

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：97117157

※申請日期：97-5-9

※IPC 分類：G11C 29/44 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具資料修復功能的儲存系統及方法

Storage System Capable of Data Recovery and Method thereof

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

威剛科技股份有限公司

代表人：(中文/英文) 陳立白

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台北縣中和市連城路 258 號 18 樓

國 籍：(中文/英文) 中華民國

三、發明人：(共4人)

姓 名：(中文/英文)

1. 陳明達

2. 林傳生

3. 謝祥安

4. 張惠能

國 籍：(中文/英文)

1-4 中華民國

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】

本發明為一種具資料修復功能的儲存系統及方法，特別是利用寫入一或多次測試資料至儲存錯誤資料之位置的方式進行記憶體檢測與資料修正。

【先前技術】

由於快閃記憶體具存取速度快、耗電量低、體積小及耐震等優於傳統硬碟的特性，所以漸漸廣泛地被應用在資訊儲存裝置上。

惟快閃記憶體因結構上的關係，儲存的資料容易受到高電壓干擾或因記憶胞老化、損壞的影響，導致儲存的資料產生錯誤，如原本記憶胞之狀態為高電位，但控制器讀取該記憶胞時卻讀出該記憶胞為低電位狀態；或原本記憶胞之狀態為低電位，控制器讀取該記憶胞時卻讀出該記憶胞為高電位狀態。

為避免快閃記憶體儲存的資料發生錯誤，提高儲存資料的可靠度，習知技術上主要係利用錯誤偵測及校正技術（Error Checking and Correction, ECC）來偵測及校正錯誤資料。

簡述 ECC 技術：

資料在寫入快閃記憶體儲存時，將先經過記憶體控制器中 ECC 單元運算，產生該筆資料的 ECC 碼(ECC code)，而 ECC 碼便與該筆資料一起儲存至快閃記憶體中。當讀取資料時，控制器將資料及其 ECC 碼一起讀取出來，先經 ECC 單元執行偵測及修正錯誤位元的運算，若經檢查沒有

發現錯誤位元，則輸出該筆資料；若檢查出資料中有錯誤位元，在 ECC 能修正的範圍下，便將資料修正後再輸出；若檢測出的錯誤位元超過 ECC 能修正的範圍，則控制器便回報資料讀取錯誤。

關於快閃記憶體儲存資料的偵測及修復之相關前案可參考美國專利公開號 20040230879「Apparatus and method for responding to data retention loss in a non-volatile memory unit using error checking and correction techniques」（西元 2004 年 11 月 18 日公開），及美國專利第 6,785,856 號「Internal self-test circuit for a memory array」（西元 2004 年 8 月 31 日公告）兩案。前者為快閃記憶體的錯誤位元在 ECC 的修正能力下，提供一種錯誤偵測及修復方法，而後者則是於儲存系統中設置測試電路來偵測記憶體的錯誤位元，請參閱第一圖。

第一圖所示為美國專利第 6,785,856 號所提出的具有自我測試器（self-tester）104 的記憶體裝置 100，其中記憶單元 102 連接到此自我測試器 104，其中有錯誤偵測及校正（ECC）電路 106、自我測試電路 108 與一暫存器（register）110，此記憶單元 102 被分為多個記憶頁（page）的記憶體結構。自我測試器 104 負責檢測記憶體是否有錯誤並予以校正，當中的 ECC 電路 106 將於各記憶頁中分組（group）檢測，如使用 Reed-Solomon 演算法的循環冗贅核對（cyclic redundancy check, CRC）方法檢測記憶單元中的錯誤，而自我測試電路 108 則計算當中錯誤的次數，並儲存在暫存區 110 中，更可利用不同的資料檢測各記憶位元的讀寫狀況來進行資料校正。

但是，於上述習知技術所提出的技術中，若發生錯誤位元超過 ECC 能修正的範圍，仍將發生資料讀取錯誤的情形。

【發明內容】

為了能夠克服習知技術利用錯誤偵測及校正技術（ECC）進行記憶媒體的資料偵測與校正的限制，本發明提供一種應用於記憶媒體中的資料修復技術，主要是透過一或複數次的測試流程，修正記憶媒體中的錯誤，並能降低錯誤的位元至 ECC 所能修正的範圍，若下一次測試次數超過一上限次數後，則會將錯誤的記憶區塊標記為損毀區塊，以提高記憶媒體的資料可靠度。

本發明所提供的具資料修復功能的儲存系統主要包括有控制單元及記憶單元，其中控制單元中包括測試資料產生器、比較單元、修復單元、資料暫存器及 ECC 單元。

上述測試資料產生器係提供測試資料；比較單元用於比較由測試資料產生器寫入記憶單元的測試資料與由記憶單元中讀取出來的測試資料，藉以判斷此儲存空間是否存在錯誤的位元；資料暫存器係用於暫存記憶單元中 ECC 無法修正的錯誤資料；修復單元係根據比較單元提供的錯誤位元的資訊修正資料暫存器中與錯誤位元相對應的位元資料；ECC 單元除在一般正常讀寫作業時執行對資料的偵錯及修正外，亦用於對資料暫存器中的資料執行錯誤檢查及校正的作業。

而上述儲存系統中的資料修復方法之較佳實施例則是當記憶單元中一第一記憶區塊的一或複數記憶頁發生

ECC 無法修正錯誤資料的情況下，先將該第一記憶區塊的資料複製到此冗餘的第二記憶區塊上並抹除該第一記憶區塊，接著，控制單元中的測試資料產生器即提供一筆測試資料寫入發生資料錯誤的第一記憶區塊中，並透過讀取此第一記憶區塊中發生資料錯誤的記憶頁中的資料來檢查兩筆資料是否有不同。

若沒有發現錯誤位元，本發明所提供的方法則繼續進行下一次測試流程，令測試資料產生器產生另一組不同的測試資料，執行第二次測試步驟，藉以偵測第一記憶區塊上發生資料錯誤的記憶頁上的錯誤位元，若經反覆數次測試步驟，並超過一測試的上限次數，都無法找出錯誤位元，則將第一記憶區塊標記為損毀區塊。但是，若在第一次或是幾次的測試流程後發現錯誤位元，則接著修正資料暫存器中對應錯誤位元的資料，使之能在 ECC 技術可以修復的範圍之內，但是若此時仍無法以 ECC 技術進行修復，則將繼續進行下一次測試流程，以進一步修正資料暫存器中的錯誤資料，以期將錯誤位元降至 ECC 可修正的範圍。

【實施方式】

本發明係提供一種具資料修復功能的儲存系統及其方法，特別是當一般使用的錯誤偵測及校正（ECC）技術無法修復儲存資料的錯誤位元時，本發明之儲存系統係可提供偵測錯誤位元進而修復錯誤位元的功能，確保資料讀取的正確性，有效提升資料可靠度。

習知技術為確保資料的可靠度，控制單元在讀取記憶體的資料時會採用 ECC 功能來檢查及修復錯誤的資料。然

而 ECC 錯誤修復的能力有限，若資料的錯誤位元超出 ECC 的修正範圍，將仍發生資料讀取錯誤的情形。因此，本發明之儲存系統將針對 ECC 無法修正的錯誤資料，利用寫入測試資料至儲存錯誤資料之位置的方式來檢測並修正資料的錯誤位元，藉此將資料中錯誤位元的數目降至 ECC 能修復的範圍，而使發生 ECC 無法修復錯誤資料的情形時，可透過本發明之修復方法來讀取出正確的資料。

請參閱第二圖，本發明儲存系統之功能方塊圖所示，儲存系統 20 係包括一控制單元 22 及一記憶單元（非揮發性）24，兩者電性相連接，其中控制單元 22 中包括測試資料產生器 221、比較單元 223、修復單元 225、資料暫存器 227 及錯誤偵測及校正（ECC）單元 229。

上述測試資料產生器 221 係用以產生測試資料，並將測試資料寫入記憶單元中，測試資料可以是全為”0”的資料，如 0x00、全為”1”的資料，如 0xFF、或”0”與”1”相間排列的資料，如 0x55 或 0xAA，亦或可為隨機產生的二位元亂數資料。比較單元 223 用於比較由測試資料產生器 221 寫入記憶單元 24（實施例可為快閃記憶體等非揮發性記憶體）的測試資料，與由記憶單元 24 中讀取出來的資料，判斷此記憶單元 24 是否存在錯誤的位元，並判斷記憶單元中錯誤位元的位址等錯誤位元的資訊。

舉例來說，當寫入記憶單元 24 的測試資料係為全為”0”的資料，而由記憶單元 24 讀出來的資料中有一個位元的資料為”1”，則該位元係為錯誤的位元。資料暫存器 227 係用於暫存上述記憶單元 24 中 ECC 無法修正的錯誤資料。修復單元 225 係根據比較單元 223 提供的錯誤位元

的資訊修正資料暫存器 227 中與錯誤位元相對應的位元資料，特別的是，資料暫存器 227 可選自隨機存取記憶體 (RAM)、非揮發性記憶體 (Non-volatile)、相變化記憶體 (Phase Change Memory)、自由鐵電式隨機存取記憶體 (Free ferroelectric random access memory)、磁性隨機存取記憶體 (Magnetic RAM) 等記憶體。

另設置一 ECC 單元 229，用以執行上述記憶單元 24 中的資料的偵錯及修正，並用於對資料暫存器 227 中的資料，以執行錯誤檢查及校正的作業，此 ECC 單元 229 除在一般正常讀寫作業時執行對資料的偵錯及修正外，亦用於對資料暫存器 227 中的資料執行錯誤檢查及校正的作業。

