



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I544326 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：102143915

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 29 日

(51)Int. Cl. : G06F11/16 (2006.01)

G06F11/10 (2006.01)

G06F12/16 (2006.01)

(30)優先權：2013/03/18 日本

2013-055548

(71)申請人：東芝股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)

日本

(72)發明人：橋本大輔 HASHIMOTO, DAISUKE (JP)；永井宏一 NAGAI, KOICHI (JP)；渡部孝
紀 WATANABE, TAKANORI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201248640A

TW 201306035A

CN 102221981A

US 2010/0306577A1

審查人員：林民安

申請專利範圍項數：57 項 圖式數：85 共 226 頁

(54)名稱

資訊處理系統、控制程式、及資訊處理裝置

INFORMATION PROCESSING SYSTEM, CONTROL PROGRAM, AND INFORMATION
PROCESSING DEVICE

(57)摘要

根據一實施例，一種資訊處理系統基於自一第一儲存單元獲取之可靠性資訊而判定該第一儲存單元之一儲存狀態，在該第一儲存單元之該儲存狀態經辨識為一受保護狀態時，對一第二儲存單元執行寫入且對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之至少一者執行讀取，且根據該寫入更新該第一儲存單元及該第二儲存單元中之所儲存之資料的位址。

According to an embodiment, an information processing system determines a storage status of a first storage unit based on reliability information acquired from the first storage unit, when the storage status of the first storage unit is recognized as a protected state, executes write on a second storage unit and executes read on at least one of the first and second storage units, and updates addresses of stored data in the first and second storage units according to the write.

指定代表圖：

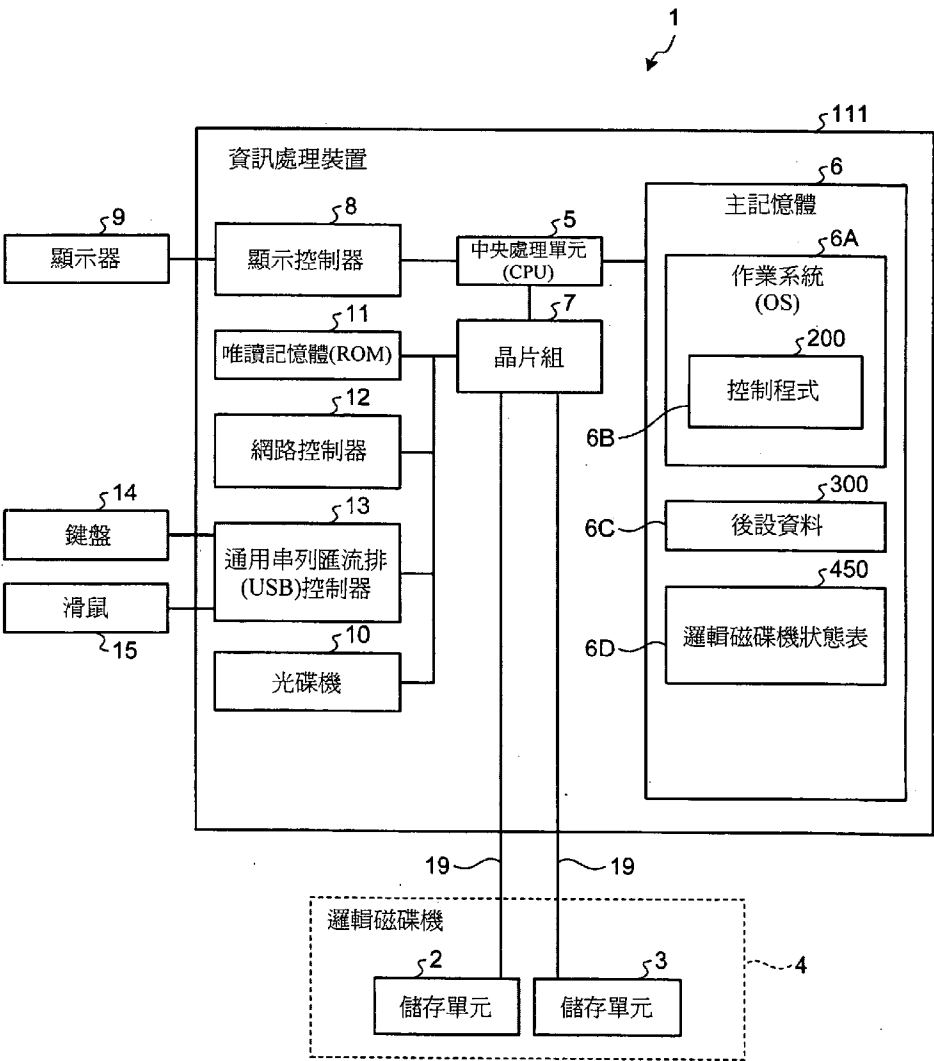


圖1

符號簡單說明：

- 1 . . . 資訊處理系統
- 2 . . . 儲存單元
- 3 . . . 儲存單元
- 4 . . . 邏輯碟機
- 5 . . . 中央處理單元 (CPU)
- 6 . . . 主記憶體
- 6A . . . 儲存區域
- 6B . . . 儲存區域
- 6C . . . 後設資料區域
- 6D . . . 區域
- 7 . . . 晶片組
- 8 . . . 顯示控制器
- 9 . . . 顯示器(顯示裝置)
- 10 . . . 光碟機
- 11 . . . 唯讀記憶體 (ROM)
- 12 . . . 網路控制器
- 13 . . . 通用串列匯流排(USB)控制器
- 14 . . . 鍵盤
- 15 . . . 滑鼠
- 19 . . . 介面
- 111 . . . 資訊處理裝置
- 200 . . . 控制程式
- 300 . . . 後設資料
- 450 . . . 邏輯碟機狀態表

公告本

發明摘要

中文摘要替換本(105 年 3 月 10 日)

※ 申請案號：102143915

※ 申請日：102年11月29日

※IPC 分類：G06F 11/16 (2006.01)

G06F 11/10 (2006.01)

G06F 12/16 (2006.01)

【發明名稱】

資訊處理系統、控制程式、及資訊處理裝置

INFORMATION PROCESSING SYSTEM, CONTROL PROGRAM,
AND INFORMATION PROCESSING DEVICE

【中文】

根據一實施例，一種資訊處理系統基於自一第一儲存單元獲取之可靠性資訊而判定該第一儲存單元之一儲存狀態，在該第一儲存單元之該儲存狀態經辨識為一受保護狀態時，對一第二儲存單元執行寫入且對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之至少一者執行讀取，且根據該寫入更新該第一儲存單元及該第二儲存單元中之所儲存之資料的位址。

