

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：

美國；西元 2003 年 7 月 14 日；10/619,641

☐ 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】

本發明係關於儲存系統。本發明尤其是關於一種規劃一儲存單元的陣列之方法，供增加陣列可容忍的儲存單元失效數，而不遺失儲存在陣列中的資料。

【先前技術】

以下定義在此使用並且提供說明而非限制之目的：

一“元件(element)”，係位在一儲存單元的一資料塊。

一“基準陣列(base array)”，係用在一 ECC 且包含一陣列單元的一組元件。

一“陣列(array)”，係容納一或多個陣列的一組儲存單元。

一“條帶(stripe)”，係一陣列內的一基準陣列。

n 係基準陣列中的資料單元數。

r 係基準陣列中的冗餘單元數。

m 係陣列中的儲存單元數。

d 係基準陣列的最小漢明距離。

D 係陣列的最小漢明距離。

在習知的陣列中，陣列中的儲存單元數相等於一基準陣列中的資料單元數加上基準陣列中的冗餘單元數。即， $m=n+r$ 。大多數的習知儲存陣列使用一最大距離分離(MDS)碼，如同位或供容忍失效之一鏡像技術。使用一 MDS 碼的基準陣列之最小漢明距離，係相等於一加上基準陣列中冗餘單元數(如， $d=1+r$)。對於一鏡像規劃，基準陣列中的冗餘單元數，係相等於基準陣列中的資料單元數($r=n-1$)，以及最小漢明距離為 $d=2$ 。

可能的是變形地跨 m 個儲存單元編一陣列的碼，係大於陣列中資料單元數 n 加上陣列中冗餘單元數 r ，即， $m > n + r$ 。在文獻中，當一變形編碼為了性能，而用來排列同位方塊時，此一編碼通常意指為“取消叢集同位 (de-clustering parity)”。如此所用，此一編碼方案意指為一變形編碼方案，因為其可更正確地識別，編碼方案可供給一陣列新的屬性。

經由選取性地排列一組基準陣列於一陣列，可達成變形。舉例來說，考慮圖 2 揭示之範例陣列 200，係用一四元件碼。陣列 200 包含六個儲存單元 D1-D6 以欄來描述。對陣列 200， $m=6$ 。陣列 200 亦包含許多基準陣列，其每一者藉由 n 個資料單元加上 r 個冗餘單元來形成。即，對每一基準陣列， $n+r=4$ 。於圖 2，每個基準陣列係順序性地編號為條帶 1-3，以指出陣列 200 的四元件碼係分散在儲存單元 D1-D6。每一條帶中有四個方塊，並且每一條帶作為一獨立基準陣列。陣列的最小距離係個別條帶之所有最小漢明距離的最小數，即， $D = \min(d_i)$ ，其中 D_i 係條帶 i 的最小距離。

如規劃，變形陣列 200 可容忍至少一組 m 個儲存單元之 r 個儲存單元的遺失，而不遺失資料，而非精準的來自一組 n 個儲存單元之 r 個單元。因此，若 $r=2$ 以及所用的碼為 MDS，則任兩個儲存單元可失效而無資料遺失。若任三個其元件遺失，一條帶將會失效。然而，有某些三單元失效的結合可被變形陣列 200 所容忍。舉例來說，若儲存單元 D1、D3 及 D5 每一者失效，則條帶 1 的兩元件、條帶 2 的兩元件，以及條帶 3 的兩元件遺失，但並無條帶遺失三元件。因此，變形陣列 200 過於特定且可被優勢地

利用。

需要的是當與一儲存單元之變形陣列一同使用時，一種增加一 ECC 的最小漢明距離的技術，以增加此陣列的有效最小距離。

【發明內容】

本發明提供一種增加一 ECC 的最小漢明距離的技術，因此增加此陣列的有效最小距離。

藉由一第一實施例，本發明之優勢得以提供，此第一實施例為一種增加 m 個儲存單元之一變形陣列的錯誤容限之方法及系統，其中 k 個條帶係跨 m 個儲存單元之陣列被儲存。每一條帶具有 $n+r$ 個元件，此元件與具有一最小漢明距離 $d=r+1$ 的一對稱碼相對應，其中 n 為位於 m 個儲存單元之陣列中的基準陣列之資料儲存單元數， r 為基準陣列中冗餘單元數。再者， $n=r$ ， $n \geq 2$ ， $m \geq n+r$ ， $jm=k(n+r)$ ，且 j 與 k 為整數。一條帶之每個元件係儲存於一不同的儲存單元。當一捐贈者條帶之一最小距離與一接收者條帶之一最小距離間的一差值，係大於或等於 2 時，一元件被選取。選取的元件被重建至一沒有接收者條帶之元件的儲存單元中。在遺失元件被重建前，儲存捐贈者條帶之儲存單元被告知選取的元件已被捐贈，使得資料不以捐贈者條帶之一部份而被讀取自或寫入此選取的元件。根據本發明，在捐贈者條帶中的元件被選取前，接收者條帶之最小漢明距離為 $d \geq 1$ 。捐贈者條帶之選取的元件，更可基於對此陣列有一最小性能衝擊而被選取。再者，選取接收資訊係基於此陣列之一加強的性能。儲存系統之陣列包含基於一擦去或錯誤校正碼，如一同位碼、一 Winograd 碼、一對稱

碼、一 Reed-Solomon 碼、一 EVENODD 碼或一 EVENODD 碼之衍生的冗餘。另外，此陣列包含基於複數個擦去或錯誤校正碼(其中至少一擦去或錯誤校正碼為一同位碼、一 Winograd 碼、一對稱碼、一 Reed-Solomon 碼、一 EVENODD 碼或一 EVENODD 碼之衍生)之一乘積的冗餘。

在從接收者條帶重建至少一部份之接收資訊至選取的元件的步驟期間，當於捐贈者條帶之一元件失效時，結束此從接收者條帶重建至少一部份之接收資訊至選取的元件的步驟。當第二捐贈者條帶之一最小距離與第二接收者條帶之一最小距離間的一差值，係大於或等於 2 時，從複數個條帶中選取一第二捐贈者條帶。一捐贈元件於第二捐贈者條帶被選取。接收者條帶的至少一部份遺失接收資訊被重建至第二捐贈者條帶之選取的元件中。當一備用元件變成可使用時，此備用元件被指派為一選取的儲存單元。

本發明之一第二實施例提供增加一不禁特定失效型樣的 m 個儲存單元陣列之失效容限。根據本發明之此實施例， k 個條帶係跨 m 個儲存單元之陣列被儲存。此 m 個儲存單元之陣列為一變形陣列。每一條帶具有 $n+r$ 個元件，其中 n 為基準陣列中的資料單元數， r 為基準陣列中的冗餘單元數， $m > n+r$ ， $jm = k(n+r)$ ，且 j 與 k 為整數。每一條帶具有複數個元件，每一條帶形成具有一最小漢明距離 d 的一擦去或錯誤校正碼。一條帶之每個元件係儲存於一不同的儲存單元。在一元件失效後，一接收元件被選取。一元件於一捐贈者條帶被選取，使得陣列之一失效容限在一重建作業後被增加。接收者條帶之一遺失元件被重建至捐贈者條帶之選取的元件中。在元件被選取於捐贈者條帶

