



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201719656 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：105106541

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 03 日

(51) Int. Cl. : G11C13/00 (2006.01)

G06F3/06 (2006.01)

(30) 優先權：2015/11/25 美國

62/259,659

(71) 申請人：旺宏電子股份有限公司 (中華民國) MACRONIX INTERNATIONAL CO., LTD.
(TW)

新竹縣科學工業園區力行路 16 號

(72) 發明人：張弘昇 HUNG-SHENG, CHANG (TW)；李祥邦 HSIANG-PANG, LI (TW)；黃祥智 XIANG-ZHI, HUANG (TW)；張原豪 YUAN-HAO, CHANG (TW)；郭大維 TEI-WEI, KUO (TW)

(74) 代理人：祁明輝；林素華

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：6 共 26 頁

(54) 名稱

將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法及應用其的資料存取系統

METHOD FOR WRITING DATA FROM MEMORY BACK TO STORAGE DEVICE AND DATA ACCESSING SYSTEM USING THE SAME

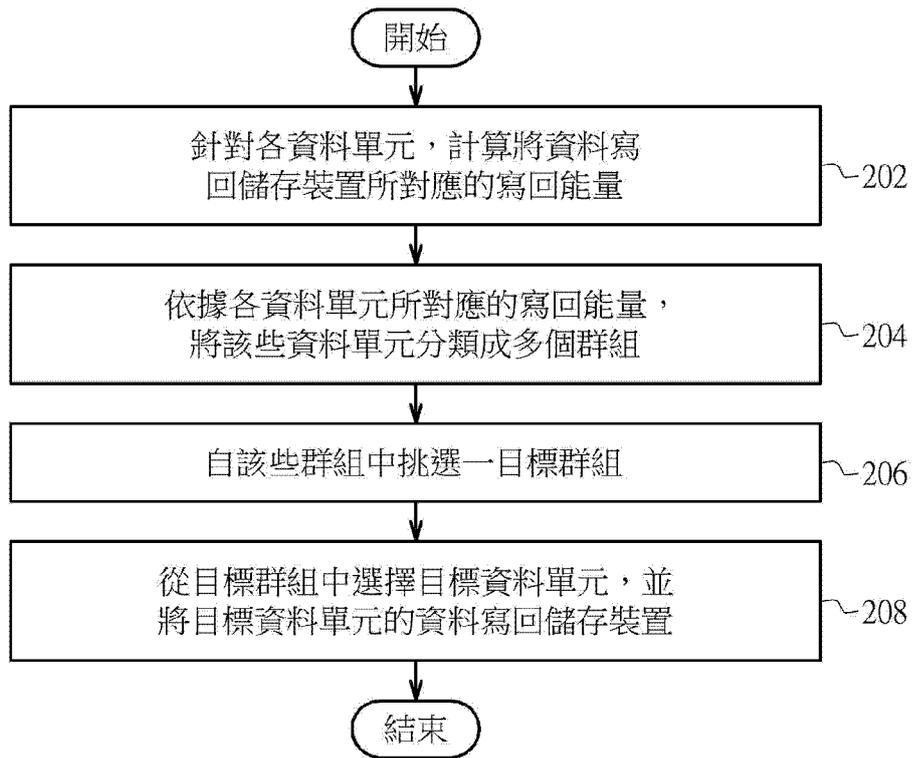
(57) 摘要

一種將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法，記憶體包括多個資料單元以儲存資料，該方法包括：針對各資料單元，計算將資料寫回儲存裝置所對應的寫回能量；依據各資料單元所對應的寫回能量，將該些資料單元分類成多個群組，該些群組各自對應一寫回能量等級；自該些群組中挑選一目標群組，其中該些群組中對應較低寫回能量等級的群組係被賦予較高的機率被選為該目標群組；從目標群組中選擇目標資料單元，並將目標資料單元的資料寫回儲存裝置。

A method for writing data from a memory back to a storage device is provided. The memory includes a plurality of data units for storing data. The method includes steps of: calculating the corresponding write-back energy for each data unit; classifying the data units into a plurality of groups according to the calculated write-back energy, wherein each group corresponds to a write-back energy level; selecting a target group from the groups, wherein one of the groups with a lower write-back energy level is assigned with higher possibility to be chosen as the target group; choosing a target data unit from the target group, and writing the data of the target data unit back to the storage device.

指定代表圖：

符號簡單說明：
202、204、206、
208 . . . 步驟



第 2 圖



201719656

申請日: 1050303

【發明摘要】IPC分類: *G11C 13/00* (2006.01)
G06F 3/06 (2006.01)

【中文發明名稱】 將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法及應用其的資料存取系統

【英文發明名稱】 METHOD FOR WRITING DATA FROM MEMORY BACK TO STORAGE DEVICE AND DATA ACCESSING SYSTEM USING THE SAME

【中文】

一種將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法，記憶體包括多個資料單元以儲存資料，該方法包括：針對各資料單元，計算將資料寫回儲存裝置所對應的寫回能量；依據各資料單元所對應的寫回能量，將該些資料單元分類成多個群組，該些群組各自對應一寫回能量等級；自該些群組中挑選一目標群組，其中該些群組中對應較低寫回能量等級的群組係被賦予較高的機率被選為該目標群組；從目標群組中選擇目標資料單元，並將目標資料單元的資料寫回儲存裝置。

【英文】

A method for writing data from a memory back to a storage device is provided. The memory includes a plurality of data units for storing data. The method includes steps of: calculating the corresponding write-back energy for each data unit; classifying the data units into a plurality of groups according to the calculated

write-back energy, wherein each group corresponds to a write-back energy level; selecting a target group from the groups, wherein one of the groups with a lower write-back energy level is assigned with higher possibility to be chosen as the target group; choosing a target data unit from the target group, and writing the data of the target data unit back to the storage device.

