

發明專利說明書

200401971

(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： 92107507

※申請日期： 92.4.2 ※IPC 分類： G06F 11/08

壹、發明名稱：(中文/英文)

用以將額外誤差修正層嵌入誤差修正碼之方法與裝置

METHOD AND APPARATUS FOR EMBEDDING AN
ADDITIONAL LAYER OF ERROR CORRECTION INTO
AN ERROR CORRECTING CODE

貳、申請人：(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 荷蘭商皇家飛利浦電子股份有限公司

KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.

2. 日商新力股份有限公司

SONY CORPORATION

代表人：(中文/英文)

1. J.L. 凡 德 渥

J.L. VAN DER VEER

2. 田中 啟介

KEISUKE TANAKA

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 荷蘭愛因和文市格羅尼渥街 1 號

GROENEWOUDSEWEG 1, 5621 BA EINDHOVEN, THE
NETHERLANDS

2. 日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

6-7-35 KITASHINAGAWA, SHINAGAWA-KU, TOKYO
141-0001, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

1. 荷蘭 THE NETHERLANDS

2. 日本 JAPAN

參、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1.馬汀 艾瑞克 凡 迪克

MARTEN ERIK VAN DIJK

2.山本 耕平

KOUHEI YAMAMOTO

住居所地址：(中文/英文)

1.美國麻州康橋市新港路 1 號 3 室

NEWPORT ROAD #3, CAMBRIDGE, MA 02140,
U.S.A.

2.日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

6-7-35 KITASHINAGAWA, SHINAGAWA-KU, TOKYO
141-0001, JAPAN

國籍：(中文/英文)

1.荷蘭 THE NETHERLANDS

2.日本 JAPAN

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 歐洲專利機構 2002 年 04 月 05 日 02076356.1

2.

3.

4.

5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 歐洲專利機構 2002 年 04 月 05 日 02076356.1

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種將一額外誤差修正層嵌入一誤差修正碼之方法，其中資訊係編碼成該碼組成之碼字，且其中若干碼字係排列於一碼區塊之行中。本發明進一步係關於一種解碼此種誤差修正碼之方法、相應的裝置、一種儲存此種碼的碼字之儲存媒體、一種包含此等碼字之信號以及一種實施該等方法之電腦程式。

【先前技術】

WO 00/07300 中揭示了一種利用字式交錯 (wordwise interleaving) 以編碼多重字資訊之方法。其中描述了一種所謂的糾察碼 (picket code)，其由兩種類型的碼字組成：長距離碼 (Long Distance Code；LDC) 碼字及叢發指示子碼 (Burst Indicator Subcode；BIS) 碼字，其預期用於數位錄影 (Digital Video Recording；DVR) 中在光學記錄載體上儲存資料，特別是視訊資料。BIS 碼字具有強大的誤差修正能力。即使是最惡劣的狀況下，亦極不可能出現對其不能正確解碼的情況。對 BIS 行進行解碼之後，即可識別誤差叢發。應用一抹除策略之後，誤差修正能力相對較小的 LDC 碼字亦可得到正確解碼。

與現有的誤差修正碼 (例如 DVD 中的產品碼) 相比，糾察碼提高了修正 (多重) 叢發誤差之能力。然而，糾察碼的隨機誤差修正能力較弱。因此，本發明之一項目的係提供用以改善誤差修正能力，具體言之是用以修正隨機誤差之方法，

其容易實施且又不會喪失與目前的誤差修正碼方案的相容性。該等方法適用於任何誤差修正碼，特別是用於DVR之糾察碼以及用於DVD之產品碼。

【發明內容】

藉由如申請專利範圍第1項之方法可達成此項目的，其包含以下步驟：

- 根據一預設加法規則將列符號相加以減小該碼區塊之各列的長度，從而得到一縮小之碼區塊，
- 利用一水平誤差修正碼編碼該縮小之碼區塊的縮短之列，以獲得水平同位，
- 將該等水平同位作為額外層嵌入該誤差修正碼中。

本發明係基於一般理念，即於一碼字組成之碼區塊上產生水平同位，該等碼字係排列於該碼區塊之行中。為縮小該碼區塊之欄位大小(例如，減小該碼區塊之各列的長度)，根據一預設加法規則將該碼區塊之各列中的列符號相加。然後可將所產生之水平同位作為一額外誤差修正層嵌入該碼中。在解碼期間，即可利用此額外層以修正抹除、叢發誤差以及解碼故障。減小碼區塊之列的長度使得可在更小的欄位上利用誤差修正碼，從而減小了冗餘總量。因所獲得之水平同位得到了額外的保護，故根據本發明可達到較高等級的誤差修正能力，用以修正解碼故障以及誤修正。

本發明亦係關於一種解碼一誤差修正碼之方法，依據上述編碼方法一額外誤差修正層嵌入該誤差修正碼中，該解碼方法包含以下步驟：

- 自該誤差修正碼中擷取該等水平同位，
- 以如申請專利範圍第1項之編碼方法中所利用的該預設加法規則的相同方法，將列符號相加以減小該碼區塊之各列的長度，從而得到一縮小之碼區塊，
- 利用該等水平同位解碼該縮小之碼區塊的縮短之列。

更進一步言之，本發明係關於：如申請專利範圍第12及13項之對應裝置；一種儲存誤差修正碼(其中嵌入一額外誤差修正層)之碼字形式資料之儲存媒體，具體言之是一種諸如CD、DVD或DVR碟片之類的光學記錄載體；一種包含如申請專利範圍第15項之碼字形式資料之信號；以及一種包含程式碼構件之電腦程式，該程式碼構件用以當該程式於電腦上運行時，使電腦實施如申請專利範圍第1或10項之方法的步驟。本發明之較佳具體實施例係於申請專利範圍附屬項中說明。

本發明較佳係應用於利用糾察碼之方法中，特別是DVR中所利用之方法，其中該碼區塊係一LDC區塊，其包含排列於該LDC區塊之行中的LDC碼字，具體言之是 $GF(2^8)$ 上之 $[248, 216, 33]$ 裏德所羅門(Reed Solomon)碼字；且其中額外利用BIS碼字，具體言之是 $GF(2^8)$ 上之 $[62, 30, 33]$ 裏德所羅門碼字。所獲得之水平同位最好係藉由一額外誤差修正碼編碼，即利用一糾察碼時，該等水平同位較佳係編碼於並且寫入BIS碼字中。

當本發明應用於包含LDC及BIS碼字之一糾察碼時，最好首先縮短該等LDC碼字之長度，然後加入一具有預設值之

預設數量之符號，以沿水平方向擴大所獲得之第一中間區塊，從而得到一第二中間區塊。然後，如先前所述，將該第二中間區塊用作碼區塊，對其應用該預設加法規則以減小其長度。如申請專利範圍第4及5項中描述減小LDC區塊之LDC碼字長度的較佳方法。為簡明起見，為擴大第一中間區塊而加入至各列之預設數量的符號之符號值為零，從而稍微減少所需的計算量。

如申請專利範圍第7項說明將列符號相加以減小該碼區塊之各列長度所用之該預設加法規則的較佳具體實施例。所說明之加法規則相當於在將該第一或第二部分中同一列及同一行中之該第一部分的符號與該第二部分的符號相加之前，使該碼區塊之第二水平部分的各列旋轉不同數量的符號。此即使最終所獲得之水平同位具有改善之誤差修正能力。

本發明亦可有利地應用於一產品碼，具體言之是一DVD產品碼，其中該碼區塊包含兩個產品碼區塊。在一項較佳具體實施例中，將包含DVD產品碼字(諸如GF(2⁸)上的[182, 172, 11]碼字之類)之二DVD碼區塊組合，以形成如申請專利範圍第1項之嵌入方法中所用之該碼區塊。在此項應用中，所獲得之水平同位最好係藉由一額外同位碼編碼，例如僅包含[192, 182, 11]裏德所羅門碼字(其包含GF(2⁸)上的資料)之一額外同位碼，且所獲得之同位係與DVD產品碼字一起儲存。

【實施方式】

圖1顯示如WO 00/07300中所描述的編碼方法之示意圖。自一來源(其可為一主機或一應用程式)接收之使用者資料首先係分成資料訊框，其各由2048+4個位元組所組成，如圖1之區區塊200所示，其中考慮將該等訊框中的32訊框用於下一編碼步驟。在區區塊202中，一資料區塊得以形成且係排列成216列，各列有304行。在區區塊204中，藉由增加32列同位形成一長距離碼(Long Distance Code; LDC)區塊。在區區塊206中，依據152行及496列的形式排列一誤差修正碼(Error Correction Code; ECC)叢集。此係排列用以填充物理叢集區塊218中標有ECC的四個扇區；即綜合碼格式NTT。