【英文】

According to an embodiment, an information processing system determines a storage status of a first storage unit based on reliability information acquired from the first storage unit, when the storage status of the first storage unit is recognized as a protected state, executes write on a second storage unit and executes read on at least one of the first and second storage units, and updates addresses of stored data in the first and second storage units according to the write.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1	資訊處理系統
2	儲存單元
3	儲存單元
4	邏輯碟機
5	中央處理單元(CPU)
6	主記憶體
6A	儲存區域
6B	儲存區域
6C	後設資料區域
6D	區域
7	晶片組
8	顯示控制器
9	顯示器(顯示裝置)
10	光碟機
11	唯讀記憶體(ROM)
12	網路控制器
13	通用串列匯流排(USB)控制器
14	鍵盤
15	滑鼠
19	介面
111	資訊處理裝置
200	控制程式
300	後設資料

450 邏輯碟機狀態表

【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，請勿任意更動)

【發明名稱】

資訊處理系統、控制程式、及資訊處理裝置

INFORMATION PROCESSING SYSTEM, CONTROL PROGRAM,
AND INFORMATION PROCESSING DEVICE

對相關申請案之交叉參考

本申請案係基於主張2013年3月18日申請之日本專利申請案第2013-055548號之優先權的權利，所有申請案之全部內容以引用之方式併入本文中。

【技術領域】

本文中所描述之實施例係關於用於將第一儲存單元之資料遷移至第二儲存單元之一資訊處理系統、一控制程式及一資訊處理裝置。

【先前技術】

當用於個人電腦或伺服器之次級儲存裝置係使用快閃記憶體組態時，在某種狀況下，存在無法用作儲存區域之有缺陷區塊或無法讀取之有缺陷區域，此係因為(例如)常常出現錯誤。當有缺陷區塊之數目或有缺陷區域之數目超過上限值時，因為無法暫存新的有缺陷區塊或有缺陷區域，所以無法保證請求寫入之資料在快閃記憶體中之寫入。因此，當有缺陷區塊之數目或有缺陷區域之數目超過上限值時，即使快閃記憶體中存在自由區域，亦突然停用對資料之寫入。

因此，存在監視儲存裝置之劣化且在儲存裝置之壽命結束之前限制來自資訊處理裝置之資料至儲存裝置之寫入的方法。藉由此方法，有可能將使用者資料備份於另一儲存裝置中且在儲存裝置之壽命結束之前遷移使用者資料並防止歸因於儲存裝置之壽命結束而產生的

資料損失。

然而，此方法為複雜的，此係因為必須執行用於將使用者資料備份於另一儲存裝置中之工作。另外，因為寫入於原始儲存裝置中以用於備份之資料受資訊處理裝置限制，所以很可能：載入於資訊處理裝置中之各種應用程式之操作受限制且應用程式之處理速度下降。

存在如下文所列的關於相關技術之文獻。

專利文獻1 美國專利申請公開案第2012/0284453號

專利文獻2 美國專利申請公開案第2012/0246388號

專利文獻3 美國專利申請公開案第2009/0222617號

專利文獻4 美國專利第8,230,164號

專利文獻5 美國專利第7,861,122號

專利文獻6 美國專利第7,840,836號

專利文獻7 美國專利申請公開案第2007/0214187號

專利文獻8 美國專利第7,606,946號

專利文獻9 美國專利第6,529,992號

專利文獻10 美國專利第7,222,259號

專利文獻11 美國專利第7,424,639號

專利文獻12 美國專利第7,739,544號

專利文獻13 美國專利第7,525,749號

專利文獻14 美國專利第8,037,380號

專利文獻15 美國專利申請公開案第2010/0325199號

專利文獻16 美國專利申請公開案第2011/0239083號

專利文獻17 日本專利第5052376號

專利文獻18 日本專利申請特許公開案第2010-225021號

專利文獻19 日本專利第3,565,687號

專利文獻20 美國專利第8,176,367號

專利文獻21 美國專利申請公開案第2011/0197045號

專利文獻22 日本專利第4,643,456號

專利文獻23 日本專利第4,764,490號

專利文獻24 日本專利申請特許公開案第2011-209879號

專利文獻25 WO2013/027642

非專利文獻1 資訊技術ATA/ATAPI命令集-3 (ACS-3)，d2161r4-ATAATAPI_Command_Set_-_3.pdf，2012年9月4日，<http://www.t13.org/>

非專利文獻2 快速 NVM 修訂 1.1，2012 年 10 月 11 日，NVM_Express_1_1.pdf，<http://www.nvmexpress.org/>

非專利文獻3 序列 ATA 國際組織：序列 ATA 修訂 3.1 金修訂，2011年7月18日，<http://www.serialata.org/>

非專利文獻4 快速 PCI 基本規格修訂 3.0，2010 年 11 月 10 日，<http://www.pcisig.com/>

非專利文獻5 序列 ATA 技術提案：SATA31_TPR_C108 標題：裝置睡眠，<http://www.serialata.org/>

非專利文獻6 SCSI 初級命令 -4 (SPC-4)，INCITS T10/1731-D，修訂 36e，<http://www.t10.org/>

非專利文獻7 Masaru Kitsuregawa，「Yokuwaku Storage Networking」，第一版本，Ohm, Ltd.，2011 年 5 月 20 日，第 6 至 9 頁及第 67 至 93 頁

【圖式簡單說明】

圖1為第一實施例中之資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖2為在將控制程式儲存於SSD中的資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖3為在將控制程式儲存於另一外部儲存裝置中的資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖4為在自WEB安裝控制程式中的資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖5為在自光碟機安裝控制程式中的資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖6為在自USB記憶體安裝控制程式中的資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖7為資訊處理裝置之階層式功能組態實例的方塊圖；

