

申請日期：88.7.22

案號：88111858

類別：H03M 13/00

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明名稱	中文	用於以最大轉移密度限制倒轉映射二進位序列至等級2/3(1,K)運轉長度受限編碼序列之方法及裝置
	英文	METHOD AND MEANS FOR INVERTIBLY MAPPING BINARY SEQUENCES INTO RATE 2/3 (1,K) RUN-LENGTH-LIMITED CODED SEQUENCES WITH MAXIMUM TRANSITION DENSITY CONSTRAINTS
二、發明人	姓名 (中文)	1. 馬丁 奧瑞尼爾諾 哈斯納 2. 尼爾斯 亥斯 3. 瓦特 希爾特 4. 巴利 馬歇爾 踏葛
	姓名 (英文)	1. MARTIN AURELIANO HASSNER 2. NYLES HEISE 3. WALTER HIRT 4. BARRY MARSHALL TRAGER
	國籍	1. 美國 2. 美國 3. 瑞士 4. 美國
	住、居所	1. 美國加州山景市克里斯托貝爾帕瓦答區1225號 2. 美國加州聖約瑟市伍德賀斯特巷5538號 3. 瑞士威茲威爾市辛德威街29號 4. 美國紐約州約克湯亥斯市巴威大道348號
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 美商萬國商業機器公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國紐約州阿蒙市新果園路
	代表人 姓名 (中文)	1. 費羅普
	代表人 姓名 (英文)	1. MARSHALL C. PHELPS, JR.



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

美國 US

1998/07/13 09/115,530

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

發明領域

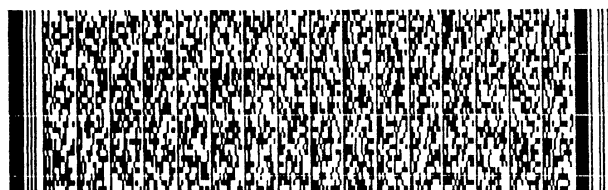
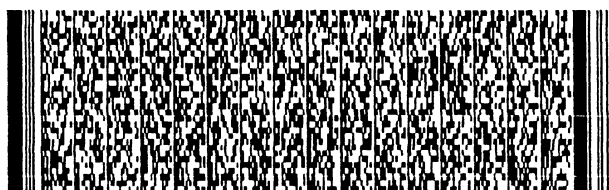
本發明有關二進位值序列的不尋常解碼，例如可能見於磁性儲存記錄頻道或是視覺傳遞子系統，其中的失誤、錯誤，或瑕疵牽涉到展現高責任循環模式或選定模式重複的二進位子序列。更特別的是，本發明有關不是避免該模式的無限制重複，就是排除之方法及裝置。

相關技藝描述

大家都知道一個二進位值序列，例如1000011011，有可能因為存在於該序列中的非預期模式或屬性而被解碼裝置解譯失誤。例如，像1010101010...這樣的一個序列展現出一個相當高的責任循環。以電子學來說，一個高責任循環意同電子或機械元素被重複地強調。這樣常會導致在組成環境中伴隨著溫度及噪音的增加，而造成較高的失誤率、失敗率，及縮短組成元件的壽命。

為本特色所設的「責任循環」一詞意指在一模式或重複子序列區間的二進位1的數目。在101010例子中，其責任循環是50%，因為「1」每兩位數出現一次。如果該重複模式是如同1001、1000這樣的兩個二進位之4位元字元，其責任循環則是 $3/8=37.5\%$ 。

在磁性記錄頻道及視覺傳遞中，會有脈波塗黑或變寬的現象。例如，兩個二進位之4位元字元0001、0010可能由於「塗黑」而表現在解碼器的輸入變成0001、1010。在此情形下，第一個字元之第4位元的二進位1會被電子上或視覺上「曲解」作有兩個連續的二進位1而顯示。這種課題



五、發明說明 (2)

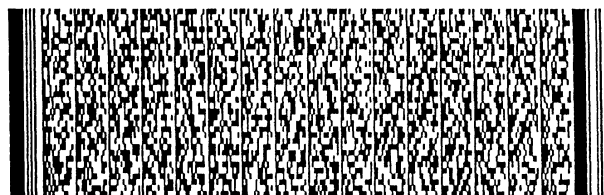
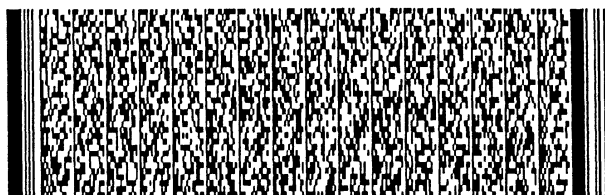
或塗黑在脈位調變(PPM)傳遞系統等等特別嚴重。這是來自PPM系統是有名的頻寬無效率的事實。

由Adler等人於1983年11月1日發表，美國專利案號4,413,251的「以等級 $2/3$ 為一 $(1,7)$ 頻道產生一個無聲平滑區塊碼之方法及裝置」可知，一個有限狀態機械(FSM)可以以倒轉方式將未受限二進位值序列轉換成一個受限二進位值序列。再者，Adler指出一個有限的預見無關狀態機械可以實行解碼。該預見能力使得一個解碼器可以藉由將一個預定的後續運轉長度受限密碼字元列入考慮，而將一個 $n < m$ 位元的現行運轉長度受限密碼字元解成位元的未受限序列。然而，這種解碼預見特色增加了運轉長度受限密碼字元的失誤或錯誤的反效果。

根據Adler等人，一個密碼等級 $R=m/n$ 映射 m 位元的未受限二進位序列至 n 位元的受限序列，該項要求可以藉由在每一狀態取得一個 2^m 分支的FSM解碼器來部分達成，其中 (d, k) 限制是藉由分割及合併該FSM狀態的某些以獲得一個新的FSM來表明。該 (d, k) 限制意指最少 d 個「0」及不超過 k 個「0」可被插入任一對相鄰的二進位「1」。當 $d < k$ ， d 決定轉換之頻率以及內部符號介面(ISI)。至於 k ，則被用做時鐘的重新同步計時。

發明概要

因此本發明的一個目的是要設計出一種可倒轉的方法及裝置，將未受限二進位值之序列轉換成一種固定等級的運轉長度受限編碼序列，不是限制無限重複就是排除展現高



五、發明說明 (3)

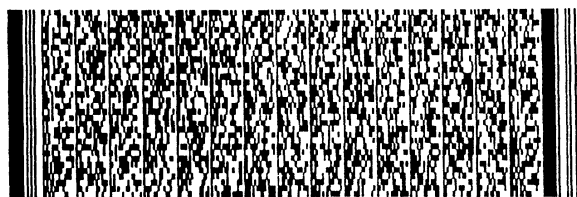
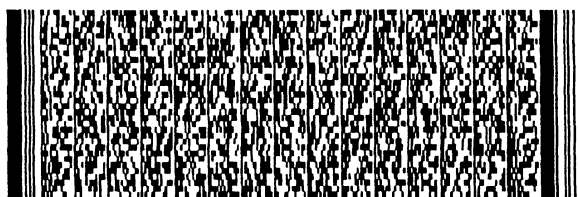
責任循環模式之子序列。

本發明還有另一個目的是這種可倒轉方法及裝置產生運轉長度受限編碼序列，是以極佳的頻寬效率、最少的ISI、低複雜度，以及為時鐘復原展現足夠的時間資訊。

前述的目標是以一個FSM達成，將一個未受限二進位值之序列轉換成一個選自一組包括有(1, 9)及(1, 13)運轉長度受限密碼的固定等級 $2/3$ (d, k)運轉長度受限密碼其中之一之受限序列，其中特定的運轉長度受限編碼序列是被限制做無限制重複的，例如在(1, 9)及(1, 10)運轉長度受限密碼的情形，或是被排除而不能出現，例如在(1, 13)運轉長度受限密碼的情形。此外，當該運轉長度受限編碼序列被由一個儲存子系統或一個視覺傳遞路徑等等所讀出時，一個預見的非狀態相關解碼器提供必要的倒轉函數。

更特別的是，前述目的相信可由一個處理器可行方法或一個固線式組合邏輯，相當於以最大轉移密度限制倒轉映射二進位序列至等級 $2/3$ (1, k)運轉長度受限編碼(RLL)序列來達成。該方法牽涉兩個步驟，也就是定義並儲存一個可做為一個解碼器的有限狀態機械，再對該二進位序列執行映射。