第三 A 圖至第三 I 圖說明本發明各記憶體區塊間互動的狀態，主要說明利用寫入測試資料的方式進行錯誤位元的檢查與校正的流程。

開始時，先發現錯誤資料。第三 A 圖顯示為記憶單元中的區塊 A、區塊 B 與區塊 C 等三個記憶區塊 (block)，當控制單元讀取到記憶單元的區塊 A 時，發現其中有一記憶頁(假設為圖式中標示「缺陷」的第一頁)發生 ECC 無法修正錯誤資料的情形，則控制單元係執行複製，將區塊 A 中的資料複製到區塊 B 中，其中標示「缺陷」的第一頁的資料係不經由 ECC 處理，而將資料完整原始的複製到區塊 B 第一頁中，接著其他頁次將仍透過 ECC 功能由區塊 A 複製到區塊 B 上。

之後，進行資料複製與抹除。如第三 B 圖所示，假設在上述複製的過程中，於順利複製完第二頁(標示「原始資料」)後，發現區塊 A 第三頁亦發生 ECC 無法修復錯誤

資料的情形，標示為「缺陷」，則同樣的將區塊 A 第三頁中的資料完整原始的複製到區塊 B 第三頁中；接著複製第四頁的資料，順利複製完第四頁的資料後，在複製第五頁的資料時又發現第五頁的資料其錯誤的位元超過 ECC 可修正的範圍，標示為「缺陷」，則同樣將區塊 A 第五頁中的資料完整原始的複製到區塊 B 的第五頁中。依上述之複製規則，將區塊 A 中的資料都複製到區塊 B 中，然後抹除區塊 A。

接著，寫入測試資料與檢測錯誤位元。在抹除區塊 A 後，由測試資料產生器提供第一測試資料寫入區塊 A，如第三 C 圖所示，第一測試資料寫入區塊 A 之各頁後，標示為各頁上的「樣本 1」，控制單元將針對區塊 A 第一頁、第三頁及第五頁中的資料進行讀取程序，以與區塊 A 的第一測試資料作比較，檢測是否有錯誤的位元。過程中若有發現記憶頁中的錯誤位元，便將區塊 B 相關記憶頁的資料複製到控制單元的暫存器中，再根據錯誤的位元作資料修正。錯誤的資料修正後，控制單元於快閃記憶體中找一區塊，如區塊 C，將修正後的資料及其他不需修正的資料由暫存區存入區塊 C。

如圖三 D 所示，控制單元先比對區塊 A 第一頁中的資料，若發現錯誤位元，標示為「缺陷」，便將區塊 B 第一頁的資料讀回資料暫存器中，於資料暫存器中根據錯誤位元資訊修正資料，接著將在暫存器中修正後的資料寫入區塊 C，標示為「已修正」。而區塊 B 第二頁為正確的資料，標示為「原始資料」，便直接複製到區塊 C 中。

控制單元接著比對區塊 A 第三頁中的資料（因為資料錯誤），若發現錯誤位元，便將區塊 B 第三頁的資料讀回資料暫存器，並於暫存器中修正錯誤位元，於修正錯誤位元後再將修正後的資料寫入區塊 C，如表示為「已修正」的第三頁。

區塊 B 第四頁為正確的資料，便直接複製到區塊 C 中，標示為「原始資料」。接著比對區塊 A 第五頁中的資料，若發現錯誤位元，便同樣將區塊 B 第五頁的資料讀回資料暫存器，並於暫存器中修正錯誤位元，於修正錯誤位元後再將修正後的資料寫入區塊 C。根據上述的修復方法，將區塊 B 中原本正確的資料及修正後的資料寫到區塊 C。

然後如圖三 E 所示，當資料都寫入區塊 C 後，便抹除區塊 B，而區塊 C 中第一頁、第三頁及第五頁的資料皆已經過修正，各頁的錯誤位元都已降到 ECC 能修正的範圍，便接著將區塊 A 標示為損毀區塊。

然而，當第一測試資料寫入區塊 A 時，有可能無法發現錯誤位元，或是發生有發現錯誤位元，但經過修正仍無法將錯誤位元降至 ECC 能修正之範圍的情況。

第三 F 圖顯示區塊 A 中記載第一測試資料，標示為「樣本 1」；區塊 B 記載有標示著「缺陷」的錯誤資料與標示「原始資料」的原始資料；區塊 C 則記載著經過修正的記憶頁（標示為「已修正」）、原始資料（標示為「原始資料」）與經過修正仍未達 ECC 可以修復的範圍或是並未發現錯誤位元而資料仍錯誤的資料（標示為「缺陷」）。

當控制單元寫入第一測試資料到區塊 A 中，假設於區塊 A 中第一頁順利偵測到錯誤位元，經讀回區塊 B 第一頁的資料並修正後，使錯誤位元降到 ECC 能修復的範圍，便將修正後的資料寫入區塊 C 中。接著複製區塊 B 第二頁的資料到區塊 C。

而當利用第一測試資料偵測區塊 A 中第三頁的錯誤位元時，比較單元沒有發現錯誤的位元，或是有發現錯誤位元，但經修正仍無法使錯誤位元的數目降至 ECC 能修復的範圍。在前者狀況中(無發現錯誤位元)，控制單元將區塊 A 第三頁中的資料複製到區塊 C 中；或在後者狀況中(有發現錯誤位元)，將控制單元資料暫存器中修復過的資料複製到區塊 C 中，如區塊 C 中標示為「缺陷」的記憶頁。然後複製區塊 B 第四頁的資料到區塊 C。

接著偵測區塊 A 中第五頁的錯誤位元，假設區塊 B 第五頁的錯誤資料可順利修復並使錯誤位元降至 ECC 能修正的範圍內，在讀取區塊 B 第五頁的資料至資料暫存器並修正資料後，將資料暫存器中的修復資料寫入區塊 C 中。接著將區塊 B 接下來的記憶頁複製到區塊 C。

在上述第三 F 圖將資料皆寫入區塊 C 後，即抹除區塊 A 及區塊 B 的資料，接著請參閱圖三 G，測試資料產生器產生第二測試資料（標示為「樣本 2」），並寫入區塊 A，為了要測試上述區塊 A 第三頁的錯誤位元。如圖三 H 所示，區塊 C 第一頁及第二頁中的資料直接複製到快閃記憶體中另一區塊，區塊 D。接著，控制單元根據第二測試資料偵測區塊 A 第三頁的錯誤位元，若順利發現錯誤位元，便將區塊 C 第三頁的資料讀回資料暫存器中，根據錯誤位

元修正暫存器中的資料，假設此次修正已可將錯誤位元降至 ECC 能修正的範圍，接著將資料暫存器中修正後的資料寫入區塊 D。然後將區塊 C 接下來的記憶頁複製到區塊 D 中。最後如圖三 I 所示，在資料都寫入區塊 D 後，抹除區塊 C 及將區塊 A 標示為損毀區塊。

根據上述本發明所提供的儲存系統架構與各記憶區塊應用資料修復功能時的互動狀態，其資料修復的方法至少包括先偵測到一個記憶區塊發生錯誤偵測及校正技術（ECC）無法修正錯誤資料的情況，本發明即將此錯誤的內容降至 ECC 可以處理的範圍內，並接著複製記憶區塊中的資料到一暫存空間中，包括本發明實施例所利用的另一冗餘記憶區塊，或是隨機存取記憶體（RAM）中，並抹除記憶區塊之資料。之後，透過測試流程找尋錯誤位元的位置，如藉由比較寫入的測試資料與讀出的資料得到錯誤位元的位置。並根據錯誤位元的資訊來修正暫存空間中相對錯誤位元位置的資料，再判斷經修正後是否仍存在 ECC 技術所無法修復的錯誤資料，或是再透過一次或複數次的測試流程來降低錯誤位元數，使之達到 ECC 技術可以處理的範圍中，以執行錯誤偵測及校正，最後更將發生錯誤的記憶區塊標記為損毀區塊，以免日後繼續發生錯誤，以提升儲存媒體的讀取效率。其中較佳實施例如第四圖所示之流程。

步驟一開始，如步驟 S401，當儲存系統中的控制單元在讀取記憶單元（如快閃記憶體）之其中一實體區塊時，如第一記憶區塊，其中一或複數個記憶頁偵測到發生 ECC 無法修正錯誤資料的情況，此時，需將原記憶區塊中的資

料複製到一暫存空間（如上述隨機存取記憶體、非揮發性記憶體、相變化記憶體、自由鐵電式隨機存取記憶體或磁性隨機存取記憶體的資料暫存器）中，此例如步驟 S403，控制單元利用一沒有使用的冗餘區塊，假設為第二記憶區塊，將第一記憶區塊的資料複製到此冗餘的第二記憶區塊上，然後便將第一記憶區塊抹除，如步驟 S405。值得一提的是，在第一記憶區塊的資料複製到第二記憶區塊的過程中，控制單元將控制 ECC 單元針對錯誤的資料頁停止執行錯誤偵測及修復的功能，以確保資料的傳輸不受 ECC 影響，而使第一記憶區塊的記憶頁的資料完全不變的複製到第二記憶區塊中。

接著進行一測試流程，由控制單元中的測試資料產生器即產生一筆測試資料（若是第一次測試流程，則是寫入第一測試資料）寫入發生資料錯誤的第一記憶區塊中（步驟 S407），如第三 C 圖中區塊 A 中的資料「樣本 1」，然後控制單元讀取此第一記憶區塊中發生資料錯誤的記憶頁中的資料（步驟 S409），並透過比較單元作比較，比較單元將比對測試資料產生器所提供的第一測試資料與從第一記憶區塊中發生錯誤的記憶頁中讀取出來的資料（步驟 S411），檢查兩筆資料是否有不同。

如步驟 S413，由比對結果來判斷是否有錯誤的位元，也就是錯誤的硬體位址，若發現兩筆資料間相對應的位元分別紀錄不同的資料，則該記憶頁的記憶位址為錯誤的位元；若兩筆資料間相對應的位元沒有發現不同的資料，則沒有發現錯誤的位元。

若在比較單元沒有發現錯誤位元的狀況下，本發明所提供的方法則繼續進行一次測試流程（步驟 S415），令測試資料產生器產生另一組不同的測試資料（第二測試資料），執行第二次測試步驟，同樣將第二測試資料寫入上述第一記憶區塊中，包括發生資料錯誤的記憶頁，繼續偵測第一記憶區塊上發生資料錯誤的記憶頁上的錯誤位元。