圖8為資訊處理系統之外部組態的圖；

圖9為資訊處理系統之另一外部組態的圖；

圖10為反及(NAND)記憶體晶片之功能組態實例的方塊圖；

圖11為包括於NAND記憶體晶片中之一平面之組態實例的電路圖；

圖12為四階資料儲存方法中之臨限電壓分佈的圖；

圖13為SSD之功能組態實例的方塊圖；

圖14為SSD之管理資訊之圖；

圖15為LBA與SSD之管理單元之間的關係的圖；

圖16為用於解釋用於自LBA指定實體位址之程序的流程圖；

圖17為用於解釋自SSD之讀取操作之實例的流程圖；

圖18為用於解釋自SSD之讀取操作之實例的流程圖；

圖19為用於解釋自SSD之讀取操作之實例的流程圖；

圖20A及圖20B為用於解釋自SSD之讀取操作之實例的流程圖；

圖21為用於解釋在執行NAND GC中之操作程序的流程圖；

圖22為用於解釋在接收到刪除通知時執行的SSD之操作實例的流程圖；

圖23為用於解釋在出現錯誤時執行的SSD之操作實例的流程圖；

圖24為用於解釋統計資訊擷取處理之流程圖；

圖25為壞邏輯磁區表之圖；

圖26為壞叢集表之圖；

圖27A及圖27B為充當統計資訊之實例的SMART資訊的圖；

圖28為統計資訊之原始值與SSD之退件率之間的關係的曲線圖；

圖29為用於解釋錯誤命令回應處置處理程序之流程圖；

圖30為用於解釋另一錯誤命令回應處置處理程序之流程圖；

圖31為在執行壽命結束處理之前由資訊處理裝置管理的資料之組態實例的圖；

圖32為開機載入程式之內部資料的圖；

圖33為後設資料之組態實例的圖；

圖34為在應用程式將對邏輯碟機之存取請求傳輸至OS時執行之程序的流程圖；

圖35為用於解釋在(例如)資訊處理裝置啟動時執行之控制程式之處理程序的流程圖；

圖36為用於解釋儲存單元之壽命週期的狀態轉變圖；

圖37為用於解釋儲存單元之壽命週期的狀態轉變圖；

圖38為在資料遷移源儲存單元與資料遷移目的地儲存單元連接之狀態下由資訊處理裝置管理之資料的組態實例的圖；

圖39為儲存單元之壽命週期的狀態轉變圖；

圖40為用於解釋由控制程式在壽命結束處理中執行之處理的流程圖；

圖41為邏輯碟機狀態表之圖；

圖42為用於解釋在將寫入請求自應用程式傳輸至OS時執行的OS之處理程序的流程圖；

圖43為用於解釋在將刪除請求自應用程式傳輸至OS時執行的OS之處理程序的流程圖；

圖44為用於解釋在將讀取請求自應用程式傳輸至OS時執行的OS之處理程序的流程圖；

圖45為用於解釋背景備份之處理程序的流程圖；

圖46為用於解釋在完成資料遷移時執行之控制程式之操作程序的流程圖；

圖47為在資料遷移狀態下自邏輯碟機之讀取之概念圖；

圖48為在資料遷移狀態下在邏輯碟機中之寫入之概念圖；

圖49為第二實施例中之資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖50為資料遷移日誌之圖；

圖51為資料遷移日誌中之日誌的寫入實例的圖；

圖52為用於解釋壽命結束處理之流程圖；

圖53A及圖53B為用於解釋自邏輯碟機之讀取之操作程序的流程圖；

圖54為用於解釋在將LBA資料刪除請求自應用程式傳輸至OS時執行的OS之處理程序的流程圖；

圖55為用於解釋在邏輯碟機中之寫入之操作程序的流程圖；

圖56為用於解釋使用資料遷移日誌執行的資料遷移狀態之監視程序的流程圖；

圖57為在儲存單元達到壽命結束時發生的邏輯碟機之狀態之轉變的圖；

圖58為第三實施例中之資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖59為用於解釋陣列LBA (ALBA)及儲存單元LBA (SLBA)在正常狀態下之變換方法的圖；

圖60為用於解釋緊於遷移狀態轉變之後的陣列LBA (ALBA)及儲

存單元LBA (SLBA)之變換方法的圖；

圖61為資料遷移日誌之圖；

圖62為用於解釋壽命結束處理之流程圖；

圖63為用於解釋在(例如)RAID控制器啟動時執行之控制單元之處理程序的流程圖；

圖64為用於解釋RAID控制器在執行讀取請求中之處理程序的流程圖；

圖65為用於解釋RAID控制器在執行讀取請求中之另一處理程序的流程圖；

圖66為用於解釋RAID控制器在執行寫入請求中之處理程序的流程圖；

圖67為寫入處理之特定實例的圖；

圖68為用於解釋使用資料遷移日誌執行的資料遷移狀態之監視程序的流程圖；

圖69為儲存單元之狀態之轉變的圖；

圖70為一儲存單元之資料遷移狀態及另一儲存單元之故障同時出現的實例的圖；

圖71為兩個儲存單元之資料遷移狀態及另一儲存單元之故障同時出現的實例的圖；

圖72為在一儲存單元之資料遷移狀態下另一儲存單元中出現無法校正之ECC錯誤的實例的圖；

圖73為第四實施例中之資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖74為第四實施例中之資訊處理系統之另一功能組態實例的方塊圖；

圖75為狀態表之圖；

圖 76 為第五實施例中之資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖 77 為第六實施例中之資訊處理系統之功能組態實例的方塊圖；

圖 78 為第六實施例中之資訊處理系統之另一功能組態實例的方塊圖；

圖 79 為用於解釋控制單元自正常狀態至低可靠性狀態之轉變操作的流程圖；

圖 80 為用於解釋在控制單元自 CPU 接收到用於儲存單元之儲存單元資訊請求時執行的處理程序的實例的流程圖；

圖 81 為用於解釋在控制單元自 CPU 接收到用於儲存單元之儲存單元資訊請求時執行的另一處理程序的實例的流程圖；

圖 82(a) 及圖 82(b) 為資訊處理裝置中之碟機顯示螢幕實例的圖；

圖 83 為資訊處理裝置中之另一碟機顯示螢幕實例的圖；

圖 84 為資訊處理裝置中之另一顯示螢幕實例的圖；及

圖 85 為第六實施例中之資訊處理系統之另一功能組態實例的方塊圖。

【實施方式】

根據一實施例，一種資訊處理系統包括：一第一儲存單元，其包括一可讀取且可寫入之第一記憶體；一第二儲存單元，其包括一可讀取且可寫入之第二記憶體；及一資訊處理裝置，其可連接至該第一儲存單元及該第二儲存單元。該資訊處理裝置包括一控制單元，其經組態以基於自該第一儲存單元獲取之可靠性資訊而執行以下處理：第一處理，其用於判定該第一儲存單元之一儲存狀態；第二處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為一受保護狀態時，對該第二儲存單元執行寫入且對該第一儲存單元及該第二儲存