前，接收者條帶之最小漢明距離為 $d \geq 2$ 。再者，在重建接收者條帶至捐贈者條帶之選取的元件完成後，陣列的最小漢明距離被增加。選取接收元件可基於陣列之一失效型樣。再者，選取捐贈元件可基於一預定的目標型樣。儲存捐贈者條帶之儲存單元被告知已在接收者條帶之遺失元件被重建選取的元件前，選取的元件被捐贈。儲存系統之陣列包含基於一擦去或錯誤校正碼，如一同位碼、一 Winograd 碼、一對稱碼、一 Reed-Solomon 碼、一 EVENODD 碼或一 EVENODD 碼之衍生的冗餘。另外，此陣列包含基於複數個擦去或錯誤校正碼(其中至少一擦去或錯誤校正碼為一同位碼，一 Winograd 碼、一對稱碼、一 Reed-Solomon 碼、一 EVENODD 碼或一 EVENODD 碼之衍生)之一乘積的冗餘。

本發明之一第三實施例，係提供增加一具有複數個儲存單元之陣列的儲存系統的一錯誤容限之方法及系統，使得每一陣列包含 m 個儲存單元，且 k 個條帶跨每個 m 個儲存單元之陣列被儲存。每一條帶具有 $n+r$ 個元件，係相對應至具有一最小漢明距離 d 的一對稱碼，其中 n 為 m 個儲存單元之陣列中的基準陣列之儲存單元數， r 為基準陣列中冗餘單元數。再者， $n=r$ ， $n \geq 2$ ， $m \geq n+r$ ， $jm=k(n+r)$ ，且 j 與 k 為整數。一條帶之每個元件係儲存於一不同的儲存單元。當一捐贈者條帶之一最小距離與一接收者條帶之一最小距離間的一差值，係大於或等於 2 時，一元件被選取。選取的元件被儲存於一沒有接收者條帶之元件的儲存單元中。捐贈者條帶可被儲存於一陣列不同於接收者條帶之陣列。再者，捐贈者條帶可被儲存於一陣列相同於接收者條帶之陣列。在遺失元件被重建之前，儲存捐贈者條帶

之儲存單元被告知選取的元件已被捐贈，使得資料不會以捐贈者條帶之一部份被讀取自或寫入選取的元件。接收者條帶之一遺失元件接著被重建至選取的元件中。根據本發明，在元件於捐贈者條帶被選取前，較佳的接收者條帶之最小漢明距離為 $d \geq 2$ 。捐贈者條帶之選取的元件，更可基於對捐贈者條帶有一最小性能衝擊而被選取或基於對儲存系統有一最小性能衝擊。再者，選取接收資訊，係基於接收者條帶之一加強性能或基於儲存系統之一加強性能。儲存系統之陣列包含基於一擦去或錯誤校正碼，如一同位碼、一 Winograd 碼、一對稱碼、一 Reed-Solomon 碼、一 EVENODD 碼或一 EVENODD 碼之衍生的冗餘。另外，此陣列包含基於複數個擦去或錯誤校正碼(其中至少一擦去或錯誤校正碼為一同位碼、一 Winograd 碼、一對稱碼、一 Reed-Solomon 碼、一 EVENODD 碼或一 EVENODD 碼之衍生)之一乘積的冗餘。

【實施方式】

可被一擦去或錯誤校正碼(Erasur or Error Correcting Code, ECC)，如一同位碼、一 Winograd 碼、一對稱碼、一 Reed-Solomon 碼、一 EVENODD 碼或一 EVENODD 碼之一衍生，所容忍之一陣列的最小失效數，至少是此 ECC 之最小漢明距離(Hamming distance) d 減一，即， $d-1$ 。本發明藉由使用一作業，在此意指一”遮擋(dodging)”作業，提供一大於 ECC 之最小漢明距離的”有效距離”，以增加一 ECC 之最小漢明距離。因此，一陣列可容忍的失效數，不論一失效為一裝置失效或一硬體錯誤，可被增加至 ECC 所提供之最小距離之上。在此所使用的”有效距離”以及”

有效最小距離”等詞，意指一加上根據本發明利用一或多個遮擋作業，可被一陣列所容忍之失效數。

根據本發明，一遮擋作業係一程序，其中一陣列內的一條帶被選作捐贈一元件至一接收者條帶，以及一接收資訊被重建至此捐贈的元件，因此增加此陣列的最小距離。當距離 $d_i \geq d_j + 2$ 時，一遮擋作業可被執行於一對條帶 (i, j) 。在此遮擋作業後，捐贈者條帶的距離會減少 1。相反的，接收者條帶的距離會增加 1。當一遮擋作業可被執行於所有在最小陣列距離的條帶時，總最小陣列距離將會被增加。一遮擋作業可根據陣列的規劃發生於不同距離。

圖 1a 顯示一範例儲存系統，一般以 100 表示，包含與一共同陣列控制器 101 連結之兩儲存陣列 102 及 103。儲存陣列 102 及 103 包含多數個儲存單元 104，並且經由介面 105 與陣列控制器 101 通訊。陣列控制器 101 與其他控制器以及主機系統藉由介面 106 通訊。此一規劃允許一陣列控制器與多數個儲存陣列通訊。

圖 1b 顯示一範例儲存系統，一般以 150 表示，包含兩儲存陣列 153 及 154，係分別與不同的陣列控制器 152 及 151 連結。儲存陣列 153 經由介面 157 與陣列控制器 152 通訊，以及儲存陣列 154 經由介面 156 與陣列控制器 151 通訊。陣列控制器 151 及 152 經由介面 158 及 159，分別與其他陣列控制器以及儲存系統通訊。亦如圖 1b 所顯示，一通訊連結 160 允許陣列控制器 151 及 152 相互通訊。

圖 1a 及 1b 所顯示的陣列控制器可被設計作為硬體或軟體控制器。控制器一詞將會在此用來意指任一上述的規劃。

遮擋可給許多變形陣列益處。一變形陣列的功能自遮

擋作業取得的益處，可經陣列的失效組合之檢測來驗證。舉例來說，圖 3 顯示一範例變形陣列 300，具有九個儲存單元 D1-D9。針對此舉例，陣列 300 使用一(3+3)對稱碼係 $n=3$ 、 $r=3$ 及 $d=4$ 之 MDS。陣列 300 被排列有三個冗餘元件，可自於一條帶之六個元件校正任三個失效的元件。三個獨特的條帶，分別以 1、2 及 3 表示，係排列於陣列 300 內。任三個儲存單元失效不會影響任一條帶中多於三個元件。因此，陣列 300 具有一最小距離 $D=4$ 。

為說明根據本發明之遮擋作業可被執行，以增加陣列 300 之有效最小距離，僅需考慮三儲存單元失效的三種排列。第一個三儲存單元失效排列顯示於圖 4，其中一方塊內的 X 表示一儲存單元失效。在此特定的失效排列，每一個條帶 1-3 中的兩個方塊已失效。因此，每一個條帶仍然具有一最小距離 $d=2$ ，因此陣列 300 具有一最小距離 $D=2$ 。因此，如圖 4 所揭示，陣列 300 可容忍再一個儲存單元失效，而沒有遺失資料的可能。