該第一步驟牽涉於一個處理器中定義並儲存一個順序對的狀態轉移表，包括一個下一狀態 $(n_1 n_2 n_3)$ 及一個現行RLL編碼三位元符號 $(c_1 c_2 c_3)$ 。該表中的每一個順序對都以其現行狀態的一個第一表定大小，及根據一現行的 $(b_1 b_2)$ 及



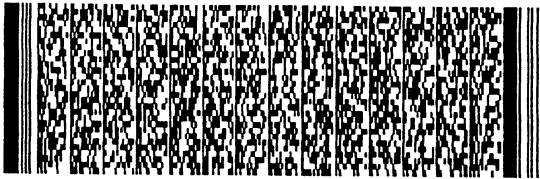
五、發明說明 (4)

一預定的預見(b_3b_4)位元對數目來自該二進位序列的一個向量($b_1b_2b_3b_4$)的一個第二表定大小做索引。每一現行的位元對都是一個可察覺的二進位值(00, 01, 10, 11)。另外, 該預定位元對數目是選自一個由一可察覺二進位值及一「無關緊要」(xx)值所組成的組合。重要的是, 該狀態對狀態轉移被限制, 使得任何RLL編碼三位元的反向部分長運轉序列表明一個少於50%的責任循環。該第二步驟牽涉使得該處理器接達該表, 回應一個位元對向量的後繼者, 並從而抽取出一個RLL編碼三位元的後繼者。定義該二進位至RLL密碼字元映射及其反向的邏輯關係, 在較佳具體實施例之圖式及敘述當中多所著墨。

為了利用一個(1, k)等級2/3的RLL編碼來降低一個二進位值序列的責任循環, 必須要表彰當某未受限二進位編碼模式被應用至一個標準的(1, 7)或(1, 9)等級2/3 RLL編碼器時的效果。事實上, 這些選定的模式以相當高的責任循環產生受限二進位編碼模式。如下表1所示:

表 1

未受限二進位編碼模式	(1, 7)等級 2/3 RLL 密碼	責任循環
00 11 00	010 101 010	4/9
00 11 01	010 101 001	4/9
	(1, 7), (1, 9)等級 2/3 RLL 密碼	
10 11 00	100 101 010	4/9
10 11 01	100 101 001	4/9
	(1, 7), (1, 9)等級 2/3 RLL 密碼	
00 11 10 11	010 101 000 101	5/12
10 11 10 11	100 101 000 101	5/12



五、發明說明 (5)

然而，進一步可以看到，在Adler '413專利中所揭露的(1, 9)及(1, 13)等級2/3 RLL編碼器可以被啟發式地改變成a)限制這些預定未受限模式的無限高責任循環RLL編碼重複，或b)有效地限制之如下表二所示：

表2

未受限二進位編碼模式	具有修改編碼器/解碼器之(1, 9)等級 2/3 RLL 密碼
00 11 00	010 000 000
00 11 01	001 000 000
	具有修改編碼器/解碼器之(1, 13)等級 2/3 RLL 密碼
10 11 00	100 000 000
10 11 01	101 000 000
00 11 10 11	010 000 000 000
10 11 10 11	100 000 000 000

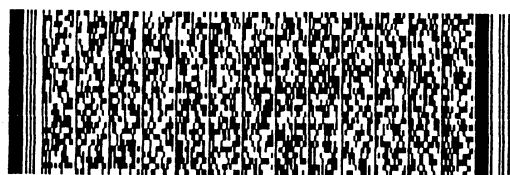
圖式簡述

圖1顯示一個根據本發明位於有關一個資訊儲存或傳遞媒介的受限制頻道編碼器及解碼器。

圖2展示一個有限狀態機械(FSM)做為一個編碼器，描述其輸出為其現行內部狀態及一組輸入的一個函數，且下一個內部狀態為現行內部狀態及一組輸入的另一個函數。

圖3描繪一個狀態方塊圖(1, 7)等級2/3 RLL編碼器回應一個造成一高責任循環輸出的未受限二進位輸入，其中一個狀態改良轉移該編碼器至一個造成一低責任循環輸出的(1, 9)等級2/3 RLL編碼器。

圖4A-4C分別描述一個根據本發明改良的(1, 9)等級2/3 RLL編碼器的狀態轉移表、關於該未受限輸入至該受限輸出的布林等式，及一個該編碼器的高等級邏輯閘極具體實



五、發明說明 (6)

施例。

圖5A-5C分別顯示一個根據本發明改良的 $(1, 9)$ 等級 $2/3$ RLL解碼器的解碼表、關於受限輸入至未受限輸出的布林等式，及一個該解碼器的高等級邏輯閘極具體實施例。

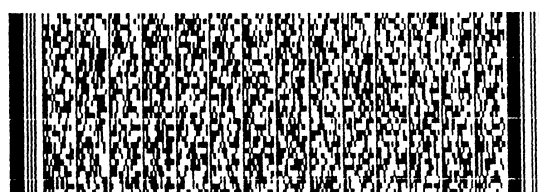
圖6A-6C分別描繪關於根據本發明改良的一個 $(1, 13)$ 等級 $2/3$ RLL編碼器之未受限輸入至受限輸出的布林等式、一個狀態轉移表，及一個該編碼器的高等級邏輯閘極具體實施例。

圖7A-7C分別展示一個根據本發明改良的 $(1, 13)$ 等級 $2/3$ RLL解碼器的轉移表、關於受限輸入至未受限輸出的布林等式，及一個該解碼器的高等級邏輯閘極具體實施例。

較佳具體實施例詳述

現在參照圖1，顯示了一個受限頻道編碼器3位於一個記錄或傳輸頻道5以及一個資料儲存或傳送媒介7之前。一反向解碼器11位於一個讀回或重複頻道9以及未受限二進位序列變換器13之間。該二進位來源1可以是一個1和0的隨機數字產生器，具備均勻、高斯，或其他統計分配，並不時展現具有高責任循環的重複模式。這些循環範圍由像10101010...等等型式的最高50%，到具有比50%低得多的較可容忍責任循環之序列。既然一般解決方式是採用未受限二進位序列至一 $(1, k)$ 等級 $2/3$ RLL的編碼器，該編碼器本身提供一個責任循環的最小值。

該來自編碼器3的受限二進位輸出字串被順序應用到一



五、發明說明 (7)

個記錄或傳輸頻道5，於其中被適當地模組化並寫出至一個儲存或傳輸媒介7。在一個接下來的時間當中，該受限及模組化字串被應用到一個讀回或重複頻道9，並轉換成一個1及0的受限二進位字串。該轉換後的二進位字串接著被應用到一個預見狀態獨立解碼器11。該解碼器11利用一個預定數目的後續字元(預見)，並移除該限制，從而提供該原本未受限二進位序列給一變換器13。

現在參照圖2，顯示了一個有限狀態機械(FSM)做為一個編碼器3。對於一組特別的參數 $(d, k) = (1, 9)$ 或 $(1, 13)$ ，一個預定數目的現行輸入位元 $(b_1 b_2)$ 及未來輸入位元 $(b_3 b_4)$ ，被經由路徑22從一輸入暫存器21至一FSM應用成 $(b_1 b_2 b_3 b_4)$ 。該FSM提供一個輸出至暫存器25。一組二進位位元 $C = (c_1 c_2 c_3)$ 的輸出是由輸入位元 $(b_1 b_2 b_3 b_4)$ 及現行機械狀態 $S = (s_1 s_2 s_3)$ 的一個函數 f 所獲得。同時，下一機械狀態 N 是由輸入位元 $(b_1 b_2 b_3 b_4)$ 及現行機械狀態 S 所決定。如此，在下一個循環，下一機械狀態 N 被寫入該現行狀態暫存器29並且變成新的現行機械狀態 S 。在此，一個FSM也可以被想成一種指向圖的型式，其節點代表該FSM機械狀態 S ，且其指向連結在產生一個反向輸出向量同時定義任何給定輸入向量的狀態至狀態轉移。該指向圖的表定型式稱為一個「狀態轉移表」。

