

I303414

91年9月3日修正替換頁

95年4月14日修正本

公告本

## 發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94145604

※申請日期 94.12.21

※IPC分類：G11B 20/18 (2006.01)

G06F 11/08 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

可錯誤更正之資料編碼方法

A DATA ENCODING METHOD FOR ERROR CORRECTION

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱 (中文/英文)

財團法人工業技術研究院

INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

代表人 (中文/英文)

史欽泰 / SHIH, CHIN TAY

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹縣竹東鎮中興路四段195號

No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C.

國籍：(中文/英文)

中華民國 / Taiwan, R. O. C.

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

蔡銘昌 / TSAI, MING CHANG

許哲國 / HSU, CHE KUO

賴國欣 / LAI, KUO HSIN

國 籍：(中文/英文)

中華民國 / Taiwan, R. O. C.

中華民國 / Taiwan, R. O. C.

中華民國 / Taiwan, R. O. C.

#### 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：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

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】

本發明係為一種可錯誤更正之資料編碼方法，特別係為一種儲存及除錯效率較高之編碼方法。

### 【先前技術】

為了有效率將資料儲存在記錄儲存媒體(recording media)上，並使資料能夠獲得妥善的保護，通常在儲存資料前都會經過特定的編碼程序來將資料編碼。

一般傳統的編碼過程，開始時會先將主資料(main data)讀取進來，然後在主資料前加入位址識別資料(ID)、位址識別資料錯誤偵測碼(IED，ID Error Detection Code)以及防拷資訊(CPRM)，之後再於主資料加入錯誤偵測碼(EDC，Error Detection Code)，接著將主資料進行擾亂(scramble)，再針對列與行分別加入內部檢查碼(PI)與外部檢查碼(PO)的兩種錯誤更正碼(ECC，Error Correction Code)以產生一個區塊，稱之為錯誤更正碼區塊(ECC block)。一般而言，檢查碼的長度愈長，就代表其糾錯的能力愈好，能夠修正錯誤資料的數目愈多。

就 DVD 系統而言，請參照「第 1 圖」，此為習知 DVD 系統之錯誤更正碼區塊之編碼格式，主資料區塊之一列長度為 172 位元組(bytes)，共有 192 列，也就是說主資料可容納  $192 \times 172 = 33024$  個位元組(bytes)資料，但其中還包含了將主資

料區塊切割成多個區段(sector)之每一區段位址。再對主資料區塊之行加入 10 位元組之內部檢查碼，以及對主資料區塊之列加入 16 位元組之外部檢查碼。

但如果在碟片中的檢查碼放置的愈多，相對地其能記錄的使用者資料就變少。因此，如何設計出一個高效率的錯誤更正碼(High Coding Rate ECC；HR-ECC)區塊，就成為本專利提案所要提出的重點。

### 【發明內容】

鑑於以上的問題，本發明的主要目的在於提出一種可錯誤更正之資料編碼方法，並提供三種具有較高效率及較長連續錯誤解碼能力之錯誤更正碼區塊設計。

因此，為達上述目的，本發明所揭露之一種可錯誤更正之資料編碼方法，至少必須包含下列步驟：

首先，將欲儲存之資料區塊之每一列加入列檢查碼(CSR，Check Sum on Row)，及每一行加入行檢查碼(CSC，Check Sum on Column)；接著再對數個編碼過之資料區塊組合成一資料矩陣，以提高連續錯誤的解碼能力，再以固定行數之寬度進行區段(sector)切割後，並於各區段(sector)前加入區段位址資訊；最後，將編碼完成後之資料記錄到記錄儲存媒體上。

依據本發明所揭露之方法，區段位址資訊將不再被納入錯誤更正碼之編碼範圍，因此可使主資料區塊之偵錯能力更為增

加。此外，本發明還提供三種編碼區塊格式，可依據各實施時所需情況選擇採取何種形式寫入記錄儲存媒體中，使資料儲存可以更具彈性。

有關本發明的特徵與實作，茲配合圖示作最佳實施例詳細說明如下。

### 【實施方式】

本發明將揭露一種可錯誤更正之資料編碼方法以及三種編碼區塊格式。在本發明的以下詳細說明中，將描述多種特定的細節以便提供本發明的完整說明。然而，對熟知技藝者來說，並可以不需要使用該等特定細節便可以實施本發明，或者可以藉著利用替代的元件或方法來實施本發明。在其他的狀況下，並不特別詳細地說明已知的方法、程序、部件、以及電路，以免不必要地混淆本發明的重點。

請參照「第 2 圖」，此為本發明之方法流程圖，以第一種高效率編碼方塊為例作說明，請參照「第 3a 圖」，在編碼的過程中，首先，將欲記錄之資料排列成一資料區塊，其中該區塊中的每一列之資料長度  $N$  為 228 個位元組，換句話說具有  $N$  行，而每一行之資料長度  $M$  為 225 個位元組，也就是具有  $M$  列，構成一個大小為  $225 \times 228$  的一個資料區塊(步驟 210)。

再分別對每一行作檢查碼(parity)編碼，其中每一列檢查碼(CSR，Check Sum on Row)佔 9 個位元組大小，而每一行檢查

碼(CSC，Check Sum on Column)佔 27 個位元組大小(步驟 220)，檢查碼的功能在於當儲存資料發生錯誤時，可以找出錯誤發生的位置，進而將錯誤的資料更正回來，因此當檢查碼的長度越長，就代表其糾錯能力越好，能夠將錯誤資料還原的數目也就越多。

以 Reed-Solomon (RS) code 來說，在錯誤解碼的過程中，能更正的錯誤資料數目一般為檢查碼的一半，以長度為 27 個位元組的行檢查碼來說，最多只能解出 13 筆錯誤的資料，當一列的錯誤資料超過 13 個位元組以上，就無法做錯誤修正。但是如果在解碼過程已知錯誤的資料位置，則能夠修正的錯誤資料就可以提高至 27 個位元組。當遇到連續一段長度的資料錯誤，意味著列檢查碼並無法修正這些錯誤資料，但是在使用行檢查碼作錯誤修正之時來說，就可以預先設定這些錯誤的位置，把修正能力提高至 27 個位元組。因此以第一種高效率編碼方塊為例，可以容許的連續錯誤長度可以達到  $237 \times 27 = 6399$  個位元組。

為了提高連續錯誤的更正能力，將兩個加入列檢查碼及行檢查碼之錯誤修正碼區塊組合起來成為一個新的錯誤修正碼區塊，每個錯誤修正碼區塊都維持原有之解碼能力，對於連續錯誤的修正長度等於就可以提高一倍；因此，若以 K 個錯誤修正碼區塊組合起來，則可使連續錯誤的修正長度提高至 K

倍(步驟 230)。

然而相對的，如果放置在記錄儲存媒體的檢查碼越多，在相同容量的空間能放置的代碼就變少，因此發明人還揭露第二種高效率編碼方塊，請參照「第 3b 圖」，與第一種高效率編碼方塊相比，此種資料格式由兩個大小為  $210 \times 178$  之錯誤修正碼區塊組成，其中記錄資料為一個  $192 \times 171$  之資料區塊，每一列檢查碼只佔 7 個位元組大小，而每一行檢查碼只佔 18 個位元組大小，其單一個錯誤修正碼區塊之連續錯誤的解碼長度只有  $178 \times 18 = 3204$  個位元組，但是兩個錯誤修正碼區塊組合起來之後，可以維持與第一種高效率編碼方塊相近的連續錯誤的解碼長度，為  $178 \times 18 \times 2 = 6408$  個位元組。

另外，發明人亦揭露第三種高效率編碼方塊，如「第 3c 圖」所示，與第二種高效率編碼方塊相比，此種資料格式在每一行檢查碼只佔了 12 個位元組大小，雖然糾錯能力稍微減少了一些，但是可以應用在儲存影音資料此等容許較大錯誤量的資料上，而第二種高效率編碼方塊格式則較適合用於如檔案系統等在重要資料的保護上。

當資料區塊已經分別加上了列檢查碼、及行檢查碼後，接下來，便是如「第 4a 圖」及「第 4b 圖」所示，以一固定之列單位長度(假設為 L)切割錯誤檢查碼區塊成多個區段(sector)，因此將第一種高效率編碼方塊以 9 列為單位切割為 28 個區

