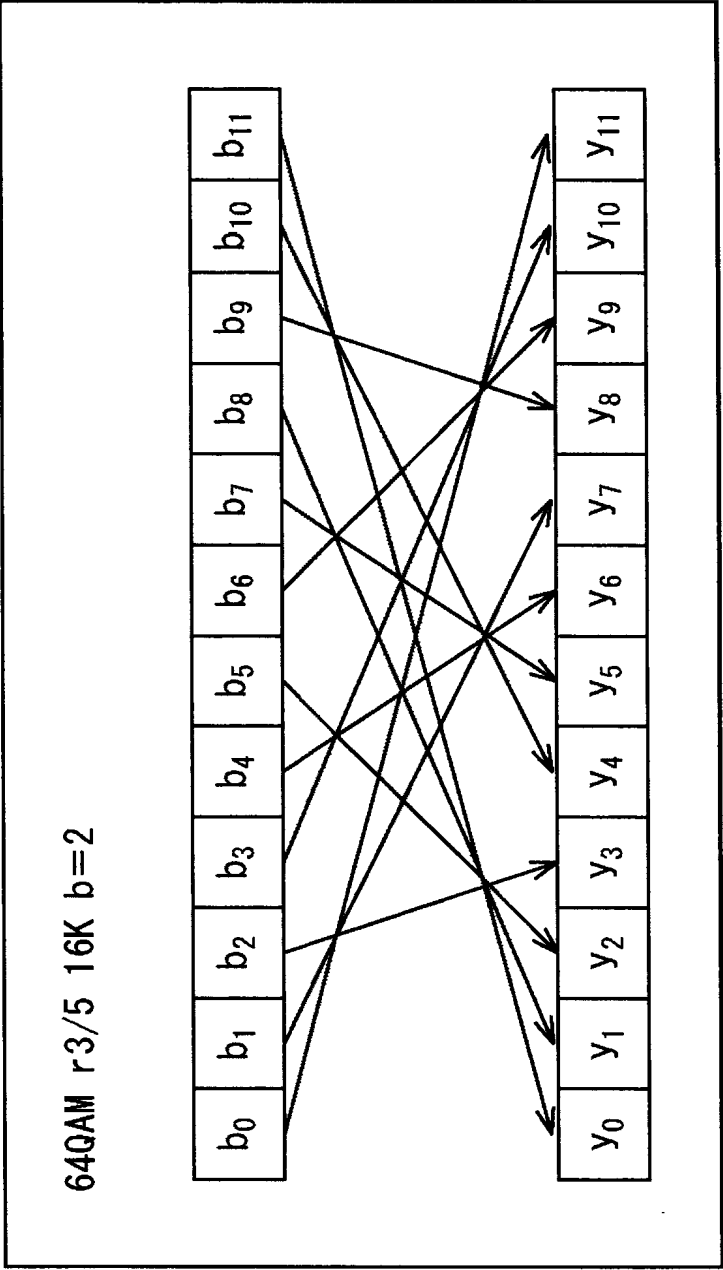


圖 142

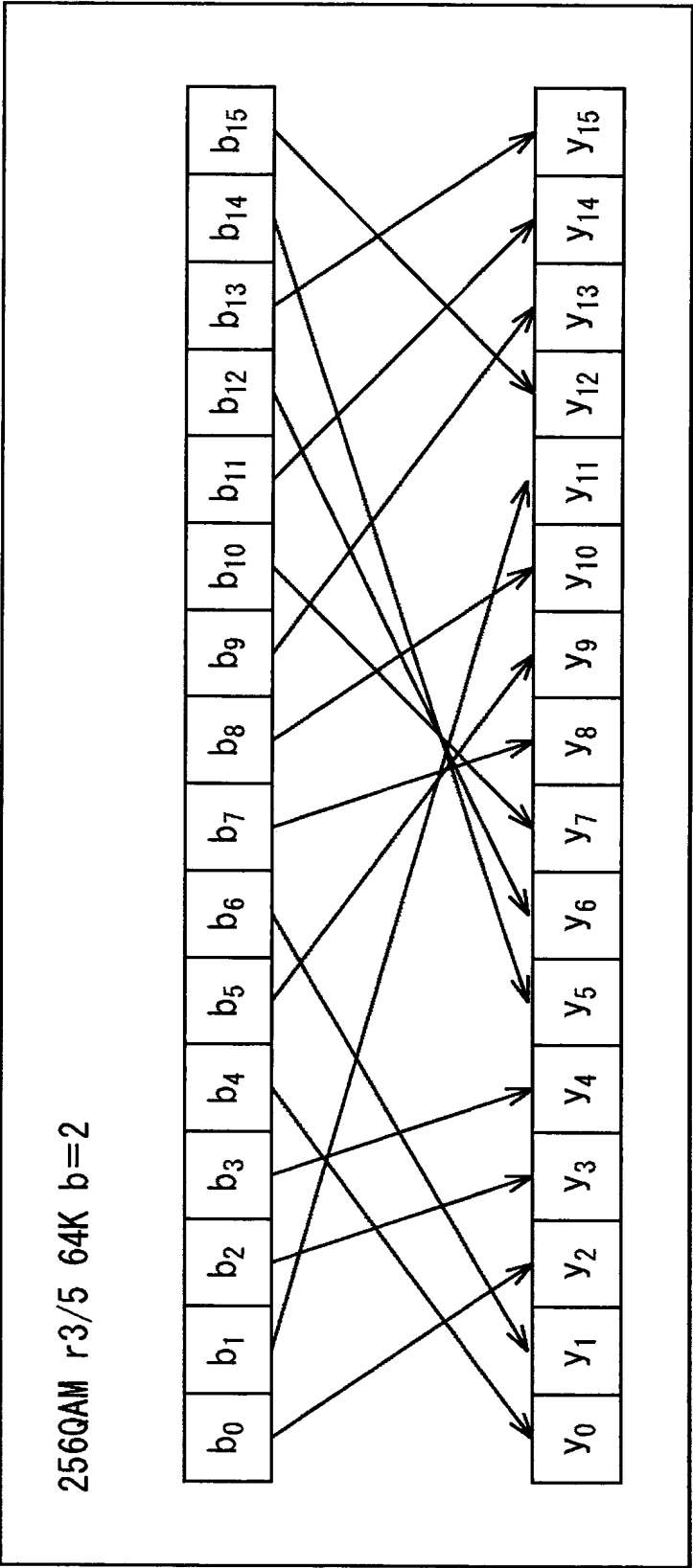


圖 143