單元執行讀取；及第三處理，其用於根據藉由該第二處理進行之該寫入更新該第一儲存單元及該第二儲存單元中之所儲存資料之位址。

下文參看隨附圖式詳細地解釋根據實施例之資訊處理系統、控制程式及資訊處理裝置。本發明不受該等實施例限制。

(第一實施例)

系統之組態

圖1中展示第一實施例中的電腦系統之組態，該電腦系統為資訊處理系統之實例。資訊處理系統1包括：資訊處理裝置111；一個或複數個儲存單元；及介面19，其經組態以連接資訊處理裝置111與該等儲存單元。在此實施例中，為非揮發性儲存裝置之固態磁碟(SSD)用作儲存單元。然而，儲存單元可為其他儲存裝置，諸如硬碟機(HDD)、混合碟機、SD卡、USB記憶體、NAND快閃記憶體晶片、磁帶、嵌入式多媒體卡(eMMC)，及美國專利申請公開案第2012/0117354號中所描述之儲存裝置及記憶體節點。包括於一儲存裝置中之複數個儲存區域可分別用作單獨的儲存單元。在此實施例中之以下解釋中，串列進階附接技術(SATA)介面用作介面19。然而，可使用快速周邊組件互連(快速PCI，PCIe)、通用串列匯流排(USB)、串列附接SCSI (SAS)、霹靂(註冊商標)、乙太網路(註冊商標)、光纖通道及其類似者。CPU (控制電路)5為資訊處理裝置111中之中心處理單元。資訊處理裝置111中之各種計算及控制係由CPU 5執行。CPU 5及晶片組7係藉由諸如直接媒體介面(DMI)之介面連接。CPU 5經由晶片組7執行對儲存單元2及光碟機10(諸如，DVD光碟機)之控制。CPU 5執行對主記憶體6之控制。關於主記憶體6，例如，可採用動態隨機存取記憶體(DRAM)、磁阻式隨機存取記憶體(MRAM)、電阻隨機存取記憶體(ReRAM)及鐵電隨機存取記憶體(FeRAM)。

使用者經由諸如鍵盤14或滑鼠15之輸入裝置執行對資訊處理裝

置111之控制。來自鍵盤14或滑鼠15之信號由CPU 5經由(例如)通用串列匯流排(USB)控制器13及晶片組7來處理。CPU 5經由顯示控制器8將影像資料及文字資料發送至顯示器(顯示裝置)9。使用者可經由顯示器9在視覺上辨識自資訊處理裝置111發送之影像資料及文字資料。

CPU 5為經提供以控制資訊處理裝置111之操作的處理器。CPU 5執行(例如)自儲存單元2載入至主記憶體6之作業系統(OS) 100。另外，當光碟機10實現對插入之光碟執行讀取處理及寫入處理中之至少一者時，CPU 5執行該處理。CPU 5執行儲存於ROM 11中之統一可延伸韌體介面(UEFI)韌體、系統基本輸入/輸出系統(BIOS)，及其類似者。UEFI韌體及系統BIOS為用於資訊處理裝置111中之硬體控制的程式。此外，CPU 5經由晶片組7控制網路控制器12。關於網路控制器12，存在(例如)區域網路(LAN)控制器及無線LAN控制器。

主記憶體6暫時儲存程式及資料，且充當CPU 5之工作記憶體。主記憶體6包括用於儲存OS 100之儲存區域6A及用於儲存控制程式200之儲存區域6B。如大體上被稱為(例如)Windows(註冊商標)，OS 100為用於管理整個資訊處理裝置111之程式，例如，管理資訊處理裝置111之輸入及輸出裝置，管理儲存單元及記憶體，及執行控制以用於使得軟體能夠使用資訊處理裝置111之硬體及儲存裝置。在此實施例中所解釋之實例中，控制程式200為OS 100之一部分。然而，控制程式200及OS 100可為獨立程式。在此實施例中，將控制程式200解釋為經由介面19讀取至主記憶體6且加以執行之程式。然而，控制程式200可儲存於ROM 11中且作為UEFI韌體或系統BIOS之一部分而操作。控制程式200可作為硬體實施於資訊處理裝置111中。在主記憶體6中，儲存有後設資料300及邏輯碟機狀態表450。

顯示控制器8為經組態以控制資訊處理裝置111之顯示器9的視訊再生控制器。晶片組7為連接至CPU 5之區域匯流排的橋接裝置。晶

片組7控制儲存單元2及儲存單元3，儲存單元2及儲存單元3為經組態以經由介面19儲存各種種類之軟體及資料的儲存裝置。儲存單元2及儲存單元3可經由晶片組7連接至CPU 5或可直接連接至CPU 5。

資訊處理裝置111以邏輯磁區為單位存取儲存單元2及儲存單元3。寫入命令(寫入請求)、讀取命令(讀取請求)、快閃命令及其類似者係經由介面19而輸入至儲存單元2及儲存單元3。

晶片組7亦具有用於使以下各者經受存取控制之功能：ROM 11、光碟機10、網路控制器12及USB控制器13。鍵盤14及滑鼠15連接至USB控制器13。

控制程式之形成

在此實施例中，例如，如圖2中所展示，當資訊處理裝置111斷開時，將控制程式200儲存於儲存單元2之NAND快閃記憶體(NAND記憶體)16之區域16B中。如圖2中所展示，當資訊處理裝置111啟動或程式啟動時，將控制程式200自NAND記憶體16之區域16B載入至主記憶體6上之區域6B。另一方面，當複數個儲存單元連接至資訊處理裝置111時，例如，當與儲存單元2及儲存單元3分離之儲存單元20連接至資訊處理裝置111時，如圖3中所展示，可將控制程式200儲存於儲存單元20之區域20B中。接著，當資訊處理裝置111啟動或程式啟動時，將控制程式200自區域20B載入至主記憶體6上之區域6B。詳言之，當儲存單元20用作經組態以儲存OS之系統碟機且儲存單元2用作經組態以儲存諸如文件、靜態影像資料及移動影像資料之使用者資料之資料碟機時，需要將控制程式200儲存於儲存單元20中，依據清楚地區分儲存單元2及儲存單元20之作用，儲存單元20充當系統碟機。舉例而言，充當系統碟機之儲存單元20用作經組態以主要儲存OS及應用程式之儲存碟機，且充當資料碟機之儲存單元2用作經組態以儲存使用者資料之儲存碟機。