段，第二、三種高效率編碼方塊則以 6 列為單位切割為 35 及 34 個區段，並在每個小區段的資料前給予一個位址標號，以利於讀回裝置將其資料讀回時能分辨出目前讀出的資料為那一個小區段（步驟 240）。如「第 5a 圖」所示，此為第一種高效率編碼方塊之一個區段在加入區段位址後之示意圖，在原先之資料格式中未加入區段位址時之列資料長度為  $(228+9)=237$  個位元組，加入後則變為  $(228+9+1)=238$  個位元組，另外如「第 5b 圖」所示，此為第二、三種高效率編碼方塊之一個區段在加入區段位址後之示意圖，在原先之資料格式中未加入區段位址時之列資料長度為  $(171+7)\times 2=356$  個位元組，加入後則變為  $(171+7)\times 2+1=357$  個位元組。

且在讀回裝置讀取資料時，能因如此的配置方式達到更正確且容易讀到其區段位址，以利辨識欲讀取之資料。由於區段位址資料乃是加在原本經過錯誤更正碼編碼後之資料前面，會使得原本資料擺放之位置向後移動，以第一種高效率編碼方塊為例，原本第一列具有 237 位元組的錯誤更正碼區塊資料，在前端加上 9 位元組之區段位址後，只能擺放 229 位元組之錯誤更正碼區塊資料，同理在平均分配之後，也就是說原本一個區段之列資料長度為 237 個位元組因此變成 238 個位元組；以第二、三種高效率編碼方塊為例，原本第一列具有 356 位元組的錯誤更正碼區塊資料，在前端加上 6 位元組之區段位址後，只

能擺放 351 位元組之錯誤更正碼區塊資料。同理，在平均分配之後，也就是說原本一個區段之列資料長度為 356 個位元組因此變成 357 個位元組(步驟 250)。在經過加入區段位址後，第一種高效率編碼方塊、第二種高效率編碼方塊及第三種高效率編碼方塊之格式分別如「第 6a 圖」、「第 6b 圖」及「第 6c 圖」所示。

本發明所揭露之三種編碼格式與現今分別在紅光及藍光最被普遍使用的DVD與HD-DVD之儲存效能相比，分別如「第 7 圖」及「第 8 圖」所示，可以從三個參考指標來表示出其編碼效率，此三個參考指標分別是：Coding Gain、Burst Error Length、One time ECC Correction Rate。先從 DVD 的錯誤更正碼區塊之效能來看，如「第 7 圖」所表示，在分析之後可以得知，其 Coding Gain 為 0.872；而 Coding Gain 代表的意思為在一個錯誤更正碼區塊大小的容量中所能保護的資料比。而 Burst Error Length 則為 2912 個位元組；Burst Error Length 的意義則在於當光碟片刮傷，能將連續損壞資料更正回來的長度。至於 One time ECC Correction Rate 為 11.24%；其意義為針對此錯誤更正碼區塊的資料，當發生眾多隨機錯誤(Random Error)時，最多能解回資料個數的比值。

而本專利所提案的第一種高效率編碼方塊經由分析之後得知其 Coding Gain 為 0.859；Burst Error Length 為 6399 個位

元組；One time ECC Correction Rate 則為 13.75%，Coding Gain 略小於 DVD，但在後兩者數值之比較上則皆優於 DVD。第二種高效率編碼方塊經由分析之後得知其 Coding Gain 為 0.878；Burst Error Length 為 6408 個位元組；One time ECC Correction Rate 則為 11.13%，與 DVD 之編碼方式相差不大，但在前兩者數值之比較上則皆優於 DVD。而第三種高效率編碼方塊經由分析之後得知其 Coding Gain 為 0.904，明顯的高過 DVD 之編碼方式許多，意謂著在同樣的錯誤更正碼區塊大小中所能儲存的資料更多；Burst Error Length 為 4272 個位元組也比 DVD 之編碼方式好；One time ECC Correction Rate 則為 8%。

再與藍光系統之 HD-DVD 效能相比，如「第 8 圖」所示，分析之後可以得知，其 Coding Gain 為 0.872 與 DVD 相同；而 Burst Error Length 則為 5824 個位元組；至於 One time ECC Correction Rate 為 11.24%。

而本專利所提案的第一種高效率編碼方塊經由分析之後得知其 Coding Gain 為 0.859；Burst Error Length 為 6399 個位元組；One time ECC Correction Rate 則為 13.75%，Coding Gain 略小於 HD-DVD，但在後兩者數值之比較上則皆優於 HD-DVD。第二種高效率編碼方塊同樣在藍光系統下，經由分析之後得知其 Coding Gain 為 0.878；Burst Error Length 為 6408

個位元組；One time ECC Correction Rate 則為 11.13%，與 HD-DVD 之編碼方式相差不大，但在前兩者數值之比較上則皆優於 HD-DVD。而第三種高效率編碼方塊經由分析之後得知其 Coding Gain 為 0.904，明顯的高過 HD-DVD 之編碼方式許多，意謂著在同樣的錯誤更正碼區塊大小中所能儲存的資料更多；Burst Error Length 為 4272 個位元組；One time ECC Correction Rate 則為 8%。

由於本專利提出的三種錯誤更正碼之編碼方式其糾錯能力各有不同。在實作上，此三種錯誤更正碼之編碼格式可以混用記錄於同一記錄儲存媒體上，可將糾錯能力強的第二種高效率編碼方塊使用在重要資料的保護，如檔案系統等；而第三種高效率編碼方塊使用於對容許較大錯誤量的資料，如影音資料等。若只想在碟片中記錄更多的資料而不在乎資料的重要性，可只使用單一第三種高效率編碼方塊之格式；同理，若只在乎資料重要性則可只使用單一糾錯能力強的第二種高效率編碼方塊之格式。

雖然本發明以前述之較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習相像技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之專利保護範圍須視本說明書所附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係習知 DVD 錯誤更正碼區塊格式之示意圖；

第 2 圖係本發明之方法流程圖；

第 3a 圖係本發明第一種高效率編碼方塊加入檢查碼後之示意圖；

第 3b 圖係本發明第二種高效率編碼方塊加入檢查碼後之示意圖；

第 3c 圖係本發明第三種高效率編碼方塊加入檢查碼後之示意圖；

第 4a 圖係本發明第一種高效率編碼方塊切割成多個區段後之示意圖；

第 4b 圖係本發明第二種高效率編碼方塊切割成多個區段後之示意圖；

第 5a 圖及第 5b 圖係本發明一個區段在加入區段位址後之示意圖；

第 6a 圖係本發明第一種高效率編碼方塊加入區段位址後之示意圖；

第 6b 圖係本發明第二種高效率編碼方塊加入區段位址後之示意圖；

第 6c 圖係本發明第三種高效率編碼方塊加入區段位址後之示意圖；

第 7 圖係本發明與 DVD (紅光) 在錯誤更正碼編碼方塊效率比較表；及

第 8 圖係本發明與 HD-DVD (藍光) 在錯誤更正碼編碼方塊效率比較表。

**【主要元件符號說明】**

步驟 210 記錄資料排列成數個 M 列 x N 行之資料區塊

步驟 220 針對資料區塊之每一列加入列檢查碼，  
及其每一行加入行檢查碼成為一 ECC 區塊

步驟 230 將 K 個 ECC 區塊排列組成一較大之  
ECC 區塊

步驟 240 以 L 列為單位切割 ECC 區塊成多個區段  
並於各區段前加入區段位址資訊

步驟 250 將此含有區段位址之多個資料區段進行  
重新排列

## 五、中文發明摘要：

一種可錯誤更正之資料編碼方法，當資料被寫入記錄儲存媒體前，會先將欲儲存之資料加入錯誤更正碼(ECC, Error Correction Code)，包含列檢查碼(CSR, Check Sum on Row)及行檢查碼(CSC, Check Sum on Column)，以形成一錯誤更正碼區塊(ECC block)，再將一個以上之錯誤更正碼區塊組合成一資料矩陣，以抵抗較長的資料連續錯誤。最後將此資料矩陣進行區段(sector)切割後，針對各區段加上個別之區段位址資訊後，即完成編碼程序。

## 六、英文發明摘要：

A data encoding method for error correction. Before data was written into the storage, adding the ECC(Error Correction Code) into the data, including CSR (Check Sum on Row) and CSC (Check Sum on Column), becoming an ECC block. To compose several ECC block into a data matrix can increase the burst error length. After that, separate this matrix into several sectors and add the sector address for each sector, which finish the encoding process.