【指定代表圖】：第（ 2 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】：

步驟：202、204、206、208

【特徵化學式】：無

【發明說明書】

【中文發明名稱】將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法及應用其的資料存取系統

【英文發明名稱】METHOD FOR WRITING DATA FROM MEMORY BACK TO STORAGE DEVICE AND DATA ACCESSING SYSTEM USING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種將資料自記憶體寫回(write back)儲存裝置的方法及應用其的資料存取系統。

【先前技術】

【0002】 相變化記憶體(Phase-Change Memory, PCM)因具有高速存取以及關閉電源後仍保留資料的特性，故已廣泛地被使用在各式非揮發性(Non-Volatile)儲存裝置當中。實務上，在對相變化記憶體進行寫入/編程操作時，可藉由加熱電極的方式來改變記憶胞中相變化材質的結晶狀態，以使其呈現對應寫入資料的電阻值。舉例來說，相變化記憶體的多階記憶胞(Multi-Level Cell, MLC)可被編程至四種可能的電阻值分佈，以分別表示“11”、“10”、“00”、“01”等二位元資料。

【0003】 然而，雖然相變化記憶體的多階記憶胞可儲存較多位元的資料，但在進行編程時，其相較於編程單階記憶胞(Single-Level Cell, SLC)需要花費更多的能量，使得系統能耗增加。

【0004】 因此，如何降低對儲存裝置寫入資料所需的能量以降低整體系統耗能，乃目前業界所致力的課題之一。

【發明內容】

【0005】 本發明係關於一種將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法及應用其之資料存取系統，可讓具有較低寫回能量的資料有較高的機率被寫回儲存裝置，藉此降低對儲存裝置寫入資料所需耗費的能量。

【0006】 根據本發明之一方面，提出一種將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法，記憶體包括多個資料單元以儲存資料，該方法包括以下步驟：針對各資料單元，計算將資料寫回儲存裝置所對應的寫回能量；依據各資料單元所對應的寫回能量，將該些資料單元分類成多個群組，該些群組各自對應一寫回能量等級；自該些群組中挑選一目標群組，其中該些群組中對應較低寫回能量等級的群組係被賦予較高的機率被選為該目標群組；從目標群組中選擇目標資料單元，並將目標資料單元的資料寫回儲存裝置。

【0007】 根據本發明之一方面，提出一種資料存取系統，其包括處理單元、記憶體以及儲存裝置。記憶體包括多個資料單元以儲存資料。儲存裝置耦接記憶體。處理單元耦接記憶體，用以針對各資料單元計算將資料寫回儲存裝置所對應的寫回能量，並依據各資料單元所對應的寫回能量，將該些資料單元分類成多個群組，該些群組各自對應一寫回能量等級，其中處理單元在記憶體空間已滿時係執行一寫回程序，該寫回程序包括：自該些群組

中挑選一目標群組，其中該些群組中對應較低寫回能量等級的群組係被賦予較高的機率被選為該目標群組；以及從目標群組中選擇目標資料單元，並將目標資料單元的資料寫回儲存裝置。

【0008】 為了對本發明之上述及其他方面有更佳的瞭解，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【圖式簡單說明】

【0009】

第 1 圖繪示依據本發明一實施例之資料存取系統之簡化方塊圖。

第 2 圖繪示依據本發明一實施例之將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法流程圖。

第 3 圖繪示依據本發明一實施例之記憶體之資料結構之示意圖。

第 4 圖繪示依據本發明一實施例之對應不同寫回能量等級之群組之示意圖。

第 5 圖繪示依據本發明一實施例之資料存取系統之操作流程圖。

第 6 圖繪示依據本發明一實施例之寫回資料挑選程序之操作流程圖。

【實施方式】

【0010】 在本文中，參照所附圖式仔細地描述本發明的一些實施例，但不是所有實施例都有表示在圖示中。實際上，這些發明可使用多種不同的變形，且並不限於本文中的實施例。相對

的，本揭露提供這些實施例以滿足應用的法定要求。圖式中相同的參考符號用來表示相同或相似的元件。

【0011】 第 1 圖繪示依據本發明一實施例之資料存取系統 100 之簡化方塊圖。資料存取系統 100 包括處理單元 102、記憶體 104 以及儲存裝置 106。處理單元 102 例如是中央處理單元 (Central Processing Unit, CPU)、處理器、控制器或其它運算控制電路。記憶體 104 耦接處理單元 102。記憶體 104 例如是系統的主記憶體(Main Memory)，可供處理單元 102 儲存/暫存運算時所需的資料。記憶體 104 可由動態隨機存取記憶體(Dynamic Random Access Memory, DRAM)或其他形式的揮發性(Volatile)記憶體來實現，亦可透過非揮發性(Non-Volatile)記憶體來實現。儲存裝置 106 耦接記憶體 104。儲存裝置 106 可例如由非揮發性記憶體來實現，像是相變化記憶體(Phase-Change Memory, PCM)、NAND 快閃記憶體、磁阻式隨機存取記憶體(Magnetoresistive Random Access Memory, MRAM)、可變電阻式記憶體(Resistive Random Access Memory、ReRAM)等等，可供永久性地儲存資料。

【0012】 在操作上，資料存取系統 100 可視為一種非對稱的存取架構。舉例來說，程式會先儲存在儲存裝置 106 當中，接著程式係被載入記憶體 104 以供處理單元 102 執行(如路徑 A1 所示)。處理單元 102 執行期間所產生的相關運算結果可先暫存至記憶體 104。當記憶體 104 空間被填滿、或是有特定資料必需存回儲存裝置 106 時，處理單元 102 將執行寫回(write back)動作，以

將資料從記憶體 104 寫回儲存裝置 106 (如路徑 A2 所示)。由於將資料寫回儲存裝置 106 需花費一定的寫回能量(例如對相變化記憶體施加熱能以進行編程所花費的能量)，倘若能減少執行寫回操作時所需耗費的寫回能量，將能有效降低系統耗能。

【0013】 依據本發明之實施例，處理單元 102 可先對記憶體 104 中各資料單元的寫回能量作評估，再將該些資料單元依其對應的寫回能量歸類至對應不同寫回能量等級的群組。之後，再配合機率選擇的方式，使得對應低能量等級的群組有較高的機率被選取，進而從所選的群組中找到合適的寫回資料。透過此方式，可讓被選為要寫回儲存裝置 106 的資料大多是對應低寫回能量，使得系統耗能可有效地被降低。