藉由一記錄系統使所加入的位址及控制資料亦在後續步驟中轉換。首先在區區塊208中將邏輯位址及控制資料排列於32x18位元組中。邏輯位址係功能性用途的位址，且可指示轉達為有關執行一使用者程式持續時間方面的消息。在區塊210中亦將物理位址排列於16x9位元組中。物理位址係轉達為一記錄載體(諸如一光學碟片等)上的物理距離。因重複進行重新標號及交錯，故物理位址與邏輯位址之間的關係已遭破壞。在一程式中緊密相連的項目可能相互隔開一定的物理距離，反之亦然。對映亦非均一地進行。在區區塊212中，位址係組合於24行乘30列之一存取區塊中。在區區塊214中，增加了32列同位。在區區塊216中，此等同位係排列於三行及496列之一叢發指示子碼(Burst Indicator Subcode; BIS)叢集中。此等填充區區塊218中的三BIS行。亦加入一行同步(sync)位元組，從而形成155行乘496列之一

物理叢集。此等碼共同形成分成496記錄訊框組之16個物理扇區，如圖所示。

所描述之包含LDC碼字及BIS碼字之誤差修正碼一般係稱作糾察碼，且係用於DVR技術中。關於該碼的更多細節，特別是關於該碼之編碼及解碼裝置、碼格式、交錯及對映之方法以及訊框格式，請參考WO 00/07300，其係以提及的方式併入本文。

圖2顯示依據本發明之用於編碼之裝置的方區塊圖，具體言之是用於圖1所示之將一第三誤差修正層嵌入包含LDC層及BIS層二層之糾察碼之裝置。圖3所示係相應的流程圖，其顯示相應的編碼方法之步驟。圖4顯示在該碼上實施該等步驟的效果。下文將利用此等圖式解釋如何將一額外誤差修正層嵌入該糾察碼。

在第一步驟S11中，將來自於一資訊源10(例如一傳輸通道、一應用程式或一儲存媒體)之使用者資料編碼成304LDC碼字，其係在一Galois場 $GF(2^8)$ 上的 $[248, 216, 33]$ 裏德所羅門(Reed Solomon; RS)碼字。此編碼係藉由一LDC編碼器11來執行，從而得到一LDC區塊L，其包含一使用者資料子區塊L1及一同位資料子區塊L2。各包含216個使用者資料符號及32個同位符號之LDC碼字c係排列於該LDC區塊L之行中。

在接下來的步驟S12中，對各LDC碼字c，藉由單元12將其216碼字符號(例如使用者資料子區塊L1之216個使用者資料符號)編碼成一 $[217, 216, 2]$ 碼字。為達成此目的，於31

個位置擊穿(punctured)各LDC碼字 c ，以留下 $GF(2^8)$ 上的304個 $[217, 216, 2]$ RS碼字。或者，對各LDC碼字 c ，可拿掉216個碼字符號並且可對此等216個符號計算出一總體同位符號。因此，即形成一第一中間碼區塊I1，其包含304個 $[217, 216, 2]$ 碼字 r_j ，其中 $0 \leq j \leq 216$ 。此第一中間碼區塊I1具有217列 $r^i = (r_0^i, \dots, r_{303}^i)$ ，其中 $0 \leq i \leq 216$ 。藉由加入 $2 \times 217 - 304 = 130$ 個零，即加入一零區塊I2以延長此等列，從而得到一第二中間碼區塊I，其包含434行及217列之碼符號 $r_j^i = 0$ ($0 \leq i \leq 216$ 且 $0 \leq j \leq 433$)。該第二中間碼區塊I可分離成兩半U1及U2，各包含217列及217行。

然後，根據第一碼區塊U1之各列符號的一預設加法規則，將第二碼區塊U2之一列符號加至第一碼區塊U1之一碼符號，從而將此二碼區塊U1、U2轉換為一縮小之碼區塊V1。舉一具體實例，在單元13中，第二中間碼區塊I2之各列 r^i 係依據下式轉換為該縮小之碼區塊V1之一長度縮短的碼向量 v^i ：

$$v_j^i = r_j^i + r_{217+(j+i \bmod 217)}^i$$

在方區塊13(步驟13)中， $0 \leq i, j \leq 216$ 。

新的碼向量 v^i 係藉由一第三層ECC編碼器14(步驟14)借助 $GF(2^8)$ 上的一 $[219, 217, 3]$ RS碼沿水平方向系統編碼，以獲得水平同位V2。因此即獲得包含219個符號之217個水平 $[219, 217, 3]$ RS碼字 h 之一碼區塊V。因此，對217個向量 v^i 進行編碼即產生 $217 \times 2 = 434$ 個同位符號，其係藉由一第三層ECC同位擷取器(parity extractor)15擷取(步驟15)。此等水平同位

係藉由一BIS編碼器16利用一 $[62, 30, 33]$ RS碼，與來自於一BIS資訊源18之BIS資訊一起編碼於及寫入該等BIS碼字中(S16)。此係可行，因在目前的糾察碼之格式中，BIS碼字中的576個位元組尚未定義，其中434個位元組係用於嵌入該等水平同位。目前格式中餘下部分保持不變；該第三層僅由此等額外434個水平同位位元組組成。在一交錯器17(步驟S17)中，該等BIS碼字終於交錯於該等LDC碼字中，如WO 00/07300所述；然後，該交錯之資料流輸出至一調變器19以作進一步處理。因本發明所提出之第三層係與熟知的誤差修正編碼及解碼方案相容，故DVR播放器並不需要對該第三層實施解碼。

應注意，所描述的增加第一與第二碼區塊U1、U2之碼元素的加法規則，以及藉由加入若干零值符號以延長第一中間碼區塊I1均僅係範例。亦可使用不同的加法規則，只要該規則係預先設定並且為用於解碼最終所獲得之碼的解碼器所知。第一中間碼區塊的延長亦是如此。即亦可利用值為一的符號來延長或利用一預設符號序列來延長。例如，使用 $2 \times 253 - 304 = 202$ 個零來延長第一中間碼區塊I1之各列亦同樣可產生217個 $[255, 253, 3]$ RS碼字。

現在將參考圖5及6更詳細解釋對上述包含一第三誤差修正層之該延長糾察碼的解碼，其中圖5顯示依據本發明之解碼裝置的方區塊圖，而圖6則顯示依據本發明之解碼方法的流程圖。該糾察碼係藉由解碼BIS碼字、應用一抹除策略以及解碼LDC碼字而解碼。下文將解釋依據本發明之嵌入該

糾察碼的該第三層如何提供保護免除一或二個解碼故障以及對LDC碼字的一錯誤修正。

首先，自接收自一解調器20之包含BIS碼字及LDC碼字之資料流中，藉由一BIS-LDC分離器21擷取BIS碼字，並且該BIS碼字首先藉由一BIS解碼器22解碼(步驟S21)。其中應用唯誤差(errors-only)解碼方法。因BIS碼字係得到非常高的誤差修正能力之保護，故可假定所有BIS碼字皆得到正確地解碼。因此即可獲知圖4所示之碼區塊V的217個[219, 217, 3]RS碼字中的各自二同位。而且，此將進一步提供對叢發誤差的認知，因此等誤差會影響相鄰的BIS位元組，並且此認知將會導致在懷疑有叢發誤差處抹除LDC位元組，即在單元23中進行抹除(步驟S22)。現在，藉由一LDC解碼器24，使LDC碼字得以修正(步驟S23)。然而，漢明距離(Hamming Distance)³³可能不夠，因修正各抹除需1冗餘位元組以計算其誤差值，而修正餘下各誤差則需2冗餘位元組以計算其誤差位置以及誤差值。應注意，若對叢發誤差無認知，則需要2位元組用以修正各叢發誤差位元組。利用該認知，修正一認知之叢發誤差位元組僅需1位元組。

假設對2錯誤的LDC碼字，解碼失敗，即有2解碼故障。設a與b代表其相應的行指數。考慮列i，若 $\{j, 217+(j+i \bmod 217)\} \cap \{a, b\} = \emptyset$ ，則可如先上所述計算 v_j^i 。給定i，因集合 $\{j, 217+(j+i \bmod 217)\}$ 分割指數集合 $\{0, \dots, 433\}$ ，故僅2坐標 v_j^i 不能重建。此在相應的[219, 217, 3]RS碼字中僅留下至多2抹除。此等抹除可利用額外的同位核對(parity check)資訊

來修正，該資訊可藉由一第三層ECC同位擷取器25自該等解碼之BIS碼字中擷取。

藉由對所有 $0 \leq i, j \leq 216$ 利用該認知 v_j^i 並且利用其上述定義，若 $\{j, 217+(j+i \bmod 217)\} \neq \{a, b\}$ ，則碼符號 r_j^i 可重建。所有集合 $\{j, 217+(j+i \bmod 217)\}$ 皆彼此不相等。因此，在至多一系列 r^i 中仍有二未知坐標。其對應的行係為 $[217, 216, 2]$ 碼字。藉由簡單的抹除修正，即可重建餘下的二未知坐標。若有必要，所有LDC碼字皆可完全重建。此即完成第三層解碼。