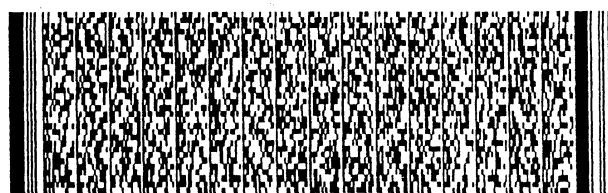
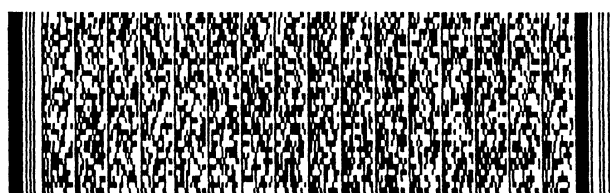
現在參照圖3，描繪了一個 $(1, 7)$ 等級2/3 RLL編碼器的部分狀態方塊圖或指向圖，回應一個造成一個高責任循環輸出的未受限二進位輸入。節點000、001、010、011，及



五、發明說明 (8)

100 代表該(1, 7)編碼器的內部狀態。由於這是一個等級 2/3 的編碼器，則對於一個同時有的 00 11 00 二進位的輸入模式，該編碼器輸出模式將會是同時有的三位元 010 101 010。同樣地，對於輸入模式 00 11 01，該輸出模式將會是 010 101 001。如果一個額外的狀態 111 被加入該狀態方塊圖並且如圖所示連接於狀態 000 與 100 之間，該編碼器被轉換成 $(d, k) = (1, 9)$ 等級 2/3 編碼器。該額外狀態提供足夠的運算資源以預見幾個輸入符號，並產生一個被降低了責任循環的輸出序列，亦即，010 000 000 對 00 11 00，及 001 000 000 對 00 11 01。

現在參照圖 4A-4C，分別顯示了一個根據本發明改良的 (1, 9) 等級 2/3 RLL 編碼器的狀態轉移表、關於未受限二進位輸入至高度受限二進位輸出的布林等式，及一個該編碼器的高等級邏輯閘極具體實施例。在圖 4A，該編碼器是一個具有六個內部狀態 S 的 FSM。由於該編碼器是等級 2/3，它被設計來回應一個現行輸入位元對加上一個預見輸入位元對 $b = (b_1 b_2 b_3 b_4)$ 。每一列都以該六個內部狀態 S 之一做索引，而每一行都以七個具有兩個位元對組合的輸入之一做索引。對於任何給定的 (S, b) 表索引，其內容都是這種型式(下一狀態 N/輸出 $C = (c_1 c_2 c_3)$)。在七個輸入二位元對輸入組合當中，其中三個，亦即，00 xx、01 xx，及 10 xx，有兩個「無關緊要」位元值位置。更清楚地說，如果該(1, 9)編碼器其中輸入的狀態 100 為 00 xx，則會有一個轉換由狀態 100 至狀態 000 及輸出 $C = 000$ 被產生。

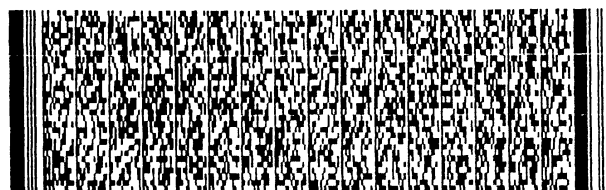
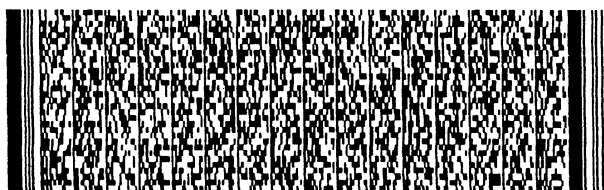


五、發明說明 (9)

現在參照圖4B，展示了定義下一狀態布林函數 $N=(n_1n_2n_3)=g(S, b)$ 及輸出布林函數 $C=(c_1c_2c_3)=f(S, b)$ 的布林等式。這些等式得自圖4A當中該狀態轉移表的分析式。在這些布林是當中，一個布林變數C的反向是由「C」表示。如此，111的反向將被範例為'(111)。需注意圖4B中的布林等式完整地表現出組合AND/OR邏輯415。

相關地，一個低責任循環(1, 9)等級2/3 RLL編碼器的邏輯被顯示於圖4C。在該邏輯具體實施例中，一個現行輸入位元對(b_1b_3)被經由門鎖407及403應用至組合邏輯415。同樣地，一個預見輸入位元對(b_3b_4)被經由門鎖405及401應用至邏輯415。該編碼輸出C被由邏輯415展現給門鎖417、419，及421。下一內部狀態N被由邏輯415經由回饋路徑I、II，及III展現給門鎖409、411，及413。

現在參照圖5A-5C，分別顯示了一個根據本發明改良的(1, 9)等級2/3 RLL解碼器的解碼表、關於受限輸入回到未受限輸出的布林等式，及一個該解碼器的高等級邏輯閘極具體實施例。在圖5A，該解碼表提供預見許多RLL符號且為狀態獨立。亦即，不會任命一個在編碼器情況的FSM。該RLL二進位編碼符號指定由左至右的前三行。這些包括了一個現行符號($r_1r_2r_3$)及兩個預見符號($r_4r_5r_6$)及($r_7r_8r_9$)。其第四行被指定為「解碼輸出」。為了解碼目的，該RLL符號字串包含了一個三位元符號的平滑方塊圖，其中該現行符號的解碼是根據展示於圖5B的布林等式邏輯組合該現行符號與兩個預見符號的結果。



五、發明說明 (10)

現在參照圖5C，每一個RLL編碼符號包含一個三位元位元組，其位元分別被應用於門鎖501、503，及507。該位元被處理以經由OR閘極513及門鎖519及521形成三個中介內部變數 z_1 、 z_2 ，及 z_3 。這些同時也被輸入至組合邏輯525。此外，該現行RLL編碼符號的第一及第三個位元值 r_1 及 r_3 被分別經由門鎖509、517、515，及523當作同時輸入傳送至邏輯525。

邏輯525被展現於圖5B的解碼輸出的邏輯等式所完整定義。雖然該邏輯等式被預設為一個六個編碼位元的輸出($u_1 u_2 u_3 u_4 u_5 u_6$)，該輸出變數 u_5 被設為0。在顯示的具體實施例當中，額外的邏輯被提供以轉換編碼輸出U成為原始未受限二進位序列的二位元位元組。如此，該二位元位元組的其中第一個被由實際結合於門鎖527中的 u_4 及一個 u_6 的版本之OR閘極529，及實際結合於門鎖531中的OR閘極529輸出之閘極539所算出。該二位元位元組的其中第二個被由實際結合於門鎖533中的 u_1 及一個 u_3 的版本之OR閘極535所算出。該二位元位元組的其中第一個被經由門鎖541展現，而該二位元位元組的其中第二個是被經由門鎖537展現。

現在參照圖6A-6C，描繪了根據本發明改良的一個(1，13)等級2/3 RLL編碼器之狀態轉移表、關於未受限輸入至受限輸出的布林等式，及一個該編碼器的高等級邏輯閘極具體實施例。轉而注意圖6B，以內部狀態及編碼輸出，由一個現行內部狀態S及一個組合輸入($b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6$)索引之序



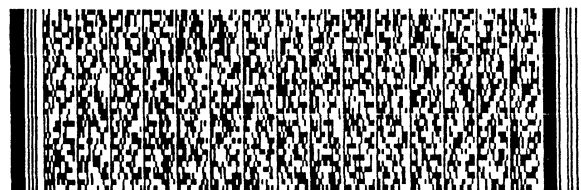
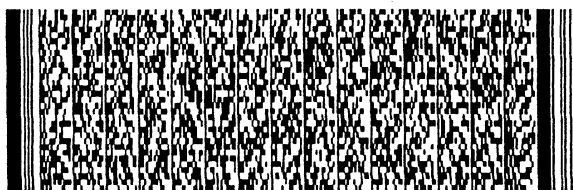
五、發明說明 (11)

對型式所顯示的狀態轉移方塊圖。該組合輸入在一個(1, 13)編碼器的情況是一個現行編碼二進位輸入位元對，及兩個預見編碼二進位輸入位元對。如果該編碼器是對於一個連續輸入00 xx xx，則它最終會轉移至狀態000及對一個責任循環1/3造成一個010010010010...輸出的狀態內的循環。這仍然相當程度地比有關輸出010101...的少一半。

顯示於圖6A該(1, 13)編碼器的布林等式在結構上很類似顯示於圖4B該(1, 9)編碼器展示的等式。亦即，它們是由該狀態轉移方塊圖取得並且被限制造成一個低責任循環輸出。該等式也清晰地表達了一個利用上述布林變數的平行列的另一種代表反向的方式。