【0014】 第 2 圖繪示依據本發明一實施例之將資料自記憶體 104 寫回儲存裝置 106 的方法流程圖。在步驟 202，處理單元 102 係針對記憶體 104 的各資料單元，計算將資料寫回儲存裝置 106 所對應的寫回能量。所述之資料單元可以是記憶體頁(memory page)或其他的資料管理單位，端視系統的存取架構而定。

【0015】 在一實施例中，可透過計數各資料單元中高能階資料的數目，以決定各資料單元所對應的寫回能量。所述之高能階資料係指須花費較多能量進行編程才能達到目標資料位準的資料，其例如對應一或多個特定位元樣式(bit pattern)。舉例來說，在對相變化記憶體的記憶胞進行編程時，可先基於類似編程單階記憶胞(Single-Level Cell, SLC)的方式來寫入資料的第一個位

元，以形成對應資料“1”(或“11”)、“0”(或“00”)的電阻值分佈。之後若要再寫入第二個位元，則需進行較精準的編程控制，以進一步分出對應資料“10”、“01”的電阻值分佈。因此，寫入資料“10”、“01”所需花費的能量將明顯高於寫入資料“11”、“00”所需花費的能量。故在此例中，位元樣式為“10”、“01”的資料將被視為高能階資料，處理單元 102 可透過計數資料單元中包含多少個位元樣式為“10”及“01”的資料來估計該資料單元所對應的寫回能量。

【0016】 可理解本發明並不以上述例示為限，不同記憶胞分佈所對應的資料當可視不同的設計而調整，使得高能階資料所對應的位元樣式有所不同。在其他例子中，處理單元 102 亦可進一步考量其他因素來計算資料單元所對應的寫回能量。相關敘述將配合第 3 圖進行說明。

【0017】 在步驟 204，處理單元 102 可依據各資料單元所對應的寫回能量，將該些資料單元分類成多個群組，其中該些群組係各自對應一寫回能量等級。舉例來說，處理單元 102 可將寫回能量位於第一寫回能量區間(如 50 焦耳至 150 焦耳)的資料單元歸類至第一群組，並將寫回能量位於第二寫回能量區間(如 150 焦耳至 250 焦耳)的資料單元歸類至第二群組，以此類推，直到將所有的資料單元皆分類至合適的群組。此時，第一群組相當於對應一較低的寫回能量等級，其中包含寫回能量落在 50 焦耳至 150 焦耳之間的資料單元，而第二群組則相當於對應一較高的寫回能量等級，其中包含寫回能量落在 150 焦耳至 250 焦耳之間的資料單

元。換言之，所謂對應相對低寫回能量等級的群組，係指該群組中所包含的資料單元的寫回能量係落在一相對低的寫回能量區間；而所謂對應相對高寫回能量等級的群組，係指該群組中所包含的資料單元的寫回能量係落在一相對高的寫回能量區間。

【0018】 在步驟 206，處理單元 102 係自該些群組中挑選一目標群組，其中該些群組中對應較低寫回能量等級的群組係被賦予較高的機率被選為該目標群組。舉例來說，若處理單元 102 係以隨機方式來挑選目標群組，則可在隨機選擇的樣本空間中增加對應低寫回能量等級群組的樣本數，並減少對應高寫回能量等級群組的樣本數，藉此提高低寫回能量等級群組被選為目標群組的機率。舉例來說，假設有三個群組 A、B、C，其所對應的寫回能量範圍例如分別是 0~100 焦耳、200~300 焦耳、300~400 焦耳，且此三個群組 A、B、C 分別被賦予不同的權重，例如分別為 4、2、1，此時，挑選到群組 A 的機率為 $4/7$ ，挑選到群組 B 的機率是 $2/7$ ，而挑選到群組 C 的機率是 $1/7$ 。因此，具有相對低寫回能量的群組 A 被挑到的機率將相較於其他群組 B、C 來得高。透過此方式，儲存裝置 106 將有較大的機率是被寫回低寫回能量的資料，進而降低對儲存裝置 106 執行寫回操作所需耗費的能量。

【0019】 在一實施例中，機率挑選群組的權重設定可以是從對應最高寫回能量等級的群組開始，指定其權重為 1，第二高的為 2，第三高的為 4，以此類推，之後再把這些權重加起來當作分母，分子為對應的群組之權重(即，對應群組之權重除以權重總

和)，以得到該群組所對應的被挑選機率。如此一來，具有相對低寫回能量的群組將具有較高的被挑選機率。可理解上述例示所採用的權重值設定僅是作為說明用途，並非用以限制本發明。在其他實施例中，權重值的設定亦可視不同應用而作調整。

【0020】 此外，透過機率的散佈性，可消除因為冷資料(Cold Data)、熱資料(Hot Data)對能耗的影響。進一步說，有些資料雖然具備低寫回能量，但其被寫回的頻率高(熱資料)，使得整體的寫回能量仍是高的。透過機率選擇方式，將可使部分寫回能量雖高、但寫回頻率低的資料(冷資料)有機會被選擇寫回，藉此減緩冷、熱資料對能耗的影響。

【0021】 在步驟 208，處理單元 102 係從所選的目標群組中選擇目標資料單元，並將目標資料單元的資料寫回儲存裝置 106。處理單元 102 可基於隨機方式或是一定規則來挑選目標資料單元。由於各資料單元已經過分類，且對應低寫回能量等級的群組係被賦予較高的被選機率，故處理單元 102 並不需一一比較各資料單元的寫回能量以找出相對低寫回能量的資料後再將其寫回。因此，處理單元 102 可透過此方式快速地挑選出欲寫回儲存裝置 106 的資料，藉此縮短整體編程時間。

【0022】 在一實施例中，處理單元 102 在對記憶體 104 執行寫入操作後即會對相關的資料單元進行如步驟 202 及 204 的管理及分類，並在記憶體 104 空間被填滿時，執行如步驟 206 及 208 的寫回程序。

【0023】 第 3 圖繪示依據本發明一實施例之記憶體之資料結構之示意圖。為方便說明，此處所述之記憶體係以第 1 圖之記憶體 104 為例，但並不以此限制本發明。