第二個三儲存單元失效排列顯示於圖 5，其中一方塊內的 X 表示一儲存單元失效。於此第二個三儲存單元失效排列，條帶 1 已遺失三個元件，條帶 2 已遺失兩個元件，以及條帶 3 已遺失一個元件。因此，條帶 1 有最小距離 $d=1$ ，且不可再容許儲存單元失效而不遺失資料。條帶 2 有最小距離 $d=2$ ，以及條帶 3 有最小距離 $d=3$ 。因此，陣列 300 具有最小距離 $D=1$ 。

一遮擋作業可執行於第二個三儲存單元失效排列，係藉由已知方法，重建條帶 1 中的遺失元件之一之內容至條帶 3 沒有失效之元件之一。圖 6 描述執行一遮擋作業後的圖 5 之陣列。重建的資料於圖 6 被劃線。在此，位於單元

D9 的條帶 3 之元件已被捐贈至條帶 1。在遮擋作業後，所有條帶具有最小距離 $d=2$ ，因此，陣列 300 具有最小距離 $D=2$ 。遮擋作業後，此陣列之規劃現在可再容忍一失效而不遺失資料。

第三個三儲存單元失效排列顯示於圖 7，其中一方塊內的 X 表示一儲存單元失效。在第三個三儲存單元失效排列中，條帶 1 和 2 各自已遺失三個元件，且具有最小距離 $d=1$ 。然而，條帶 3 尚未遺失任何元件，因此，具有最小值 $d=4$ 。一遮擋作業可執行於第二個三儲存單元失效排列，係藉由已知方法，重建條帶 1 及 2($d=1$)中的一遺失元件之內容至條帶 3($d=4$)的不同元件。舉例來說，位於儲存單元 D1 的條帶 1 之內容，可被重建於磁碟 D9 之元件 3 中，以及位於磁碟 D1 之元件 2 的內容，可被重建於磁碟 D4 之元件 3 中。

圖 8 描述執行一遮擋作業後圖 7 之陣列。重建的資料於圖 8 被劃線。結果再次地為所有條帶具有最小距離 $d=2$ ，因此，陣列 300 具有最小距離 $D=2$ 。遮擋作業後，重要的是沒有儲存單元包含來自同一條帶之兩元件。即，儲存於儲存單元 D4-D6 中的條帶 3 之元件，沒有被選取來重建條帶 1 之任一遺失元件，這是因為每一個儲存單元 D4-D6 已包含有條帶 1 之元件。類似地，儲存於儲存單元 D7-D7 中的條帶 3 之元件，沒有被選取來重建條帶 2 之任一遺失元件。

遮擋因此提供在任三個儲存單元失效後，儲存圖 3 之陣列 300 的最小距離自 $D=1$ 至 $D=2$ 的技術。再者，陣列 300 之有效最小距離已自 $d=4$ 增加至 $d=5$ ，即使陣列 300 之系統仍有距離 $d=4$ 之一碼的寫入性能。

對有效距離在其中增加的一(3+3)碼，其最小變形陣列係一九儲存單元之陣列。當使用一(3+3)碼時，所有大於九儲存單元的陣列亦具有一增加的有效距離之屬性。對一(3+3)碼，八儲存單元之陣列不具有一增加的有效距離之屬性。用來跨十二個儲存單元之一(4+4)碼，亦具有一增加的有效距離之屬性。然而，當最小陣列距離為 $d=2$ 時，一遮擋作業應發生。因此，在遮擋作業期間再一儲存單元失效是可被容忍的。

根據本發明，一遮擋作業可被執行於一陣列中，於分離陣列間，或於一陣列及一備用池(spare pool)間，此意指為一外來遮擋作業。當一遮擋作業執行至一備用池是可能的時候，通常較佳的是執行一完整重建作業至一備用者，並且僅當此備用池被用盡後，執行一遮擋作業。這是因為一遮擋作業僅重建自一失效的儲存單元某些元件至一備用儲存單元中。

一外來遮擋作業與一同位交換作業不同，如共同申請中之申請案號(律師登錄號 ARC9-2003-0015-US1)中所揭露，加註於此供參考。即，一遮擋作業係以一條帶為基準來執行，而一同位交換作業係以一儲存單元為基準來執行。

為了說明根據本發明一外來(陣列對陣列)的遮擋作業之優勢，假設一範例陣列 900，如圖 9 所示。陣列 900 包含八個儲存單元 D1-D8，並使用一(3+3)對稱碼。陣列 900 亦包含四個條帶，以數字 1-4 所示。每一條帶有六個元件並有距離 $d=4$ 。如前述，對使用一(3+3)碼的八個儲存單元之一陣列，如陣列 900，係內部的遮擋作業，不會增加此陣列之有效最小漢明距離，這是因為有太多剩餘的非失效

條帶可彌補被複數個失效影響的條帶數。

相反的，假設一範例陣列系統 1000，如圖 10 所示，包含三個之八個儲存單元的陣列 1001-1003。具體地，陣列 1001 包含儲存單元 D1-D8，陣列 1002 包含儲存單元 D9-D16，以及陣列 1003 包含儲存單元 D17-D24。每一個別陣列 1001-1003 亦包含四個排列於陣列內的條帶。舉例說明，陣列 1001 包含條帶 1-4，陣列 1002 包含條帶 5-8 以及陣列 1003 包含條帶 9-12。

假設在任三個儲存單元失效後，一同位交換作業，如共同申請中之申請案號(律師登錄號 ARC9-2003-0015-US1)中所揭露，係用以確保每一陣列 1001-1003 具有一失效的儲存單元。一同位交換作業的結果，係以例如顯示具有 Xs 在儲存單元之方塊內的儲存單元 D1、D9 及 D17 所描述。再假設一第四個儲存單元失效接著發生於此同位交換作業中。一第四個儲存單元失效之說明，舉例來說係藉由於陣列 1001 之儲存單元 D2，其具有 Xs 在儲存單元 D2 之方塊內。在第四個儲存單元失效後，陣列 1001、1002 及 1003 各自具有距離 $D=(2,3,3)$ 。需要知道的是當第四個儲存單元失效，儲存單元 D2 外的另一儲存單元可失效，並且一類似以下所述之程序的程序會被執行，來增加此儲存系統之有效距離。

條帶 1、2 及 3 於陣列 1001 中現在僅有距離 $d=2$ 。一對陣列 1001 係內部的遮擋作業會失效，這是因為至少需要三個元件具有距離 $d=4$ ，來增加陣列 1001 自 2 到 3 的最小距離。僅有條帶 4 於陣列 1001 具有距離 $d=4$ 。但是，一於陣列間的外來遮擋作業，允許陣列 1001 的最小距離自 2 被增加到 3，而不改變陣列 1002 及 1003 的最小距離。為

了達成這個目的，每一條帶 1-3 之一漏失的元件之內容，以已知的方法重建至仍有距離 $d=4$ ，如條帶 4 於陣列 1001、條帶 8 於陣列 1002、條帶 12 於陣列 1003 的其他條帶之元件。

圖 11 描述根據本發明在執行一外來遮擋作業後的圖 10 之陣列 1000。圖 11 的重建資料被劃線。具體地，條帶 3 之一元件被選作重建至儲存單元 D3 內的條帶 4 中。條帶 2 之一元件被選作重建至儲存單元 D10 內的條帶 8 中。最後條帶 1 之一元件被選作重建至儲存單元 D17 內的條帶 12 中。