依據節省使用者設定控制程式200之勞力，例如，如圖2及圖3中所展示，需要在控制程式200儲存於儲存單元2或儲存單元20中之狀態下自製造商運送資訊處理系統1，在商店中顯示資訊處理系統1，且將資訊處理系統1遞送至使用者。另一方面，依據使得使用者能夠選擇控制程式200之安裝之適當及依據使得能夠將最新控制程式提供給使用者，需要可藉由自WEB之下載或自諸如DVD-ROM或USB記憶體之外部儲存媒體之安裝來將控制程式200儲存於儲存單元2或儲存單元20中。

圖4為自WEB之下載之實例。控制程式200儲存於WEB伺服器21中之儲存媒體22之區域22B中。在儲存單元之NAND記憶體16上之區域16B中經由(例如)網路控制器12經由諸如網際網路、區域網路或無線LAN之網路下載(或安裝)控制程式200。關於儲存媒體22，例如，使用SSD、HDD、混合碟機或磁帶。在圖3之狀況下，將控制程式200下載至或安裝於儲存單元20上之區域20B中。

圖5為自光學媒體之安裝之實例。控制程式200儲存於光學媒體23中，諸如DVD-ROM、CD-ROM、DVD-RW或藍光(註冊商標)光碟。當光學媒體23設定於光碟機10上時，控制程式200經由光碟機10安裝於儲存單元2之NAND記憶體16上之區域16B(或區域20B)中。

圖6為自USB記憶體之安裝之實例。控制程式200儲存於USB記憶體24之區域24B中。當USB記憶體24連接至USB控制器13時，控制程式200經由USB控制器13安裝於儲存單元2之NAND記憶體16上之區域16B(或區域20B)中。自然地，可使用諸如SD卡之其他外部記憶體代替USB記憶體24。依據使用者擷取之容易性，需要在運送資訊處理系統1或儲存單元2時，將光學媒體23及USB記憶體24作為配件與資訊處理系統1或儲存單元2封裝在一起。另一方面，光學媒體23及USB記憶體24可作為軟體商品獨立地出售或可作為雜誌或書籍之補充而附接。

軟體之階層結構

圖7中展示資訊處理裝置111之軟體層級之階層結構。通常，載入於主記憶體6上之應用程式400並不直接與諸如儲存單元2及儲存單元3之儲存單元通信而經由載入至主記憶體6之OS 100與儲存單元通信。OS 100經由UEFI韌體或系統BIOS與儲存單元通信。在下文所解釋之壽命結束處理(儲存單元之壽命結束時之處理或達到平均壽命之處理)之前，OS 100辨識儲存單元2為充當邏輯單元之邏輯碟機4(參見圖38)且向應用程式400通知作為可存取儲存碟機之邏輯碟機4。當應用程式400需要將諸如讀取請求或寫入請求之命令傳輸至邏輯碟機4時，應用程式400將用於存取檔案單元中之邏輯碟機之請求傳輸至OS 100。OS 100參考儲存於主記憶體6中之後設資料300，指定對應於請求存取之檔案的儲存單元2之邏輯位址(LBA：邏輯區塊位址)，且經由介面19將命令、LBA及資料傳輸至儲存單元2。在接收到來自儲存單元2之回應後，OS 100便將回應傳輸至應用程式400。當邏輯碟機4改變至下文所解釋之遷移狀態時，OS 100辨識儲存單元2及儲存單元3為邏輯碟機4。

資訊處理裝置之組態

解釋資訊處理系統1之組態實例。圖8為充當資訊處理系統1之桌上型電腦的示意圖。桌上型電腦包括電腦主體31、顯示器9、鍵盤14，及滑鼠15。電腦主體31包括主機板30，其裝設有主要硬體、儲存單元2及電源供應裝置32。儲存單元2經由SATA纜線實體地連接至主機板30，且經由裝設於主機板30上之晶片組7電連接至亦裝設於主機板上之CPU 5。電源供應裝置32產生用於桌上型電腦中之各種種類之電力且經由電源供應纜線將電力供應至主機板30、儲存單元2及其類似者。儲存單元3可經由SATA纜線實體地連接至主機板30。因此，儲存單元3經由裝設於主機板30上之晶片組7電連接至亦裝設於主機板上

之CPU 5。

圖9為充當資訊處理系統1之攜帶型電腦的示意圖。攜帶型電腦包括電腦主體34及顯示單元35。在顯示單元35中，併有藉由(例如)液晶顯示器(LCD)組態之顯示裝置9。顯示單元35附接至電腦主體34，以便能夠在電腦主體34之上表面曝露的開啟位置與電腦主體34之上表面經覆蓋的閉合位置之間樞轉。電腦主體34包括薄盒狀外殼。電源開關36、鍵盤14、觸控板33及其類似者配置於電腦主體34之上表面上。如桌上型電腦中，電腦主體34包括儲存單元2、主機板及電源供應裝置。

除上述情形之外，在本發明情況下應用之資訊處理系統1亦可為諸如靜態相機或視訊攝影機之影像拾取設備，或可為平板電腦、智慧型電話、遊戲設備、汽車導航系統、印表機設備、掃描器設備、伺服器系統或其類似者。

儲存裝置(1)之組態

解釋儲存單元2之組態。在此實施例中之解釋中，儲存單元2之主要組件為NAND記憶體16。在此實施例中之解釋中，儲存單元2及儲存單元3具有相同組態。另一方面，當儲存單元3具有不同於儲存單元2之組態的組態時，亦可應用本發明。舉例而言，儲存單元2為包括作為主要組件之NAND記憶體16的SSD，且儲存單元3為包括作為主要組件之磁碟的硬碟機。需要儲存單元2及儲存單元3中儲存有統計資訊65。然而，當儲存單元2中儲存有統計資訊65但儲存單元3中並未儲存有統計資訊65時，亦可應用本發明。需要為資料遷移目的地之儲存單元3的儲存容量等於或大於為資料遷移源之儲存單元2的儲存容量。然而，當儲存單元3之儲存容量小於儲存單元2之儲存容量時，亦可應用本發明。

NAND記憶體之組態

在圖10中，展示在此實施例中用作儲存單元2及儲存單元3之組件的NAND記憶體16中所包括的NAND記憶體晶片80的內部組態實例。NAND記憶體16包括一個或複數個NAND記憶體晶片80。