【0024】 在第 3 圖的例子中，記憶體 104 包括多個資料單元 DU，各資料單元 DU 係包括多條快取線 CL。資料單元 DU 例如是一資料頁，其大小例如是 4K 位元組(Byte)或 4M 位元組，而一條快取線 CL 的大小例如是 64 位元組或 128 位元組，端視實際應用而定。

【0025】 各資料單元 DU 分別被賦予一個資料計數器 302，各資料計數器 302 用以計算對應之資料單元 DU 中有多少個高耗能資料(如位元樣式為“10”及“01”的資料)，以供處理單元 102 估算各資料單元 DU 所對應的寫回能量。

【0026】 在一實施例中，資料計數器 302 並不需計數對應資料單元 DU 中所有快取線 CL 所包含的高耗能資料數量，而僅需計數曾被修改過資料的快取線 CL 中的高耗能資料數量即可。進一步說，各快取線 CL 係被賦予一個髒位元(dirty bit)DB 以指示其是否曾被修改過資料/被寫入。當一快取線 CL 被髒位元 DB 標記(例如髒位元 DB 的值=1)，係表示該快取線 CL 曾被修改過資料。反之，當快取線 CL 未被髒位元 DB 標記(例如髒位元 DB 的值=0)，則表示該快取線 CL 未曾被修改過資料。一般而言，只有被修改過的資料才可能有寫回儲存裝置 106 的需要，故資料計數器 302 可透過計數各資料單元 DU 中被髒位元 DB 標記之快取線 CL 所包

含的高能階資料的數目，以供處理單元 102 計算各資料單元 DU 所對應的寫回能量。舉例來說，處理單元 102 可基於以下公式計算資料單元 DU 所對應的寫回能量：

$$\text{【0027】 } E_{pf} = C_{pc} \times E_{he} + \left(\frac{N_{cl} \times C_{dirty}}{2} - C_{pc} \right) \times E_{le} \quad (\text{式一})$$

【0028】 其中 E_{pf} 表示一資料單元 DU 所對應的寫回能量， C_{pc} 表示資料計數器 302 的計數結果， C_{dirty} 表示資料單元 DU 中被髒位元 DB 標記之快取線 CL 之數量， N_{cl} 表示一快取線 CL 中的位元數， E_{he} 表示寫入高能階資料(如資料“01”或“10”)的平均寫回能量， E_{le} 表示寫入低能階資料(如資料“00”或“11”)的平均寫回能量。

【0029】 進一步說，項次 $N_{cl} \times C_{dirty}$ 為所有被髒位元 DB 標記之快取線 CL 所包含的位元數目，而對於多階記憶胞(MLC)來說，由於每次寫入操作都是寫入兩個位元的資訊，故在(式一)中，係將項次 $N_{cl} \times C_{dirty}$ 除以 2 以計算其實際寫入的動作。另外，在(式一)中未將項次 $C_{pc} \times E_{he}$ 除以 2 的原因係在於 C_{pc} 本身即記錄了高能階資料(如資料“01”或“10”)的個數，而不是分別紀錄有幾個位元，故不需除以 2。

【0030】 可理解本發明並不以上述例示為限，凡是基於資料單元中高能階資料的數量來評估對應資料單元的寫回能量，皆屬本發明精神之範疇。

【0031】 第 4 圖繪示依據本發明一實施例之對應不同寫回能量等級之群組之示意圖。在第 4 圖的例子中，係設有 n 個群組

$G1\sim Gn$ ，其中 n 為正整數。群組 $G1\sim Gn$ 分別對應至寫回能量等級 $LV1\sim LVn$ ，並由低寫回能量至高寫回能量依序排列。對應同一寫回能量等級/寫回能量區間的資料群組係被歸類至同一群組。如第 4 圖所示，對應寫回能量等級 $LV1$ 的資料單元 $DU11\sim DU1i$ 係被歸類至群組 $G1$ ；對應寫回能量等級 $LV2$ 的資料單元 $DU21\sim DU2j$ 係被歸類至群組 $G2$ ；對應寫回能量等級 LVn 的資料單元 $DUn1\sim DUnk$ 係被歸類至群組 Gn ，其中 $i、j、k$ 為正整數。舉例來說，假設寫回能量等級 $LV1$ 係表示寫回能量為 100 焦耳至 200 焦耳的等級，而寫回能量等級 $LV2$ 係表示寫回能量為 200 焦耳至 400 焦耳的等級，此時，若第一資料單元、第二資料單元以及第三資料單元被寫回儲存裝置 106 所需耗費的能量分別為 130 焦耳、180 焦耳以及 300 焦耳，則第一、二資料單元將被分類至同一群組 $G1$ ，而第三資料單元將被分類至群組 $G2$ 。

【0032】 在一實施例中，各群組 $G1\sim Gn$ 所對應的寫回能量區間可以是平均劃分。舉例來說，若最大寫回能量為 E ，則各群組 $G1\sim Gn$ 所對應的寫回能量區間的區間寬度可以皆設定為 E/n 。此時，群組 $G1$ 係對應 0 至 $\frac{E}{n}$ 的寫回能量區間，群組 $G2$ 係對應 $\frac{E}{n}$ 至 $\frac{2E}{n}$ 的寫回能量區間，群組 $G3$ 係對應 $\frac{2E}{n}$ 至 $\frac{3E}{n}$ 的寫回能量區間，以此類推。

【0033】 又一實施例中，各群組 $G1\sim Gn$ 所對應的寫回能量區間可以是非平均劃分。舉例來說，若最大寫回能量為 E ，則各群組 $G1\sim Gn$ 所對應的寫回能量區間可基於一特定底數 Q 的冪次方

來劃分。以底數 Q 等於 2 為例，群組 G1 係對應 0 至 $\frac{E}{2}$ 的寫回能量區間，群組 G2 係對應 $\frac{E}{2}$ 至 $(\frac{E}{2} + \frac{E}{2^2})$ 的寫回能量區間，群組 G3 係對應 $(\frac{E}{2} + \frac{E}{2^2})$ 至 $(\frac{E}{2} + \frac{E}{2^2} + \frac{E}{2^3})$ 的寫回能量區間，以此類推。若群組 G1~Gn 係按照寫回能量的高低由低至高依序排列，低寫回能量群組所對應的寫回能量區間寬度係高寫回能量群組所對應的寫回能量區間寬度的 Q^R 倍，其中 Q 表示冪次方劃分最大寫回能量 E 的底數， R 表示兩群組間的序數差， Q 、 R 皆為正整數。以前述例子為例，在底數 Q 等於 2 的情況下，群組 G1(對應序數為 1)的寫回能量區間寬度係群組 G3(對應序數為 3)的寫回能量區間寬度的 $2^{(3-1)}$ 倍。