一般而言，一控制器27根據抹除之位置以及解碼器故障控制第三層ECC解碼器28，使其回復至修正之位元組以及解碼器故障的位置。為解碼第三層，根據單元26於編碼期間所利用的加法規則來重建該縮小之碼區塊V1。而且，進一步配置單元29以應用相反「加法訣」來重建碼區塊U1及U2之列。最後，基於誤差的位置，配置一LDC解碼器30用以利用唯抹除(erasures-only)解碼方法來解碼第一中間碼區塊I1之擊穿之LDC碼字。最後，所得之資料流輸出至一調變器31以作進一步處理。

為了解碼，應區別許多狀況。首先解碼器故障之數量係用於區別二狀況(步驟S24)。若僅有一解碼故障(S27)，則無需利用 $[217, 216, 2]$ 碼結構所提供的同位核對。實際上， $[219, 217, 3]$ RS碼中的二同位之一係一總體同位核對。與上述用於計算碼向量 v 的公式一起，此意謂對各 i ，可利用形式為 $\sum_j r_j^i$ 的同位。即可利用列 r^i 的總體同位。因此，若因解碼故障而

抹除一行，則可利用此總體同位立即重建此行。

[219, 217, 3]RS碼字之其他同位需用作一額外核對，因而可偵測出一解碼故障與一誤修正一起出現的狀況。設 a 為對應該解碼故障之行指數且 b 為對應該誤修正之行指數。設 E 為第 b 行中的誤差位置之集合。若集合 $\{j, 217+(j+i \bmod 217)\} (0 \leq j \leq 216)$ 中任一集合皆不等於 $\{a, b\}$ ，則向量 $v^i (i \in E)$ 包含一抹除及一誤差。所有集合 $\{j, 217+(j+i \bmod 217)\}$ 皆彼此不等。因此，對 E 中的至多一指數 i ，向量 v^i 不包含一抹除以及一誤差。下文中將解釋，行 b 至少包含二誤差，即 $|E| \geq 2$ 。因此，至少有一列 v^i 包含一抹除及一解碼故障。利用[219, 217, 3]RS碼結構將可偵測出此列。

若有一LDC碼字之誤修正而無解碼故障(S25)，則所重建之向量 v^i 至多包含一誤差，其可利用BIS行中的同位來修正。藉由比較向量 v^i 中的誤差(至少有二誤差)之位置，依據下述方法即可找出誤修正之LDC碼字。假設由列 r^i 所組成之第二中間碼區塊I2之行 b 對應於該誤修正之LDC碼字。此行為[217, 216, 2]中的一碼字，因此至少包含二誤差。設 E 為第 b 行中的誤差位置之集合：

- 若 $b \leq 216$ ：此意謂對於 $i \in E$ ，所有向量 v_b^i 皆不正確且將利用[219, 217, 3]碼結構進行修正。任何其他碼向量 v_j^i 皆不會得到修正。所有修正之碼向量皆共用共同的低指數 $j=b$ 。此即得知 b ，故可對 $i \in E$ 重建 $r_b^i = v_b^i + r_{217+(b+i \bmod 217)}^i$ 。
- 若 $b > 216$ ：現在對 $i \in E$ ，所有碼向量 $v_{b-i \bmod 217}^i = r_{b-i \bmod 217}^i + r_{217+b}^i$ 皆不正確。對於此等 $v_{b-i \bmod 217}^i$ ，上指數加下指數等

於 $b \bmod 217$ 。換而言之，其等係在一對角線上。因此，在修正之後，藉由檢查哪一對角線包含誤差即可得知其誤差 b 。如前述，故可重建所有碼符號 r_j^i 。

為區別兩種狀況，需能區別誤差係在一直線上抑或係在一對角線上。此係可行，因至少有二誤差。

為完整起見，三解碼故障(S26)之偵測亦立即可行。另外，可偵測二誤修正(S28)，因 v_j^i 中的誤差不可能係在一直線上或在一對角線上。

藉由假定沒有出現LDC碼字之誤修正可簡化解碼策略。而且，因一解碼故障修正遠較二解碼故障修正簡單，故可選擇僅實施一解碼故障修正，其代價是不能發揮依據本發明之第三層的全部誤差修正能力。為修正216抹除之LDC位元組2次，至少需432個冗餘同位核對位元組。依據本發明之方法利用434個冗餘位元組，因此近乎最佳。

依據本發明，希望引入如用於DVD中的產品碼結構。編碼期間所獲得之額外水平同位係儲存於BIS行中。因BIS行得到了很好的保護，故可在解碼期間獲得BIS解碼之後無誤差的此等水平同位。然而，問題是：允許何種產品結構以及需要何種保護。

在唯錯結構(errors only regime)中，於叢發識別之後，一LDC碼字具有太多的誤差。一倍的抹除數加上二倍的誤差數超過其32位元組的冗餘量。故希望增加額外產品結構，使得可修正此二LDC碼字(不可能更多，因在BIS行中僅有576位元組可利用；若更少，則發現其比DVD產品碼更差)。

若在叢發識別之後一LDC碼字具有太多的誤差，則一誤修正的可能性極小，相反，將會發現不可能修正LDC碼字。在此一偵測之LDC碼字中，僅需修正216個資料位元組。有304個LDC碼字。此等碼字在一矩陣中應視作行。若增加2行，使每一列具有距離3，則問題得到解決，因可偵測出二無法解碼之LDC碼字，並抹除及利用該二同位行對其進行修正。

然而，並非如此簡單。列碼字的長度需為306，大小(=資料位元組數=LDC資料行數)需為304，距離需為3。且也需利用8位元符號的位元組。此種RS碼並不存在。對於最小距離至少為3的位元組上之一非延長RS碼，其最大長度為 2^8-1 。為修正該二LDC碼字，產品碼中所需的額外位元組的最小數量至少為 $216*2=432$ 位元組(有216列，且為修正一位元組抹除需一位元組)。

以下不同情形中以另一解釋方法說明依據本發明之解碼原理。該等情形為：

- A) 在第一矩陣(U1)中抹除217位元組之二LDC行；
- B) 同上，但係在第二矩陣(U2)中；
- C) 在第一矩陣中抹除217位元組之一LDC行且在第二矩陣中抹除217位元組之一LDC行；
- D) 在第一矩陣中217位元組之一LDC行有誤差(不大可能誤修正LDC碼字且而不能偵測出存在太多誤差其會導致抹除217位元組之一LDC行)；
- E) 在第二矩陣中217位元組之一LDC行有誤差；

Ad A)：U1中的二抹除行導致V中出現二抹除行。V之所有其他位元組可利用來自修正LDC碼字之資料位元組來計算。若無LDC碼字遭到誤修正(其係此情形A)，則V之所有其他位元組的值正確。儲存於BIS區域中的2同位行亦無誤差(如前所述)。因此，可修正V之各列中的二抹除，因具有該等同位之列上的RS碼字具有距離3。因矩陣U2'(其係應用加法操作之前，藉由將各列之符號的位置沿水平方向移位一定數量而於U2中得到)係已知，故可自修正之V中將其減去以獲得U1。因此，現在所有LDC資料位元組皆得到修正。若亦有一LDC碼字誤修正，則會陷入困境：或者偵測出不能修正所有V之列，或者執行一誤修正。

Ad B)：U2中的二抹除行導致U2'中出現二抹除對角線，故亦導致V中出現二抹除對角線。如同情形A，V中的每一列皆有二抹除。可修正V，減去已知的U1以獲得U2'。移位矩陣U2'中之列即獲得U2。因此，現在所有LDC資料位元組皆得到修正。

Ad C)：U1中的一抹除行導致V中出現一抹除行。U2中的一抹除行導致U2'中出現一抹除對角線，因此亦導致V中出現一抹除對角線。因此，V中有一抹除行及一抹除對角線。需特別注意：該抹除行及該抹除對角線剛好在同一位置重疊。此意謂除一列具有一抹除之外，V之所有其他列皆具有二抹除。如同情形A及B，V可得到修正。但問題是如何找回U1及U2'？若一位置在U1中遭到抹除而在U2'中未遭到抹除，則可將U2'中此位置之值自V中此位置之值減去以獲得

U1中該抹除位置之值。類似地，可重建U2'中的抹除位置(該等位置在U1中未遭到抹除)。問題是：U1及U2'中恰好有一位置在二矩陣中均遭到抹除。此位置在矩陣U1及U2'中處於抹除狀態。因此可重建除U1中的一單一抹除及U2中的一單一抹除之外的矩陣U1及矩陣U2(其列移位後)。因矩陣U1中之217列係來自一LDC碼字之第一個217位元組，故U1中之各行係最小距離為2之一RS碼字。此即足以用來修正該單一抹除。類似地，可修正U2中的該單一抹除。

Ad D)及E)：若一LDC碼字中有一誤修正，則至少有33個(=最小距離)位元組有誤差。若僅保留217個位元組並且捨棄31個位元組，則可確知至少餘下2誤差。在情形D及E中，有一誤修正LDC碼字。此或導致在U1之一行中至少出現2誤差，或導致在U2之一行中至少出現2誤差。在兩種情形中，此均將導致V之分離列中至少出現2誤差。此等誤差可得到修正，因與儲存於BIS區域中的同位一起，具有同位之每一列的距離為3。此意謂對每一列可修正1誤差。一旦V得到修正，則問題仍然為U1或U2中的哪一行遭到誤修正。