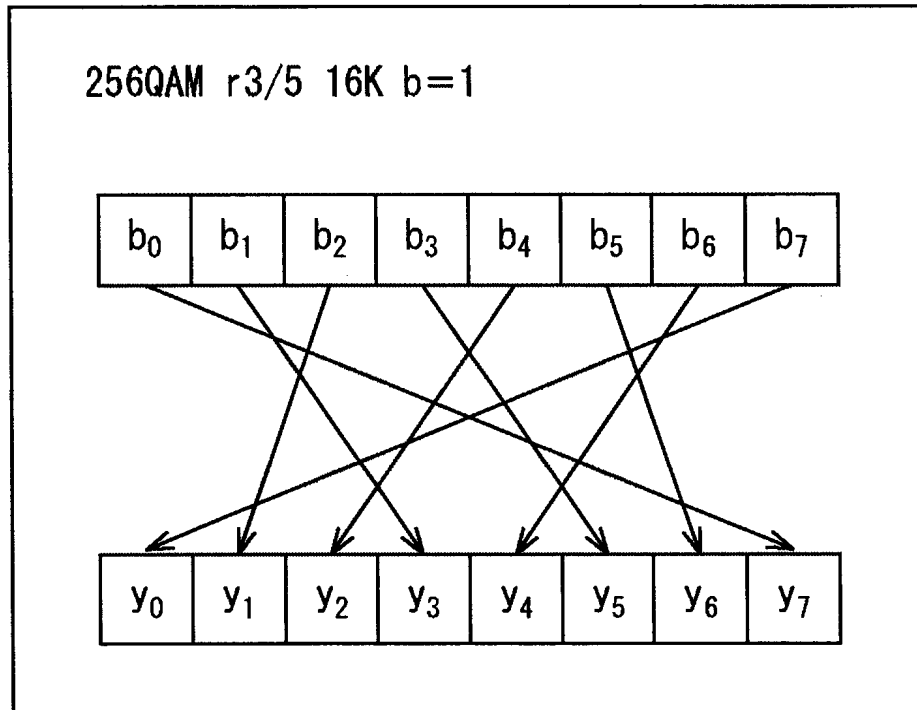


圖 144

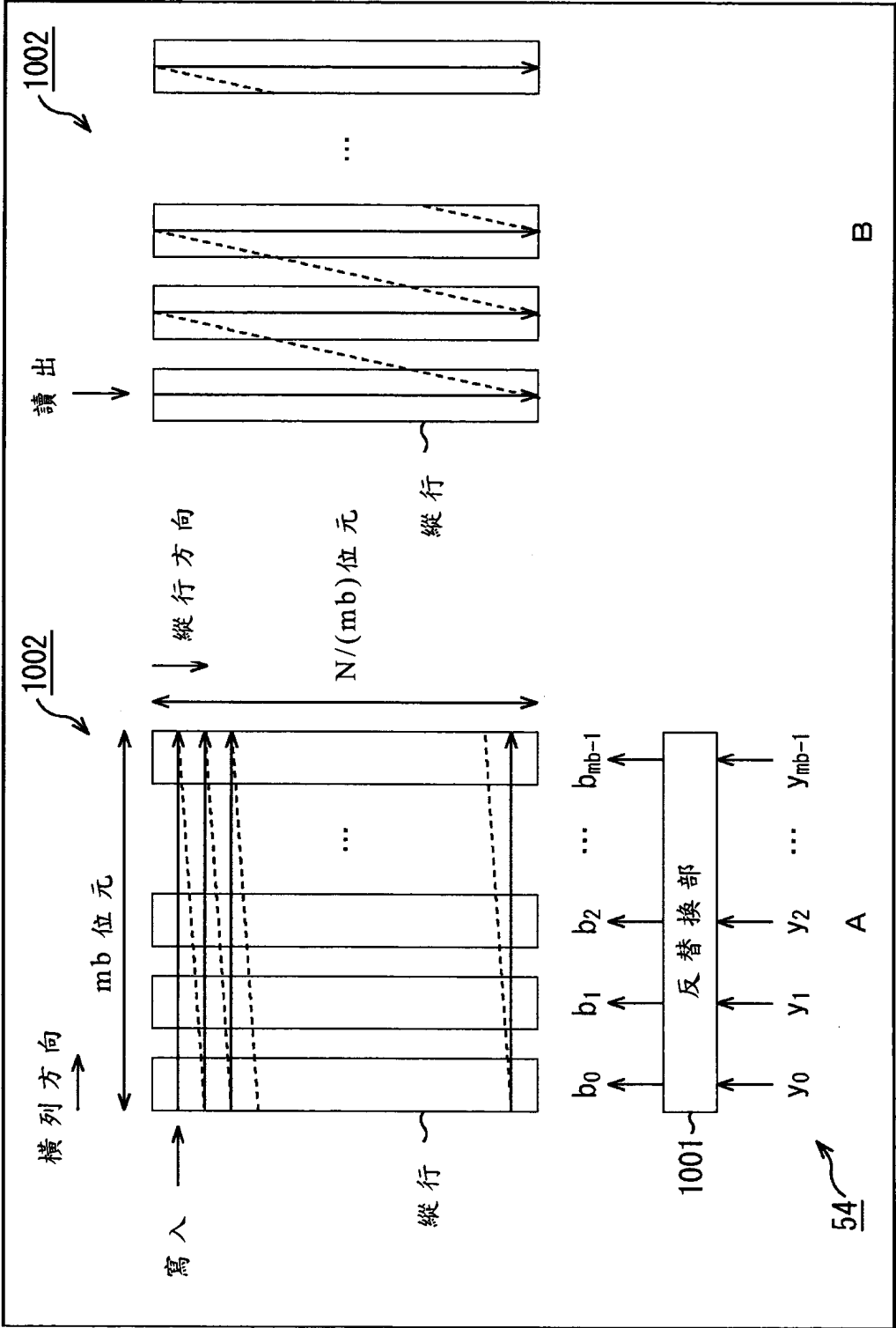


圖 145