【0034】 可理解本發明並不以上述例示為限。各群組所對應的寫回能量區間亦可基於其他規則來劃分，端視不同應用而定。

【0035】 第 5 圖繪示依據本發明一實施例之資料存取系統之操作流程圖。為方便說明，此處所述之資料存取系統係以第 1 圖之資料存取系統 100 為例，但並不以此限制本發明。

【0036】 在步驟 502，處理單元 102 先是判斷所欲存取的資料單元(例如資料頁)是否存在記憶體 104 中。若是，則接續步驟 504，處理單元 102 將判斷是對該資料單元進行讀取或寫入操作。若否，則接續步驟 516，處理單元 102 接著判斷記憶體 104 是否空間已滿。若是，則進入步驟 506，處理單元 102 執行寫回資料挑選程序，以自記憶體 104 選取合適的寫回資料並將其寫回儲存裝置 106 當中。所述挑選程序的一例示性細部流程將配合第 6 圖

進行說明。

【0037】 若步驟 516 的判斷結果為否，也就是記憶體 104 的空間尚未被填滿，處理單元 102 將執行步驟 518，以在記憶體 104 中建立欲存取的資料單元。舉例來說，處理單元 102 可以從儲存裝置 106 讀出或者是直接在記憶體 104 上建立內容為空的記憶體頁面以供讀寫。

【0038】 在步驟 510，當處理單元 102 判斷出欲對資料單元進行讀取操作，處理單元 102 將自該資料單元讀取資料。

【0039】 在步驟 508，當處理單元 102 判斷出欲對資料單元進行寫入操作，處理單元 102 將對該資料單元寫入資料。接著如步驟 512 及 514 所示，針對寫入後的資料單元，處理單元 102 將計算其對應的寫回能量，並依據求得的寫回能量將其歸類至對應的群組，以便之後寫回資料的挑選。

【0040】 第 6 圖繪示依據本發明一實施例之寫回資料挑選程序之操作流程圖。此操作流程圖可例如作為第 5 圖中步驟 506 的細部流程圖，但本發明並不以此為限。

【0041】 在步驟 602，處理單元 102 先是初始化一迴圈計數器的值，例如將其重置為 0。

【0042】 在步驟 604，處理單元 102 係以隨機方式選取群組。各群組例如被賦予不同的被選機率，使得低能量等級的群組相較於高能量等級的群組更容易被挑選到。

【0043】 在步驟 606，處理單元 102 調整迴圈計數器的值，

以計數處理單元 102 隨機選取群組的次數。舉例來說，可基於以下公式來調整迴圈計數器的值：

【0044】 $i=i+1$ (式二)

【0045】 其中 i 表示迴圈計數器的值。

【0046】 在步驟 608，處理單元 102 係判斷所選的群組中是否有任何資料單元。若否，則表示處理單元 102 需重新選取群組。如步驟 612 所示，處理單元 102 將判斷迴圈計數器的值是否超過一預定閾值，並在判斷出迴圈計數器的值尚未超過該預定閾值時，再次地執行步驟 604 以重新挑選群組。反之，當迴圈計數器的值超過該預定閾值，表示處理單元 102 已進行多次隨機選取程序仍無法挑選到有效的群組(即當中有存放資料單元的群組)，此時，處理單元 102 將執行步驟 614，改以一固定順序搜尋有效的群組，例如從對應最低寫回能量等級的群組開始尋找第一個具有資料單元的群組。

【0047】 被挑選到的有效群組可視為目標群組。在挑選出目標群組後，處理單元 102 將自所選的目標群組中挑選出目標資料單元，並將該目標資料單元寫回儲存裝置 106，如步驟 610 及 616 所示。在完成如第 6 圖所示的寫回資料挑選程序後，處理單元 102 可例如接續如第 5 圖的步驟 518，以執行後續對記憶體 104 的相關操作。

【0048】 綜上所述，本發明所提出之將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法及應用其的資料存取系統，可先對記憶體中各資料

單元的寫回能量作估計，再將該些資料單元依其對應的寫回能量歸類至對應不同寫回能量等級的群組。之後，再配合機率選擇的方式，使得對應低能量等級的群組有較高的機率被選取，進而從所選的群組中找到合適的寫回資料。透過此方式，不僅可以有效地降低系統耗能，更可提升選取合適寫回資料的速度，進而縮短整體編程時間。

【0049】 雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明。本發明所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾。因此，本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【符號說明】

【0050】

100：資料存取系統

102：處理單元

104：記憶體

106：儲存裝置

A1、A2：路徑

步驟：202、204、206、208、502、504、506、508、510、512、514、516、518、602、604、606、608、610、612、614、616

302：資料計數器

DU、DU11~DU1i、DU21~DU2j、DUn1~DUnk：資料單元

CL：快取線

DB：隣位元

G1~Gn：群組

LV1~LVn：寫回能量等級

E：最大寫回能量

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】一種將資料自記憶體寫回儲存裝置的方法，該記憶體包括複數個資料單元以儲存資料，該方法包括：

針對各該資料單元，計算將資料寫回該儲存裝置所對應的寫回能量；

依據各該資料單元所對應的寫回能量，將該些資料單元分類成複數個群組，該些群組各自對應一寫回能量等級；

自該些群組中挑選一目標群組，其中該些群組中對應較低寫回能量等級的群組係被賦予較高的機率被選為該目標群組；以及

從該目標群組中選擇一目標資料單元，並將該目標資料單元的資料寫回該儲存裝置。

【第 2 項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包括：

計數各該資料單元中高能階資料的數目，以決定各該資料單元所對應的寫回能量；

其中該高能階資料係對應一或多個特定位元樣式。

【第 3 項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該些資料單元分別包括複數條快取線，該方法更包括：