## 十、申請專利範圍：

1. 一種可錯誤更正之資料編碼方法，包含了下列步驟：

將記錄資料排列成複數個 M 列 x N 行之資料區塊；

對各該 M 列 x N 行之資料區塊之每一列加入一 P 位元組(bytes)長度之列檢查碼(CSR, Check Sum on Row)，及每一行加入一 Q 位元組長度之行檢查碼(CSC, Check Sum on Column)，並形成一  $(M+Q) \times (N+P)$  之錯誤更正碼區塊(ECC, Error Correction Block)；

將 K 個該  $(M+Q) \times (N+P)$  之錯誤更正碼區塊排列組成一  $(M+Q) \times (K(N+P))$  之錯誤更正碼區塊，其中 K 值為一大於等於 1 之正整數；

以 L 列為單位，切割該  $(M+Q) \times (K(N+P))$  之錯誤更正碼區塊為複數個資料區段(Sectors)，並於各該區段前加入一 L 位元組長度之區段位址資訊；及

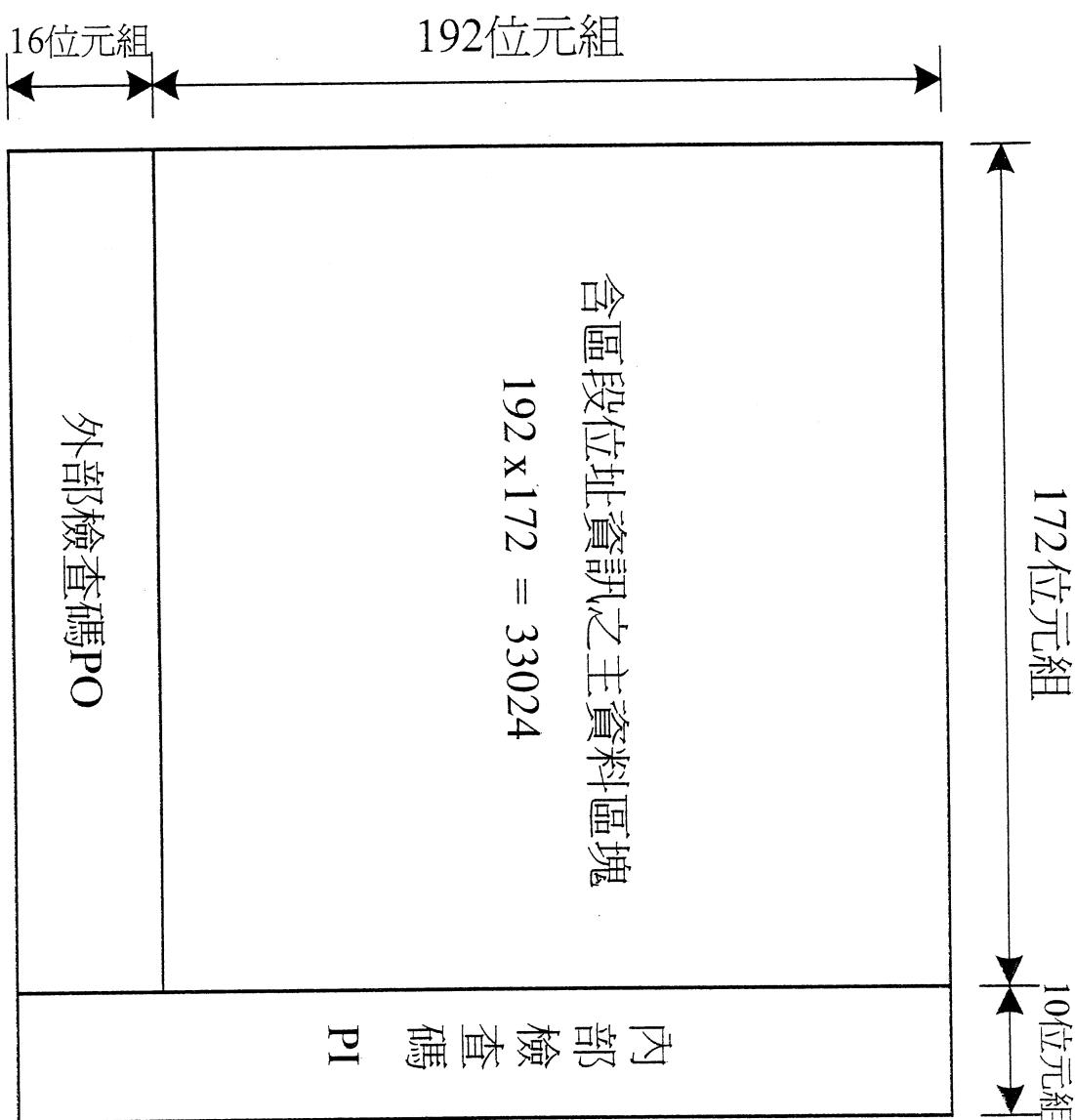
將含有該區段位址資訊之各該資料區段重新排列成一  $(M+Q) \times (K(N+P)+1)$  之記錄資料區塊。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該列檢查碼佔 7 位元組(bytes)之資料長度。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該列檢查碼佔 9 位元組之資料長度。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該行檢查碼佔 27 位元

組之資料長度。

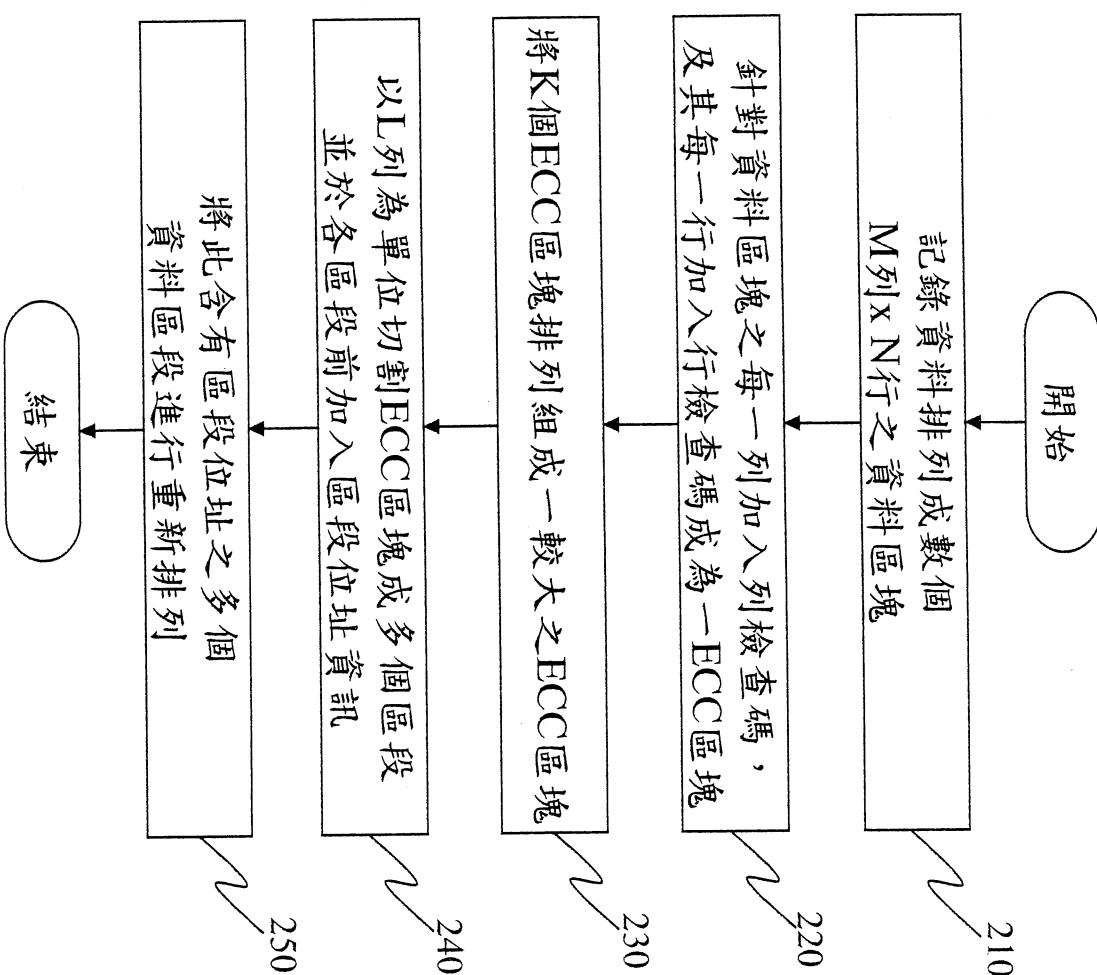
5. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該行檢查碼佔18位元組之資料長度。
6. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該行檢查碼佔12位元組之資料長度。
7. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該 $(M+Q) \times (K(N+P))$ 之錯誤更正碼區塊以6位元組為一列單位長度切割成該複數個區段。
8. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該 $(M+Q) \times (K(N+P))$ 之錯誤更正碼區塊以9位元組為一列單位長度切割成該複數個區段。
9. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中各該M列xN行之資料區塊為一 $225 \times 228$ 之矩陣。
10. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中各該M列xN行之資料區塊為一 $192 \times 171$ 之矩陣。