NAND記憶體晶片80包括記憶體胞陣列，其中複數個記憶體胞以矩陣形狀配置。記憶體胞陣列中所包括之記憶體胞電晶體係藉由金屬氧化物半導體場效電晶體(MOSFET)配置，該MOSFET具有形成於半導體基板上之堆疊閘極結構。該堆疊閘極結構包括經由閘極絕緣膜形成於半導體基板上之電荷儲存層(浮動閘電極)，及經由閘極間絕緣膜形成於浮動閘電極上之控制閘電極。記憶體胞電晶體之臨限電壓根據累積於浮動閘電極中之電子之數目而改變。記憶體胞電晶體根據臨限電壓之差儲存資料。

在此實施例中之解釋中，各別記憶體胞採用用於使用上部頁面及下部頁面寫入資料的2位元/胞之四階儲存方法之寫入系統。然而，當記憶體胞採用用於使用單一頁面寫入資料的1位元/胞之二階儲存方法之寫入系統、用於使用上部頁面、中間頁面及下部頁面寫入資料的3位元/胞之八階儲存方法之寫入系統，或4位元/胞或4位元/胞以上之多階儲存方法之寫入系統的寫入系統時，本發明之本質相同。記憶體胞電晶體不限於包括浮動閘電極之結構且可為可藉由在充當電荷儲存層之氮化物介面上截獲電子而調整臨限電壓的諸如金屬-氧化物-氮化物-氧化物-矽(MONOS)型之結構。類似地，MONOS型之記憶體胞電晶體可經組態以儲存一位元或可經組態以儲存多階。作為非揮發性儲存媒體，記憶體胞電晶體可為半導體儲存媒體，其中記憶體胞經三維配置，如美國專利8,189,391、美國專利申請公開案第2010/0207195號及美國專利申請公開案第2010/0254191號中所描述。

如圖10中所展示，NAND記憶體晶片80包括記憶體胞陣列82，其係藉由配置記憶體胞以用於以矩陣形狀儲存資料來組態。記憶體胞陣

列82包括複數個位元線、複數個字線，及一共同源極線。電可重寫資料記憶體胞以矩陣形狀配置於位元線與字線之相交點處。用於控制位元線之位元線控制電路83及用於控制字線之字線控制電路85連接至記憶體胞陣列82。亦即，位元線控制電路83經由位元線讀取記憶體胞陣列82中之記憶體胞之資料且經由位元線將寫入控制電壓施加至記憶體胞陣列82中之記憶體胞並將資料寫入於記憶體胞中。

行解碼器84、資料輸入/輸出緩衝器89及資料輸入/輸出端子88連接至位元線控制電路83。經由位元線控制電路83及資料輸入/輸出緩衝器89將自記憶體胞陣列82讀取的記憶體胞之資料自資料輸入/輸出端子88輸出至外部。由行解碼器84經由資料輸入/輸出緩衝器89將自外部輸入至資料輸入/輸出端子88之寫入資料輸入至位元線控制電路83且將該寫入資料寫入於指明之記憶體胞中。

記憶體胞陣列82、位元線控制電路83、行解碼器84、資料輸入/輸出緩衝器89及字線控制電路85連接至控制電路86。控制電路86根據輸入至控制信號輸入端子87之控制信號產生用於控制記憶體胞陣列82、位元線控制電路83、行解碼器84、資料輸入/輸出緩衝器89及字線控制電路85之控制信號及控制電壓。除NAND記憶體晶片80中之記憶體胞陣列82之外的電路區段被稱作NAND控制器(NANDC) 81。

圖11展示圖10中所展示之記憶體胞陣列82的組態。記憶體胞陣列82為NAND胞型記憶體胞陣列且經組態以包括複數個NAND胞。一NAND胞包括由串聯連接之記憶體胞形成的記憶體串MS，及連接至記憶體串MS之兩端的選擇閘極S1及S2。選擇閘極S1連接至位元線BL且選擇閘極S2連接至源極線SRC。配置於同一列中的記憶體胞MC之控制閘極共同連接至字線WL0至WLm-1。第一選擇閘極S1共同連接至選擇線SGD且第二選擇閘極S2共同連接至選擇線SGS。

記憶體胞陣列82包括一個或複數個平面。平面包括複數個區

塊。該等區塊中之每一者包括複數個NAND胞。資料係以區塊為單位來抹除。

連接至一字線之複數個記憶體胞組態一實體磁區。針對每一實體磁區寫入及讀取資料。實體磁區與下文所解釋之LBA之邏輯磁區無關。在一實體磁區中，例如，在2位元/胞寫入系統(四階)之狀況下，儲存等效於兩個實體頁面(兩頁面)之資料。另一方面，在1位元/胞寫入系統(二階)之狀況下，例如，將等效於一實體頁面(一頁面)之資料儲存於該一實體磁區中。在3位元/胞寫入系統(八階)之狀況下，例如，將等效於三個實體頁面(三頁面)之資料儲存於該一實體磁區中。

在讀取操作、程式化驗證操作及程式化操作期間，選擇一字線且根據一實體位址(諸如，自下文所解釋之SSDC 41接收之列位址)選擇一實體磁區。根據實體位址執行實體磁區中之頁面之切換。在此實施例中，NAND記憶體16採用2位元/胞寫入系統，在假定兩個頁面(亦即，上部頁面及下部頁面)經分配給實體磁區作為實體頁面之情況下，SSDC 41處置實體磁區。實體位址經分配給所有頁面。

2位元/胞之四階NAND記憶體經組態以使得一記憶體胞中之臨限電壓可具有四種分佈。圖12展示儲存於四階NAND胞型快閃記憶體之記憶體胞中的2位元四階資料(資料「11」、「01」、「10」及「00」)之間的關係及記憶體胞之臨限電壓分佈。在圖12中，VA1表示在關於一實體磁區讀取兩個資料時施加至選定字線之電壓，該實體磁區之下部頁面已經寫入但其上部頁面尚未經寫入。VA1V表示在執行A1中之寫入時經施加以查核寫入是否完成的驗證電壓。

VA2、VB2及VC2表示在關於實體磁區讀取四個資料時施加至選定字線之電壓，該實體磁區之下部頁面及上部頁面已經寫入。VA2V、VB2V及VC2V表示在執行臨限電壓分佈中之寫入時經施加以查核寫入是否完成之驗證電壓。Vread1及Vread2表示在執行資料之讀