計數各該資料單元中被髒位元 (dirty bit) 標記之快取線所包含的高能階資料的數目，以決定各該資料單元所對應的寫回能量；

其中該高能階資料係對應一或多個特定位元樣式。

【第 4 項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包括：

將該些資料單元中寫回能量位於一第一寫回能量區間的資料單元歸類至該些群組中的一第一群組；以及

將該些資料單元中寫回能量位於一第二寫回能量區間的資料單元歸類至該些群組中的一第二群組；

其中該第一寫回能量等級的區間寬度等於該第二寫回能量等級的區間寬度。

【第 5 項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，更包括：

將該些資料單元中寫回能量位於一第一寫回能量區間的資料單元歸類至該些群組中的一第一群組；以及

將該些資料單元中寫回能量位於一第二寫回能量區間的資料單元歸類至該些群組中的一第二群組；

其中該第一寫回能量區間以及該第二寫回能量區間係基於一特定底數的冪次方對一最大寫回能量作劃分而產生。

【第 6 項】一種資料存取系統，包括：

一記憶體，包括複數個資料單元以儲存資料；

一儲存裝置，耦接該記憶體；以及

一處理單元，耦接該記憶體，用以針對各該資料單元，計算將資料寫回該儲存裝置所對應的寫回能量，並依據各該資料單元所對應的寫回能量，將該些資料單元分類成複數個群組，該些群組各自對應一寫回能量等級，其中該處理單元在該記憶體空間已滿時係執行一寫回程序，該寫回程序包括：

自該些群組中挑選一目標群組，其中該些群組中對應較低寫

回能量等級的群組係被賦予較高的機率被選為該目標群組；以及從該目標群組中選擇一目標資料單元，並將該目標資料單元的資料寫回該儲存裝置。

【第 7 項】如申請專利範圍第 6 項所述之資料存取系統，更包括：

複數個資料計數器，用以計數該些資料單元中高能階資料的數目，以供該處理單元計算各該資料單元所對應的寫回能量；

其中該高能階資料係對應一或多個特定位元樣式。

【第 8 項】如申請專利範圍第 6 項所述之資料存取系統，其中該些資料單元分別包括複數條快取線，該資料存取系統更包括：

複數個資料計數器，用以計數各該資料單元中，被髒位元 (dirty bit) 標記之快取線所包含的高能階資料的數目，以供該處理單元計算各該資料單元所對應的寫回能量；

其中該高能階資料係對應一或多個特定位元樣式。

【第 9 項】如申請專利範圍第 6 項所述之資料存取系統，其中該處理單元將該些資料單元中寫回能量位於一第一寫回能量區間的資料單元歸類至該些群組中的一第一群組，並將該些資料單元中寫回能量位於一第二寫回能量區間的資料單元歸類至該些群組中的一第二群組；

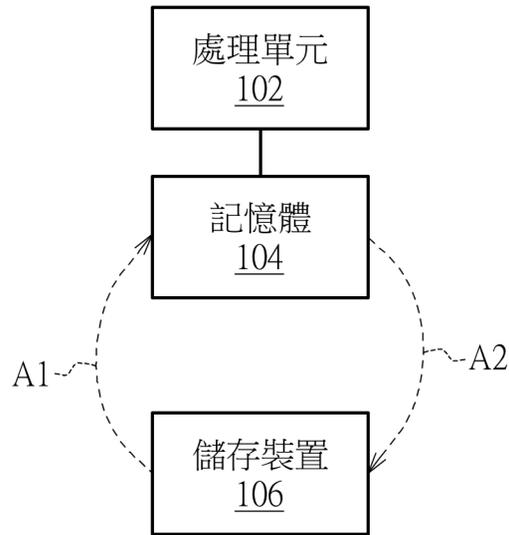
其中該第一寫回能量等級的區間寬度等於該第二寫回能量等級的區間寬度。

【第 10 項】如申請專利範圍第 6 項所述之資料存取系統，其中該處理單元將該些資料單元中寫回能量位於一第一寫回能量區間的資料單元歸類至該些群組中的一第一群組，並將該些資料單元中寫回能量位於一第二寫回能量區間的資料單元歸類至該些群組中的一第二群組；

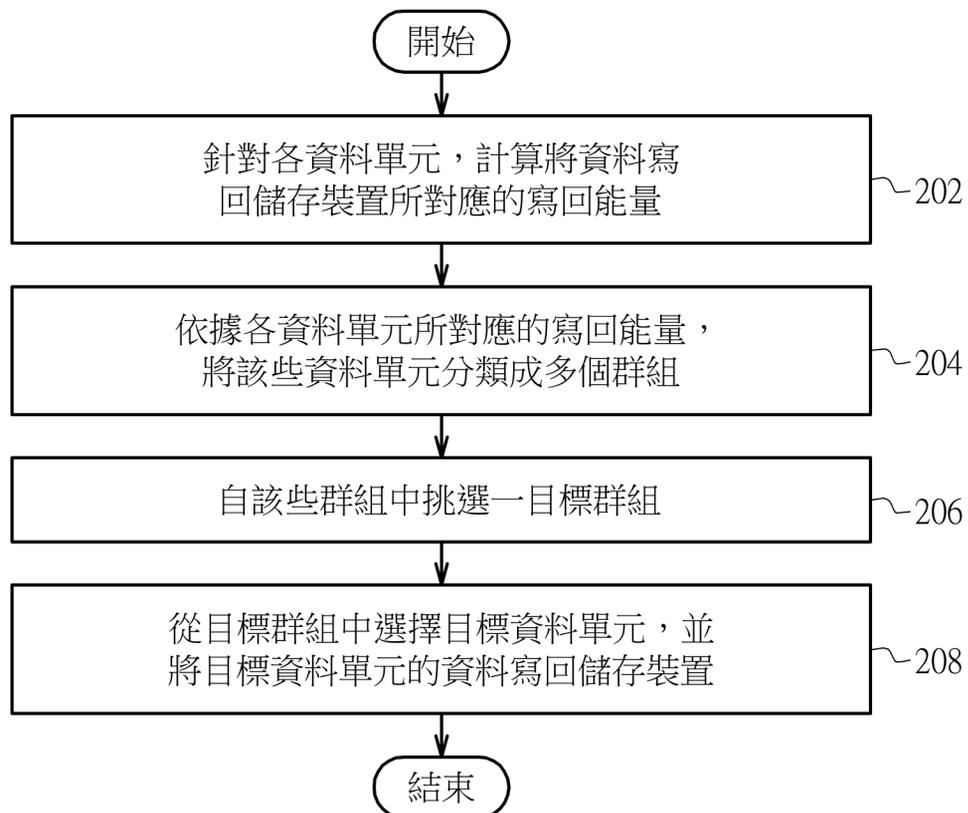
其中該第一寫回能量區間以及該第二寫回能量區間係基於一特定底數的冪次方對一最大寫回能量作劃分而產生。