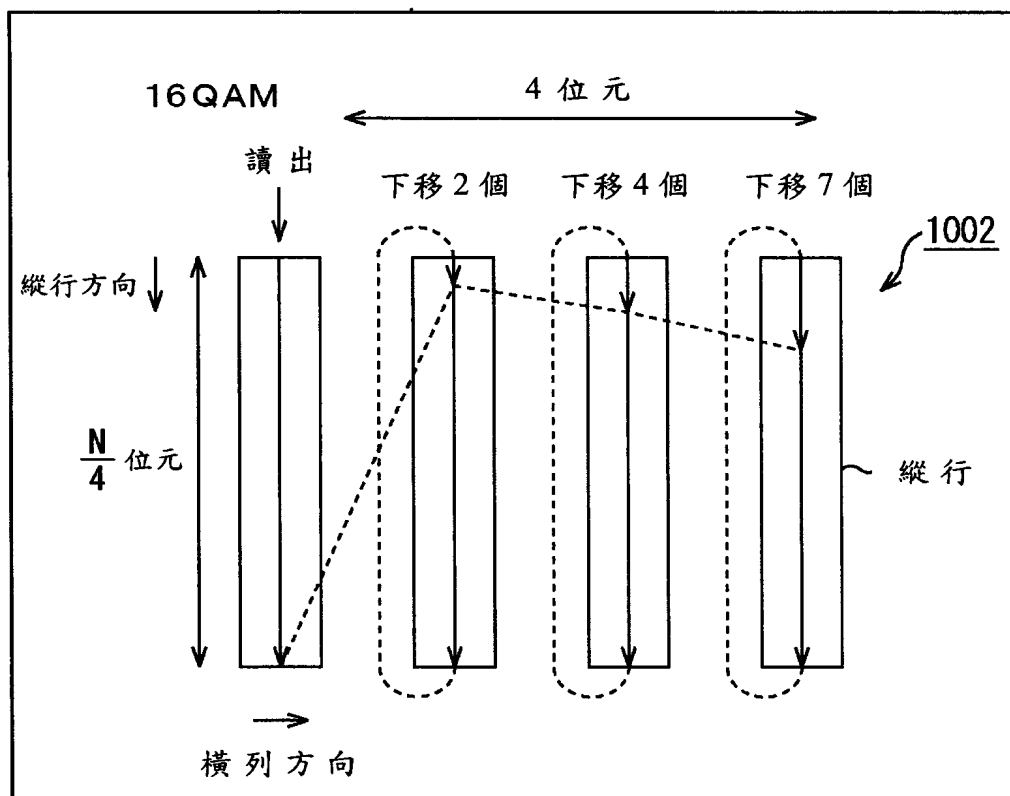


圖 146

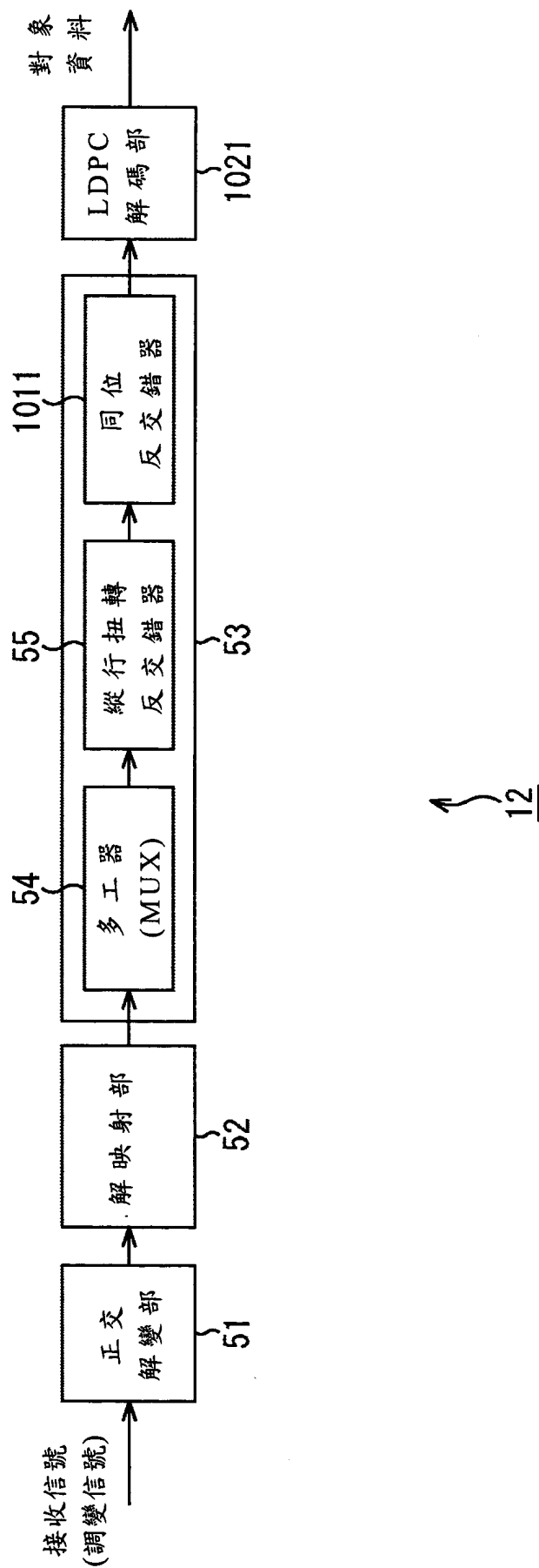