Ad D)：誤差係在U1之一行中，故此等誤差出現於V之一行中。至少有2誤差，故可識別此等誤差是否位於一行中。若是，即可知U2'，將其自修正之V中減去以獲得U1。同樣地，所有誤差皆得到修正：U1及U2均得到重建。

Ad E)：誤差係在U2之一行中，故此等誤差出現於U2'之一對角線中，因此亦出現於V之一對角線中。至少有2誤差，故可識別此等誤差是否位於一對角線(與一行相比)中。若

是，即可知 $U1$ ，將其自修正之 V 中減去以獲得 $U2$ 。同樣地，所有誤差皆得到修正。

在更一般的狀況中，可利用任何糾察碼，其中有 $GF(q)$ 上的 $m[n,k,d]$ RS 碼字，即 LDC 碼字。對於 m 碼字之各碼字 k ，碼字位置係編碼成 $GF(q)$ 上的一 $[k+p,k,p+1]$ RS 碼字。此等碼字將形成一矩陣 $\{R_{ij}\}_{0 \leq i \leq k+p-1, 0 \leq j \leq m-1}$ 之行。對於各 $0 \leq i \leq k+p-1$ ，數字集合 $\{0, \dots, m-1\}$ 係分割成非空集合 $S_{i,w} (0 \leq w \leq s_i)$ 。對於 $0 \leq i \leq k+p-1$ 及 $0 \leq w \leq s_i-1$ ，計算的 $V_{i,w} = \sum_{j \in S_{i,w}} R_{i,w}$ 。對於各 i ，藉由計算 p_i 同位符號，將 $\{V_{i,w}\} (0 \leq w \leq s_i-1)$ 系統編碼成距離為 D 之一碼字中。 $\sum_{0 \leq i \leq k+p-1} p_i$ 同位符號係儲存於 BIS 行中。

假設集合 $S_{i,w}$ 滿足以下限制條件：對於所有 $0 \leq j \leq m-1$ 以及對於所有不包含 j 並且具有 $D-1$ 個元素之集合 F ，
 $\#\{i: S_{i,w} \cap F \neq \emptyset \text{ 對於 } w \text{ 使得 } j \in S_{i,w}\} \leq p_i$ 。

則可修正多達 $D-1$ 個 LDC 碼字之解碼故障。亦可修正解碼故障及誤修正相組合的狀況。利用上文所描述的方法：利用上文中的公式來計算 $V_{i,w}$ 。若可能，則利用 p_i 同位抹除修正來恢復未知的 $V_{i,w}$ ，藉由對 $V_{i,w}$ 使用該公式，除對應於解碼故障之行中的至多 p 項外，重建矩陣 R 之所有其他項，最後利用此等行中的冗餘資訊以完全重建矩陣 R 以及(若有必要)所有 LDC 碼字。

本發明亦可應用於產品碼中。在 DVD 中，利用一產品碼以沿水平方向及垂直方向延長一矩陣 D 。同位上之同位可保證很大的產品距離。實務中，解碼寫入方向的列。若受到太多隨機誤差或一叢發誤差之影響，將出現一解碼故障。

垂直冗餘應自所造成的誤修正及解碼故障中恢復。

在上述糾察碼之延長中，矩陣R起矩陣D的作用。此處亦形成一種產品碼；然而，因假定水平同位受到BIS碼字的高度保護而未出現錯誤，故無需同位上之同位。現在行即可受到解碼故障或誤修正的影響。因RS碼之長度受限於欄位大小，故引入上述「加法訣」。現在將參考圖7及8解釋如何利用此「加法訣」以提供通用產品碼的替代方案。

若代表該第三層之額外水平同位的行顯然不可能無誤差恢復，則第一次簡單的延長係將此等行編碼成碼字，從而保證很大的最小距離。作為一範例，在交換行與列後，於DVD區塊D1、D2上應用該「加法訣」，各DVD區塊D1、D2均為172乘192矩陣，如圖8所示。在藉由單元42將此二DVD區塊D1、D2組合之前或之後，藉由一DVD編碼器41將其所有行編碼成GF(2⁸)上的2x192[182, 172, 11]RS碼字，從而得到一182乘(2x192)矩陣之組合DVD區塊D3。從而自一資訊源40獲得欲編碼的資料。現在依據上文所述分割此組合DVD區塊D3。即在單元43中計算：

$$V_j^i = r_j^i + r_{192+(j+i \bmod 192)}^i$$

其中 $0 \leq i \leq 181$ 及 $0 \leq j \leq 191$ 。然後將所獲得之矩陣V1藉由一第三層ECC編碼器44沿水平方向編碼，從而獲得GF(2⁸)上的182個[208,192,17]RS碼字，得到一矩陣V。同位V2形成16行的182個位元組。此等同位係藉由一同位擷取器45擷取，然後係藉由一同位編碼器46編碼成GF(2⁸)上的16[192, 182, 11]RS碼字，得到一同位上之同位區塊V3。然後藉由一輸出

單元47，將該延長之矩陣D3與此等16碼字一起輸出至一調變器48，以作進一步處理，例如將其寫入一碟片上。若根據該已知方法將2DVD區塊交錯，則需要 $9664(=2 \times (192 \times 10 + 182 \times 16))$ 個同位符號。而利用依據本發明之「加法訣」，僅需 $6912(=2 \times 192 \times 10 + 192 \times 16)$ 個同位符號。

解碼期間，首先對所有行進行第一次解碼，其可導致解碼故障及誤修正。如上文所述，藉由盡可能地重建矩陣V以留下抹除而繼續進行解碼。現在，利用水平碼結構以修正矩陣V中的抹除及誤差。然後，在識別誤修正之行的同時，必須盡可能地重建矩陣D3。垂直同位將顯示如何完全重建矩陣D3。

需比較二交錯DVD區塊的性能與所提出之方法的性能。在垂直方向上，二方法同樣強大。在水平方向上，依據提出的方法，每一列可能需要16個以上的同位。但即使再利用14個額外同位(將16個增加至30個同位)，亦可節省冗餘總量。因此，所提出之方法係用以改善誤差修正能力之非常有用的工具。

【圖式簡單說明】

以上係參考圖式對本發明所作的詳細的解釋，其中：

圖1顯示一糾察碼之編碼程序的示意圖；

圖2顯示依據本發明之編碼裝置的方區塊圖；

圖3顯示依據本發明之編碼方法的流程圖；

圖4顯示該編碼方法之編碼步驟；

圖5顯示依據本發明之解碼裝置的方區塊圖；

圖6顯示依據本發明之解碼方法的流程圖；

圖7顯示依據本發明之編碼裝置之另一項具體實施例的方塊圖，以及

圖8顯示本發明在一產品碼中的應用。

【圖式代表符號說明】

10	資訊源
11	長距離碼編碼器
12	單元
13	單元
14	誤差修正碼編碼器
15	同位擷取器
16	叢發指示子碼編碼器
17	交錯器
18	叢發指示子碼資訊源
19	調變器
20	解調器
21	叢發指示子碼長距離碼分離器
22	叢發指示子碼解碼器
23	單元
24	長距離碼解碼器
25	誤差修正碼同位擷取器
26	單元
27	控制器
28	誤差修正碼解碼器

29	單 元
30	長 距 離 碼 解 碼 器
31	調 變 器
40	資 訊 源
41	誤 差 修 正 碼 編 碼 器
42	單 元
43	單 元
44	誤 差 修 正 碼 編 碼 器
45	同 位 擷 取 器
46	同 位 編 碼 器
47	輸 出 單 元
48	調 變 器
D1,D2,D3	DVD 區 塊
I1	第 一 中 間 碼 區 塊
I2	零 區 塊
I	第 二 中 間 碼 區 塊
L1	使 用 者 資 料 子 區 塊
L2	同 位 資 料 子 區 塊
L	長 距 離 碼 區 塊
U1,U2	碼 區 塊
V,V1	碼 區 塊
V2	水 平 同 位
V3	同 位 區 塊

伍、中文發明摘要：

本發明揭示一種將一額外誤差修正層嵌入一誤差修正碼之方法，其中資訊係編碼成該碼組成之碼字，且其中若干碼字係排列於碼區塊之行中。為提供容易實施且又不喪失相容性之額外誤差修正層以改善誤差修正能力，本發明提出一種方法，其包含以下步驟：

- 根據一預設加法規則將列符號相加以減小該碼區塊之各列的長度，從而得到一縮小之碼區塊，
- 利用一水平誤差修正碼編碼該縮小之碼區塊的縮短之列，以獲得水平同位，
- 將該等水平同位作為額外層嵌入該誤差修正碼中。

陸、英文發明摘要：

The present invention relates to a method of embedding an additional layer of error correction into an error correcting code, wherein information is encoded into code words of said code and wherein a number of code words are arranged in the columns of code block. In order to provide an additional layer of error correction that can be easily implemented without losing compatibility improving the error correction capabilities a method is proposed comprising the steps of:

- reducing the length of each row of said code block by adding row symbols together according to a predetermined adding rule resulting in a reduced code block,
- encoding the shortened rows of said reduced code block using a horizontal error correcting code to obtain horizontal parities,
- embedding said horizontal parities as additional layer in said error correcting code.