【發明圖式】

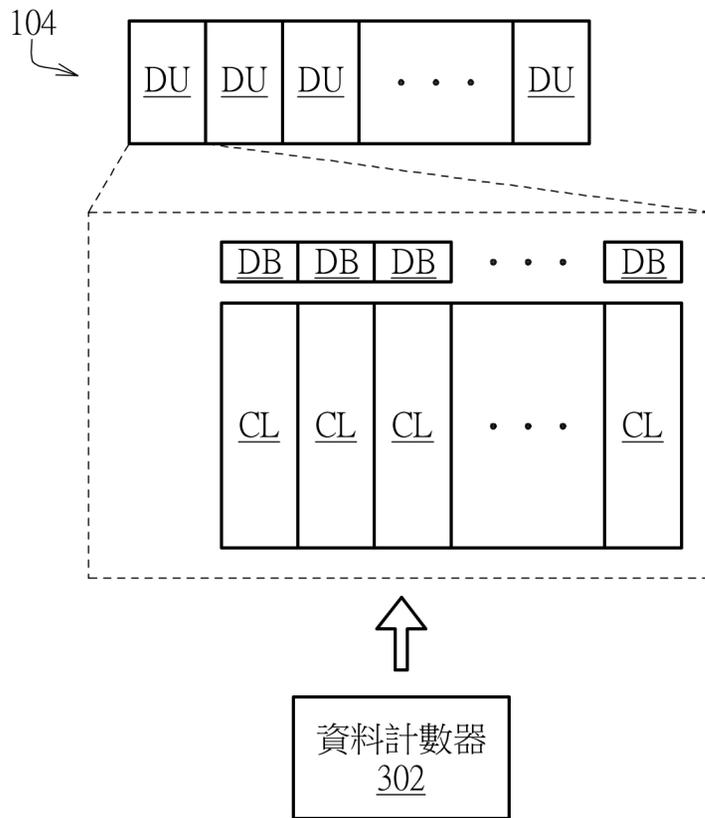
100



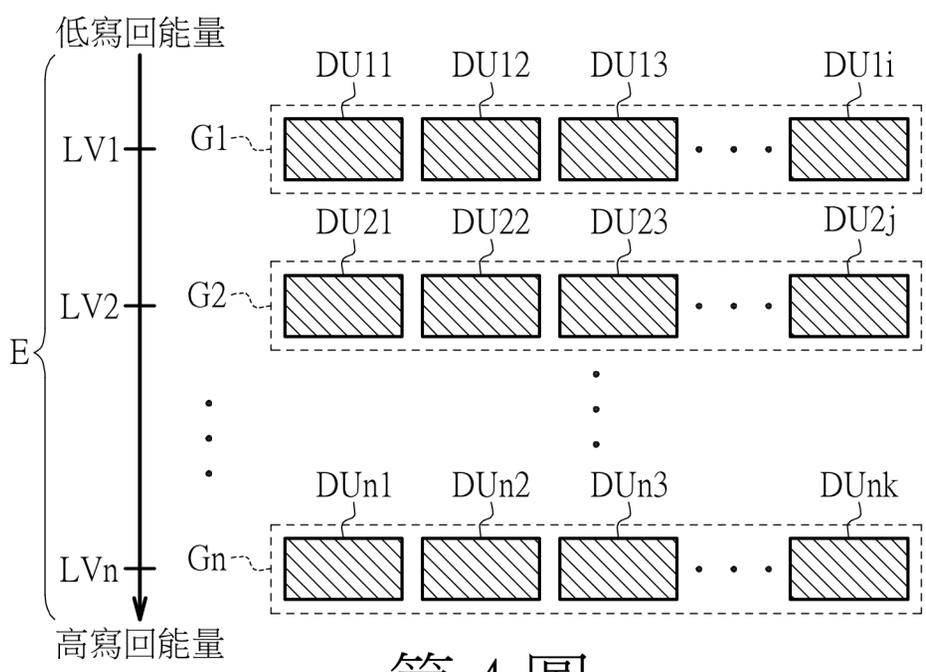
第 1 圖