圖式



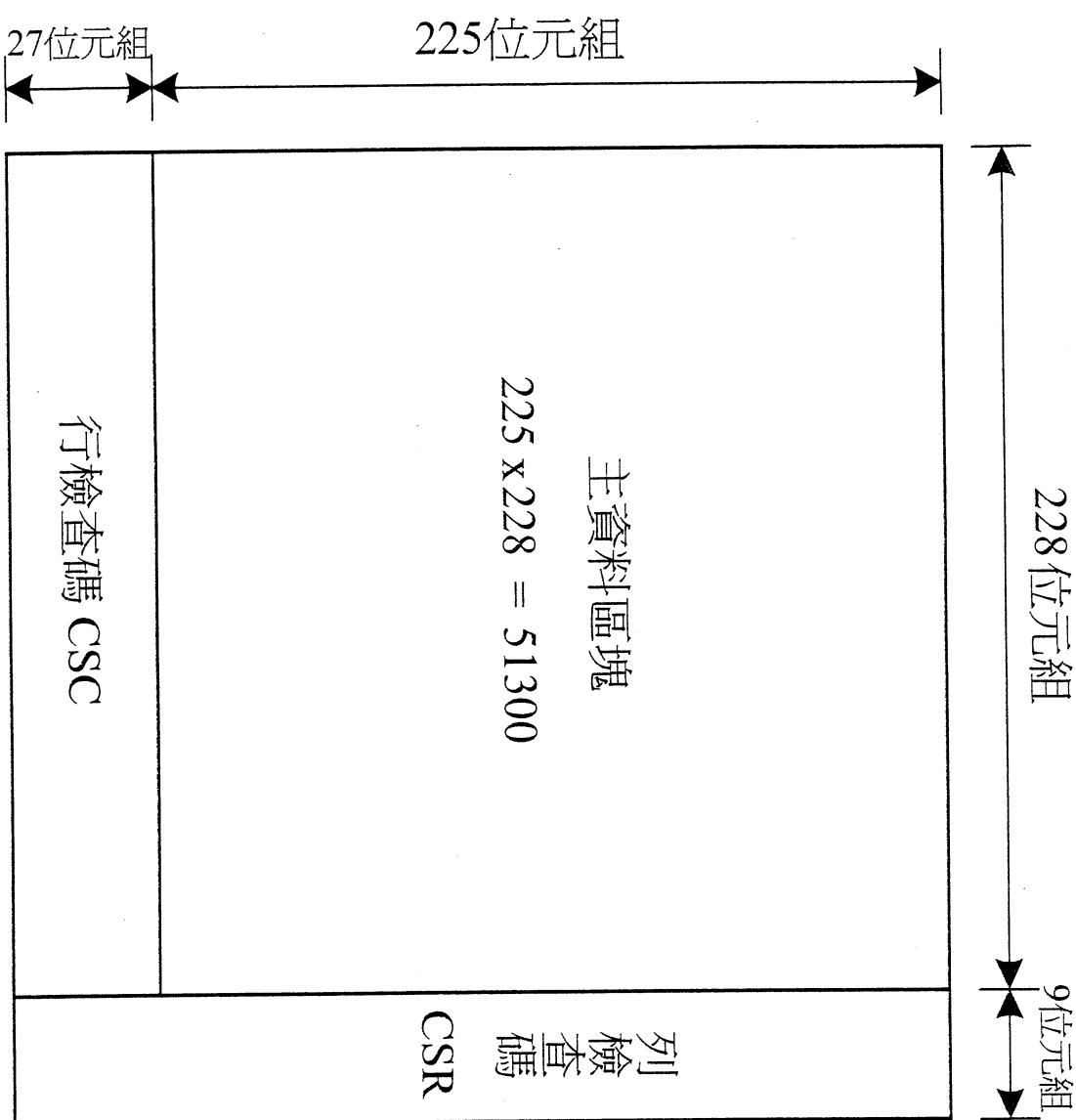
第1圖(習知技術)