本發明在進行上述測試迴圈時，將設定一測試的上限次數（大於 1），若是經過此次數的測試之後，都無法找出錯誤位元，則控制單元便回報讀取錯誤的訊息，然後將第一記憶區塊標記為損毀區塊（Bad block）。

但若在第一次或是幾次的測試流程（包括上述步驟 S405、S407、S409、S411 與 S413）後，確實發現到錯誤位元，則將錯誤位元的資訊傳送給修復單元，然後控制單元從第二記憶區塊上相對有錯誤的記憶頁的資料複製到資料暫存區（步驟 S417）。

接著修復單元便根據錯誤位元的資訊，修正資料暫存器中對應錯誤位元的資料（步驟 S419）。例如，若錯誤的位元為第一及第三位元，而資料暫存器中該記憶頁的資料為 11110101，則將資料暫存器中的資料由 1 變為 0 或由 0 變為 1，修正為 01010101。在修正資料暫存器中的資料後，接著要判斷控制單元中的 ECC 單元是否能夠對資料暫存器中的資料進行錯誤偵測及修復的程序，是否在 ECC 單元可以修復的範圍之內（步驟 S421），若資料暫存器中的錯誤資料的位元數仍超過 ECC 單元能修復的範圍，也就是 ECC 單元對資料暫存器中所偵測的錯誤資料仍無法進行錯誤資料的修復，則令測試資料產生器產生另一組測試資

料去寫入第一記憶區塊發生資料錯誤的記憶頁中（步驟 S415），繼續偵測記憶頁中的錯誤位元，以進一步修正資料暫存器中的錯誤資料，以期將錯誤位元降至 ECC 可修正的範圍。

同樣，若是經過複數筆測試資料測試後，大於上述設定的測試次數上限，仍無法有效將資料暫存器中錯誤的位元降低至 ECC 所能修正的範圍，則控制單元便回報讀取錯誤的訊息，然後將發生錯誤的第一記憶區塊標記為損毀區塊。

若資料暫存器中的資料經修復後，其錯誤的位元數已降至 ECC 單元能修復的範圍，換言之，就是 ECC 單元可對資料暫存器中所偵測的錯誤資料進行錯誤資料的修復，則控制單元於記憶單元中再找一冗餘區塊，假設為第三記憶區塊（如第三 E 圖的區塊 C），將資料暫存器中經修正後的資料寫入此第三記憶區塊中相對發生錯誤的記憶頁的位置，而第三記憶區塊中其他的記憶頁的資料則由已有複製資料的第二記憶區塊中對應的記憶頁複製過來（步驟 S423）。當第三記憶區塊中的資料皆複製完畢後，控制單元便抹除上述第二記憶區塊（步驟 S425），並將第一記憶區塊標記為損毀區塊（步驟 S427）。

所以，依據上述流程，若一個記憶區塊中存在複數個 ECC 無法修復錯誤資料的記憶頁之情形，本發明所提出的儲存系統仍可利用寫入測試資料來偵測及修復錯誤位元的方法來處理。

接著再提供另一實施例，如第五圖所示的資料修復方法步驟流程圖。此例中，當控制單元在讀取記憶單元（如

快閃記憶體)之其中一實體區塊時,假設為第一記憶區塊,在讀取到實體第一記憶區塊之某一記憶頁發生 ECC 無法修正錯誤資料的情況(步驟 S501),此時,需將原記憶區塊中的資料複製到一暫存空間中,此例則是由控制單元將第一記憶區塊中的資料全部複製到一資料暫存器中(步驟 S503),如儲存系統中的一個記憶空間,或是儲存系統所連接的電腦系統的記憶體,然後抹除第一記憶區塊(步驟 S505)。其中,在第一記憶區塊的資料複製到資料暫存器的過程中,控制單元將控制 ECC 單元針對 ECC 無法修正錯誤資料的記憶頁,停止執行錯誤偵測及修復的功能,以確保資料的傳輸不受 ECC 影響,使第一記憶區塊發生資料錯誤的記憶頁中之資料可完全不變的複製到資料暫存器中。

接著進行測試流程,如步驟 S507 所述由測試資料產生器提供一筆測試資料寫入第一記憶區塊中,包括發生錯誤的記憶頁,然後控制單元讀取第一記憶區塊發生錯誤的記憶頁的資料(步驟 S509)到比較單元作比較(步驟 S511),比較單元比對測試資料產生器所提供的測試資料與從第一記憶區塊中該記憶頁中讀取出來的資料,檢查兩筆資料是否有不同,如步驟 S513,藉以判斷是否有錯誤位元,包括兩種狀況:

狀況一:

若發現兩筆資料間相對應的位元分別紀錄不同的資料,則判斷第一記憶區塊中具有錯誤位元,此時,需修正該位元所記載之資料,即修正在步驟 S503 寫入暫存區的資料。

狀況二：

若兩筆資料間相對應的位元沒有發現不同的資料，則沒有發現錯誤的位元，此時需進行下一次的測試流程（步驟 S515），令測試資料產生器產生另一組測試資料去寫入第一記憶區塊至其中發生錯誤的記憶頁中，以繼續偵測第一記憶區塊記憶頁上的錯誤位元，包括重複步驟 S505、S507、S509、S511 與 S513。

在狀況二中，反覆數次上述步驟之後，若測試資料產生器所提供的測試資料之數目已超過一預設上限都無法找出第一記憶區塊中記憶頁的錯誤位元，則控制單元便於記憶單元中找一冗餘區塊，為第二記憶區塊，將資料暫存器中的區塊資料寫入此第二記憶區塊，之後，控制單元回報讀取錯誤的訊息，然後將此第一記憶區塊標記為損毀區塊，步驟敘述於第六圖。

在上述狀況一中，當比較單元發現錯誤的位元時，將此錯誤位元的資訊傳送給修復單元，然後修復單元便根據錯誤位元的資訊，於資料暫存器中修正區塊資料記憶頁上對應錯誤位元的位元資料（步驟 S517），在修正資料暫存器中的資料後，ECC 單元對資料暫存器中區塊資料記憶頁的資料進行錯誤偵測及修復的程序，並須判斷是否在 ECC 可以修復的範圍之內（步驟 S519），若資料暫存器中記憶頁（原第一記憶區塊中發生錯誤的記憶頁）的錯誤資料的位元數仍超過 ECC 單元能修復的範圍，則令測試資料產生器產生另一組測試資料去寫入第一記憶區塊中上述的記憶頁中，繼續前述的偵測及修正程序，如上述步驟 S515。

若已經過一個預設數量的測試程序後，若仍無法有效將資料暫存器中記憶頁上錯誤的位元降低至 ECC 所能修正的範圍，則控制單元便於記憶單元中找一冗餘區塊，假設為第二記憶區塊，將資料暫存器中的區塊資料寫入此第二記憶區塊，之後，控制單元回報讀取錯誤的訊息，然後將發生錯誤的第一記憶區塊標記為損毀區塊(Bad block)，步驟敘述於第六圖。

而若資料暫存器中的資料經修復後，其錯誤的位元數已降至 ECC 單元能修復的範圍，則控制單元於記憶單元中找一冗餘區塊，假設為第二記憶區塊，將資料暫存器中的資料寫入此區塊中（步驟 S521），當第二記憶區塊中的資料皆複製完畢後，控制單元將發生資料錯誤的第一記憶區塊標記為損毀區塊，如步驟 S523。

承上述，若儲存系統遇到一個區塊中存在複數個記憶頁為 ECC 無法修正錯誤的情況，本發明之儲存系統係將區塊中的資料全部複製到資料暫存器中，然後一一針對區塊中 ECC 無法修正錯誤的記憶頁進行如上述的錯誤偵錯及修復的程序，當資料暫存器中原本 ECC 無法修正錯誤的各記憶頁，其錯誤位元皆已降至 ECC 能修復的範圍，便將資料暫存區中的資料寫回記憶單元中，之後即透過 ECC 單元進行修復，並將先前發生 ECC 無法修正錯誤資料的區塊標記為損毀區塊。

於上述第四圖步驟 S415 與第五圖步驟 S515 所述的流程，係於比較單元沒有發現錯誤位元的狀況下，本發明則反覆實施此測試流程，令測試資料產生器產生下一組不同的測試資料，再執行一或複數次測試步驟，偵測記憶區塊

上發生資料錯誤的記憶頁上的錯誤位元，直到找到錯誤位元為止。

本發明在進行上述測試迴圈時，將設定一測試的上限次數（大於 1），主要是於沒有發現錯誤位元或是經過修復但是 ECC 仍無法修復的狀況下（步驟 S601），將進行下一次的測試流程，在此之前先需判斷是否已超過測試數量的上限？（步驟 S603），若是經過此次數的測試之後，都無法找出錯誤位元，即進行的測試流程已超過預設的數量，則會進行步驟 S611，控制單元回報讀取錯誤的結果給儲存系統，並標記當下欲進行測試的記憶區塊為一損毀區塊（步驟 S613）。若即將進行的測試流程仍在預設的數量以下或是剛好等於此預設數量，則會繼續進行下一次測試流程（步驟 S605），測試流程請參閱第四圖或第五圖。並於測試結果判斷是否發現錯誤位元？（步驟 S607），或經修復後判斷 ECC 是否可修復？（步驟 S609），若仍沒有發現錯誤位元或是經修復後 ECC 仍無法修復，則反覆第六圖所述步驟。

根據上述實施例，本發明提出的具有資料修復功能的儲存系統係透過一個內建之暫存記憶體進行資料交換，尤其是進行資料修復的暫存記憶體，而第七 A 圖至第七 H 圖則顯示利用電腦系統內的隨機存取記憶體作為資料暫存與修復的暫存記憶位置，而非利用儲存系統中記憶單元中的記憶區塊，尤其是於此例中的儲存系統連接於電腦系統時，如桌上型電腦、筆記型電腦、隨身電腦系統等，且電腦系統中的隨機存取記憶體的儲存容量夠大，而可用於提供儲存系統暫存之用。