圖 147

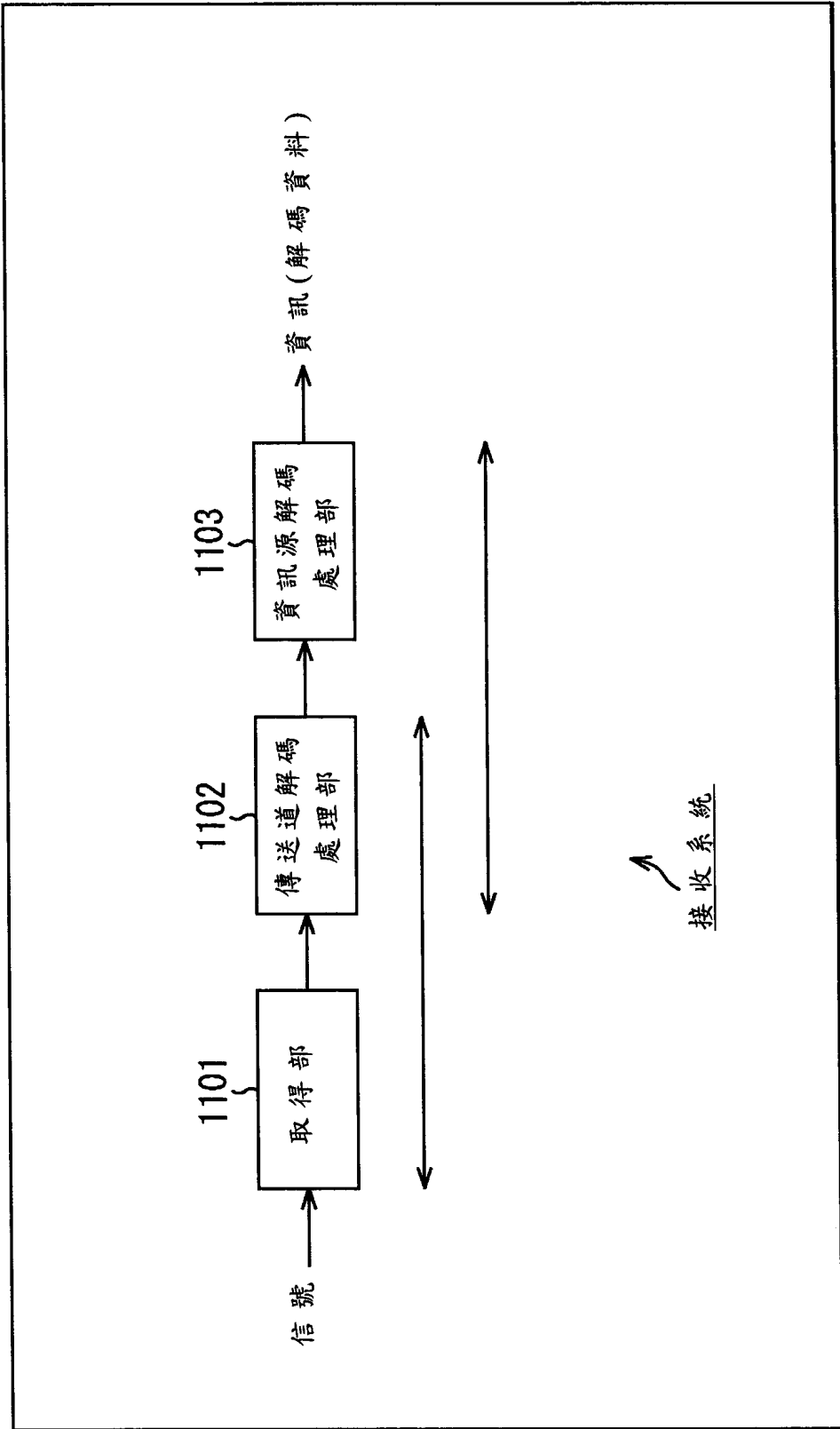


圖 148

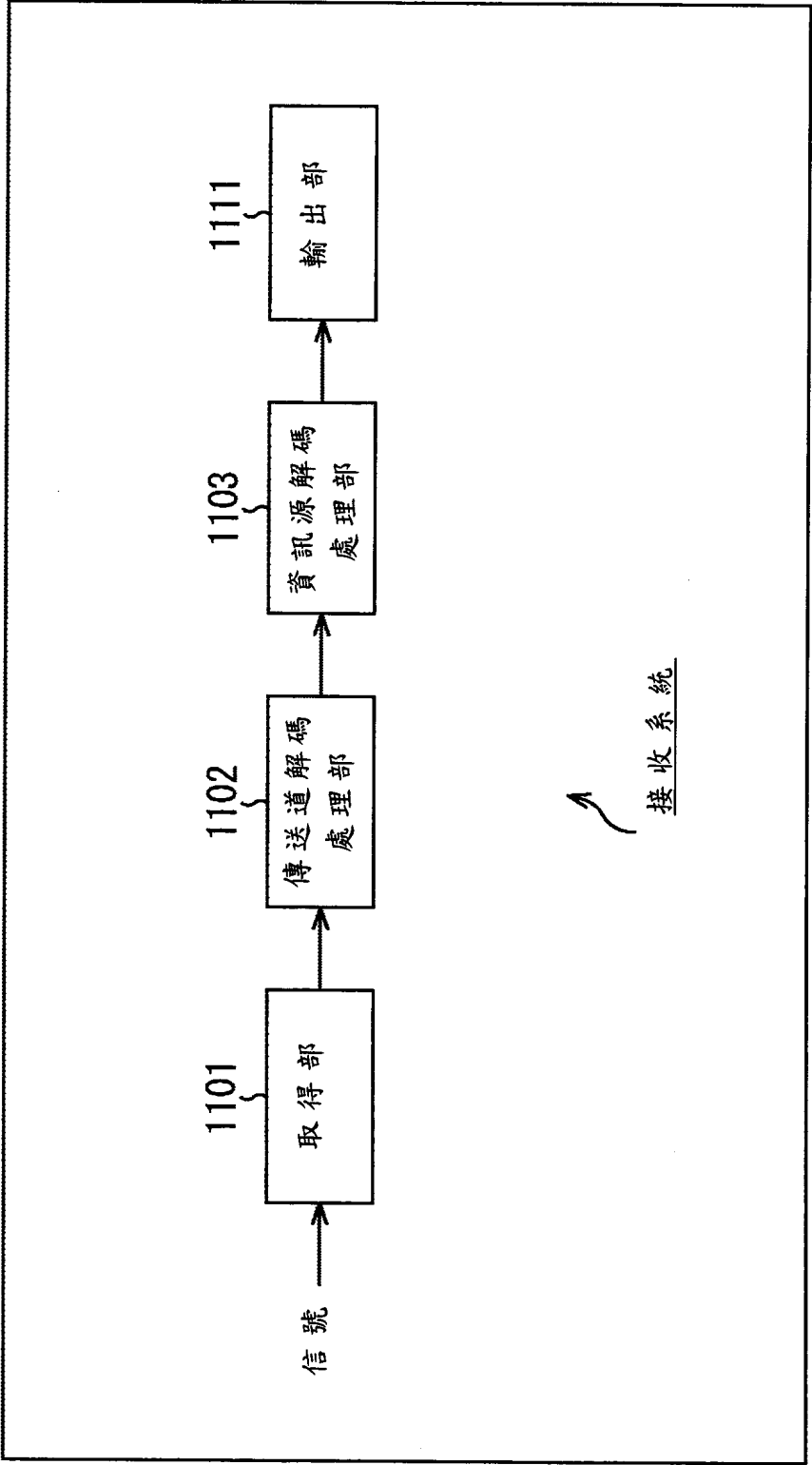