拾、申請專利範圍：

1. 一種將一額外誤差修正層嵌入一誤差修正碼之方法，其中資訊係編碼成該碼組成之碼字，且其中多數碼字係排列於一碼區塊之行中，該方法包含以下步驟：

- 根據一預設加法規則將列符號相加以減小該碼區塊之各列的長度，從而得到一縮小之碼區塊，
- 利用一水平誤差修正碼編碼該縮小之碼區塊的縮短之列，從而獲得水平同位，
- 將該等水平同位作為額外層嵌入該誤差修正碼中。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，

其中該碼區塊係一長距離碼(Long Distance Code; LDC)區塊，其包含排列於該LDC區塊之行中的LDC碼字，尤其之是 $GF(2^8)$ 上的裏德所羅門(Reed Solomon)碼字。

3. 如申請專利範圍第2項之方法，

其進一步包含以下初始步驟：

- 減小該LDC區塊之各LDC碼字的長度，從而得到一第一中間區塊，
- 藉由具有預設值之預設數量之符號延長該第一中間區塊之各列，從而得到一第二中間區塊，其在隨後的步驟中係用作碼區塊。

4. 如申請專利範圍第3項之方法，

其中各LDC碼字之長度係藉由於各LDC碼字之預設位置擊穿一預設數量之符號而減小。

5. 如申請專利範圍第3項之方法，

其中各LDC碼字之長度係藉由選擇一LDC碼字之一預設數量的符號並且藉由判定該LDC碼字之一預設數量之同位符號而減小。

6. 如申請專利範圍第3項之方法，

其中該第一中間區塊之列係藉由對各列加入符號值為零的預設數量之符號而延長。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，

其中該碼區塊之各列的長度係藉由將各列之第 $(m+(j+i \bmod k))$ 個符號加至該同一列之第 j 個符號而減小， i 為列號， j 為行號且 m 為最大行號除以2所得的商。

8. 如申請專利範圍第1項之方法，

其中該碼區塊包含二產品碼區塊，尤其係一DVD產品碼，該產品碼包含排列於該碼區塊之行中的產品碼字，尤其係該同一DVD產品碼之產品碼字，諸如 $GF(2^8)$ 上的碼字之類排列。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，

其中該等水平同位係藉由一額外誤差修正碼編碼，尤其係藉由包含 $GF(2^8)$ 上的裏德所羅門碼字之一叢發指示子碼(Burst Indicator Subcode; BIS)或包含 $GF(2^8)$ 上的裏德所羅門碼字之一額外同位碼編碼。

10. 一種解碼一誤差修正碼之方法，其中如申請專利範圍第1

項之方法嵌入一額外誤差修正層，其中水平同位係作為額外層嵌入該誤差修正碼中，且其中該碼之多數碼字係排列於一碼區塊之行中，該方法包含以下步驟：

- 自該誤差修正碼中擷取該等水平同位，

- 藉由以如申請專利範圍第1項之編碼方法中所利用的預設加法規則之相同的方法，將列符號相加以減小該碼區塊之各列的長度，從而得到一縮小之碼區塊，

- 利用該等水平同位解碼該縮小之碼區塊的縮短之列。

11. 如申請專利範圍第10項之方法，

其進一步包含以下步驟：解碼一接收之資料流以獲得該碼區塊，以及根據與該預設加法規則相反的一預設減法規則，自該縮小之碼區塊的列符號中減去該獲得之碼區塊的列符號，以修正該獲得之碼區塊中的誤差及抹除。

12. 一種用於將一額外誤差修正層嵌入一誤差修正碼之裝置，其中資訊係編碼成該碼組成之碼字，且其中多數碼字係排列於一碼區塊之行中，該裝置包含：

- 用以根據一預設加法規則將列符號相加以減小該碼區塊之各列的長度，從而得到一縮小之碼區塊之構件，

- 用以利用一水平誤差修正碼編碼該縮小之碼區塊的縮短之列以獲得水平同位之構件，

- 用以將該等水平同位作為額外層嵌入該誤差修正碼之構件。

13. 一種用於解碼一誤差修正碼之裝置，其中如申請專利範圍第1項之方法嵌入一額外誤差修正層，其中水平同位係作為額外層嵌入該誤差修正碼中，且其中多數碼組成之碼字係排列於一碼區塊之行中，該裝置包含：

- 用以自該誤差修正碼中擷取該等水平同位之構件，

- 用於藉由以如申請專利範圍第1項之編碼方法中所利用的預設加法規則的相同方法，將列符號相加以減小該碼區塊之各列的長度，從而得到一縮小之碼區塊之構件，

- 利用該等水平同位解碼該縮小之碼區塊的縮短之列之構件。

14. 一種用於以一誤差修正碼之碼字的形式儲存資料之儲存媒體，其中如申請專利範圍第1項之方法嵌入一額外誤差修正層，其中水平同位係作為額外層嵌入該誤差修正碼中，且其中多數碼組成之碼字係排列於一碼區塊之行中。

15. 一種包含一誤差修正碼之碼字形式資料之信號，其中如申請專利範圍第1項之方法嵌入一額外誤差修正層，其中水平同位係作為額外層嵌入該誤差修正碼中，且其中多數碼組成之碼字係排列於一碼區塊之行中。