現在參照圖6C，顯示了該(1, 13)編碼器的一個邏輯具體實施例相當於顯示於圖4C該(1, 9)編碼器的邏輯具體實施例，除了該(1, 13)編碼器是以活動接觸型式描繪以外。活動接觸型式原本是被設計來表示繼電電子網路，例如在電信業所使用的。三個輸入位元對 $d_1 d_2$ 被應用至該門鎖L，該輸入位元 $b_1 \dots b_6$ 以及該內部狀態被以一種實質上類似於與(1, 9)編碼器有關描述的方式應用至該組合邏輯。

現在參照圖7A-7C，描繪了根據本發明改良的一個(1, 13)等級2/3 RLL解碼器之解碼表、關於受限輸入至未受限輸出的布林等式，及一個該解碼器的高等級邏輯閘極具體實施例。在圖7A，一個狀態獨立解碼表被展示有關一個現



五、發明說明 (12)

行RLL符號及三個預見RLL符號，以有效映射該現行RLL符號至未受限二進位位元對序列。相關地，定義該解碼器的布林邏輯等式被展示於圖7B，及其活動接觸邏輯具體實施例於圖7C，並且以一種如前展示於圖4C所描述的方式來運作。

雖然本發明是以描述的具體實施例加入本文，應了解可以對本文所述的方法及裝置做各種不背離本發明之範疇及內涵的改變。因此，所描述的具體實施例只被當作範例，且本發明除了申請專利範圍所示的以外不做限制。

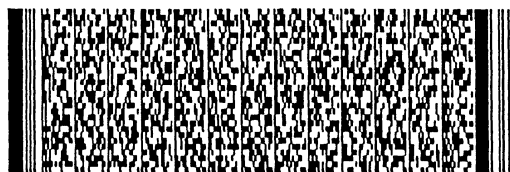


四、中文發明摘要 (發明之名稱：用於以最大轉移密度限制倒轉映射二進位序列至等級 $2/3(1, K)$ 運轉長度受限編碼序列之方法及裝置)

一種在儲存及通訊過程及系統中用以降低高責任循環未受限二進位信號序列之方法及裝置，藉由倒轉映射這種序列至一 $(1, k)$ 等級 $2/3$ 運轉長度受限編碼序列，降低至一個實質上約為三分之一的責任循環。亦即，原先映射至高責任循環運轉長度受限編碼序列之二進位序列，不是被限制做無限制重複，就是被排除。

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD AND MEANS FOR INVERTIBLY MAPPING BINARY SEQUENCES INTO RATE $2/3 (1, K)$ RUN-LENGTH-LIMITED CODED SEQUENCES WITH MAXIMUM TRANSITION DENSITY CONSTRAINTS)

A method and means for reducing high-duty-cycle unconstrained binary signal sequences in storage and communications processes and systems by invertibly mapping such sequences into a $(1, k)$ rate $2/3$ RLL codestream constrained to a duty cycle substantially approximating one-third. That is, binary sequences ordinarily mapping into high-duty-cycle RLL-code sequences are either inhibited from repeating indefinitely or excluded.



六、申請專利範圍

1. 一種處理器可實行之方法，係以最大轉移密度限制倒轉映射二進位序列至等級 $2/3$ ($1, k$) 運轉長度受限編碼 (RLL) 序列，包含下列步驟：

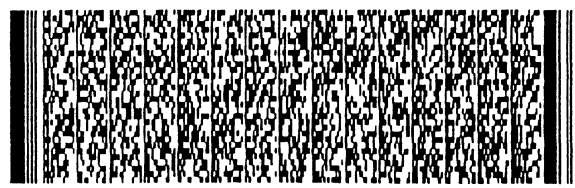
a) 於一處理器當中定義並儲存一個序對的狀態轉移表，包括一個下一狀態 ($n_1 n_2 n_3$) 及一個現行 RLL 編碼三位元符號 ($c_1 c_2 c_3$)，在該表中的每一個序對被根據其現行狀態索引至一個第一表定大小，及根據一個現行 ($b_1 b_2$) 及一個來自該二進位序列的預定數目預見 ($b_3 b_4$) 位元對的一個向量 ($b_1 b_2 b_3 b_4$) 索引至一個第二表定大小，每個現行位元對都是一個可覺察二進位值 ($00, 01, 10, 11$)，每個該預定數目位元對都是選自一組含有一個可覺察二進位值及一個無關緊要 (xx) 值，該狀態至狀態被限制使得任何 RLL 編碼三位元的反向長運轉序列表明一個少於 50% 的責任循環；及

b) 造成該處理器接達該表以回應位元對向量的一個後繼者，並從而抽取一個 RLL 編碼三位元的後繼者。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該責任循環實質上大約為三分之一，且進一步其中該 ($1, k$) RLL 編碼限制是由一組包含 ($1, 9$)、($1, 10$) 及 ($1, 13$) 當中所選出。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該方法包含下列步驟：

c) 於一處理器當中定義並儲存一個狀態無關解碼表，包括一個二進位序列位元對的列表，被由一個現行 RLL 編碼三位元及一個預定數目的預見 RLL 編碼三位元組成的一個向量索引；及



六、申請專利範圍

d) 造成該處理器接達該解碼表以回應RLL編碼三位向量的一個後繼者，並從而抽取一個二進位序列位元對的後繼者。

4. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該(1, k) RLL編碼限制是由一組包含(1, 9)及(1, 13)當中所選出。

5. 一種以最大轉移密度限制倒轉映射二進位序列至等級2/3 (1, 9)運轉長度受限編碼(RLL)序列之配置，包含：

一個有限狀態機械(FSM)以產生RLL編碼三位元符號($c_1 c_2 c_3$)，是多個FSM內部狀態($s_1 s_2 s_3$)的一個現行狀態及一個現行($b_1 b_2$)及一個來自該二進位序列的預定數目預見($b_3 b_4$)位元對的一個向量($b_1 b_2 b_3 b_4$)的一個第一函數，及產生一個下一繼任內部機械狀態($n_1 n_2 n_3$)，是該現行FSM狀態及該二進位序列向量的一個第二函數，每個現行位元對都是一個可覺察二進位值(00, 01, 10, 11)，每個該預定數目預見位元對都是選自一組含有一個可覺察二進位值及一個無關緊要(xx)值，該第一及第二函數被根據多個布林值關係所定義，如此：

$$n_1 = b_1 s_3 + b_1 b_2' b_3' s_1' s_2 + s_1 s_3$$

$$n_2 = b_1' s_3$$

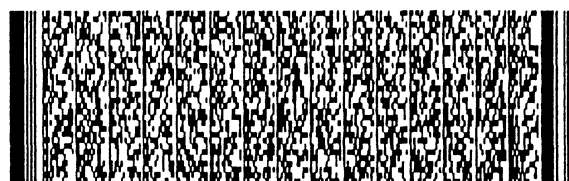
$$n_3 = b_2' s_3 + s_1' b_1 b_2$$

$$c_1 = s_1 s_2$$

$$c_2 = s_1' s_2' c_3$$

$$c_3 = s_1 s_3 (b_1 + b_2) + s_1' s_2' s_3 b_1 b_2' b_3 b_4。$$

6. 如申請專利範圍第5項之配置，該配置進一步包含：



六、申請專利範圍

回應RLL編碼三位元的一個後繼者，以從而抽取一個二進位位元對的後繼者之邏輯電路，每個RLL編碼三位元向量是由一個現行RLL編碼三位元($r_1 r_2 r_3$)，及一個預定數目預見RLL編碼三位元($r_4 \dots r_9$)所形成，該邏輯電路包括第一電路以形成第一布林變數($z_1 z_2 z_3$)、第二電路以形成第二布林變數($U_1 U_2 \dots U_6$)，及第三電路以取得該第二布林變數的函數的二進位序列位元對；

該第一電路被根據多個布林值關係所定義，如此 $z_1 = (r_1 + r_2 + r_3)$ 、 $z_2 = (r_4 + r_5 + r_6)$ 、 $z_3 = (r_7 + r_8 + r_9)$ ；及