式圖



第2圖

式圖

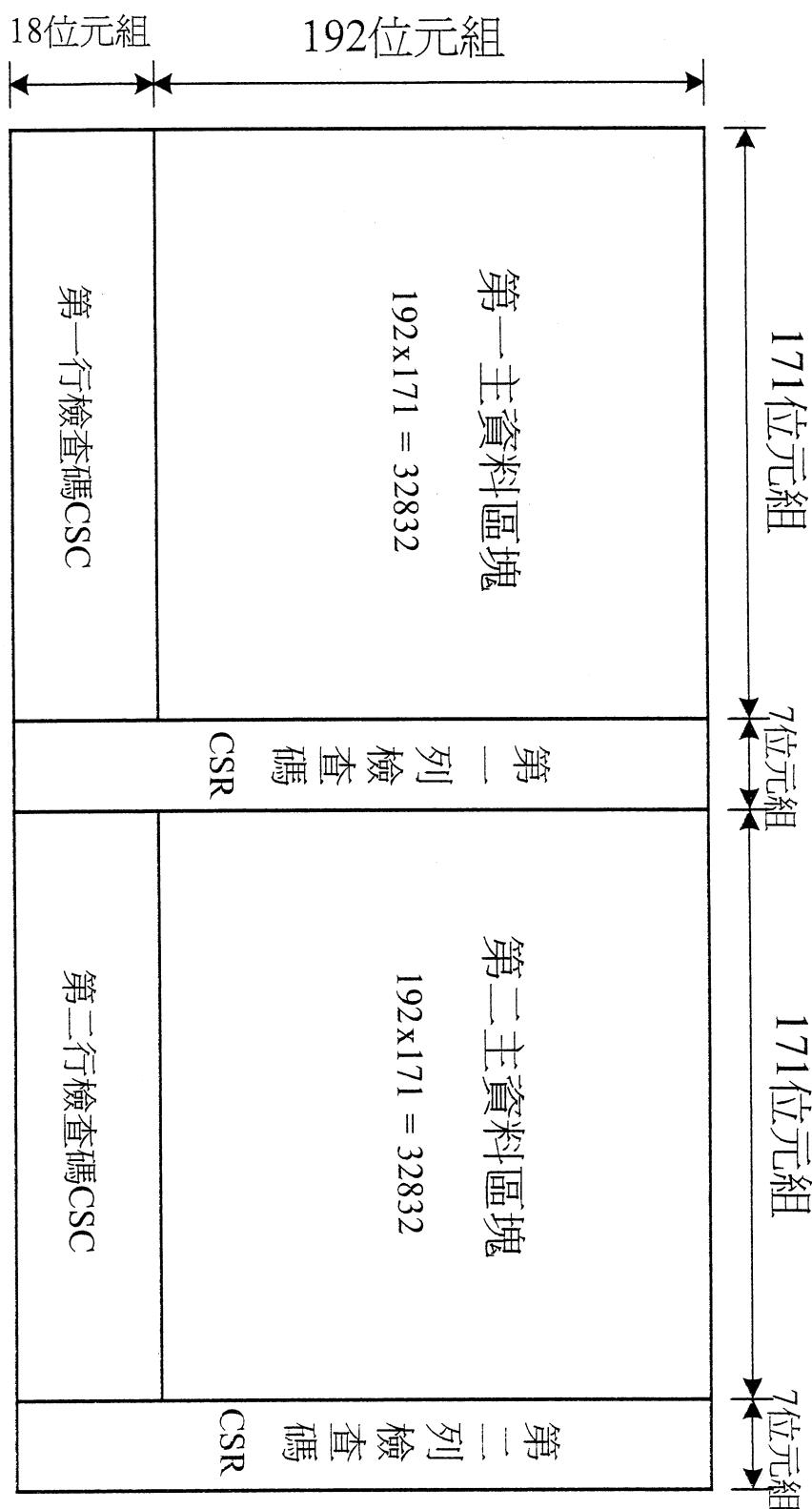


第 3a 圖

I303414

97年9月 替換修正日

式圖

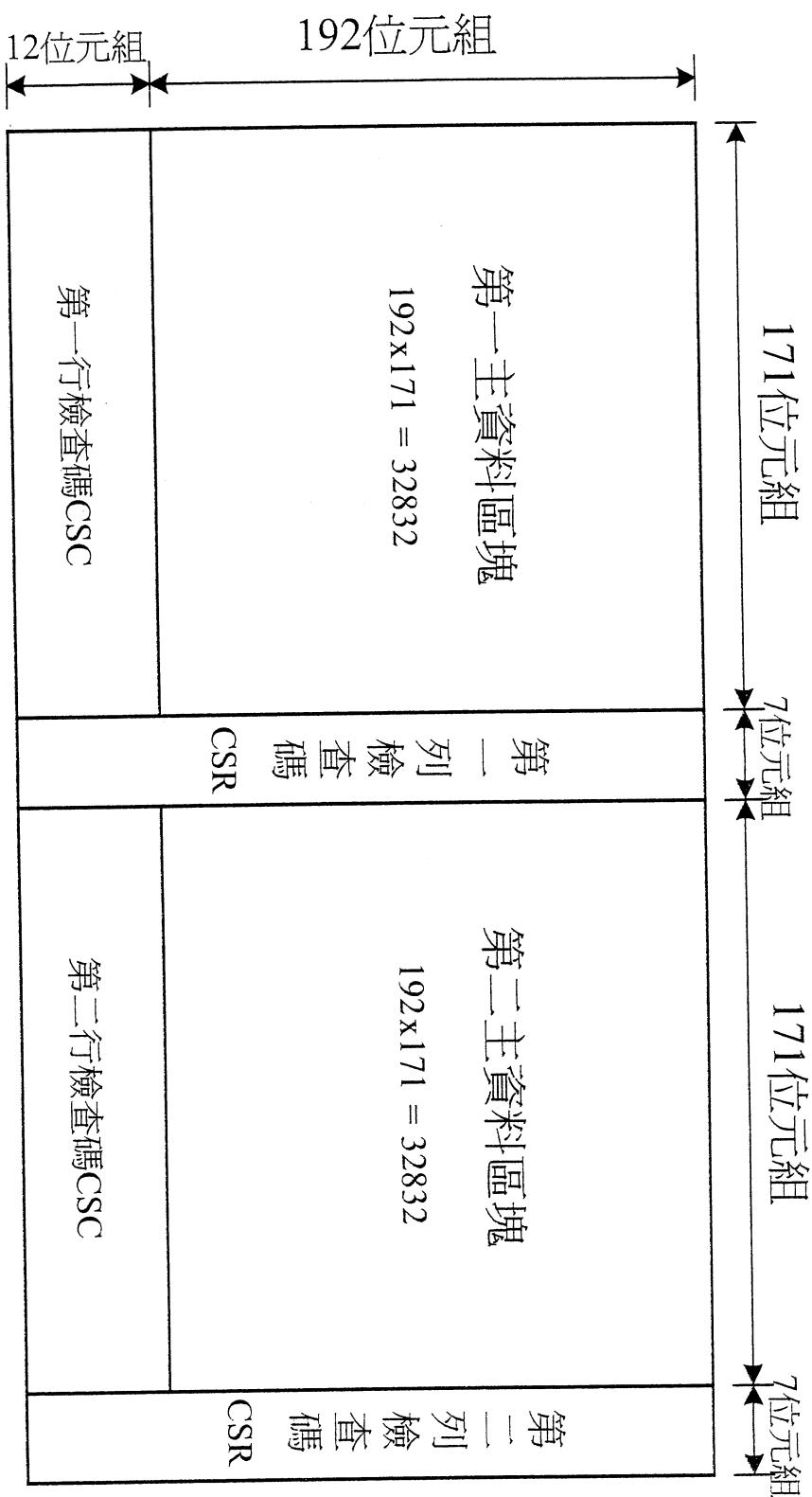


第3b圖

I303414

97年9月3日修正轉換頁

式圖

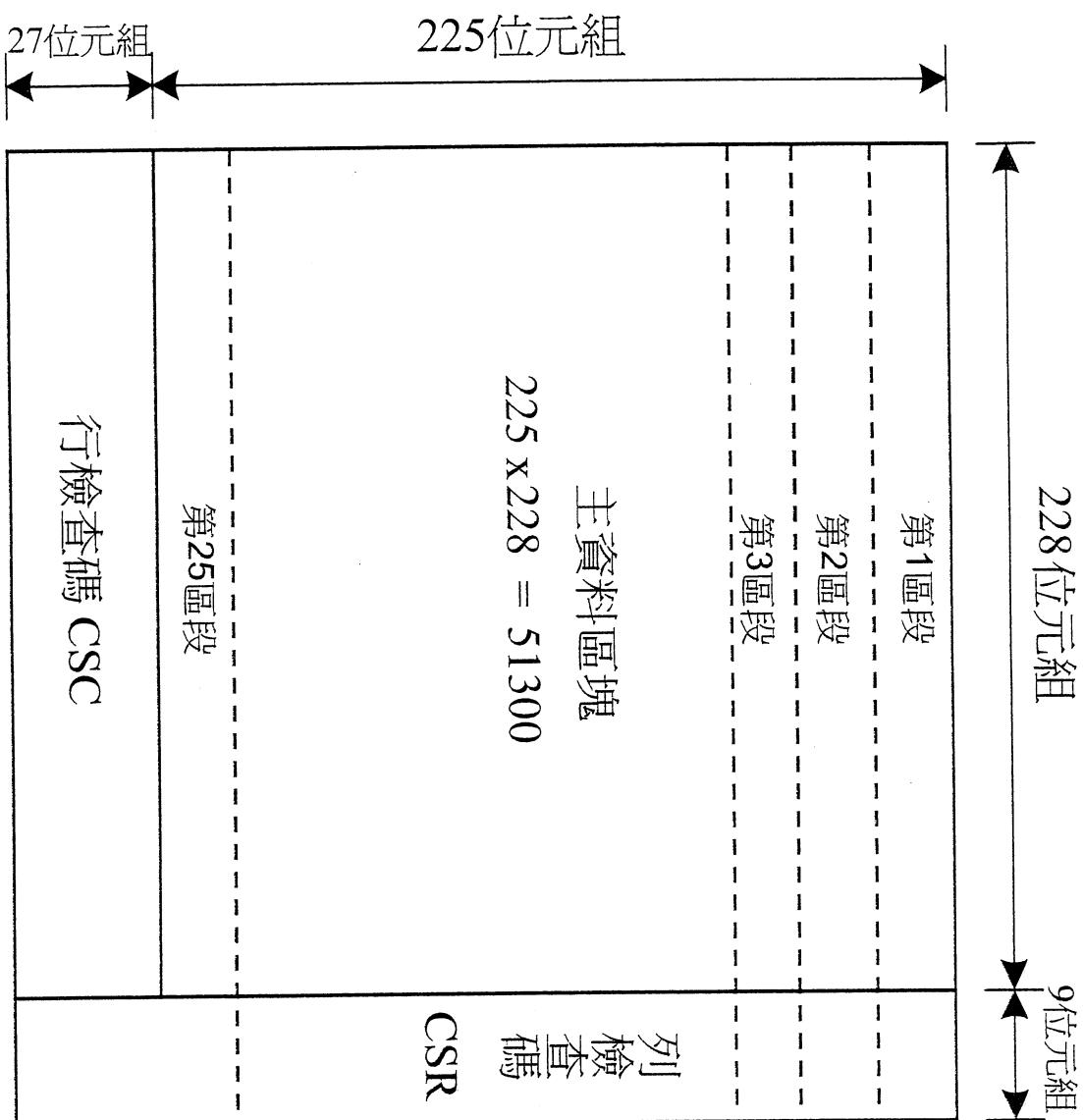


第3c圖

I303414

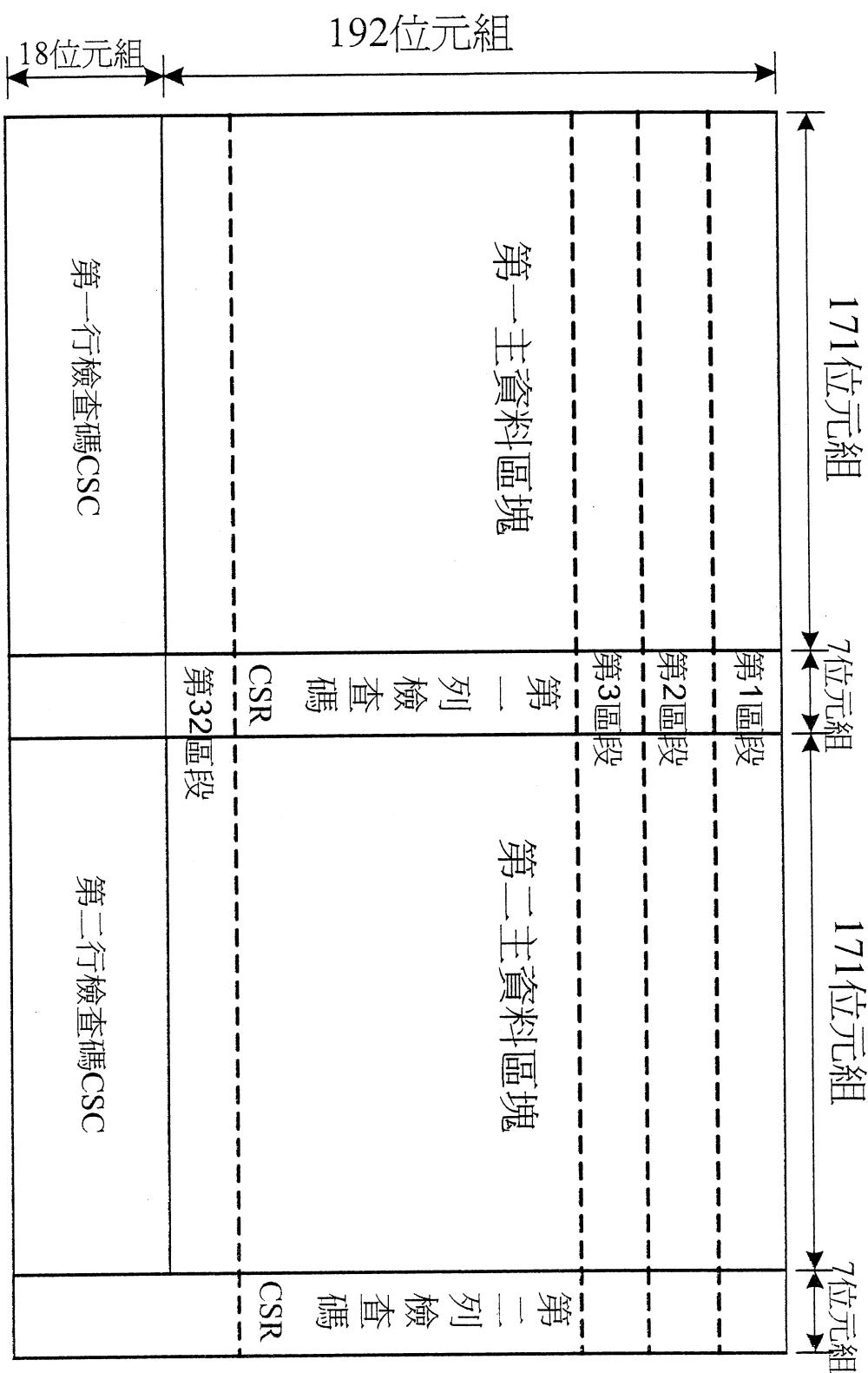
97年9月3日修正替換頁

式圖



第 4a 圖

圖式

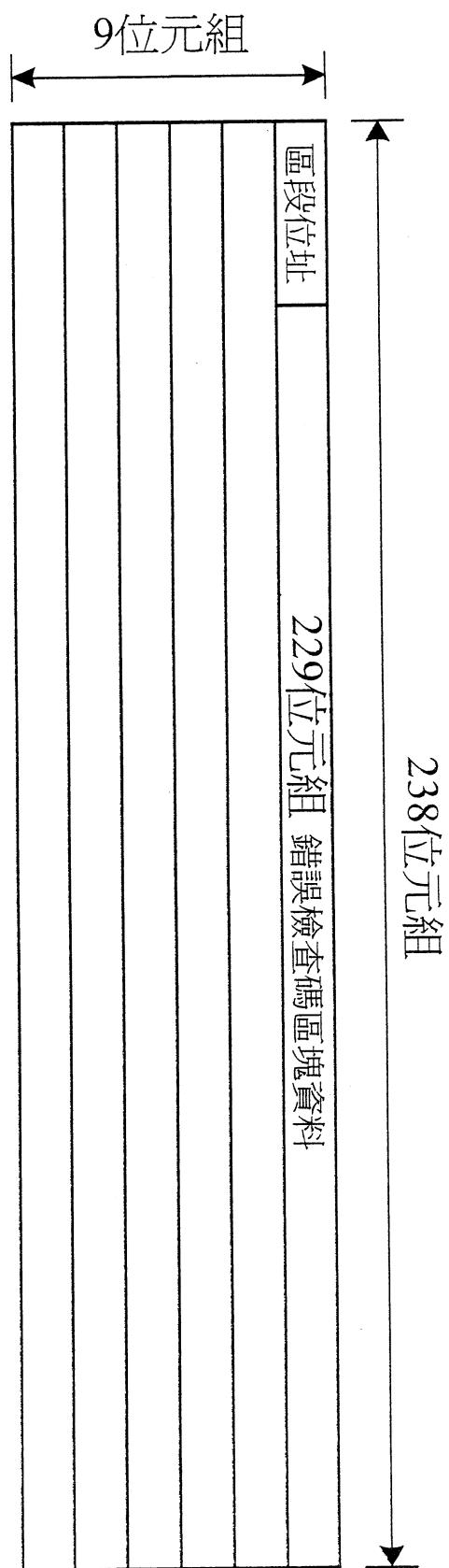


第 4b 圖

I303414

97年9月3日修正替換頁

圖式

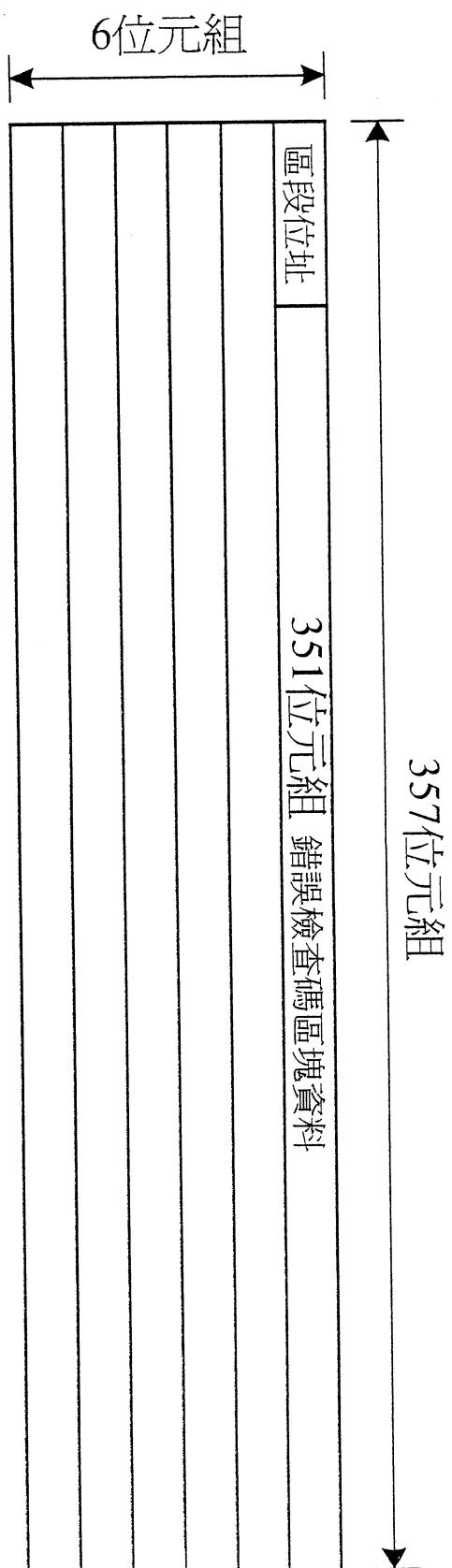


第 5a 圖

I303414

97年9月3日修正替換頁

圖式

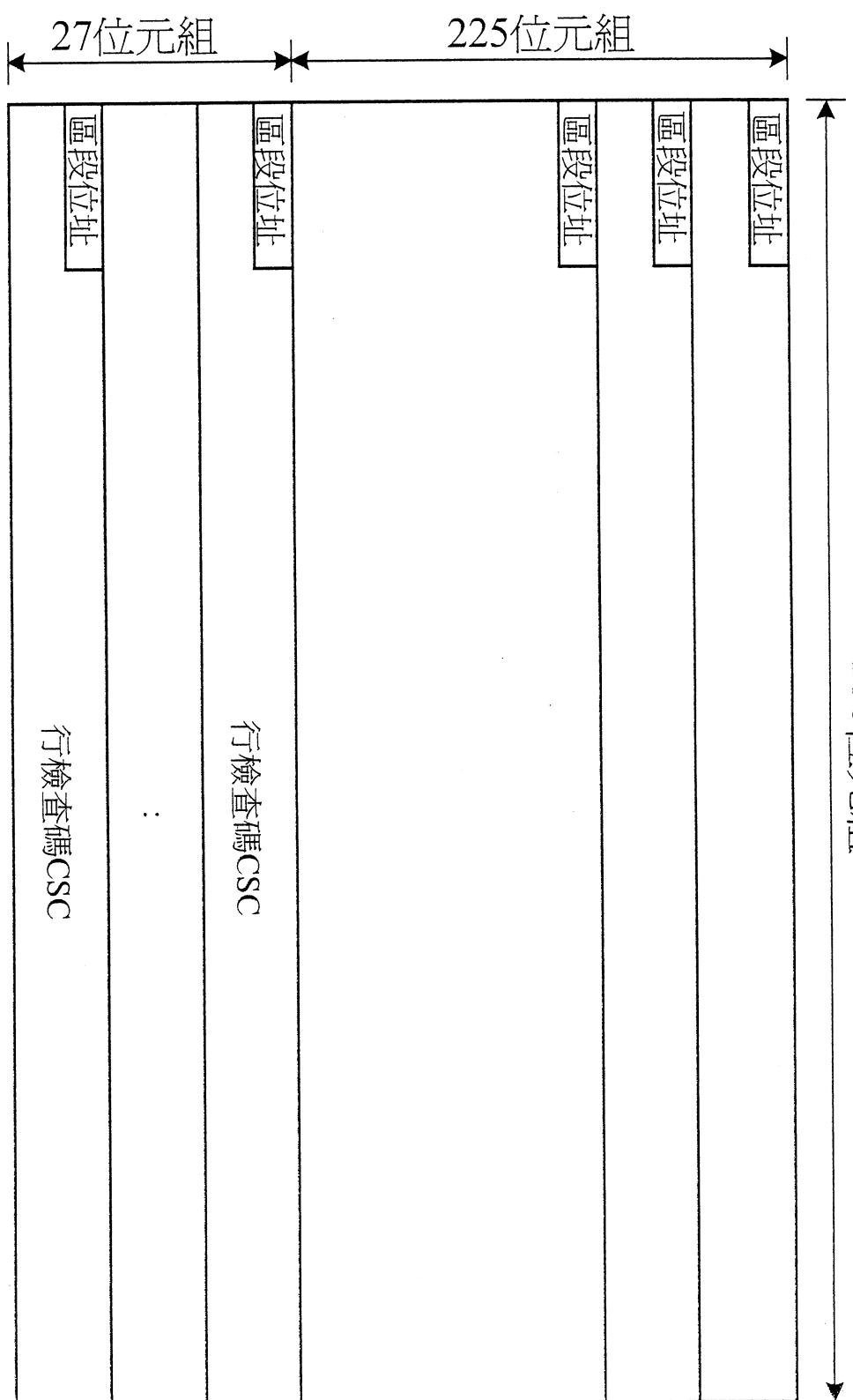


第 5b 圖

I303414

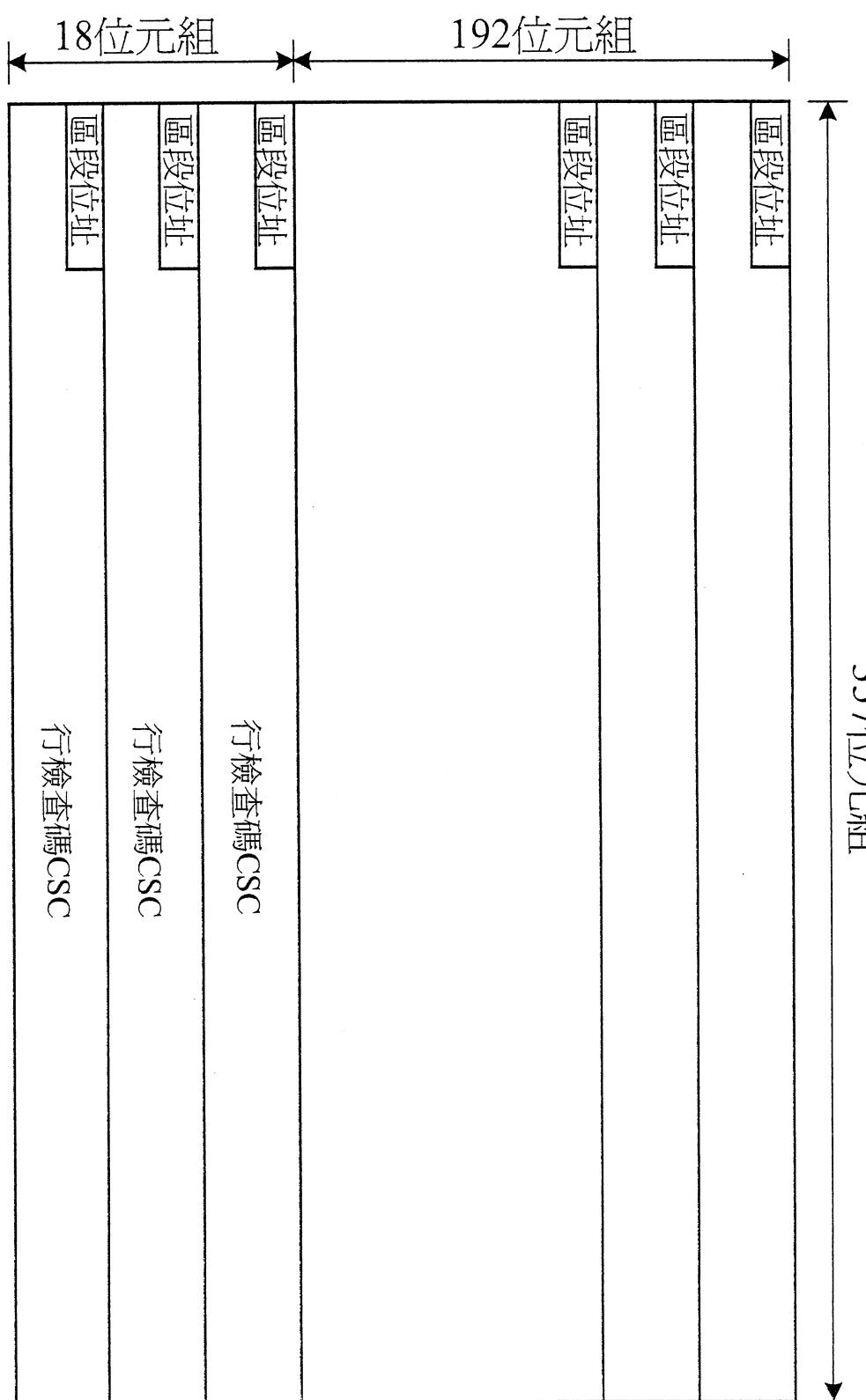
99年9月3日修正替換頁

式圖



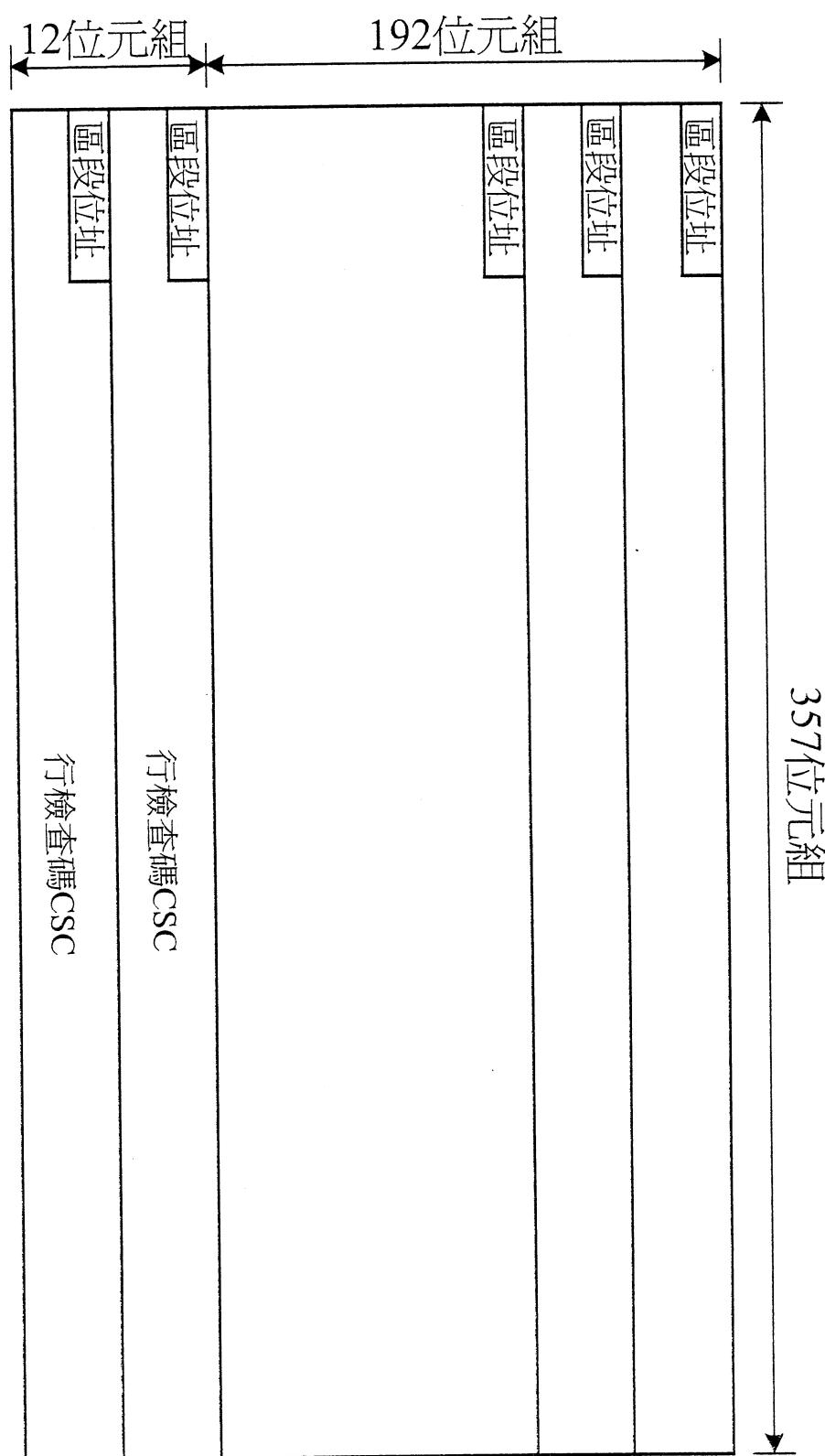
第 6a 圖

圖式



第 6b 圖

圖式



第 6c 圖

	DVD ECC	第一種高效率編碼方塊	第二種高效率編碼方塊	第三種高效率編碼方塊