16. 一種包含程式碼構件之電腦程式，用以當該程式於一電腦上運行時，使一電腦實施如申請專利範圍第1或10項之方法的步驟。

拾壹、圖式：

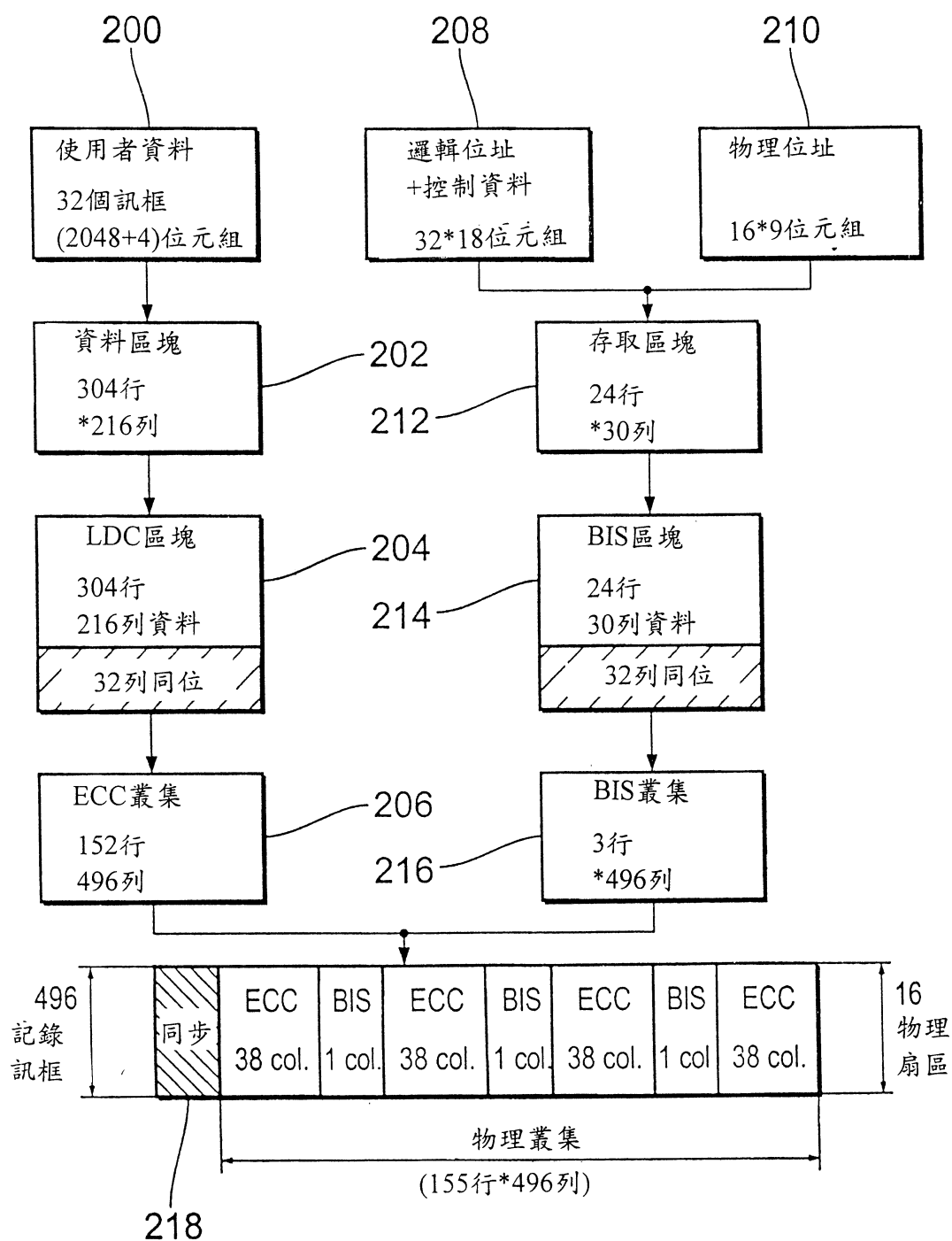
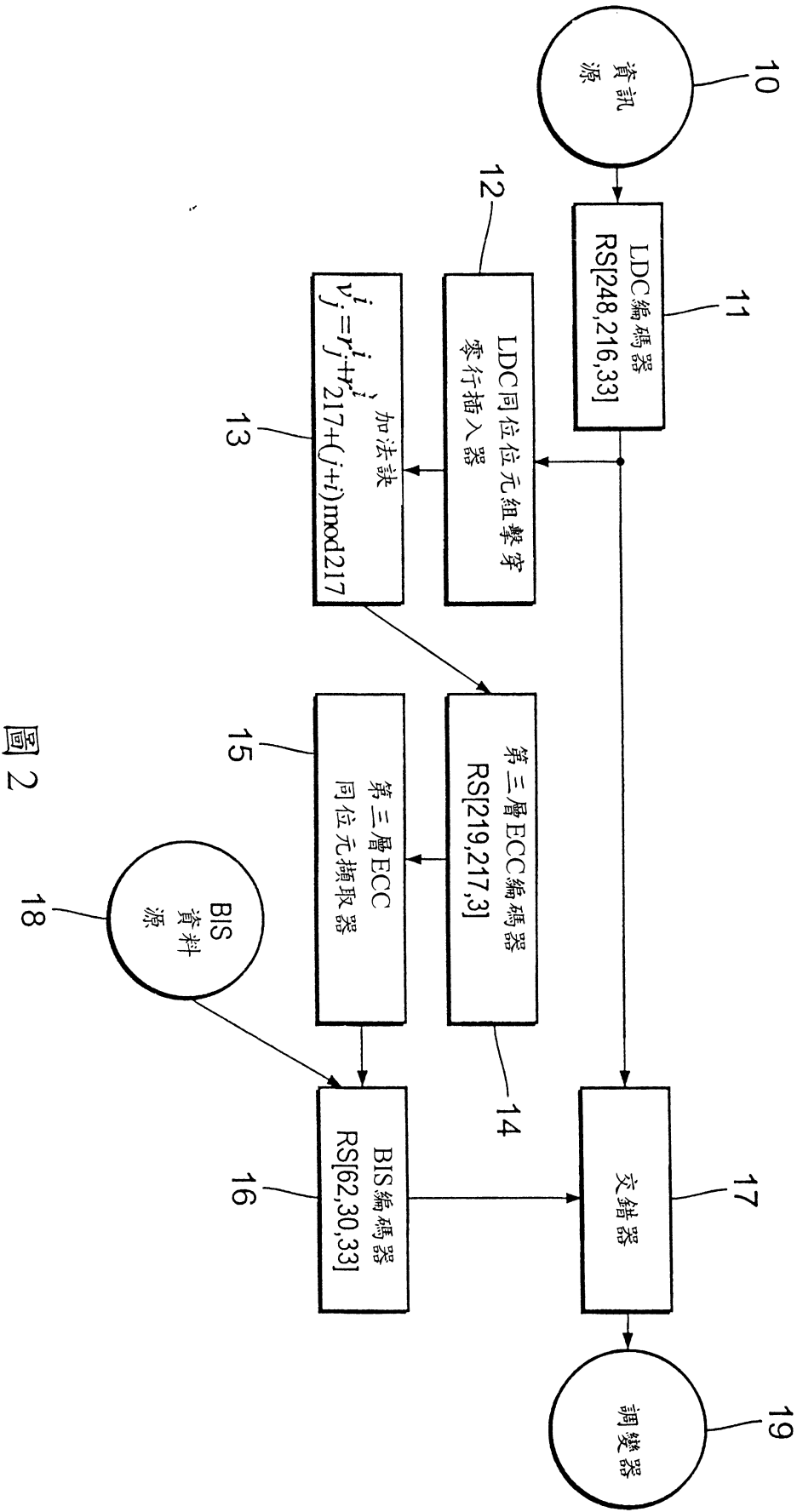