圖 149

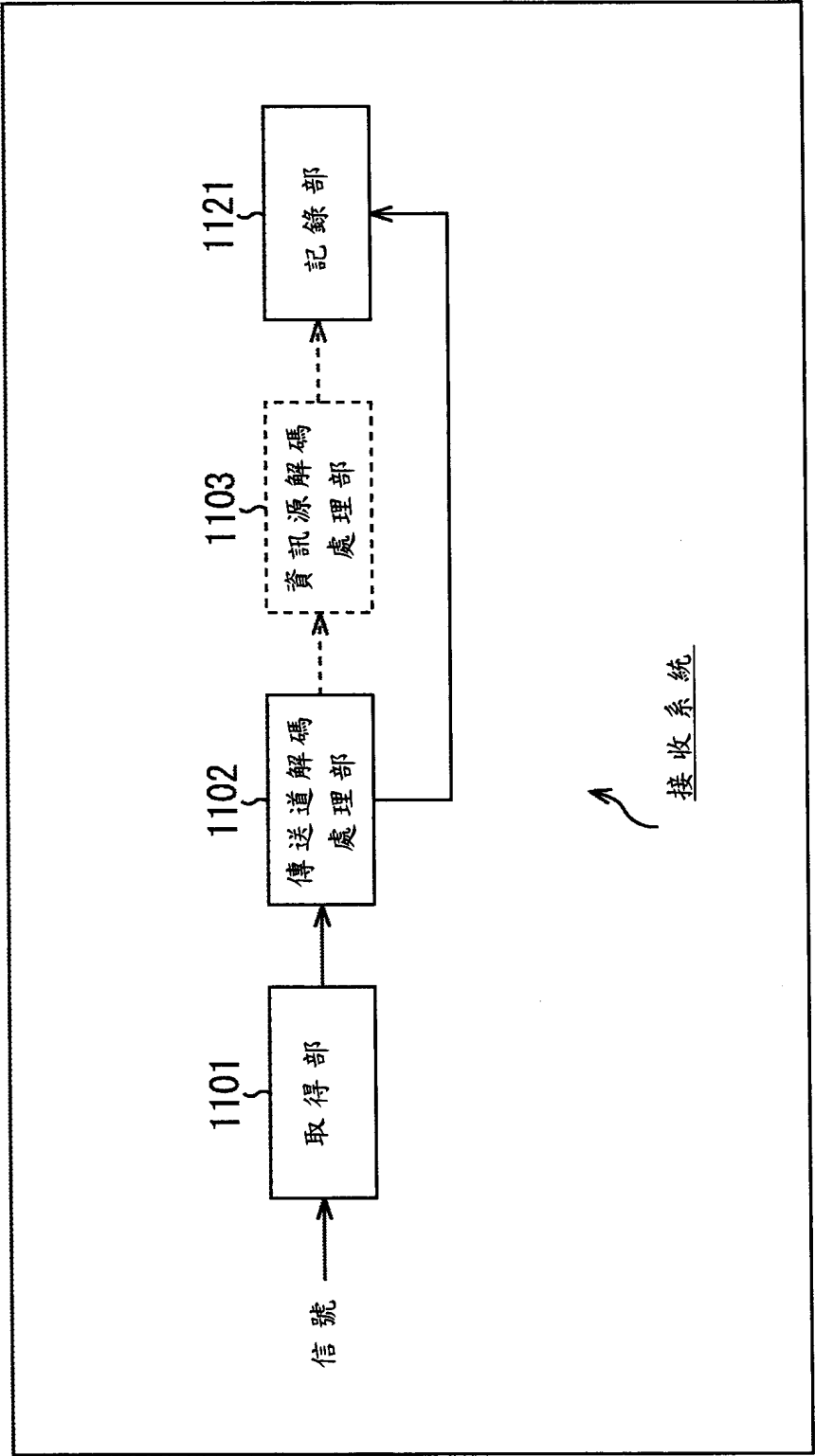


圖 150

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (8) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

11	發送裝置
21	LDPC編碼部
22	位元交錯器
23	同位交錯器
24	縱行扭轉交錯器
25	解多工器
26	映射部
27	正交調變部

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)