該第一電路被根據多個布林值關係所定義，如此：

$$U_1 = r_1$$

$$U_2 = (z_1 z_2) r_3 + z_1 z_2 z_3$$

$$U_3 = z_1 z_2$$

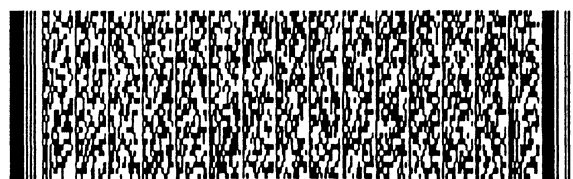
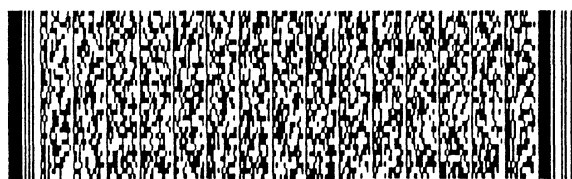
$$U_4 = z_2 z_3 + z_1 z_2 r_3$$

$$U_5 = 0$$

$$U_6 = z_2 z_3 r_3。$$

7. 一種以最大轉移密度限制倒轉映射二進位序列至等級 $2/3$ (1, 13)運轉長度受限編碼(RLL)序列之配置，包含：

一個有限狀態機械(FSM)以產生RLL編碼三位元符號($c_1 c_2 c_3$)，是多個FSM內部狀態($s_1 s_2 s_3$)的一個現行狀態及一個現行($b_1 b_2$)及一個來自該二進位序列的預定數目預見($b_3 b_4 b_5 b_6$)位元對的一個向量($b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6$)的一個第一函數，及產生一個下一繼任內部機械狀態($n_1 n_2 n_3$)，是該現行FSM狀態及該二進位序列向量的一個第二函數，每個現行位元



六、申請專利範圍

對都是一個可覺察二進位值(00, 01, 10, 11)，每個該預定數目預見位元對都是選自一組含有一個可覺察二進位值及一個無關緊要(xx)值，該第一及第二函數被根據多個布林值關係所定義，如此：

$$n_1 = (s_1 s_3) + (s_3 b_1) + ('s_1 b_1 b_2' b_3) + ('s_1 b_1 b_2' b_4 b_5 b_6)$$

$$n_2 = ('s_3 b_1) + (s_1 s_2 b_1' b_2)$$

$$n_3 = ('s_3 b_2) + ('s_1' b_1 b_2) + (s_1 s_2 b_1' b_2)$$

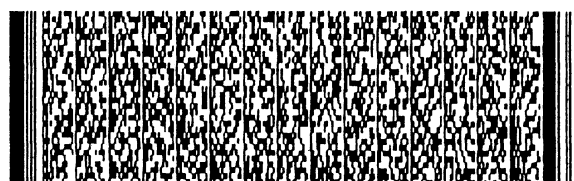
$$c_1 = ('s_1 s_2)$$

$$c_2 = ('s_1' s_2' c_3)$$

$$c_3 = ('s_1 s_3) ('b_1 + 'b_2) + ('s_1' s_3 b_1 b_2' b_3 b_4)。$$

8. 一種包含一機械可讀記憶體之製造物，其中已內存多個處理器可執行控制程式步驟，用以最大轉移密度限制倒轉映射二進位序列至等級2/3 (1, k) 運轉長度受限編碼(RLL)序列，該控制程式步驟包括：

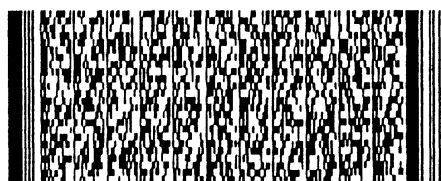
a) 一個控制程式步驟於一處理器當中定義並儲存一個序對的狀態轉移表，包括一個下一狀態($n_1 n_2 n_3$)及一個現行RLL編碼三位元符號($c_1 c_2 c_3$)，在該表中的每一個序對被根據其現行狀態索引至一個第一表定大小，及根據一個現行($b_1 b_2$)及一個來自該二進位序列的預定數目預見($b_3 b_4$)位元對的一個向量($b_1 b_2 b_3 b_4$)索引至一個第二表定大小，每個現行位元對都是一個可覺察二進位值(00, 01, 10, 11)，每個該預定數目位元對都是選自一組含有一個可覺察二進位值及一個無關緊要(xx)值，該狀態至狀態被限制使得任何RLL編碼三位元的反向長運轉序列表明一個少於50%的



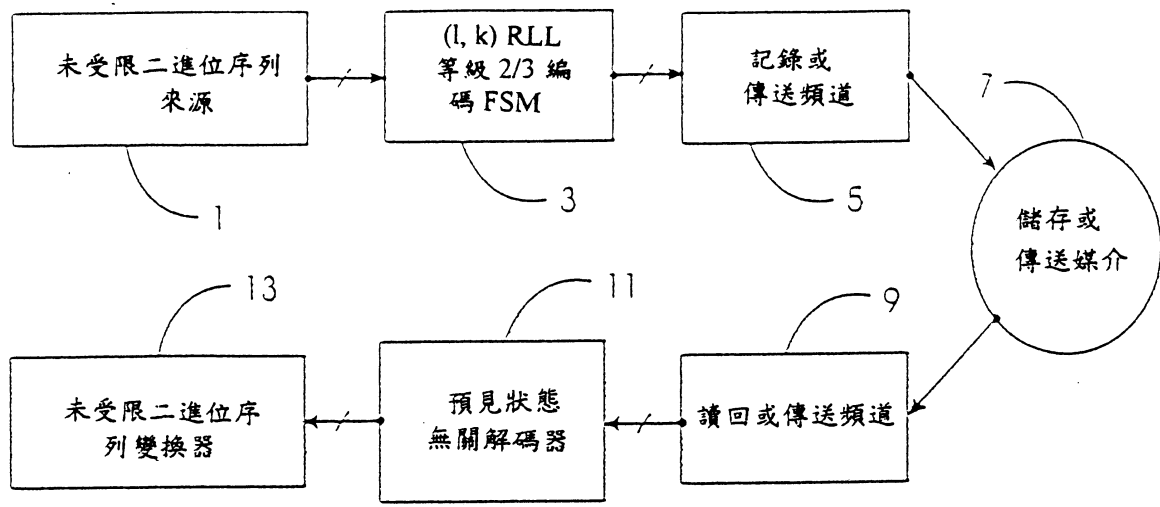
六、申請專利範圍

責任循環；及

b) 一個控制程式步驟造成該處理器接達該表以回應位元對向量的一個後繼者，並從而抽取一個RLL編碼三位元的後繼者。



圖式



(1, 9) or (1, 13) RLL level 2/3 encoder for data storage or transmission to avoid low responsibility loop