圖 1



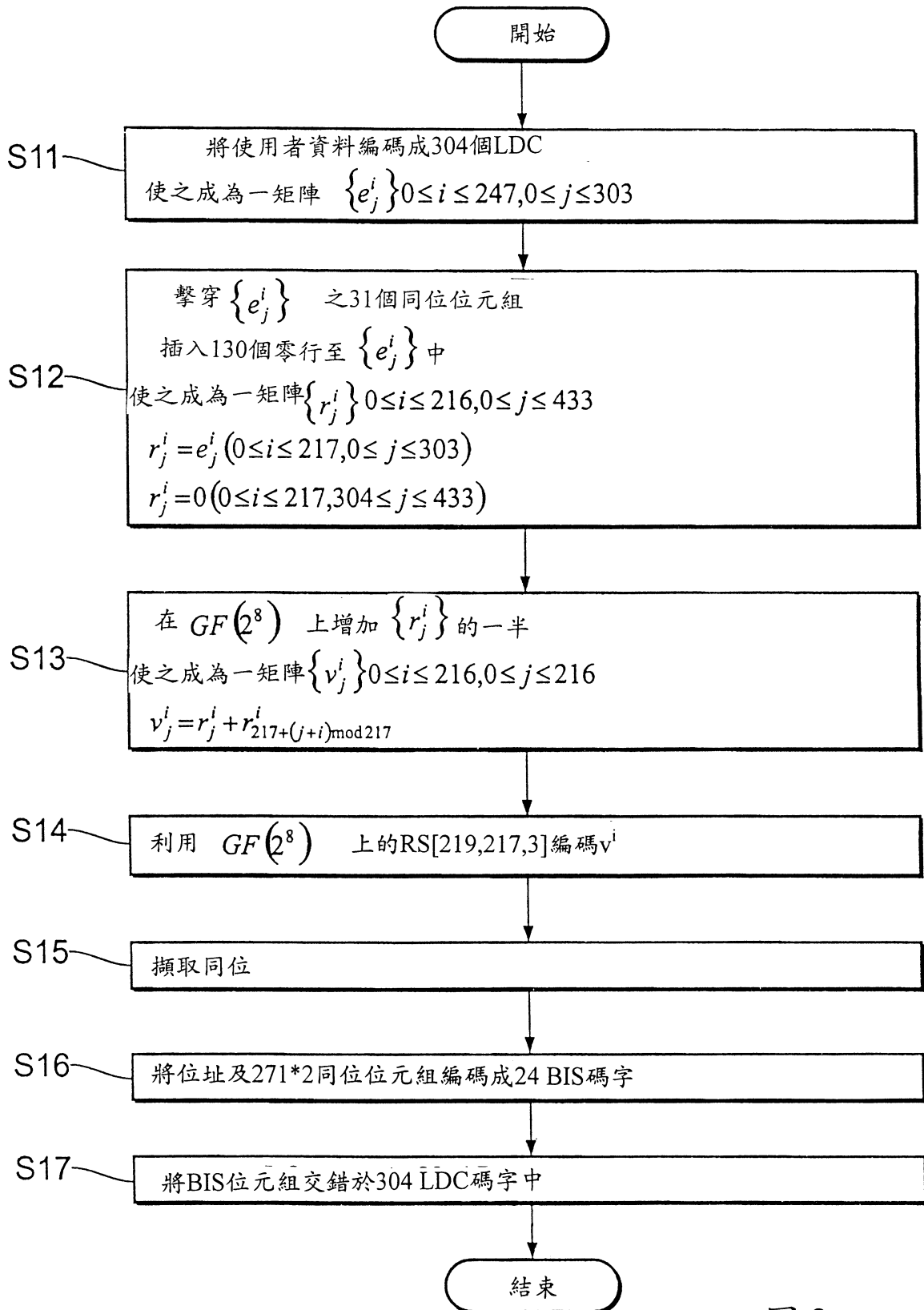


圖 3

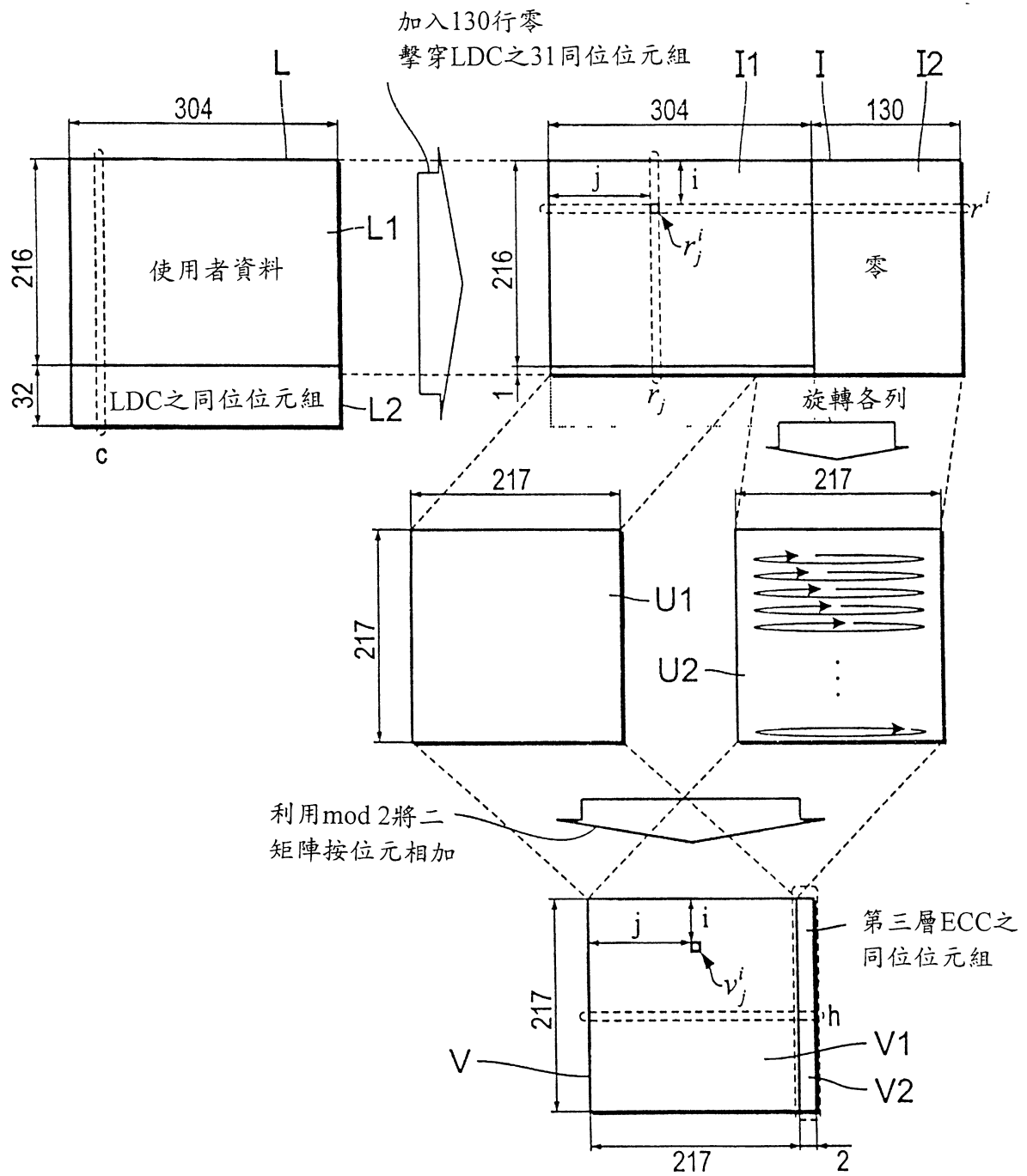
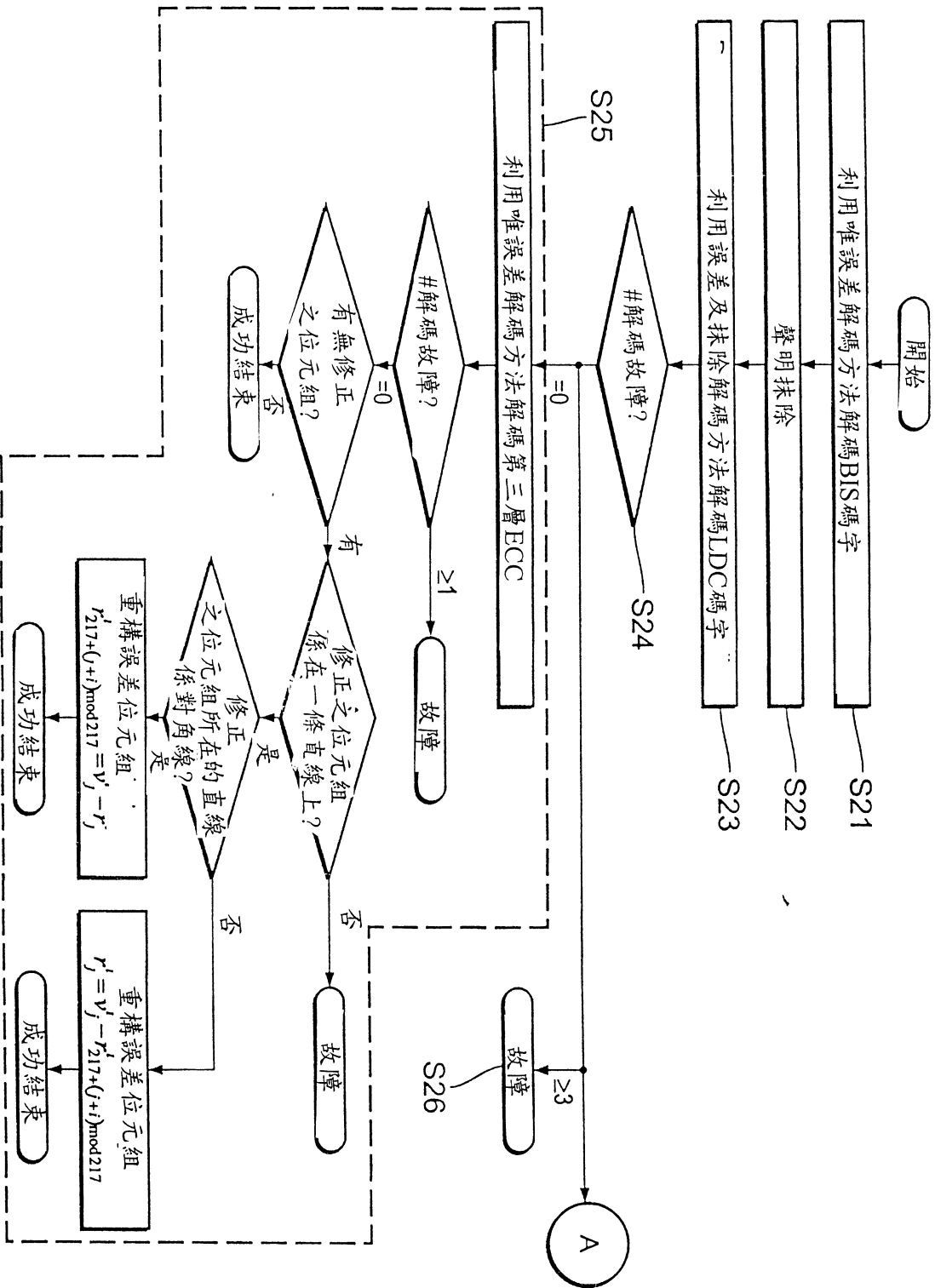