請先參閱第七 A 圖至第七 C 圖。在資料讀取時，發生 ECC 無法修正記憶頁的情形，比如第七 A 圖中區塊 A 的第一頁（其中標示「缺陷」的記憶頁），則控制單元便執行將區塊 A 的資料複製到資料暫存器中的動作，此例中係將區塊 A 的資料複製到 RAM 暫存區塊。假設在複製過程當中又發現記憶頁第三頁及第五頁亦為 ECC 無法修正錯誤資料的情形，所以第一頁、第三頁及第五頁的資料與其他無發生 ECC 無法修正錯誤資料的頁次直接由此區塊 A 複製到 RAM 暫存區塊中，如第七 B 圖所示。

在完成資料搬移後，抹除區塊 A 原來資料，並寫入第一測試資料至區塊 A 中，如第七 C 圖中標示的「樣本 1」。接著如第七 D 圖所示，接著根據寫入各記憶頁的第一測試資料檢查區塊 A 第一頁、第三頁及第五頁的錯誤位元，若發現錯誤位元，則根據發現的錯誤位元直接於圖中的 RAM 暫存區塊修改相關記憶頁中的資料，當資料暫存器中第一頁、第三頁及第五頁的錯誤資料的位元數已降至 ECC 能修正的範圍（如第七 D 圖中 RAM 暫存區塊中標示「已修正」的記憶頁，其餘為「原始資料」），控制單元便於記憶單元中找一區塊，假設為區塊 B，將 RAM 暫存區塊中的資料複製到區塊 B 中，最後將區塊 A 標記為損毀區塊。

然而，若如第七 E 圖所示，當控制單元要偵測區塊 A 第三頁的錯誤位元以修正資料暫存器第三頁的資料時，有以下狀況，第一個狀況是，利用第一測試資料（如「樣本 1」）的測試流程仍無法偵測區塊 A 第三頁中的錯誤位元，如圖中標示「缺陷」的第三記憶頁；或是第二個狀況，有偵測出錯誤位元，但經修正後的資料的錯誤位元數仍超出

ECC 能修正的範圍。

在上述第二個有偵測出錯誤位元的狀況時，控制單元仍根據錯誤位元修改資料暫存器第三頁中的資料，接著讀取區塊 A 第五頁的資料來比對，修正 RAM 暫存區塊第五頁中的錯誤位元。若在無法偵測出錯誤位元的第一個狀況時，則不修正 RAM 資料區塊中第三頁的資料，如第七 E 圖中 RAM 暫存區塊中標示「缺陷」的記憶頁，而接著去讀取區塊 A 第五頁的資料來比對，以修正資料暫存區第五頁中的錯誤位元。

接著如第七 F 圖所示，在區塊 A 第一頁、第三頁及第五頁皆經過第一測試資料的測試後，抹除區塊 A 以寫入第二測試資料（如標示「樣本 2」）。然後參閱第七 G 圖及第七 H 圖，在第二測試資料寫入區塊 A 後，控制單元讀取區塊 A 第三頁的資料來與第二測試資料作比較，藉此發現錯誤位元，再根據錯誤位元修正 RAM 暫存區塊中第三頁的資料，如第七 G 圖 RAM 暫存區塊中標示「已修正」的第三記憶頁。

但是，若第二測試資料仍無法修正資料暫存器中第三頁的資料，則可再寫入另一測試資料至區塊 A 中，重複上述處理程序，以修復資料暫存器中第三頁的資料。而若下一次的測試次數超過一預設之測試上限數量，仍然無法將錯誤位元修正至 ECC 能修正的範圍，則控制單元輸出讀取錯誤之訊息，並將此例中 RAM 暫存區塊中的資料存回記憶單元另一區塊中，然後將區塊 A 標記為損毀區塊，如第七 H 圖中區塊 A 標示的「損毀區」。

另一情況是，當 RAM 暫存區塊中第一頁、第三頁及第五頁的資料皆經修正，使該些頁次之錯誤位元數皆降至 ECC 能修正的範圍，控制單元便於記憶單元上找一區塊 B，將資料暫存器中的資料寫入區塊 B，然後將區塊 A 標記為損毀區塊。

所以原本一區塊中發生 ECC 無法修正的錯誤，而導致資料讀取錯誤的情形，其透過本發明資料修復的方法，可將區塊中資料錯誤的位元降低至 ECC 能修正的範圍，將修復的區塊資料儲存於另一區塊中，並將 ECC 無法修正錯誤資料的區塊標記為損毀區塊避免再次使用，藉此有效提高儲存系統資料的可靠度。

綜上所述，本發明揭露一種具資料修復功能的儲存系統及方法，利用反覆一或複數次的測試與修復流程，使記憶媒體中的錯誤能降低至一般使用的錯誤偵測及校正（ECC）功能可以修復的範圍，以確保資料讀取的正確性，有效提升資料可靠度。

惟以上所述僅為本發明之較佳可行實施例，非因此即侷限本發明之專利範圍，故舉凡運用本發明說明書及圖示內容所為之等效結構變化，均同理包含於本發明之範圍內，合予陳明。

【圖式簡單說明】

第一圖係為習知技術具有自我修復能力的記憶裝置電路方塊圖；

第二圖係為本發明儲存系統之功能方塊圖；

第三 A 圖至第三 I 圖顯示本發明各記憶體區塊間互動的一

狀態示意圖；

第四圖所示為本發明一較佳實施例之資料修復之流程步驟；

第五圖所示為本發明另一較佳實施列之資料修復之流程步驟；

第六圖顯示為資料修復時進行再次測試流程之步驟；

第七A圖至第七H圖顯示本發明各記憶體區塊間互動的另一狀態示意圖。

【主要元件符號說明】

記憶體裝置 100	記憶單元 102
自我測試器 104	ECC 電路 106
自我測試電路 108	暫存器 110
儲存系統 20	控制單元 22
記憶單元 24	測試資料產生器 221
比較單元 223	修復單元 225
資料暫存器 227	ECC 單元 229

五、中文發明摘要：

一種具資料修復功能的儲存系統及方法，主要是利用反覆一或複數次的測試與修復流程，使記憶媒體中的錯誤能降低至一般使用的錯誤偵測及校正（ECC）功能可以修復的範圍，以確保資料讀取的正確性，有效提升資料可靠度，其中資料修復步驟之較佳方式包括利用儲存系統中的測試資料產生器提供一筆測試資料，並寫入發生資料錯誤的記憶區塊中，並透過讀取其中資料來找到錯誤位元，再透過修復程序使之能處於 ECC 技術可以修復的範圍中，但是，若測試次數超過一測試的上限次數都無法找出錯誤位元或無法將錯誤修復降低至錯誤偵測及校正技術可修復的範圍，則將此記憶區塊標記為損毀區塊。

六、英文發明摘要：

The invention relates to a storage system that has data recovery capability. In which, one or more test and recovery procedures are incorporated into reducing the errors occurred in the memory medium to a range which an ECC technology can handle. Therefore, the accuracy for data reading is assured and the data reliability is effectively increased. The preferred embodiment of the method for recovering the data is provided. Firstly, a generator generates test data for the storage system, and the data is written into a memory block with error data found. Then the error bit will be found by reading the test data. After that, a correction process is used

to reduce the errors to the ECC range. Otherwise, if no any error bit is found or can not reduce the errors to the ECC range as the test number exceeds an upper limit, the memory block will be marked as a bad block.

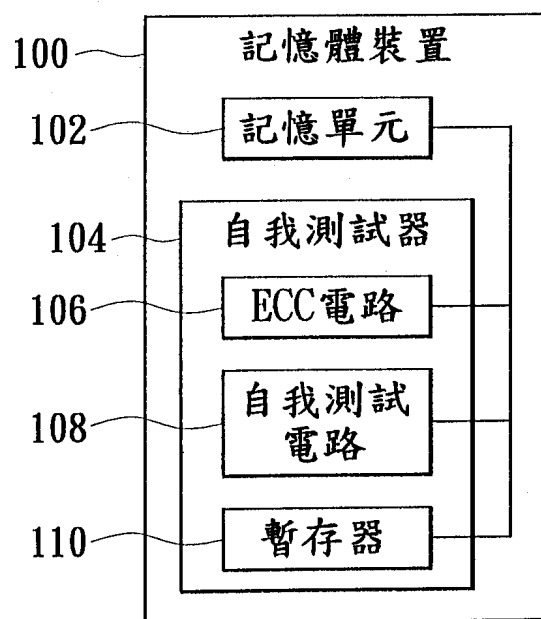
十、申請專利範圍：

1. 一種具資料修復功能的儲存系統，包括有：
 - (a) 一非揮發性記憶單元；
 - (b) 一測試資料產生器，係用以產生測試資料並將所述測試資料寫入該記憶單元；以及
 - (c) 一比較單元，係用於比較由該記憶單元讀出的測試資料與原寫入測試資料，藉以判斷該記憶單元錯誤位元的位址。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之具資料修復功能之儲存系統，還包括一錯誤偵測及校正 (ECC) 單元，係執行該記憶單元中的資料的偵錯及修正，並用於對該資料暫存器中的資料執行錯誤檢查及校正的作業。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之具資料修復功能之儲存系統，還包括一修復單元，係根據該比較單元提供的錯誤位元的資訊修正該資料暫存器儲存資料之錯誤位元。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之具資料修復功能之儲存系統，該資料暫存器係用於暫存該記憶單元中錯誤偵錯及校正 (ECC) 單元無法修復之資料。
5. 如申請專利範圍第 4 項所述之具資料修復功能的儲存系統，其中該資料暫存器係選自隨機存取記憶體、非揮發性記憶體、相變化記憶體、自由鐵電式隨機存取記憶體、磁性隨機存取記憶體等記憶體。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之具資料修復功能的儲存系統，其中該測試資料為隨機產生的二位元亂數資料。