Coding Gain	<b>0.872</b> $(192 \times 172) / (208 \times 182)$	<b>0.859</b> $(225 \times 228) / (237 \times 252)$	<b>0.878</b> $(192 \times 171 \times 2) / (210 \times 178 \times 2)$	<b>0.904</b> $(192 \times 171 \times 2) / (204 \times 178 \times 2)$
Burst Error Length	<b>2912 bytes</b> $(182 \times 16)$	<b>6399 bytes</b> $(237 \times 27)$	<b>6408 bytes</b> $(178 \times 18 \times 2)$	<b>4272 bytes</b> $(178 \times 12 \times 2)$
One Time ECC Correction Rate	<b>11.24%</b> $(192 \times 5 + 172 \times 16) / (192 \times 172)$	<b>13.75%</b> $(225 \times 4 + 228 \times 27) / (225 \times 228)$	<b>11.13%</b> $(192 \times 3 \times 2 + 171 \times 18 \times 2) / (192 \times 17 \times 2)$	<b>8%</b> $(192 \times 3 \times 2 + 171 \times 12 \times 2) / (192 \times 171 \times 2)$

式圖

第 7 圖

97年9月3日修正替換頁

	HD-DVD ECC	第一種高效率編碼方塊	第二種高效率編碼方塊	第三種高效率編碼方塊
Coding Gain	<b>0.872</b> $(192 \times 172 \times 2) / (208 \times 182 \times 2)$	<b>0.859</b> $(225 \times 228) / (252 \times 237)$	<b>0.878</b> $(192 \times 171 \times 2) / (210 \times 178 \times 2)$	<b>0.904</b> $(192 \times 171 \times 2) / (204 \times 178 \times 2)$
Burst Error Length	<b>5824 bytes</b> $(182 \times 16 \times 2)$	<b>6399 bytes</b> $(237 \times 27)$	<b>6408 bytes</b> $(178 \times 18 \times 2)$	<b>4272 bytes</b> $(178 \times 12 \times 2)$
One Time ECC Correction Rate	<b>11.24%</b> $(192 \times 5 \times 2 + 172 \times 16 \times 2) / (192 \times 172 \times 2)$	<b>13.75%</b> $(225 \times 4 + 228 \times 27) / (225 \times 228)$	<b>11.13%</b> $(192 \times 3 \times 2 + 171 \times 18 \times 2) / (192 \times 171 \times 2)$	<b>8%</b> $(192 \times 3 \times 2 + 171 \times 12 \times 2) / (192 \times 171 \times 2)$

式圖

第 8 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 2 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

步驟 210 記錄資料排列成數個 M 列 x N 行之資料區塊

步驟 220 針對資料區塊之每一列加入列檢查碼，

及其每一行加入行檢查碼成為一 ECC 區塊

步驟 230 將 K 個 ECC 區塊排列組成一較大之  
ECC 區塊

步驟 240 以 L 列為單位切割 ECC 區塊成多個區段  
並於各區段前加入區段位址資訊

步驟 250 將此含有區段位址之多個資料區段進行  
重新排列

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。