圖 1

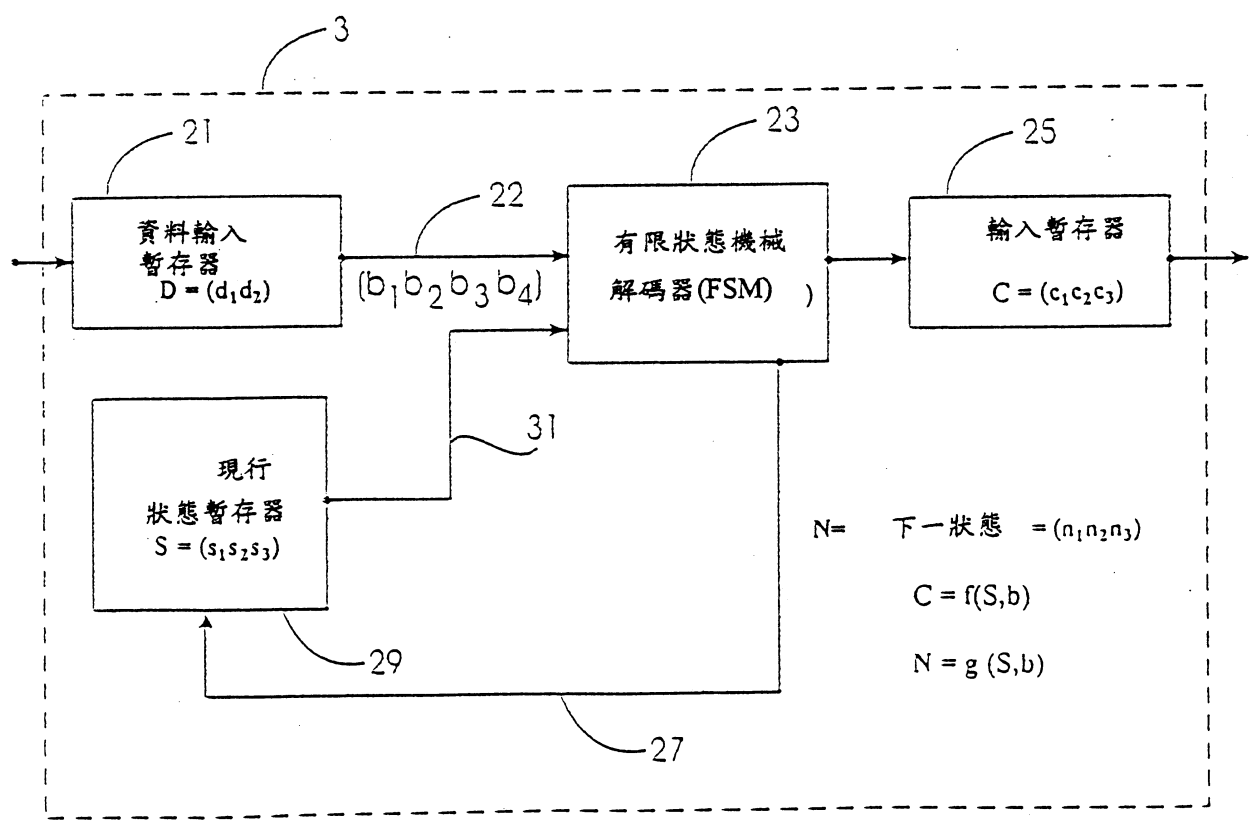


圖 2

圖式

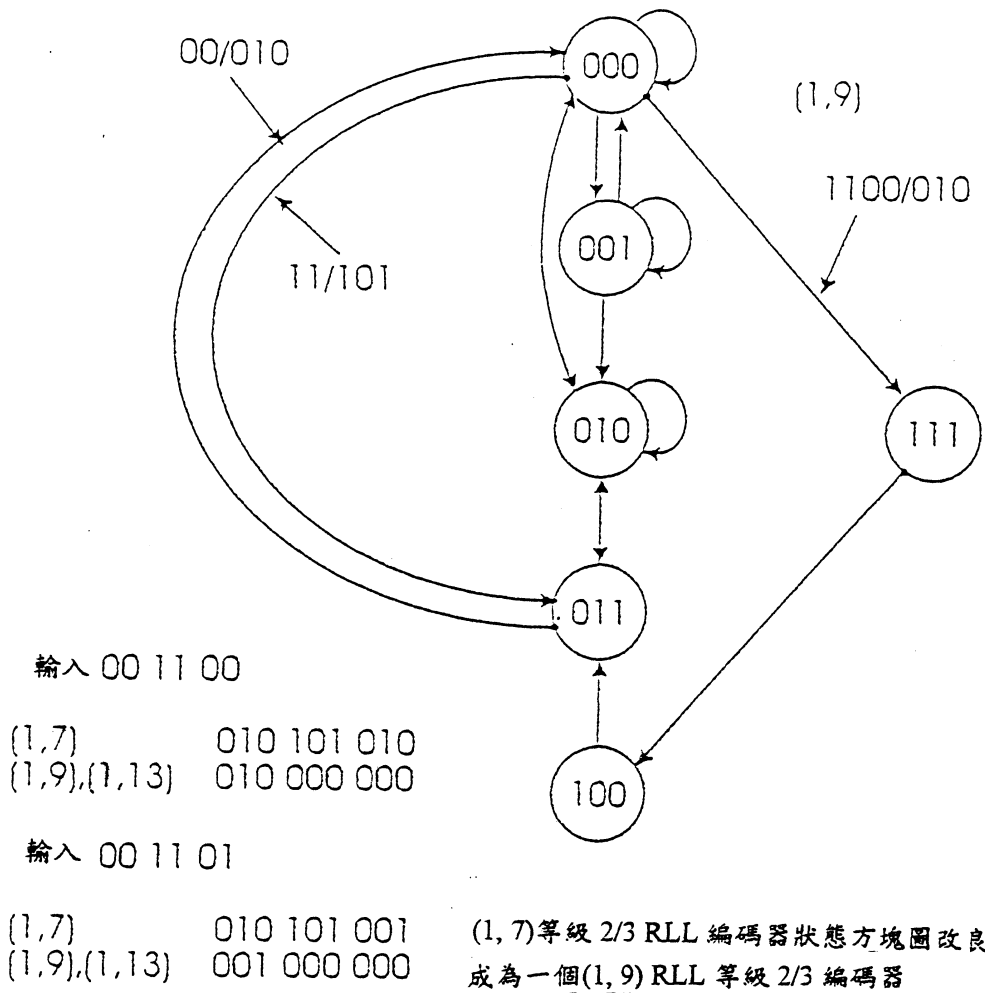


圖 3

圖式

下一狀態/內部輸出 $N = (n_1 n_2 n_3) / C = (c_1 c_2 c_3)$							
內部輸入 $b_1 b_2 b_3 b_4$ $x =$ 無關緊要位元值							
內部狀態 $S = s_1 s_2 s_3$	00xx	01xx	10xx	1100	1101	1110	1111
000	000/010	001/010	010/010	111/010	111/001	011/010	011/010
001	000/001	001/001	100/001	100/010	100/010	100/010	100/010
010	000/100	001/100	010/100	011/100	011/100	011/100	011/100
011	000/101	001/101	100/101	100/100	100/100	100/100	100/100
100	000/000	001/000	010/000	011/000	011/000	011/000	011/000
111	100/000	100/000	100/000	100/000	100/000	100/000	100/000