當一元件被選定作為一捐贈者條帶時，包含此選定元件之儲存單元不可包含接收者條帶之一元件。舉例來說，包含於儲存單元 D7 或儲存單元 D8 的條帶 4 之一元件，可被選作自條帶 1 重建一失效的元件，這是因為儲存單元 D7 及 D8 皆不含條帶 1 之元件。類似地，包含於儲存單元 D5 或儲存單元 D6 的條帶 4 之一元件，可被選作自條帶 2 重建一失效的元件，這是因為儲存單元 D7 及 D8 皆不含條帶 2 之元件。最後，包含於儲存單元 D3 或儲存單元 D4 的條帶 4 之一元件，可被選作自條帶 3 重建一失效的元件，這是因為儲存單元 D3 及 D4 皆不含條帶 3 之元件。依此範例之目的，假設包含於儲存單元 D3 之條帶 4 之一元件被選作一捐贈元件，以重建條帶 3 之一元件。

每一條帶 8 之元件，具有 $d=4$ ，可被選作重建任一剩餘條帶之一失效的元件，每一者具有 $d=2$ ，以及每一條帶 12 之元件，具有 $d=4$ ，可被選作重建任一最後剩下具有 $d=2$ 的條帶之一失效的元件。依此範例之目的，假設包含於儲存單元 D11 之條帶 8 之一元件被選作一捐贈元件，以重

建條帶 2 之一元件，以及包含於儲存單元 D19 之條帶 12 之一元件被選作一捐贈元件，以重建條帶 1 之一元件。對於遮擋作業前的此說明範例之每一遮擋作業，一捐贈者條帶具有距離 $d=4$ ，並且一接收者條帶(即條帶 1-3)具有距離 $d=2$ 。

外來遮擋作業之總結果為在四次失效後，陣列 1000 具有最小距離 $D=3$ 。相反地，僅使用一同位交換作業，如共同申請中之申請案號(律師登錄號 ARC9-2003-0015-US1)中所揭露，最小距離僅會為 2。因此，當一外來遮擋作業被陣列系統 1000 所使用時，陣列系統 1000 需要五個失效以具有一最小距離 $d=2$ 。這與以六個單元之四個陣列排列的一 24 單元之陣列有相同結果，並且每一陣列僅使用一同位交換作業，如共同申請中之申請案號(律師登錄號 ARC9-2003-0015-US1)中所揭露。因此，一遮擋作業與一同位交換作業的結合，提供系統可靠性不依賴於陣列規劃。

一一般化的遮擋作業與一同位交換作業之程序可與每一更進儲存單元失效繼續進行。失效的元件被重建至生還的元件，使得每一陣列之最小距離如上述被最大化。在圖 9 與 10 之範例 24 單元陣列系統中，所有系統之陣列需要八個儲存單元失效來對一最小距離 $d=2$ 。一旦每一陣列之最小距離為 $d=2$ ，就不可能再執行同位交換作業或遮擋作業，以增加系統之有效距離。因此，再兩個失效可能會造成資料的遺失。

經過一段時間，一般化的遮擋作業造成條帶不在一假設陣列的本區。因此，一捐贈者條帶之選取可經由選取一捐贈元件來達成。

一旦一備用單元變成可使用，如經由維修，其可被指派以代替任一失效的單元。較佳的係以最小的最小距離來重建條帶的元件至備用的單元上。參考圖 12 之例示，陣列 1200 包含十個儲存單元 D1-D10，並使用一(3+3)對稱碼。陣列 1200 亦包含五個條帶，以數字 1-5 表示。每一條帶有六個元件以及距離 $d=4$ 。三個儲存單元 D1、D2 及 D4 揭示為失效的，且條帶 1 之一元件已經由一遮擋作業，被重建至位於單元 D10 中之條帶 5 的一元件中，以及條帶 4 之一元件已經由一遮擋作業，被重建至位於單元 D8 中之條帶 5 的一第二元件中。此時，條帶 1、2、4 及 5 皆有距離 $d=2$ ，以及條帶 3 有距離 $d=3$ 。若一備用者可接著變成可被陣列 1200 使用，自條帶於距離 $d=2$ 的資訊應被重建至此備用者。要被重建至備用者的元件應自當時不在此條帶之元件組中挑選。舉例來說，假設位於單元 D2 中之條帶 1 的元件被重建至單元 D10 中，以及條帶 4 的元件被從單元 D1 重建至單元 D8 中。要被重建至備用者的元件不能包含條帶 1 及 4 的這些重建元件。一旦要被重建之元件已被選定，資訊以已知的方法被重建至備用者中。

選取一捐贈元件之主要標準係基於選取一捐贈元件，其對捐贈者條帶之可靠性具有最小衝擊。一次要標準係基於選取對性能具有最小衝擊之儲存元件，如有最複雜之冗餘計算的元件。在圖 12 之例示中，條帶 5 的元件被選中主要係因為條帶 5 有最高距離，次要係因為 D8 及 D10 有最複雜之冗餘計算。D9 不能被選作重建條帶 4 的一元件，因為 D9 已經包含條帶 4 的一元件。選取重建的資訊之主要標準係基於提供最能增加可靠性的資訊組，次要標準係選取在重建作業後提供最佳陣列性能的資訊組。在圖 12

之例示中，條帶 1 及 4 之元件被選來重建主要係基於其剩餘距離，次要係因為在遮擋作業後，重見此選中的元件以最大化性能。

一般化遮擋有更重要的影響。在圖 9 及 10 之例示中，當接收者條帶於距離 $d=2$ 時，一般化的遮擋作業在陣列間被執行，而當接收者條帶於距離 $d=1$ 時，一內部遮擋作業於九單元陣列(圖 6 及 7)被執行。因此，在外來遮擋作業期間，涉及資料遺失之外來遮擋作業之條帶，將會需要兩個失效。

自一捐贈者條帶捐贈一元件至一接收者條帶需要儲存系統，可自一條帶指派元件至另一條帶。當捐贈以及接收者條帶係連結至一共同陣列控制器 101 時，如圖 1a 所示，控制器 101 可在內部執行此作業。當捐贈以及接收者條帶係連結至不同陣列控制器 151 及 152 時，如圖 1b 所示，控制器 151 及 152 可交換資訊。舉例來說，控制器可經通訊連結 160，如一簡易磁碟網綁(JBOD)陣列規劃的方法，來顯現個別磁碟。另外，控式器可根據要被讀取及寫入的資料，而自涉及的儲存單元中的位置來交換資訊。

遮擋的技術已經描述了變形陣列。遮擋可與具有一最小距離 $d=3$ 或更多的陣列類型一起使用。然而，一般化遮擋最佳與同等陣列使用。

遮擋可使用於簡易增加一儲存系統之最小距離以外。許多其他因素可被包含來決定是否執行遮擋，以及來選取捐贈者及接收者。舉例說明，當其非一致時，元件的個別失效機率、導致資料遺失的失效組合、以及對系統性能衝擊皆需要被考慮。在此類情況下，系統的最小距離可在遮擋後維持不變。

雖然本發明於此以自 HDD 儲存單元所形成之儲存單元作為描述，然而本發明係可應用於其他記憶體裝置之陣列所形成的儲存系統，例如隨機存取記憶體(RAM)儲存裝置(皆揮發及非揮發)、光學儲存裝置以及磁帶儲存裝置。再者，適合用於虛擬的儲存系統，如自網路連結儲存器的陣列。更可應用於任一冗餘系統，其中有些狀態資訊係將一冗餘元件與特定元件子組關聯，以及狀態資訊可使用一捐贈作業被轉移。