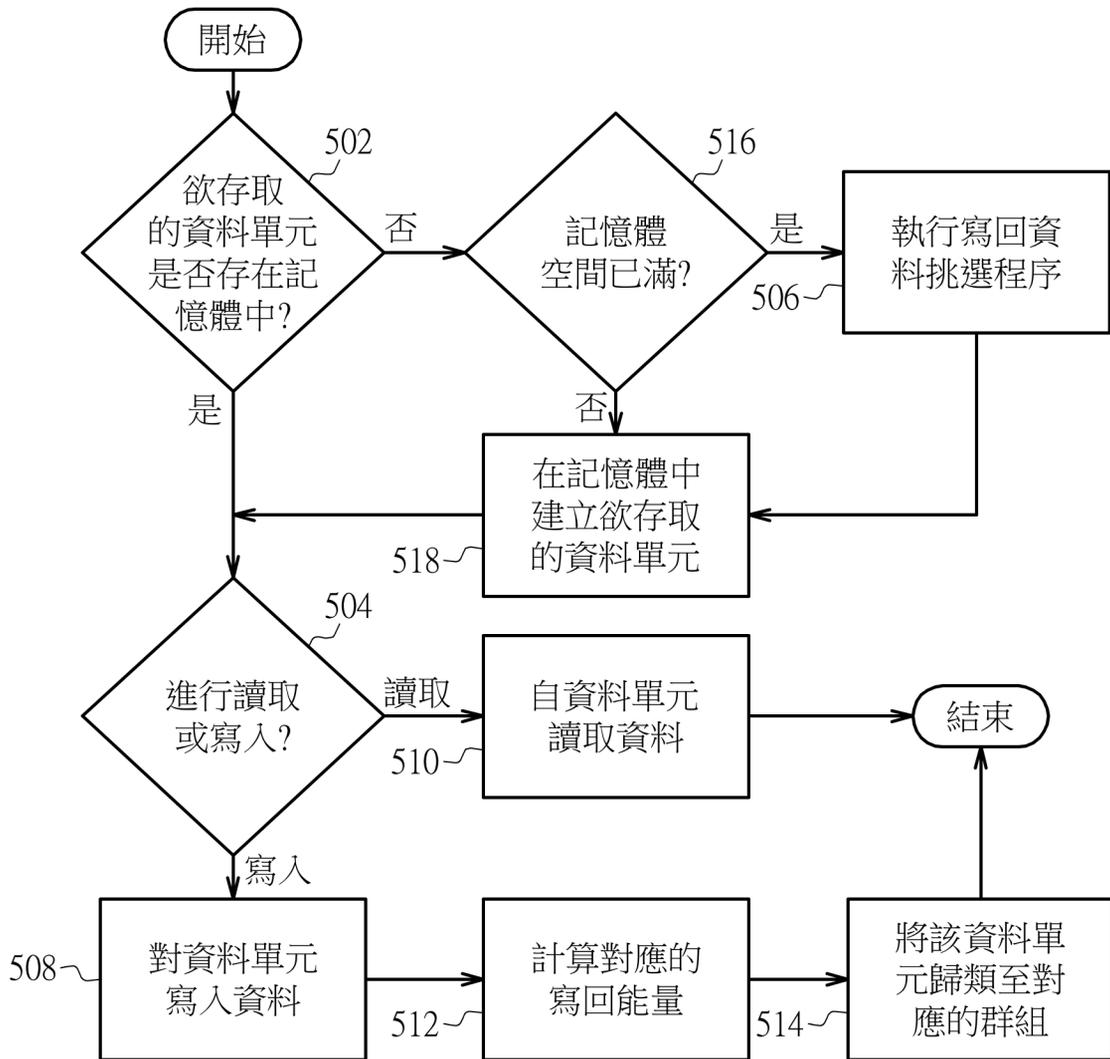
第 2 圖



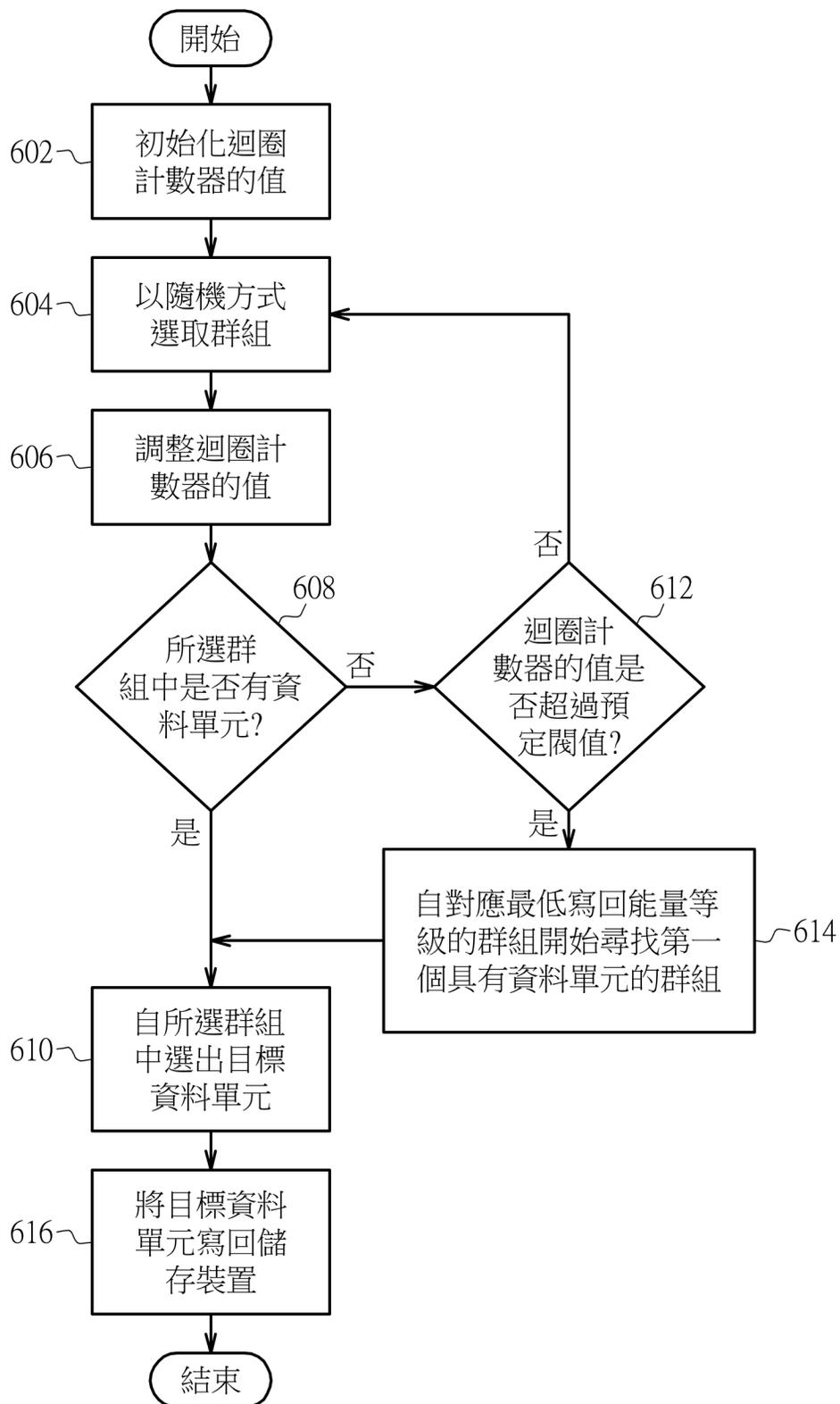
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