低責任循環(1, 9)等級 2/3 RLL 編碼器之有限狀態轉移表

圖 4A

下一狀態布林函數

$$n_1 = b_1 s_3 + b_1 b_2 \bar{b}_3 \bar{s}_1 s_2 + s_1 s_3$$

$$n_2 = b_1 \bar{s}_3$$

$$n_3 = b_2 \bar{s}_3 + \bar{s}_1 b_1 b_2$$

輸出布林函數

$$C_1 = \bar{s}_1 s_2$$

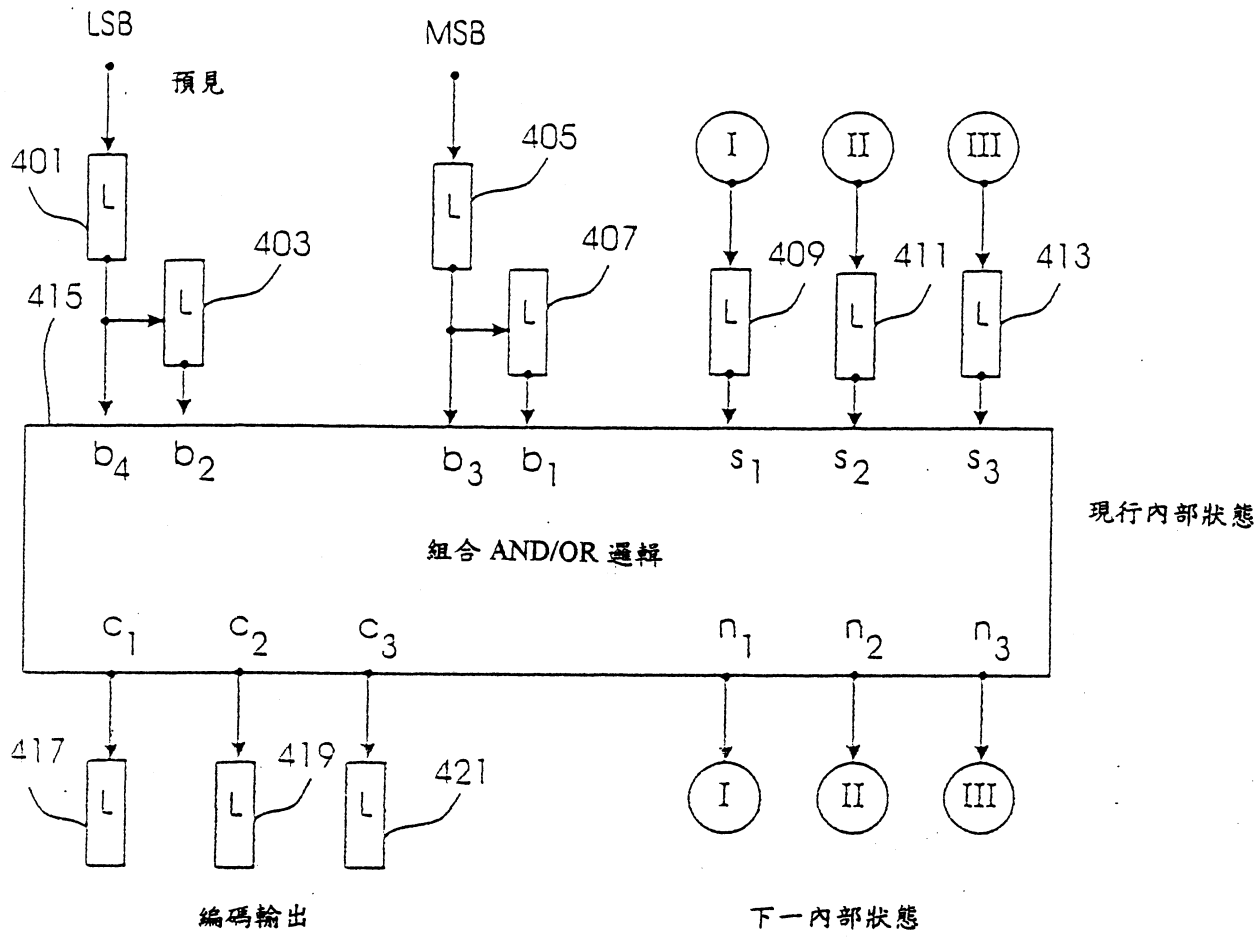
$$C_2 = \bar{s}_1 \bar{s}_2 \bar{c}_3$$

$$C_3 = \bar{s}_1 s_3 (\bar{b}_1 + \bar{b}_2) + \bar{s}_1 \bar{s}_2 \bar{s}_3 b_1 b_2 \bar{b}_3 b_4$$

定義(1, 9)等級 2/3 RLL 編碼器之等式

圖 4B

圖式



低責任循環(1, 9)等級 2/3 RLL 編碼器之邏輯

圖 4C

圖式

$R = (r_1 r_2 r_3)$	$(r_4 r_5 r_6)$	$(r_7 r_8 r_9)$	解碼輸出
010	$\neg(000)$		00
001	$\neg(000)$		01
100	$\neg(000)$		10
101	$\neg(000)$		11
010	000	$\neg(000)$	0111
001	000	$\neg(000)$	0110
100	000	$\neg(000)$	1111
101	000	$\neg(000)$	1110
010	000	000	001100
001	000	000	001101

低責任循環(1, 9)等級 2/3 RLL 編碼器之解碼表

圖 5A

內部變數

$$z_1 = \neg(r_1 + r_2 + r_3); z_2 = \neg(r_4 + r_5 + r_6); z_3 = \neg(r_7 + r_8 + r_9)$$

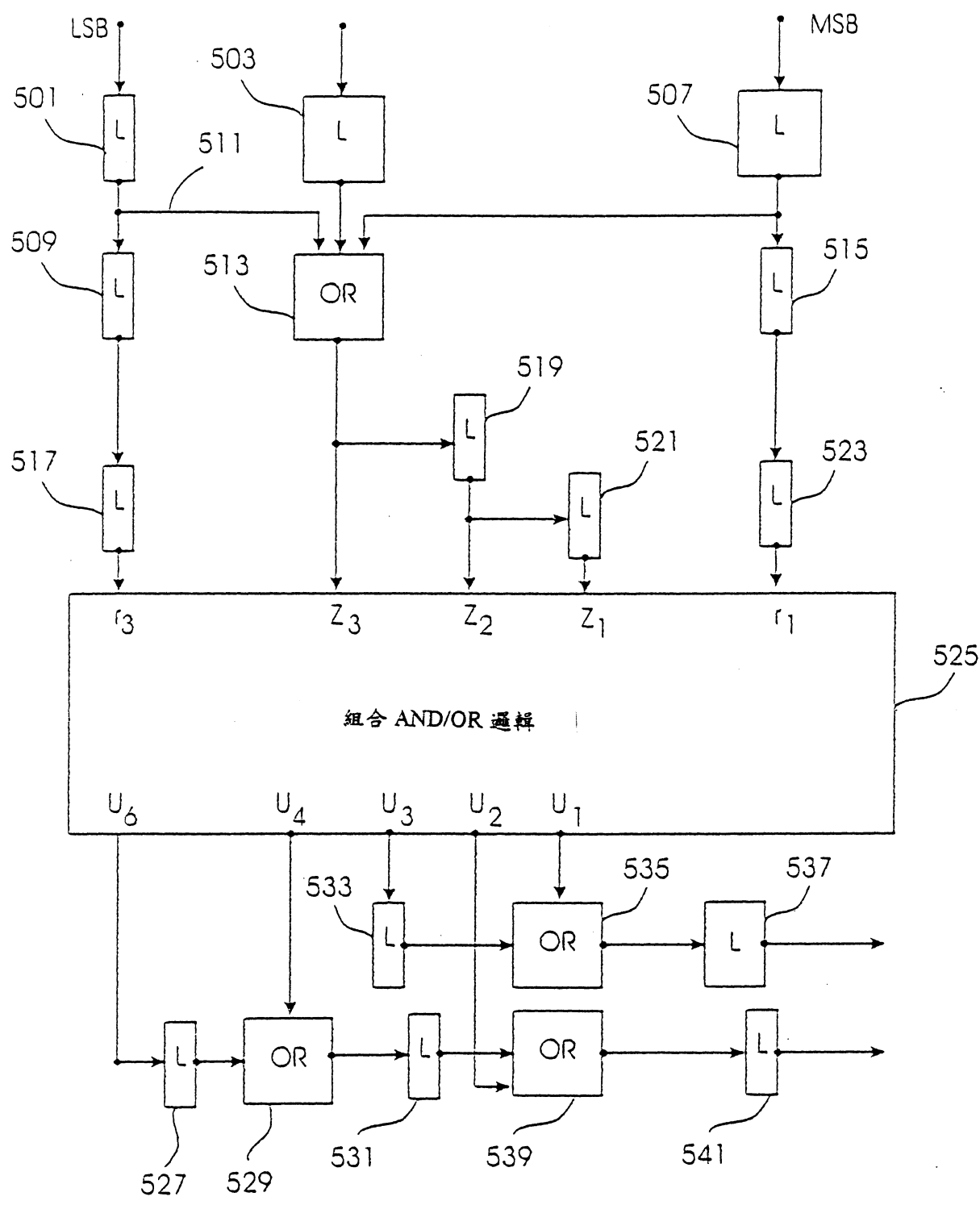
解碼輸出的邏輯等式

$$\begin{aligned} U_1 &= r_1 \\ U_2 &= (\neg z_2) r_3 + \neg z_1 z_2 \neg z_3 \\ U_3 &= \neg z_1 z_2 \\ U_4 &= z_2 z_3 + \neg z_1 z_2 \neg r_3 \\ U_5 &= 0 \\ U_6 &= z_2 z_3 r_3 \end{aligned}$$

定義(1, 9)等級 2/3 RLL 解碼器之等式

圖 5B

圖式



低責任循環(1,9)等級 2/3 RLL 狀態無關預見解碼器之邏輯

圖 5C

圖式

定義下列向量

資料輸入

$$D = (d_1, d_2)$$

現行狀態

$$S = (s_1, s_2, s_3)$$

下一狀態

$$N = (n_1, n_2, n_3)$$

內部資料

$$B^1 = (B_1^1, B_2^1) = (b_1, b_2)$$

$$B^2 = (B_1^2, B_2^2) = (b_3, b_4)$$

$$B^3 = (B_1^3, B_2^3) = (b_5, b_6)$$

內部密碼字元

$$C = (c_1, c_2, c_3)$$

解碼器輸出

$$Y = (y_1, y_2, y_3)$$

N 及 C 的組成元素是以下列布林算式由 S, B¹, B² 及 B³ 元素所算出

$$n_1 = (s_1 s_3) + (s_3 b_1) + (\overline{s_1} b_1 b_2 \overline{b_3}) + (\overline{s_1} b_1 b_2 \overline{b_4} b_5 b_6),$$

$$n_2 = (\overline{s_3} b_1) + (s_1 s_2 b_1 \overline{b_2}),$$

$$n_3 = (\overline{s_3} b_2) + (\overline{s_1} \overline{b_1} b_2) + (s_1 s_2 b_1 \overline{b_2}),$$

$$c_1 = \overline{s_1} s_2,$$

$$c_2 = \overline{s_1} \overline{s_2} \overline{c_3},$$

$$c_3 = \overline{s_1} s_3 (\overline{b_1} + \overline{b_2}) + \overline{s_1} \overline{s_3} b_1 b_2 \overline{b_3} b_4.$$