取時施加至NAND胞中未經選擇之記憶體胞且使未經選擇之記憶體胞傳導而不管未經選擇之記憶體胞的所保持之資料的讀取電壓。另外，Vev1及Vev2表示在抹除記憶體胞之資料時施加至記憶體胞以查核抹除是否完成的抹除驗證電壓。Vev1及Vev2具有負值。考慮鄰近記憶體胞之干擾之影響來判定Vev1及Vev2之量值。電壓之量值關係如下：

$$V_{ev1} < V_{A1} < V_{A1V} < V_{read1}$$

$$V_{ev2} < V_{A2} < V_{A2V} < V_{B2} < V_{B2V} < V_{C2} < V_{C2V} < V_{read2}$$

抹除驗證電壓Vev1、Vev2及Vev3為負值，如上文所解釋。然而，在抹除驗證操作中實際上施加至記憶體胞MC之控制閘極的電壓並非負值而為零或正值。亦即，在實際抹除驗證操作中，將正電壓給予記憶體胞MC之背閘極且將零或小於背閘極電壓之正值之電壓施加至記憶體胞MC之控制閘極。換言之，抹除驗證電壓Vev1、Vev2及Vev3為等效地具有負值之電壓。

在區塊抹除之後的記憶體胞之臨限電壓分佈ER之上限值亦為負值。將資料「11」分配給記憶體胞。在下部頁面及上部頁面經寫入之狀態下，資料「11」、「01」、「10」及「00」之記憶體胞分別具有正臨限電壓分佈ER2、A2、B2及C2（A2、B2及C2之下限值亦為正值）。資料「01」之臨限電壓分佈A2具有最低電壓值，資料「00」之臨限電壓分佈C2具有最高電壓值，且各種臨限電壓分佈之電壓值具有關係：A2<B2<C2。在下部頁面經寫入但上部頁面未經寫入之狀態下，資料「10」之記憶體胞具有正臨限電壓分佈A（A1之下限值亦為正值）。圖12中所展示之臨限電壓分佈僅為實例。本發明不限於此情形。舉例而言，在參看圖12之解釋中，所有臨限電壓分佈A2、B2及C2為正臨限電壓分佈。然而，當臨限電壓分佈A2為負電壓分佈且臨限電壓分佈B2及C2為正電壓分佈時，該等分佈亦包括於本發明之範疇中。即使臨限電壓分佈ER1及ER2為正值，本發明亦不限於此情

形。在此實施例中，ER2、A2、B2及C2之資料當中的對應關係為「11」、「01」、「10」及「00」。然而，對應關係可為另一對應關係，諸如「11」、「01」、「00」及「10」。

一記憶體胞之2位元資料包括下部頁面資料及上部頁面資料。根據單獨的寫入操作(亦即，兩個寫入操作)將下部頁面資料及上部頁面資料寫入於記憶體胞中。當將資料表示為「*@」時，*表示上部頁面資料且@表示下部頁面資料。

首先，參看圖12之第一區段及第二區段解釋下部頁面資料之寫入。假定：所有記憶體胞在經抹除狀態下具有臨限電壓分佈ER且儲存資料「11」。如圖12中所展示，當執行下部頁面資料之寫入時，根據下部頁面資料之值(「1」或「0」)將記憶體胞之臨限電壓分佈ER劃分成兩個臨限電壓分佈(ER1及A1)。當下部頁面資料之值為「1」時， $ER1=ER$ ，此係因為維持了在經抹除狀態下之臨限電壓分佈ER。然而，臨限電壓分佈ER與ER1之間的關係可為 $ER1>ER$ 。

另一方面，當下部頁面資料之值為「0」時，將一高電場施加至記憶體胞之穿隧氧化物膜，電子經注入至浮動閘電極中，且記憶體胞之臨限電壓 V_{th} 增加達預定值。具體言之，設定驗證電壓VA1V且重複寫入操作，直至臨限電壓增加至等於或高於驗證電壓VA1V為止。因此，記憶體胞改變成經寫入狀態(資料「10」)。當即使重複寫入操作達預定次數，記憶體胞亦不會達到臨限電壓時(或未達到臨限電壓之記憶體胞之數目等於或大於臨限值時)，實體頁面中之寫入為「程式錯誤」(程式失敗或寫入錯誤)。

參看圖12之第二區段及第三區段解釋上部頁面資料之寫入。上部頁面資料之寫入係基於自晶片外部輸入之寫入資料(上部頁面資料)及已寫入於記憶體胞中之下部頁面資料而執行。

亦即，如圖12之第二區段及第三區段中所展示，當更新資料之

值為「1」時，未將一高電場施加至記憶體胞之穿隧氧化物膜以防止記憶體胞之臨限電壓 V_{th} 之升高。因此，具有資料「11」(經抹除狀態下之臨限電壓分佈ER1)之記憶體胞維持資料「11」(ER2)，且具有資料「10」(臨限電壓分佈A1)之記憶體胞維持資料「10」(B2)。然而，依據保證該等分佈之間的電壓裕度，需要使用大於驗證電壓 $VA1V$ 之正驗證電壓 $VB2V$ 調整臨限電壓分佈之下限值，以藉此形成藉由使臨限電壓分佈之寬度變窄而獲得的臨限電壓分佈B2。當即使重複下限值調整達預定次數，記憶體胞亦不會達到臨限電壓時(或未達到臨限電壓之記憶體胞之數目等於或大於預定值時)，實體頁面中之寫入為「程式錯誤」。

另一方面，當上部頁面資料之值為「0」時，將一高電場施加至記憶體胞之穿隧氧化物膜，電子經注入至浮動閘電極中，且記憶體胞之臨限電壓 V_{th} 增加達預定值。具體言之，設定驗證電壓 $VA2V$ 及 $VC2V$ 且重複寫入操作，直至臨限電壓增加至等於或高於驗證電壓 $VA2V$ 及 $VC2V$ 為止。因此，具有資料「11」(經抹除狀態下之臨限電壓分佈ER1)之記憶體胞改變成臨限電壓分佈A2之資料「01」，且具有資料「10」(A1)之記憶體胞改變成臨限電壓分佈C2之資料「00」。就此而言，使用驗證電壓 $VA2V$ 及 $VC2V$ 且調整臨限電壓分佈A2及C2之下限值。當即使重複寫入操作達預定次數，記憶體胞亦不會達到臨限電壓時(或未達到臨限電壓之記憶體胞之數目等於或大於臨限值時)，實體頁面中之寫入為「程式錯誤」。