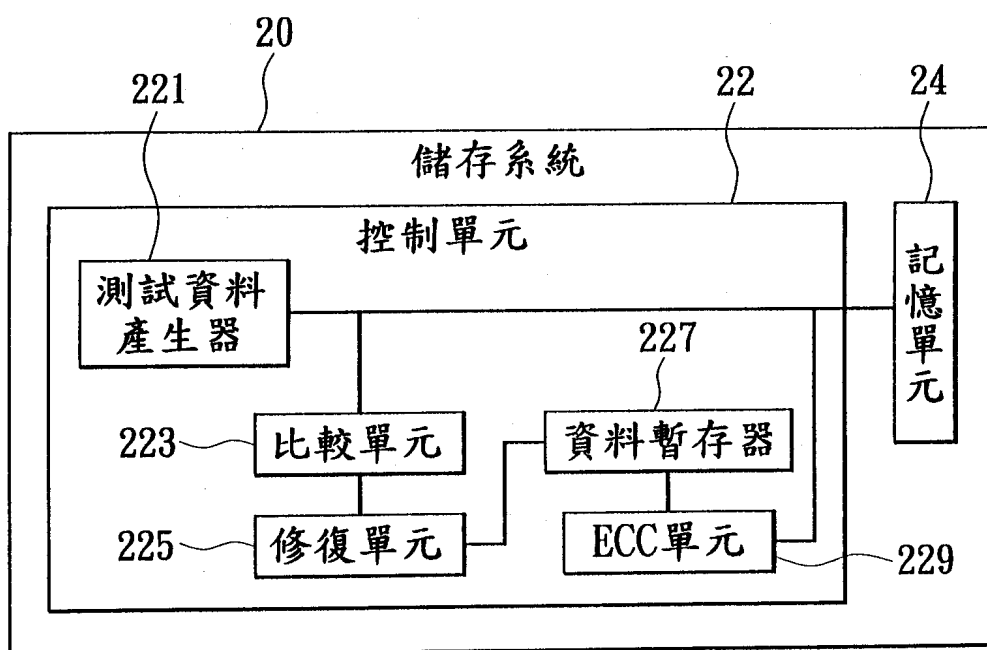
7. 一種應用於儲存系統之資料修復方法，包括有：
 - (a)偵測到一記憶區塊發生錯誤偵測及校正(ECC)單元無法修正錯誤資料的情況；
 - (b)複製該記憶區塊中的資料到一暫存空間中，並抹除該記憶區塊之資料；
 - (c)進行一測試流程，包括產生一測試資料，並寫入至該記憶區塊中；
 - (d)藉由比較由該記憶區塊中讀取的測試資料與原寫入測試資料得出錯誤位元之位置並進行修復。
8. 如申請專利範圍第 7 項所述之應用於儲存系統之資料修復方法，其中該修復過程還包括：
 - (a)修正該暫存空間中儲存資料之錯誤位元；
 - (b)判斷經修正後是否仍存在錯誤偵測及校正(ECC)單元所無法修復的錯誤資料；
 - (b1)若該暫存空間中所儲存的資料的錯誤位元數仍超過錯誤偵測及校正(ECC)單元能修復的範圍，則進行下一次測試流程；
 - (b2)若該暫存空間中所儲存的資料的錯誤位元數已降至錯誤偵測及校正(ECC)單元能修復的範圍；
 - (b21)執行錯誤偵測及校正；以及
 - (b22)將該記憶區塊標記為損毀區塊
9. 如申請專利範圍第 7 項所述之應用於儲存系統之資料修復方法，其中該暫存空間係選自隨機存取記憶體、非揮發性記憶體、相變化記憶體、自由鐵電式隨機存取記憶體、磁性隨機存取記憶體等記憶體。

10. 如申請專利範圍第 7 項所述之應用於儲存系統之資料修復方法，其中於將該記憶區塊的資料複製到該暫存空間的步驟中，將停止該儲存系統中原有的錯誤偵測及修復的功能。
11. 如申請專利範圍第 7 項所述之應用於儲存系統之資料修復方法，其中該所產生的測試資料為隨機產生的二位元亂數資料。
12. 如申請專利範圍第 7 或 8 項所述之應用於儲存系統之資料修復方法，其中當沒有發現錯誤位元時，即判斷下一次測試的次數是否超過一測試的上限次數。
13. 如申請專利範圍第 12 項所述之應用於儲存系統之資料修復方法，其中，若下一次測試的次數已超過該測試的上限次數，即透過一控制單元回報讀取錯誤的訊息，並將該記憶區塊標記為損毀區塊。

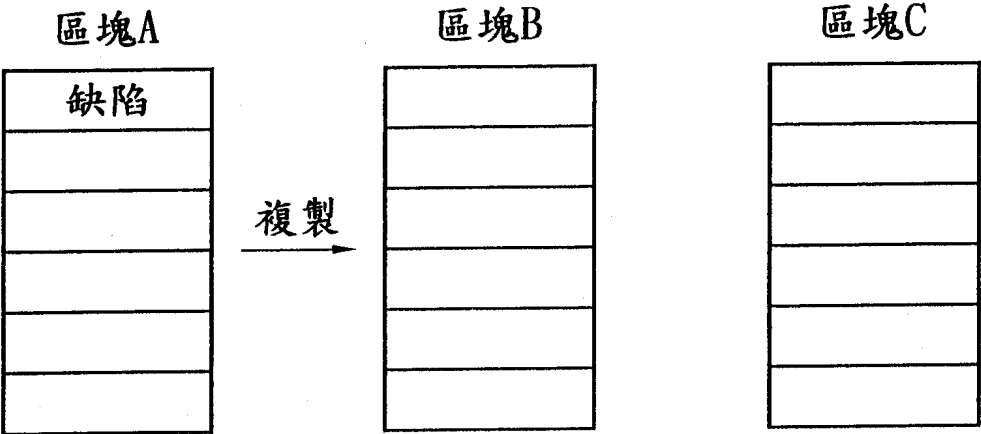
十一、圖式：



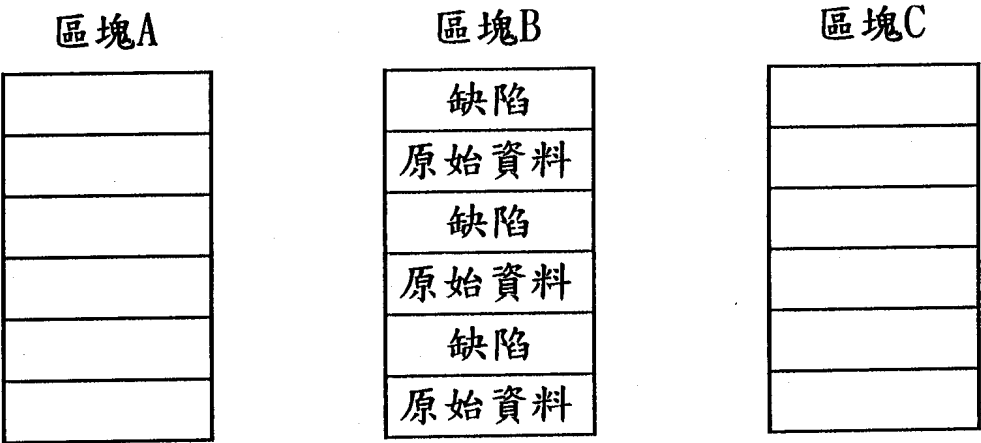
第一圖
(習知技術)