向量 B¹, B², B³, S 及 Y 是閃鎖的輸出；它們被更新如下：

$$B^1 \leftarrow B^2 \leftarrow B^3 \leftarrow D,$$

$$S \leftarrow N, \text{ AND } Y \leftarrow C.$$

定義低責任循環(1, 13)等級 2/3 編碼器之等式

圖 6A

圖式

下一狀態/內部輸出 N = (n1 n2 n3)/C = (c1 c2 c3)								
內部輸入 = (b1 b2 b3 b4 b5 b6) X = 無關緊要位元值								
現行內部 狀態 S = (S1S2S3)	00XXXX	01XXXX	10XXXX	1100XX	1101XX	111011	1110 (11)	1111XX
000	000/010	001/010	010/010	111/010	111/001	111/010	011/010	011/010
001	000/001	001/001	100/001	100/010	100/010	100/010	100/010	100/010
010	000/100	001/100	010/100	111/100	111/101	111/100	011/100	011/100
011	000/101	001/101	100/101	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100
100	000/000	001/000	010/000	011/000	011/000	011/000	011/000	011/000
111	100/000	100/000	111/000	100/000	100/000	100/000	100/000	100/000

低責任循環(1, 13)等級 2/3 RLL 編碼器之有限狀態轉移表

圖 6B

圖式

低責任循環(1, 13)等級 2/3 RLL 編碼器之邏輯

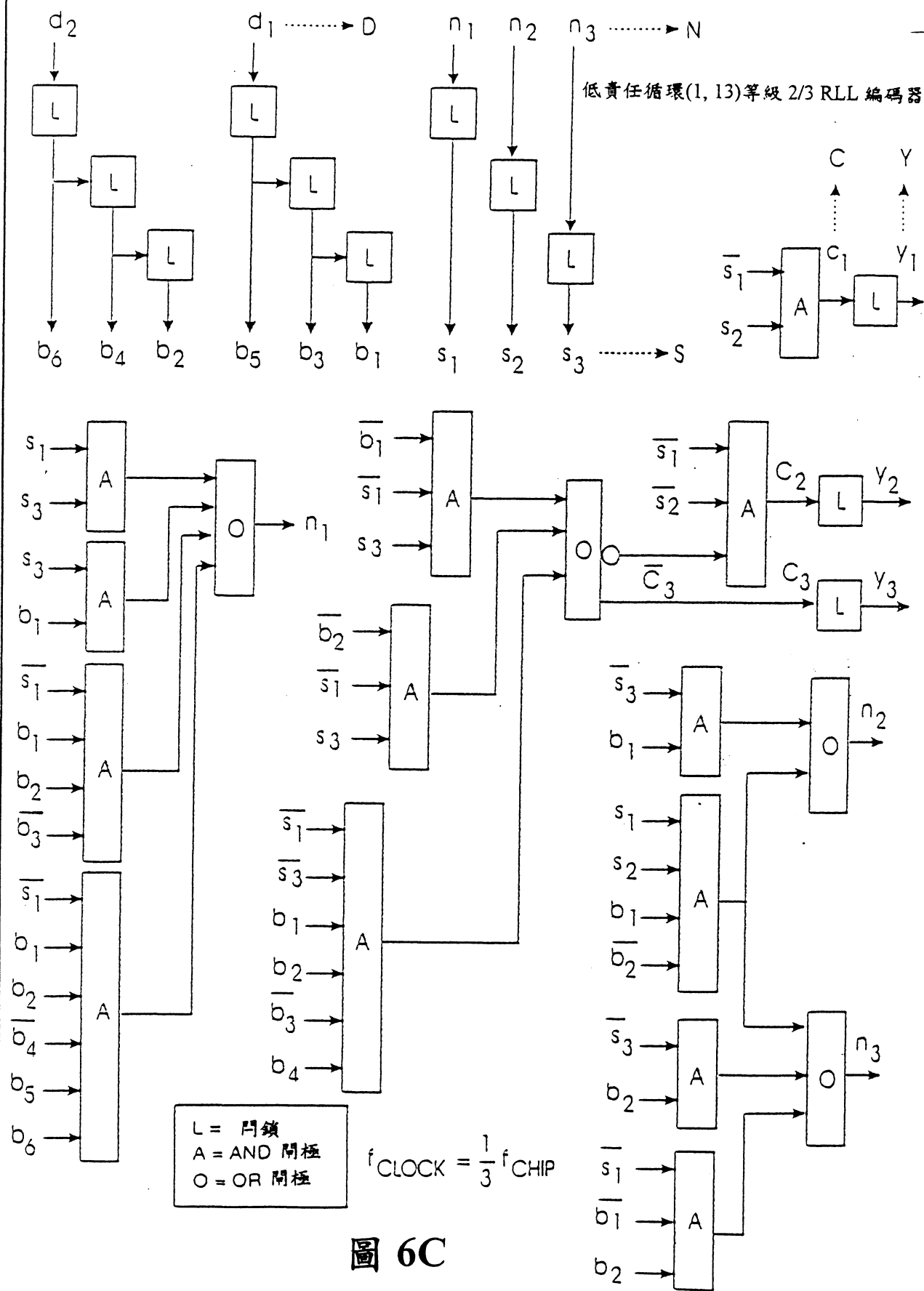


圖 6C

圖式

$R = (r_1 r_2 r_3)$	$(r_4 r_5 r_6)$	$(r_7 r_8 r_9)$	$(r_{10} r_{11} r_{12})$	解碼輸出
010	$\backslash(000)$			00
001	$\backslash(000)$			01
100	$\backslash(000)$			10
101	$\backslash(000)$			11
010	000	$\backslash(000)$		0111
001	000	$\backslash(000)$		0110
100	000	$\backslash(000)$		1111
101	000	$\backslash(000)$		1110
010	000	000	$\backslash(000)$	001100
001	000	000	$\backslash(000)$	001101
100	000	000	$\backslash(000)$	101100
101	000	000	$\backslash(000)$	101101
010	000	000	000	00111011
100	000	000	000	10111011

低責任循環(1, 13)等級 2/3 RLL 解碼器之解碼表

圖 7A

圖式

定義向量：

接收到之密碼字元： $R = (r_1, r_2, r_3)$.內部密碼字元： $Y^4 = (y_{10}, y_{11}, y_{12})$. $Y^3 = (y_7, y_8, y_9)$. $Y^2 = (y_4, y_5, y_6)$. $Y^1 = (y_1, y_2, y_3)$.內部變數： $Z_B = y_4 + y_5 + y_6$. $Z_C = y_7 + y_8 + y_9$. $Z_D = y_{10} + y_{11} + y_{12}$. $X^1 = (x_1^1, x_2^1) = (x_1, x_2)$. $X^2 = (x_1^2, x_2^2) = (x_3, x_4)$. $X^3 = (x_1^3, x_2^3) = (x_5, x_6)$. $U = (u_1, u_2)$. $V = (v_1, v_2)$. $W = (w_1, w_2)$.

定義(1, 13)等級 2/3 RLL 解碼器之等式

 X^1, X^2 及 X^3 之元素是以下列布林算式被算出

$$x_1 = v_1$$

$$x_2 = (y_6 \overline{Z_C}) + (\overline{Z_B} Z_C \overline{Z_D}) + v_2$$

$$x_3 = (Z_B Z_C Z_D) + (\overline{Z_B} Z_C) + w_1 + w_2$$

$$x_4 = (Z_B Z_C \overline{Z_D} y_3) + [\overline{Z_B} Z_C (Z_D + \overline{y_6})] + w_2$$

$$x_5 = y_{10}$$

$$x_6 = Z_B Z_C Z_D$$

向量 Y^1, Y^2, Y^3, Y^4, U, V 及 W 是門鎖的輸出；它們被更新如下：

$$Y^1 \leftarrow Y^2 \leftarrow Y^3 \leftarrow Y^4 \leftarrow R$$

$$W \leftarrow X^3, V \leftarrow X^2, U \leftarrow X^1$$

圖 7B

其中 U 代表解碼資料位元

圖式