圖 4





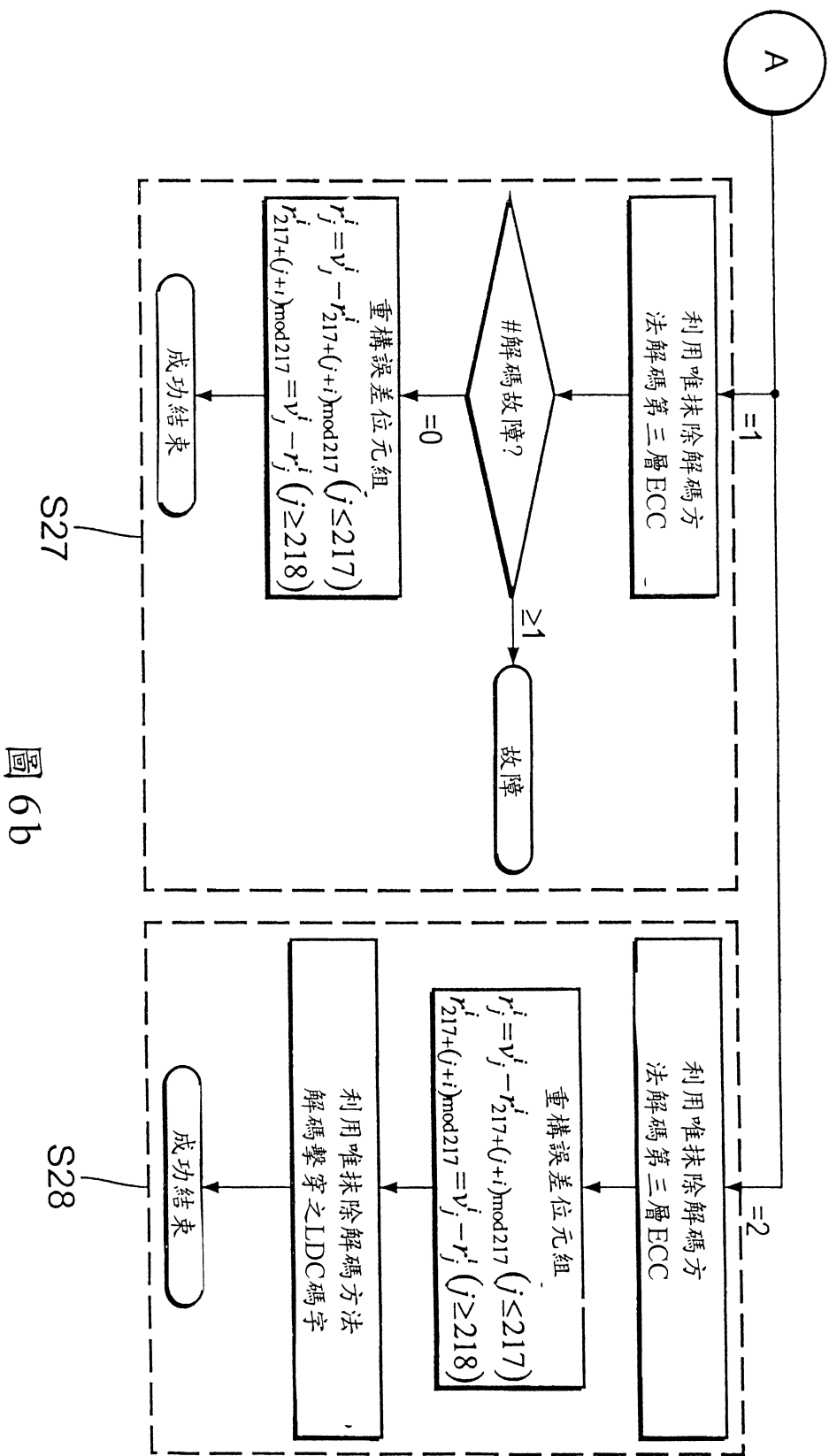


圖 6b

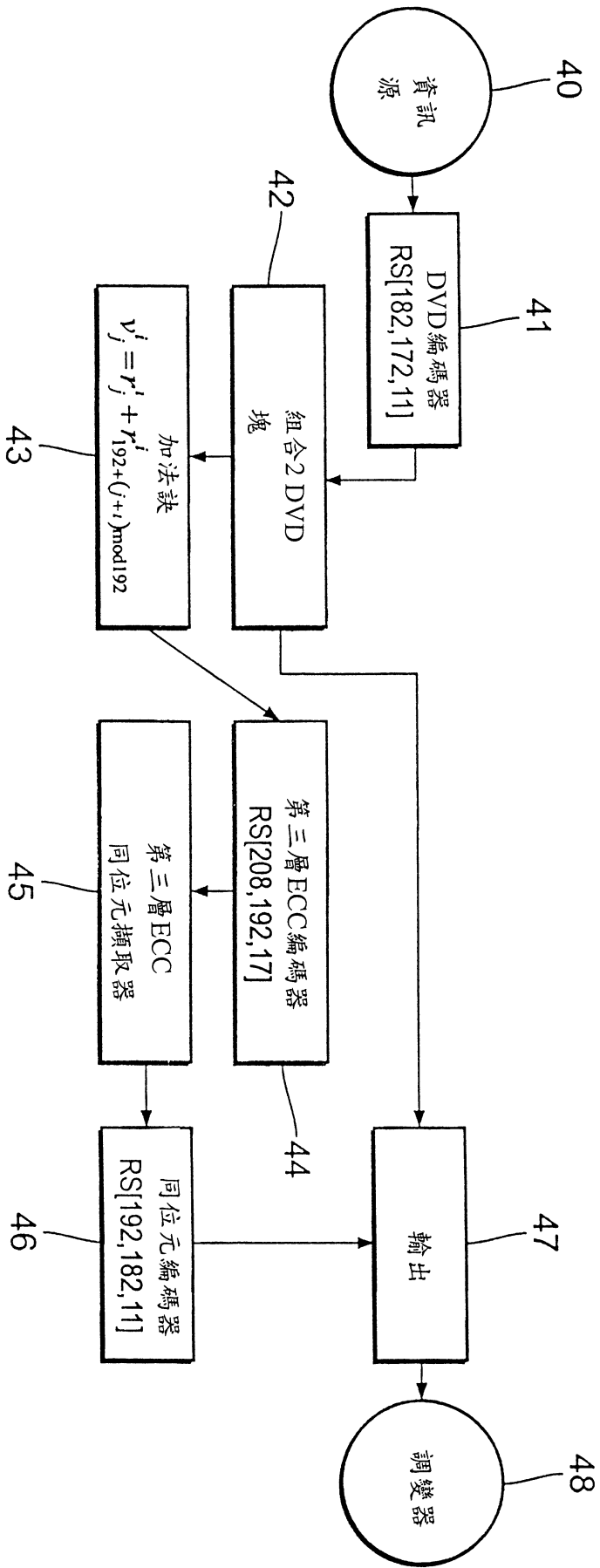
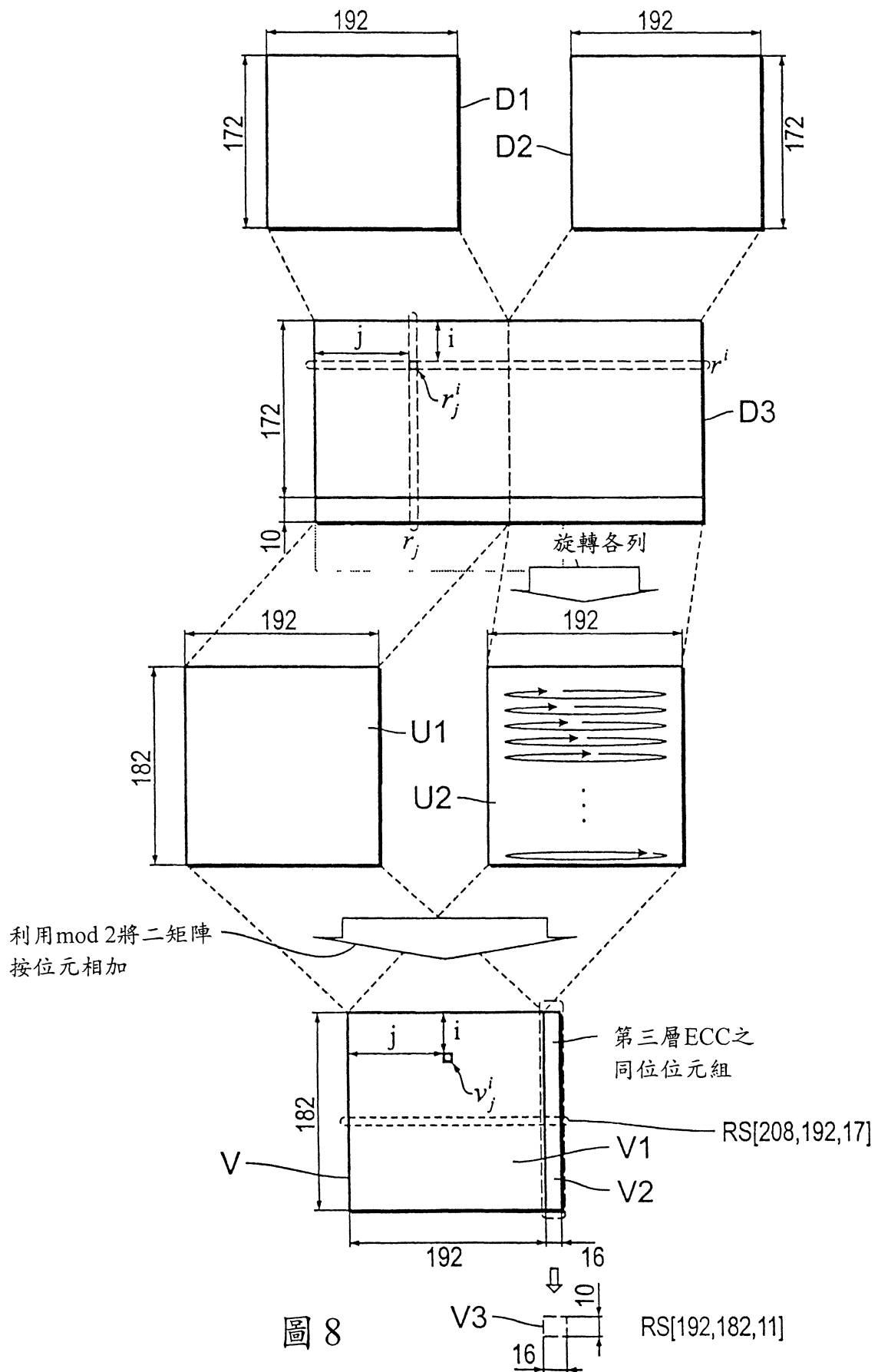


圖 7



柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 4 ）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

I1	第一中間碼區塊
I2	零區塊
I	第二中間碼區塊
L1	使用者資料子區塊
L2	同位資料子區塊
L	長距離碼區塊
U1,U2	碼區塊
V,V1	碼區塊
V2	水平同位

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：