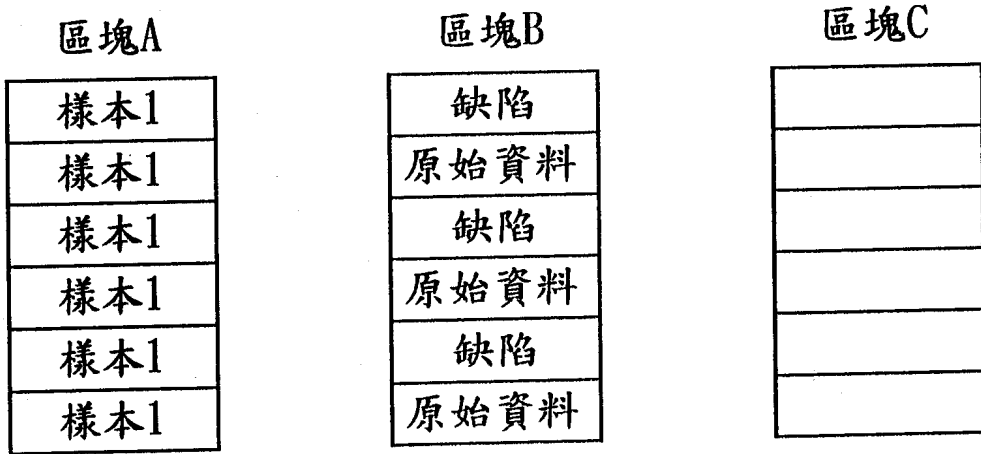
第二圖



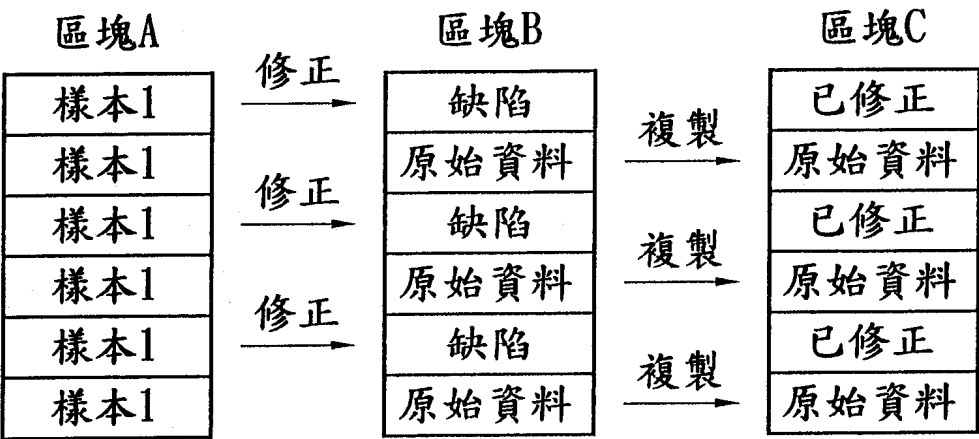
第三A圖



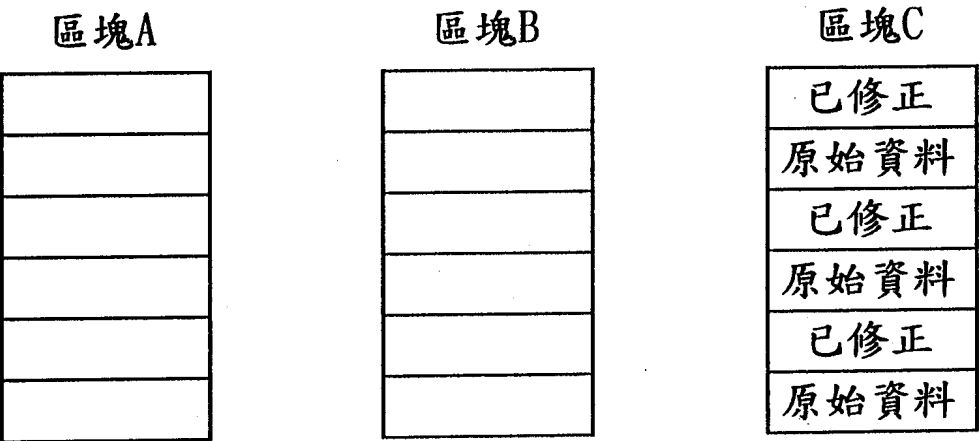
第三B圖



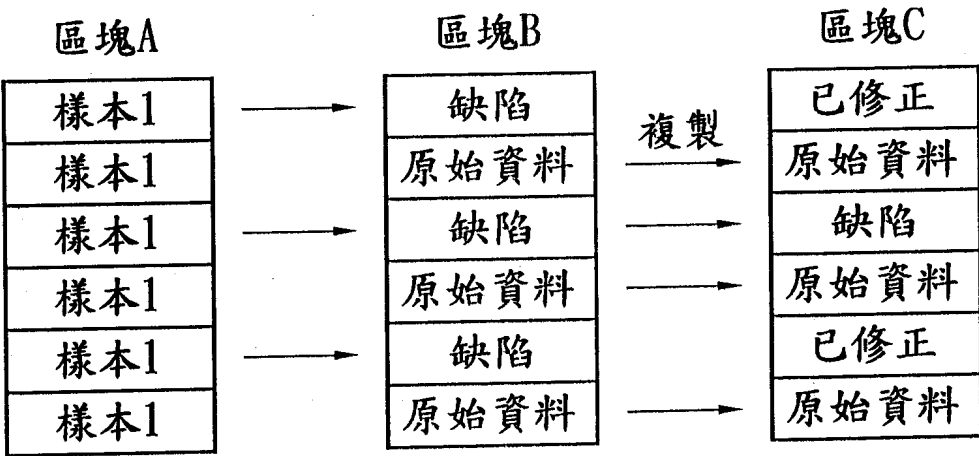
第三C圖



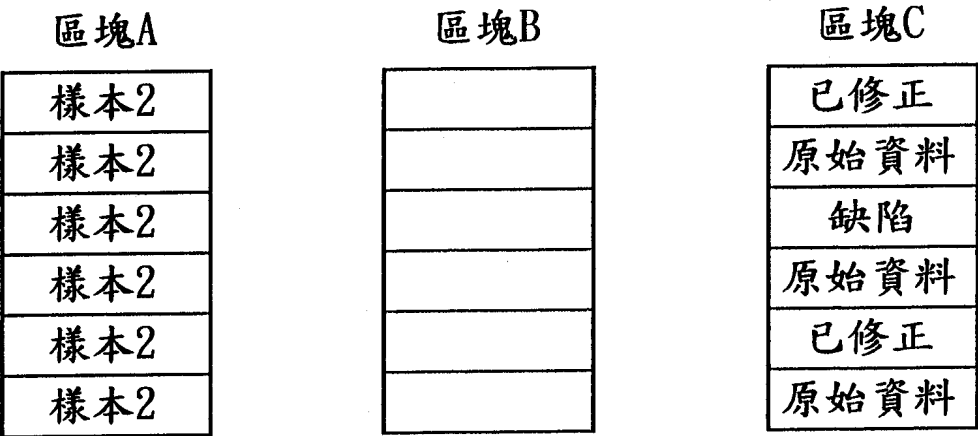
第三D圖



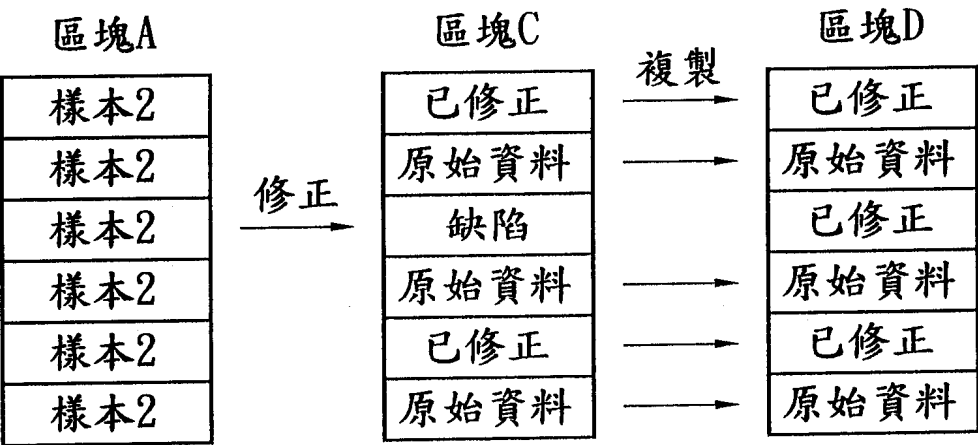
第三E圖



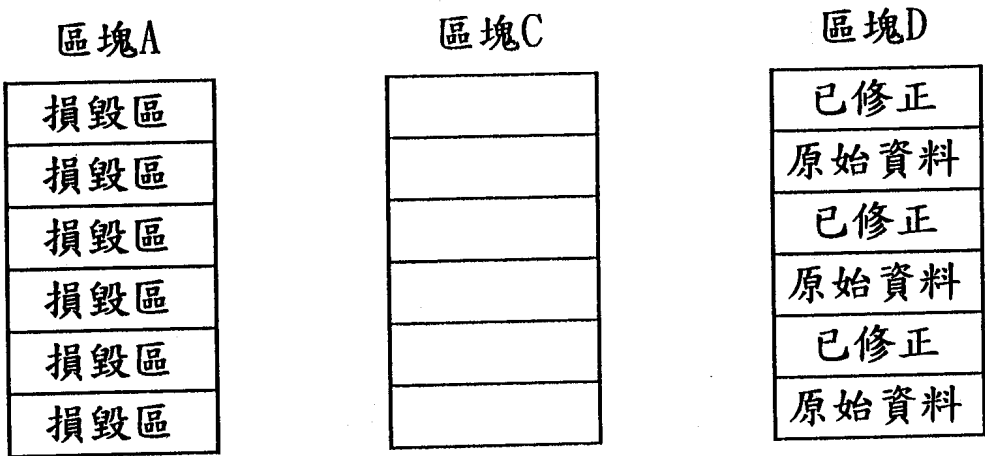
第三F圖