雖然本發明已描述某些細節以認知的清楚做目的，顯然是某些改變或修改可界於附加之請求項內實施。因此，本實施例係以說明非限制做考量，並且本發明並不限制於在此的細節，而可在附加之請求項內及相等者做修改。

【圖式簡單說明】

本發明係藉由範例來描述並不被伴隨之圖式限制。圖式中類似參考述表示相似元件，其中：

圖 1a 顯示一儲存系統之一般規劃有複數個陣列連結至一共同儲存控制器；

圖 1b 顯示一儲存系統之一般規劃有複數個陣列連結至一分離的儲存控制器；

圖 2 描述具有六個儲存單元之一範例變形陣列；

圖 3 描述具有九個儲存單元之一範例變形陣列以說明根據本發明一遮擋作業之益處；

圖 4 描述圖 3 中變形陣列之第一個三儲存單元失效排列；

圖 5 描述圖 3 中變形陣列之一第二個三儲存單元失效排列；

圖 6 描述圖 5 的陣列在根據本發明執行一遮擋作業後；

圖 7 描述圖 3 中變形陣列之一第三個三儲存單元失效排列；

圖 8 描述圖 7 的陣列在根據本發明執行一遮擋作業後；

圖 9 描述使用一(3+3)對稱碼之有八個儲存單元的一範例陣列；

圖 10 描述具有三個八儲存單元之一系統；

圖 11 描述圖 10 的陣列在根據本發明執行一外來遮擋作業後；

圖 12 描述一十個儲存單元有三個失效儲存單元在一組遮擋作業後。

【主要元件符號說明】

100、150、儲存系統

101、102、103、151、152 陣列控制器

104 儲存單元

105、106、156、157、158、159 介面

五、中文發明摘要：

藉由使用一意指”遮擋(dodging)”的技術，增加 m 個儲存單元之一陣列的錯誤容限(error tolerance)。跨儲存單元之陣列而儲存複數個 k 條帶，其中每一條帶具有 $n+r$ 個元件，係相對應於具有最小漢明距離 $d=r+1$ 的一對稱碼。一條帶之每個元件被儲存在一不同儲存單元中。當一捐贈者條帶(donor stripe)之一最小距離與一接收者條帶(recipient stripe)之一最小距離間的一差值，係大於或等於 2 時，一元件被選取。選取的元件被重建至一沒有接收者條帶之元件的儲存單元中。接收者條帶之一遺失元件接著被重建至選取的元件中。

六、英文發明摘要：

The error tolerance of an array of m storage units is increased by using a technique referred to as “dodging”. A plurality of k stripes are stored across the array of storage units in which each strip has $n+r$ elements that correspond to a symmetric code having a minimum Hamming distance $d=r+1$. Each respective element of a strip is stored on a different storage. An element is selected when a difference between a minimum distance of the donor strip and a minimum distance of a recipient is greater or equal to 2. The selected element is also stored on a storage unit having no elements of the recipient stripe. A lost element of the recipient stripe is then rebuilt on the selected element.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100 儲存系統

101、102、103 陣列控制器

104 儲存單元

105、106 介面

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

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：93120447

※ 申請日期：93 年 7 月 8 日

※IPC 分類：G06F 17/00、11/08(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

增加 m 個儲存單元之一陣列的失效容限方法及資料儲存系統
METHOD AND DATA STORAGE SYSTEM FOR INCREASING
AN ERROR TOLERANCE OF AN ARRAY OF M STORAGE
UNITS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

萬國商業機器公司

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

代表人：(中文/英文) 傑羅 羅森梭 / ROSENTHAL, GERALD

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約州 10504 亞芒克市新奧爾察德路

New Orchard Road, Armonk, NY 10504, U.S.A.

國 籍：(中文/英文) 美國 / U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

斯帝芬 羅伯特 黑茲勒

HETZLER, STEVEN ROBERT

國 籍：(中文/英文) 美國 / U.S.A.

姓 名：(中文/英文)

丹尼爾 菲力 斯密士

SMITH, DANIEL FELIX

國 籍：(中文/英文) 英國 / GB

十、申請專利範圍：

1. 一種增加 m 個儲存單元的一陣列之一錯誤容限(error tolerance)之方法，該方法包含以下步驟：

跨 m 個儲存單元的該陣列儲存 k 個條帶(stripe)，每一條帶具有 $n+r$ 個元件，其中 n 係在該基準陣列之資料元件數目， r 係在該基準陣列之冗餘元件數目， $m > n+r$ ， $jm = k(n+r)$ ，且 m 、 j 及 k 為整數，每個條帶形成具有一最小漢明距離 d 之一擦去(erasure)或錯誤校正碼，且一條帶之每一個別元件被儲存在一不同的儲存單元；

選取在一捐贈者條帶(donor stripe)之一元件，該選取係當該捐贈者條帶之一最小距離與一接收者條帶(recipient stripe)之一最小距離間的一差值，大於或等於 2 時，該選取的元件儲存在一儲存單元，該儲存單元不具有該接收者條帶之元件；以及

重建該接收者條帶之一遺失元件(lost element)至該選取的元件。

2. 如請求項 1 所述之方法，其中在選取該捐贈者條帶之該元件之該步驟前，該接收者條帶之該最小漢明距離為 $d \geq 2$ 。

3. 如請求項 1 所述之方法，進一步包含對儲存該捐贈者條帶之該儲存單元表明，在重建該接收者條帶之該遺失元件至該選取的元件之該步驟前，該選取的元件已經被捐贈之一步驟。

4. 如請求項 1 所述之方法，其中該儲存單元係硬碟機。

5. 如請求項 1 所述之方法，其中該儲存單元係隨機存取記憶

(RAM)儲存裝置。

6. 如請求項 1 所述之方法，其中該捐贈者條帶進一步，係基於對該陣列有一最小性能衝擊而被選取。

7. 如請求項 1 所述之方法，進一步包含基於對該陣列之一改良性能，而選取接收資訊之一步驟。

8. 如請求項 1 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

9. 如請求項 1 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

10. 如請求項 1 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

11. 如請求項 1 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

12. 如請求項 1 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

13. 如請求項 1 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

14. 如請求項 1 所述之方法，其中該陣列包含基於複數個擦去

或錯誤校正碼之一乘積的冗餘。

15. 如請求項 14 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

16. 如請求項 14 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

17. 如請求項 14 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

18. 如請求項 14 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

19. 如請求項 14 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

20. 如請求項 14 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

21. 如請求項 1 所述之方法，其中在重建該接收者條帶之一遺失元件至該選取的元件的該步驟期間，當在該捐贈者條帶之一元件失效時，該方法進一步包含以下步驟：

結束從該接收者條帶重建至少一部份之接收資訊至該選取的元件的該步驟；

從該複數個條帶選取一第二捐贈者條帶，係當該第二捐贈者條帶之一最小距離與一第二接收者條帶之一最小距離間的

一差值，係大於或等於 2 時；

選取在該第二捐贈者條帶之一捐贈元件；以及

從該接收者條帶重建至少一部份之遺失接收資訊至該第二捐贈者條帶中該選取的捐贈元件。

22. 如請求項 1 所述之方法，其中當一備用的元件變成可使用時，該方法進一步包含指派該備用的元件至一選取的儲存單元之一步驟。

23. 一種增加 m 個儲存單元之一陣列的失效容限之方法，該陣列係不禁特定的失效型樣，該方法包含以下步驟：

跨 m 個儲存單元的該陣列儲存 k 個條帶，每一條帶具有 $n+r$ 個元件，其中 n 係在該基準陣列之資料元件數目， r 係在該基準陣列之冗餘元件數目， $m > n+r$ ， $jm = k(n+r)$ ，且 m 、 j 及 k 為整數，每個條帶形成具有一最小漢明距離 d 之一擦去或錯誤校正碼，且一條帶之每一個別元件被儲存在一不同的儲存單元；