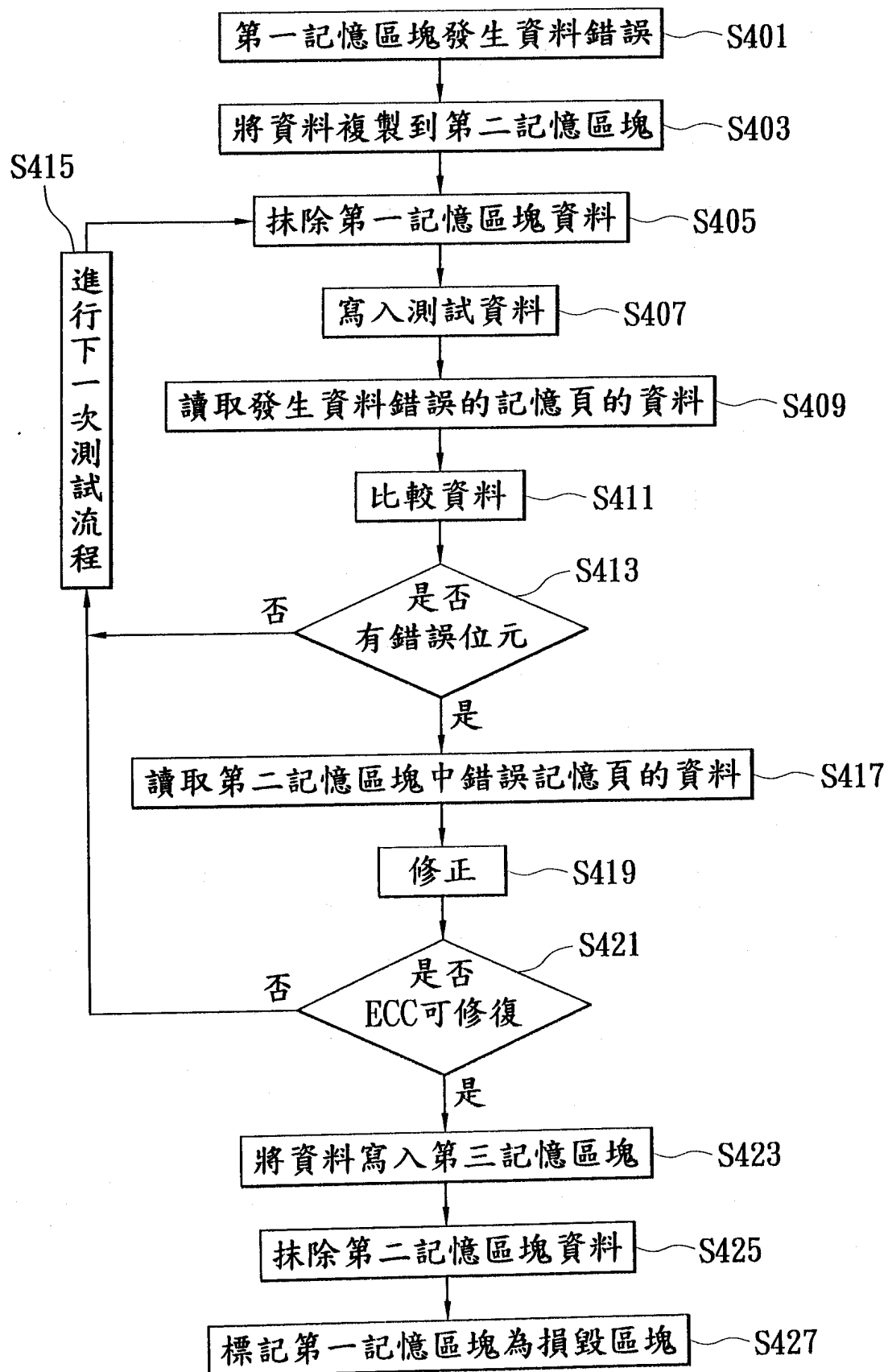
第三G圖



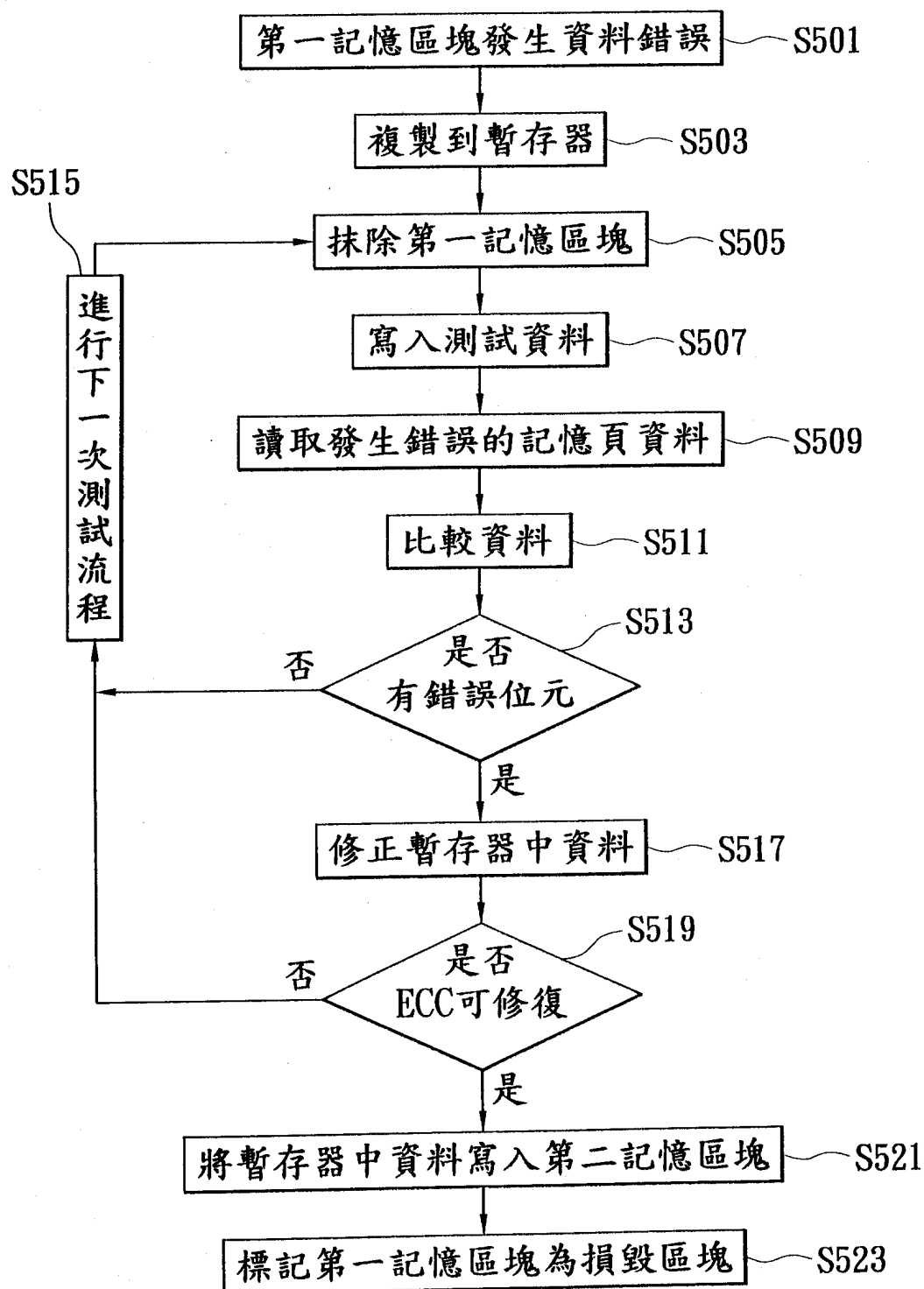
第三H圖



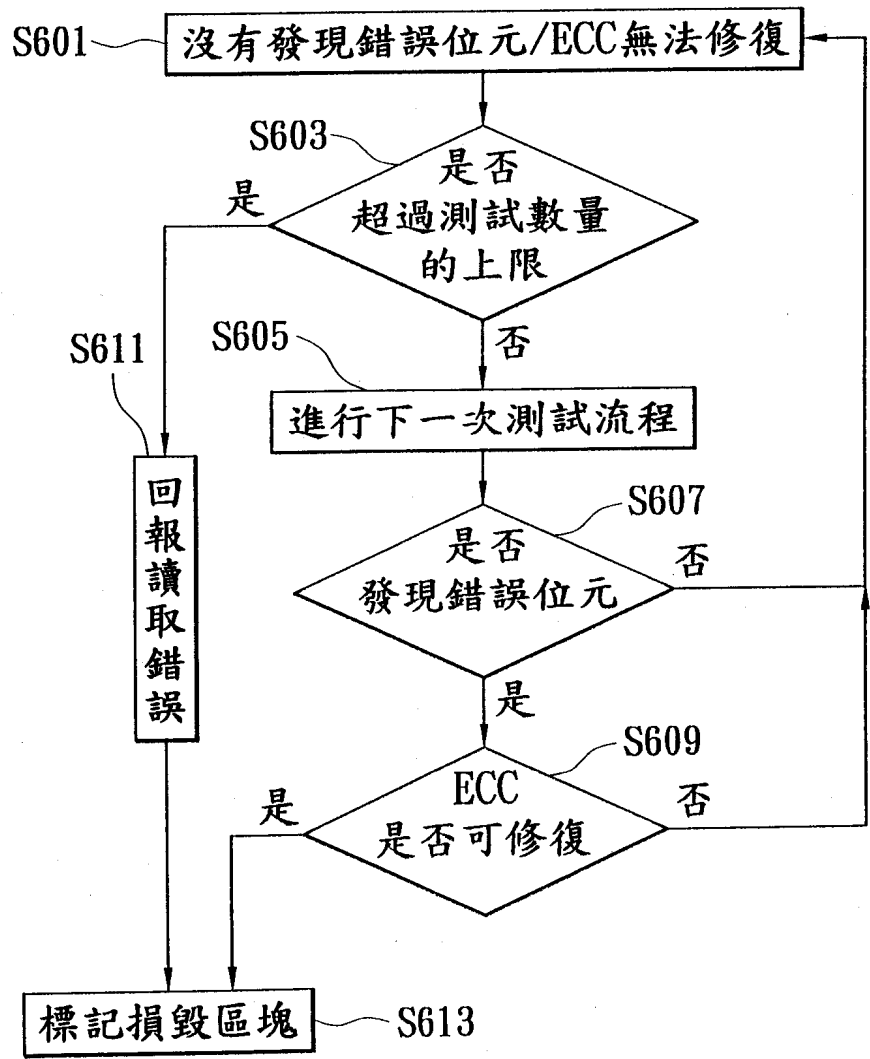
第三I圖



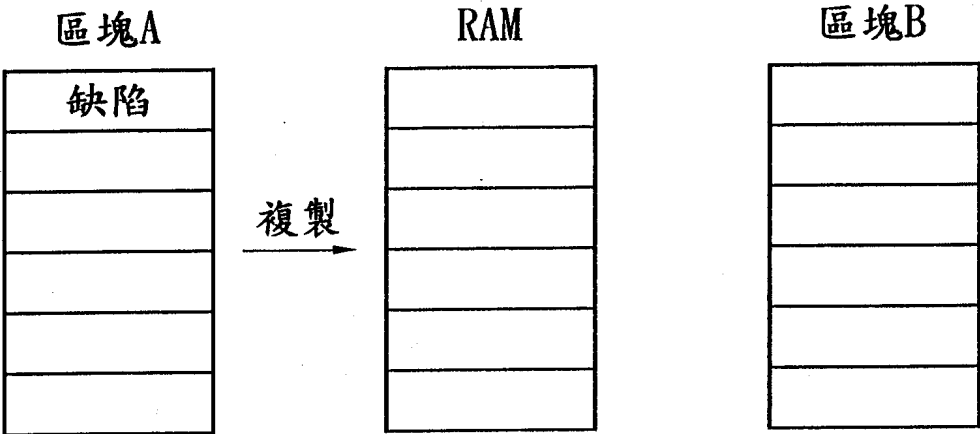
第四圖



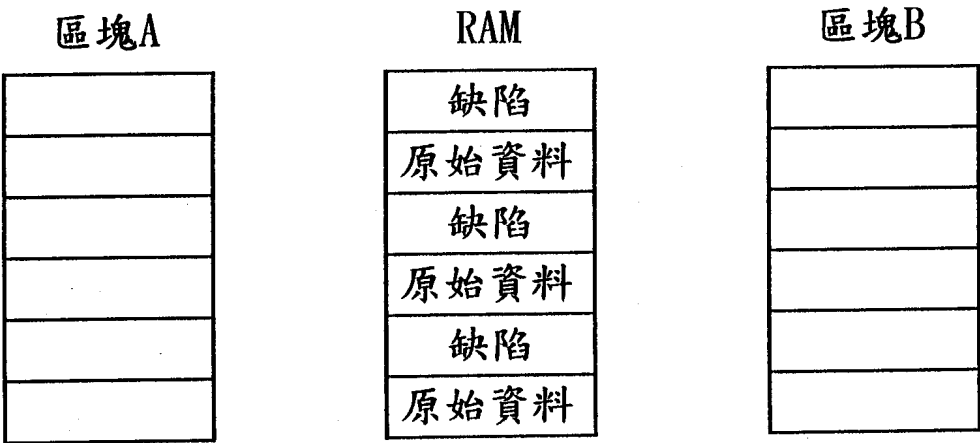
第五圖



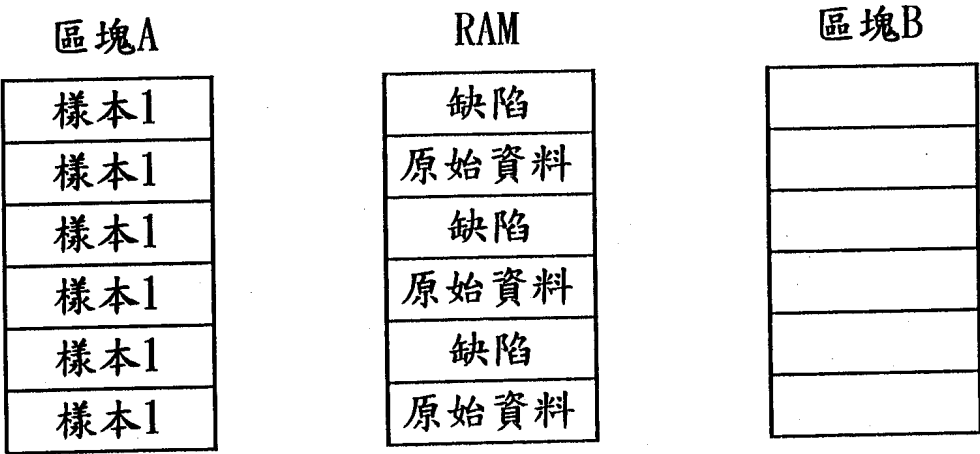
第六圖



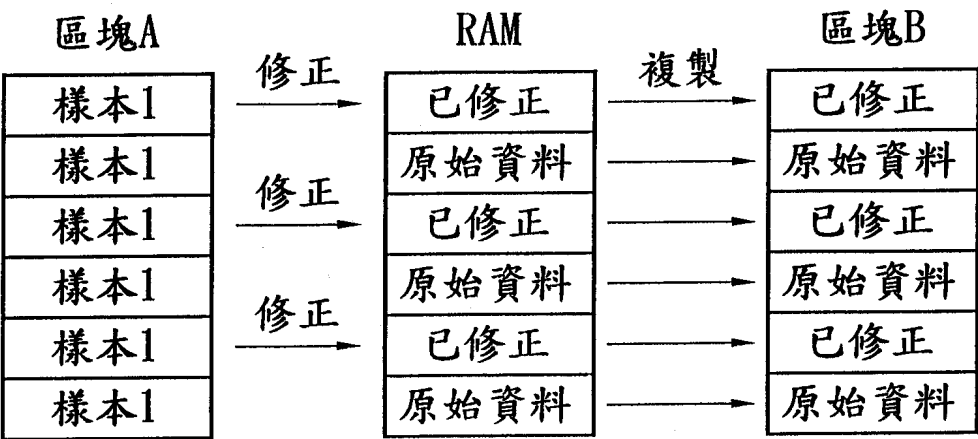
第七A圖



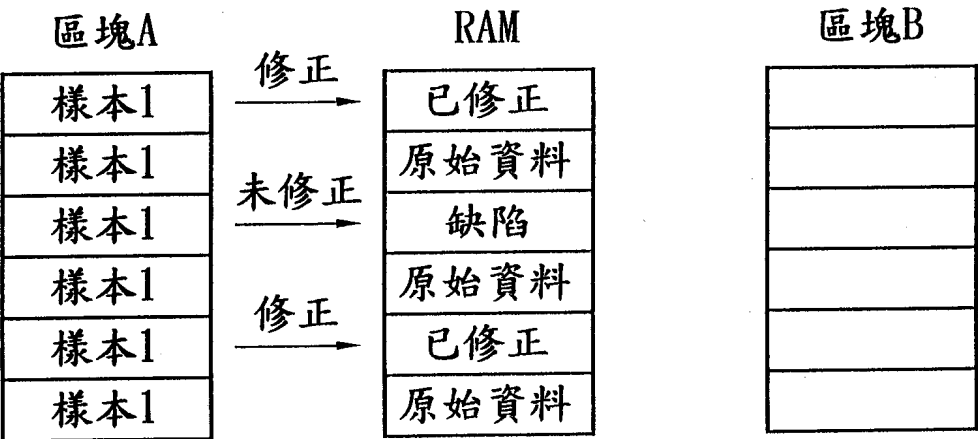