在一元件失效後，選取一接收元件；

選取在一捐贈者條帶之一捐贈元件，使得該陣列之一失效容限在一重建作業後被增加；以及

重建該接收者條帶之一遺失元件至該捐贈者條帶之該選取的捐贈元件。

24. 如請求項 23 所述之方法，其中在選取在該捐贈者條帶之該元件的該步驟前，該接收者條帶之該最小漢明距離為 $d \geq 2$ 。

25. 如請求項 23 所述之方法，其中在該重建之步驟後，該陣列

之該最小漢明距離被增加。

26. 如請求項 23 所述之方法，其中該接收元件係基於該陣列之一失效型樣而被選取。

27. 如請求項 23 所述之方法，其中該捐贈元件係基於一預定目標型樣而被選取。

28. 如請求項 23 所述之方法，進一步包含對儲存該捐贈者條帶之該儲存單元表明，在重建該接收者條帶之該遺失元件至該選取的元件之該步驟前，該選取的元件已經被捐贈之一步驟。

29. 如請求項 23 所述之方法，其中該儲存單元係硬碟機。

30. 如請求項 23 所述之方法，其中該儲存單元係隨機存取記憶(RAM)儲存裝置。

31. 如請求項 23 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

32. 如請求項 23 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一Winograd 碼。

33. 如請求項 23 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

34. 如請求項 23 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一

Reed-Solomon 碼。

35. 如請求項 23 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

36. 如請求項 23 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

37. 如請求項 23 所述之方法，其中該陣列包含基於複數個擦去或錯誤校正碼之一乘積的冗餘。

38. 如請求項 37 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

39. 如請求項 37 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

40. 如請求項 37 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

41. 如請求項 37 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

42. 如請求項 37 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

43. 如請求項 37 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼

係一 EVENODD 碼之一衍生。

44. 一種增加一儲存系統之一錯誤容限之方法，該儲存系統具有複數個儲存單元之陣列，每一陣列具有 m 個儲存單元，該方法包含以下步驟：

跨 m 個儲存單元的每一個別陣列儲存 k 個條帶，每一條帶具有 $n+r$ 個元件，其中 n 係在該基準陣列之資料元件數目， r 係在該基準陣列之冗餘元件數目， $m > n+r$ ， $jm = k(n+r)$ ，且 m 、 j 及 k 為整數，每個條帶形成具有一最小漢明距離 d 之一擦去或錯誤校正碼，且一條帶之每一個別元件被儲存至該陣列內一不同的儲存單元；

選取在一捐贈者條帶之一元件，該選取係當該捐贈者條帶之一最小距離與一接收者條帶之一最小距離間的一差值，係大於或等於 2 時，該選取的元件被儲存至不具有該接收者條帶之元件的一儲存單元；以及

重建該接收者條帶之一遺失元件至該選取的元件。

45. 如請求項 44 所述之方法，其中該捐贈者條帶被儲存至不同於該接收者條帶之該陣列之一陣列。

46. 如請求項 44 所述之方法，其中該捐贈者條帶被儲存至與該接收者條帶相同之該陣列。

47. 如請求項 44 所述之方法，其中在選取該捐贈者條帶之該元件之該步驟前，該捐贈者條帶之該最小漢明距離為 $d \geq 2$ 。

48. 如請求項 44 所述之方法，進一步包含對儲存該捐贈者條帶

之該儲存單元表明，在重建該接收者條帶之該遺失元件至該選取的元件之該步驟前，該選取的元件已經被捐贈之一步驟。

49. 如請求項 44 所述之方法，其中該儲存單元係硬碟機。

50. 如請求項 44 所述之方法，其中該儲存單元係隨機存取記憶 (RAM) 儲存裝置。

51. 如請求項 44 所述之方法，其中該捐贈者條帶之該選取的元件進一步，係基於對該捐贈者條帶有一最小性能衝擊而被選取。

52. 如請求項 44 所述之方法，其中該捐贈者條帶進一步，係基於對該儲存系統有一最小性能衝擊而被選取。

53. 如請求項 44 所述之方法，進一步包含基於對該陣列之一改良性能，而選取接收資訊之一步驟。

54. 如請求項 44 所述之方法，進一步包含基於對該儲存系統之一改良性能，而選取接收資訊之一步驟。

55. 如請求項 44 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

56. 如請求項 44 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

57. 如請求項 44 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

58. 如請求項 44 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

59. 如請求項 44 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

60. 如請求項 44 所述之方法，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

61. 如請求項 44 所述之方法，其中該陣列包含基於複數個擦去或錯誤校正碼之一乘積的冗餘。

62. 如請求項 61 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

63. 如請求項 61 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

64. 如請求項 61 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

65. 如請求項 61 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

66. 如請求項 61 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

67. 如請求項 61 所述之方法，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

68. 如請求項 44 所述之方法，其中在重建該接收者條帶之一遺失元件至該選取的元件的該步驟期間，當在該捐贈者條帶之一元件失效時，該方法進一步包含以下步驟：

結束從該接收者條帶重建至少一部份之接收資訊至該選取的元件之該步驟；

從該複數個條帶中選取一第二捐贈者條帶，係當該第二捐贈者條帶之一最小距離與一第二接收者條帶之一最小距離間的一差值，係大於或等於 2 時；

選取在該第二捐贈者條帶之一捐贈元件；以及

從該接收者條帶重建至少一部份遺失之接收資訊至該第二捐贈者條帶中該選取的捐贈元件。

69. 如請求項 44 所述之方法，其中當一備用的元件變成可使用時，該方法進一步包含指派該備用的元件至一選取的儲存單元之一步驟。

70. 一種資料儲存系統，包含：

m 個儲存單元的一陣列， k 個條帶被儲存在 m 個儲存單元的該陣列，每一條帶具有 $n+r$ 個元件，其中 n 係在該基準陣列之資料元件數目， r 係在該基準陣列之冗餘元件數目， $m > n+r$ ， $jm = k(n+r)$ ，且 m 、 j 及 k 為整數，每個條帶形成具有一最小漢明距離 d 之一擦去或錯誤校正碼，且一條帶之每一個別元件被

儲存至一不同的儲存單元；以及

一系統陣列控制器在一捐贈者條帶選取一元件，該選取係當該捐贈者條帶之一最小距離與一接收者條帶之一最小距離間的一差值，係大於或等於2時，該選取的元件被儲存至不具有該接收者條帶之元件的一儲存單元；該系統陣列控制器重建該接收者條帶之一遺失元件至該選取的元件。

71. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中在該系統控制器選取在該捐贈者條帶之該元件之前，該接收者條帶之該最小漢明距離為 $d \geq 2$ 。

72. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該系統控制器對儲存該捐贈者條帶之該儲存單元表明，在重建該接收者條帶之該遺失元件至該選取的元件之該步驟前，該選取的元件已經被捐贈之一步驟。

73. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該儲存單元係硬碟機。

74. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該儲存單元係隨機存取記憶(RAM)儲存裝置。

75. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該系統陣列控制器進一步基於對該陣列有一最小性能衝擊，而選取該捐贈者條帶。

76. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該系統陣列控制器

係基於該陣列之一改良性能，而選取接收資訊。

77. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

78. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

79. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

80. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

81. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

82. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

83. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中該陣列包含基於複數個擦去或錯誤校正碼之一乘積的冗餘。

84. 如請求項 83 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

85. 如請求項 83 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯

誤校正碼係一 Winograd 碼。

86. 如請求項 83 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

87. 如請求項 83 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

88. 如請求項 83 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

89. 如請求項 83 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

90. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中在該系統陣列控制器從該接收者條帶重建至少一部份之接收資訊至該選取的元件時，當該捐贈者條帶之一元件失效，該系統陣列控制器結束從該接收者條帶重建至少一部份之接收資訊至該選取的元件，從該複數個條帶中選取一第二捐贈者條帶，係當該第二捐贈者條帶之一最小距離與一第二接收者條帶之一最小距離間的一差值，係大於或等於 2 時，選取在該第二捐贈者條帶之一捐贈元件，及從該接收者條帶重建至少一部份之遺失接收資訊至該第二捐贈者條帶中該選取的元件。

91. 如請求項 70 所述之資料儲存系統，其中當一備用的元件變成可使用時，該系統陣列控制器指派該備用的元件至一選取的儲存單元。

92. 一種資料儲存系統，包含：

m 個儲存單元的一陣列， k 個條帶係跨 m 個儲存單元的該陣列被儲存，每一條帶具有 $n+r$ 個元件，其中 n 係在該基準陣列之資料元件數目， r 係在該基準陣列之冗餘元件數目， $m > n+r$ ， $jm = k(n+r)$ ，且 m 、 j 及 k 為整數，每個條帶形成具有一最小漢明距離 d 之一擦去或錯誤校正碼，且一條帶之每一個別元件被儲存至一不同的儲存單元；以及

一系統陣列控制器在一元件失效後，選取一接收元件，且選取在一捐贈者條帶之一元件，使得該陣列之一失效容限在一重建作業後被增加，該系統陣列控制器重建該接收者條帶之一遺失元件至該捐贈者條帶之該選取的元件。

93. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中在該系統陣列控制器選取在該捐贈者條帶之該元件之前，該接收者條帶之該最小漢明距離為 $d \geq 2$ 。

94. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中在重建該接收者條帶之該遺失元件至該捐贈者條帶之該選取的元件完成後，該陣列之該最小漢明距離被增加。

95. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中系統陣列控制器選取該接收元件，係基於該陣列之一失效型樣。

96. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中系統陣列控制器選取該捐贈元件，係基於一預定目標型樣。

97. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該系統陣列控制器

對儲存該捐贈者條帶之該儲存單元表明，在重建該接收者條帶之該遺失元件至該選取的元件之該步驟前，該選取的元件已經被捐贈之一步驟。

98. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該儲存單元係硬碟機。

99. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該儲存單元係隨機存取記憶(RAM)儲存裝置。

100. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

101. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

102. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

103. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

104. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

105. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

106. 如請求項 92 所述之資料儲存系統，其中該陣列包含基於複數個擦去或錯誤校正碼之一乘積的冗餘。

107. 如請求項 106 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

108. 如請求項 106 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

109. 如請求項 106 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

110. 如請求項 106 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

111. 如請求項 106 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

112. 如請求項 106 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

113. 一種資料儲存系統，包含：

複數個儲存單元之陣列，每一陣列具有 m 個儲存單元， k 個條帶係跨 m 個儲存單元之每一個別陣列被儲存，每一條帶具有 $n+r$ 個元件，其中 n 係在該基準陣列之資料元件數目， r 係在該基準陣列之冗餘元件數目， $m > n+r$ ， $jm=k(n+r)$ ，且 m 、 j 及 k 為整數，每一條帶形成具有一最小漢明距離 d 之一擦去

或錯誤校正碼，且一條帶之每一個別元件被儲存在該陣列之一不同的儲存單元；

一系統陣列控制器選取在一捐贈者條帶之一元件，該選取係當該捐贈者條帶之一最小距離與一接收者條帶之一最小距離間的一差值，係大於或等於2時，該選取的元件被儲存至不具有該接收者條帶之元件的一儲存單元，該系統陣列控制器重建該接收者條帶之一遺失元件至該選取的元件。

114. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該捐贈者條帶被儲存在不同於該接收者條帶之該陣列之一陣列。

115. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該捐贈者條帶被儲存在與該接收者條帶相同之該陣列。

116. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中在選取在該捐贈者條帶之該元件之該步驟前，該接收者條帶之該最小漢明距離為 $d \geq 2$ 。

117. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該系統陣列控制器對儲存該捐贈者條帶之該儲存單元表明，在重建該接收者條帶之該遺失元件至該選取的元件之該步驟前，該選取的元件已經被捐贈之一步驟。

118. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該儲存單元係硬碟機。

119. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該儲存單元係

隨機存取記憶(RAM)儲存裝置。

120. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該捐贈者條帶，進一步係基於對該捐贈者條帶有一最小性能衝擊而被選取。

121. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該捐贈者條帶之該選取的元件，進一步係基於對該儲存系統有一最小性能衝擊而被選取。

122. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該系統陣列控制器選取該接收資訊，係基於該接收者條帶之一改良性能。

123. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該系統陣列控制器選取該接收資訊，進一步基於該儲存系統之一改良性能。

124. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

125. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

126. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

127. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

128. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

129. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

130. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中該陣列包含基於複數個擦去或錯誤校正碼之一乘積的冗餘。

131. 如請求項 130 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一同位碼。

132. 如請求項 130 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Winograd 碼。

133. 如請求項 130 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一對稱碼。

134. 如請求項 130 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 Reed-Solomon 碼。

135. 如請求項 130 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼。

136. 如請求項 130 所述之資料儲存系統，其中至少一該擦去或錯誤校正碼係一 EVENODD 碼之一衍生。

137. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中當在該系統陣列控制器從該接收者條帶重建接收資訊至該選取的元件時，該捐贈者條帶之一元件失效，該系統陣列控制器結束從該接收者條帶重建接收資訊至該選取的元件，從該複數個條帶中選取一第二捐贈者條帶，係當該第二捐贈者條帶之一最小距離與一第二接收者條帶之一最小距離間的一差值，係大於或等於 2 時，選取在該第二捐贈者條帶之一捐贈元件，及從該接收者條帶重建至少一部份之遺失接收資訊至該第二捐贈者條帶中該選取的元件。

138. 如請求項 113 所述之資料儲存系統，其中當一備用的元件變成可使用時，該系統陣列控制器指派該備用的元件至一選取的儲存單元。

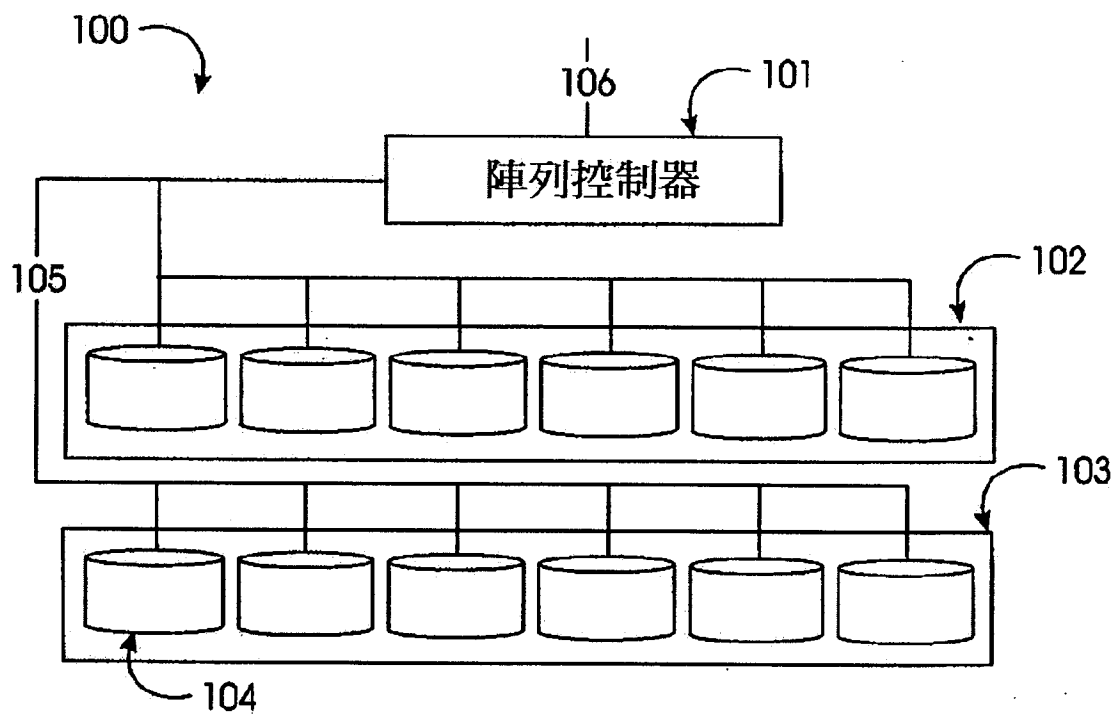


圖 1a

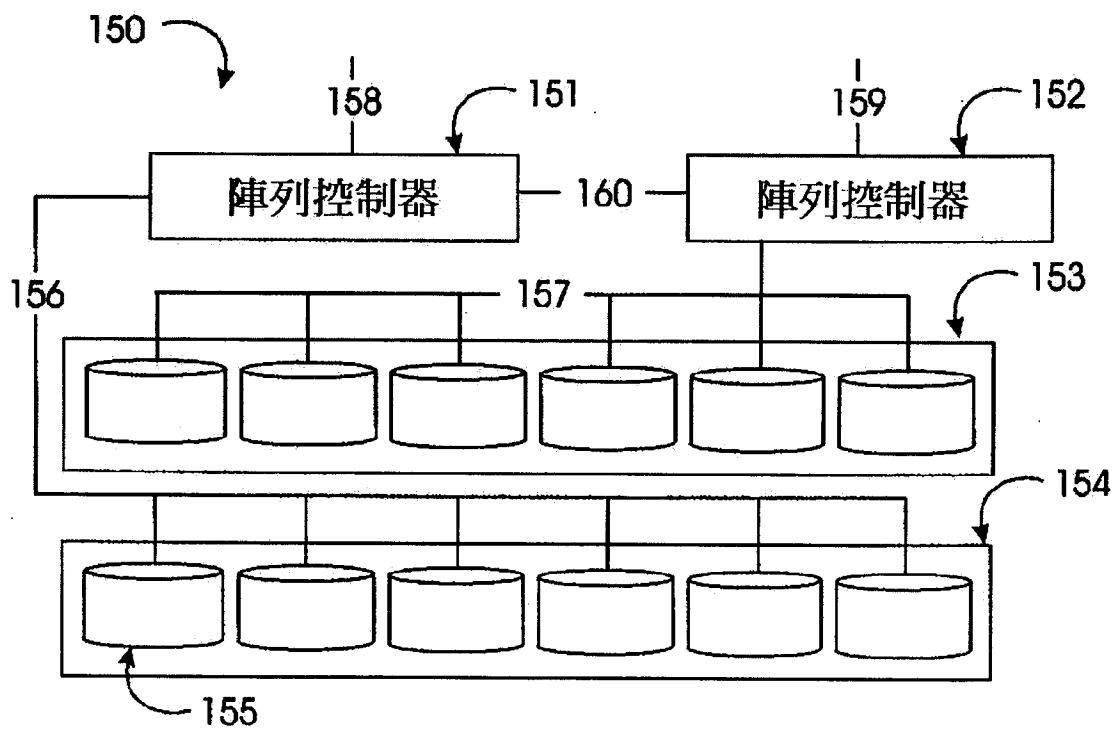


圖 1b

圖 2

200

D1	D2	D3	D4	D5	D6
1	1	1	1	2	2
2	2	3	3	3	3

圖 3

300

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
1	1	1	1	1	1	2	2	2
2	2	2	3	3	3	3	3	3

圖 4

300

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
1	1	1	1	1	1	2	2	2
2	2	2	3	3	3	3	3	3

圖 5

300

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
1	1	1	1	1	1	2	2	2
2	2	2	3	3	3	3	3	3

圖 6

300

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
1	1	1	1	1	1	2	2	2
2	2	2	3	3	3	3	3	<u>1</u>

圖 7

300

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
1	1	1	1	1	1	2	2	2
2	2	2	3	3	3	3	3	3

圖 8

300

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
1	1	1	1	1	1	2	2	2
2	2	2	<u>2</u>	3	3	3	3	<u>1</u>

圖 9

900

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
1	1	1	1	1	1	2	2
2	2	2	2	3	3	3	3
3	3	4	4	4	4	4	4

1000

陣列 1001

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
1	1	1	1	1	1	2	2
2	2	2	2	3	3	3	3
3	3	4	4	4	4	4	4

陣列 1002

D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16
5	5	5	5	5	5	6	6
6	6	6	6	7	7	7	7
7	7	8	8	8	8	8	8

陣列 1003

D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24
9	9	9	9	9	9	10	10
10	10	10	10	11	11	11	11
11	11	12	12	12	12	12	12

圖 10

1000

陣列 1001

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
1	1	1	1	1	1	2	2
2	2	2	2	3	3	3	3
3	3	<u>3</u>	4	4	4	4	4

陣列 1002

D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16
5	5	5	5	5	5	6	6
6	6	6	6	7	7	7	7
7	7	<u>2</u>	8	8	8	8	8

陣列 1003

D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24
9	9	9	9	9	9	10	10
10	10	10	10	11	11	11	11
11	11	<u>1</u>	12	12	12	12	12

圖 11

1200

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
		1		1	1	2	2	2	2
2	2	3	3	3	3	3	3	4	4
4	4	4	4	5	5	5	4	5	1

圖 12