第七B圖



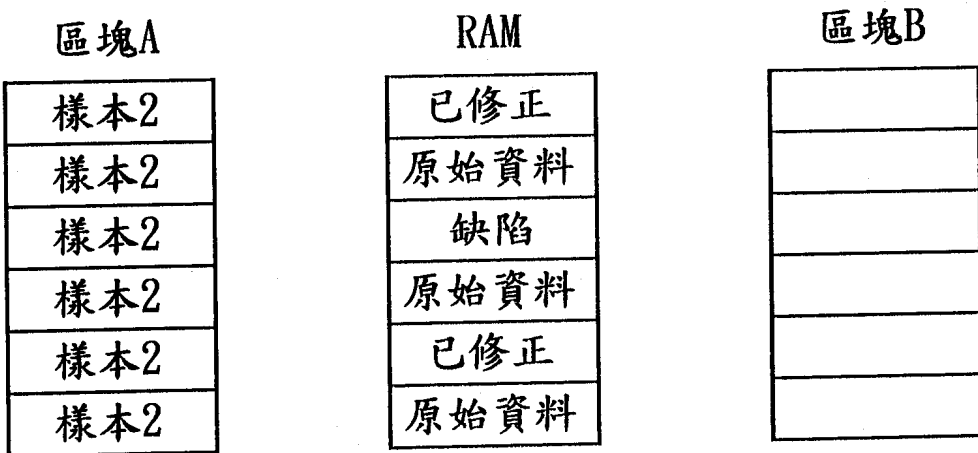
第七C圖



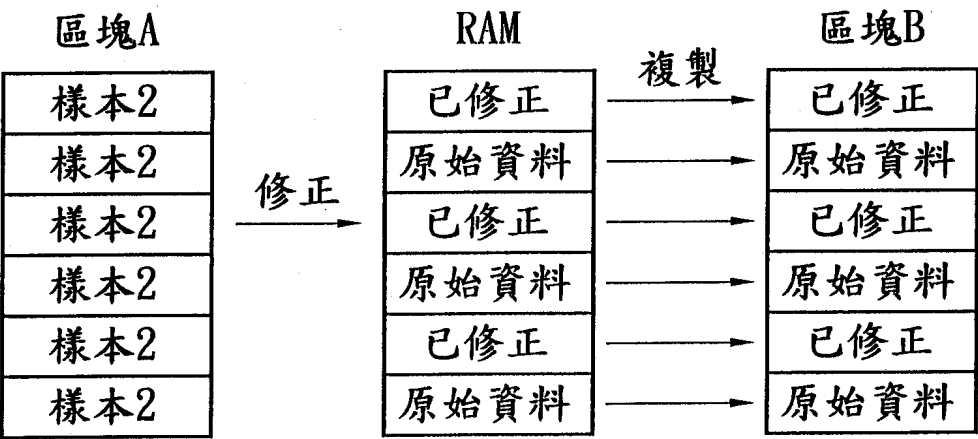
第七D圖



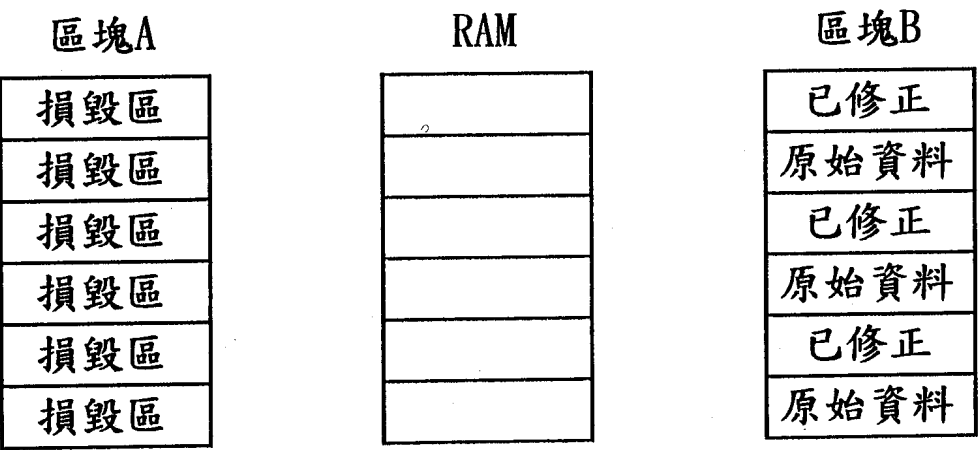
第七E圖



第七F圖



第七G圖



第七H圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (四) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(本案之指定代表圖為流程圖，故無元件代表符號)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：