另一方面，在抹除操作中，設定抹除驗證電壓 V_{ev} 且重複抹除操作，直至臨限電壓減小至等於或低於驗證電壓 V_{ev} 為止。因此，記憶體胞改變成經寫入狀態(資料「00」)。當即使重複抹除操作達預定次數，記憶體胞亦不會達到臨限電壓時(或未達到臨限電壓之記憶體胞之數目等於或大於預定值時)，實體頁面之抹除為「抹除錯誤」(抹除

失敗)。

上文解釋一般四階儲存方法中之資料寫入系統之實例。在3位元/胞或3位元/胞以上之多位儲存系統中，根據較高階頁面資料，僅將用於將臨限電壓分佈劃分成八種或八種以上之操作添加至上文所解釋之操作。因此，基本操作相同。

儲存裝置(2)之組態

解釋儲存單元2及儲存單元3之組態實例。在此實施例中，如圖13中所展示，充當SSD之儲存單元2及儲存單元3包括：NAND快閃記憶體(下文縮寫為NAND記憶體)16，其充當非揮發性半導體記憶體；介面控制器(IFC) 42，其經組態以經由介面19執行至及自資訊處理裝置111之信號之傳輸及接收；隨機存取記憶體(RAM) 40，其充當半導體記憶體，包括充當IFC 42與NAND記憶體16之間的中間緩衝器之快取記憶體(CM) 46；SSD控制器(SSDC) 41，其經組態以施以對NAND記憶體16及RAM 40之管理及控制及對介面控制器42之控制；及匯流排43，其經組態以連接此等組件。

關於RAM 40，例如，可採用揮發性RAM，諸如動態隨機存取記憶體(DRAM)或靜態隨機存取記憶體(SRAM)；或非揮發性RAM，諸如鐵電隨機存取記憶體(FeRAM)、磁阻式隨機存取記憶體(MRAM)、相變隨機存取記憶體(PRAM)，或電阻隨機存取記憶體(ReRAM)。RAM 40可包括於SSDC 41中。

NAND記憶體16包括複數個NAND記憶體晶片80。NAND記憶體16儲存由資訊處理裝置111指明之使用者資料，儲存用於管理使用者資料之管理表，及儲存由RAM 40管理之管理資訊以用於備份。NAND記憶體16包括記憶體胞陣列82，其中複數個記憶體胞以矩陣形狀配置。各別記憶體胞可使用上部頁面及下部頁面執行多階儲存。NAND記憶體16包括複數個記憶體晶片。記憶體晶片中之每一者係藉

由將作為資料抹除之單位的複數個區塊排成陣列來組態。在NAND記憶體16中，資料之寫入及資料之讀取係針對每一頁面執行。區塊包括複數個頁面。

RAM 40包括充當快取記憶體之快取記憶體(CM) 46，其用於資訊處理裝置111與NAND記憶體16之間的資料傳送。RAM 40充當用於管理資訊儲存之記憶體及用於工作區域之記憶體。RAM 40之區域40A中所管理的管理表為儲存於NAND記憶體16之區域40M中且在啟動儲存單元2及儲存單元3時載入的各種管理表。週期性地，當接收到待用命令時，當接收到快閃命令時，或當中斷電源供應器時，將管理資料備份於NAND記憶體16之區域40M中。

SSDC 41之功能係藉由經組態以執行儲存於NAND記憶體16中之系統程式(韌體)之處理器、各種硬體電路及其類似者來實現。回應於來自資訊處理裝置111之諸如寫入請求、快取快閃請求及讀取請求之各種命令，SSDC 41執行：資訊處理裝置111與NAND記憶體16之間的資料傳送控制；儲存於RAM 40及NAND記憶體16中之各種管理表之更新及管理；自NAND記憶體16讀取之資料之ECC解密；及其類似者。

當資訊處理裝置111將讀取請求或寫入請求傳輸至儲存單元2時，資訊處理裝置111經由介面19輸入充當邏輯位址之LBA。LBA為將序號給予自0開始之邏輯磁區(大小：例如，512位元組)的邏輯位址。當資訊處理裝置111向儲存單元2發出讀取請求或寫入請求時，資訊處理裝置111輸入LBA以及發出讀取請求或寫入請求所針對之邏輯磁區之大小。

IFC 42具有用於進行以下操作之功能：接收讀取請求、寫入請求、其他請求，及來自資訊處理裝置111之資料，將所接收之請求及資料傳輸至SSDC 41，及根據SSDC 41之控制將資料傳輸至RAM 40。

圖14中展示用於儲存單元2及儲存單元3中之管理資訊44之組態實例。如上文所解釋，管理資訊44以非揮發性方式儲存於NAND記憶體16之區域40M中。將儲存於區域40M中之管理資訊載入至RAM 40之區域40A且在啟動儲存單元2時使用該管理資訊。週期性地或當中斷電源供應器時，將區域40A中之管理資訊44備份於區域40M中。當RAM 40為諸如MRAM或FeRAM之非揮發性RAM時，可將管理資訊44僅儲存於RAM 40中。接著，不將管理資訊44儲存於NAND記憶體16中。為了減少NAND記憶體16中之寫入量，需要儲存於管理資訊44中之資料為藉由壓縮儲存於RAM 40之區域40A中之資料而獲得的資料。為了減少NAND記憶體16中之寫入頻率，需要另外寫入儲存於RAM 40之區域40A中的管理資訊44之更新資訊(差異資訊)。

如圖14中所展示，管理資訊包括自由區塊表(FBT) 60、壞區塊表(BT) 61、作用中區塊表(ABT) 62、磁軌表(磁軌單元中之邏輯至實體變換表)63、叢集表(叢集單元中之邏輯至實體變換表)64，及統計資訊65。

如圖15中所展示，LBA為將序號給予自0開始之邏輯磁區(大小：例如，512位元組)的邏輯位址。在此實施例中，關於儲存單元2之邏輯位址(LBA)之管理單元，定義藉由自LBA之較低階第(s+1)位起之較高階位列組態的叢集位址及藉由自LBA之較低階第(s+t+1)位起之較高階位列組態的磁軌位址。亦即，邏輯磁區為來自資訊處理裝置111之最小存取單元。叢集為用於管理SSD中之「小資料」之管理單元。定義叢集大小為邏輯磁區大小之自然數倍。磁軌為用於管理SSD中之「大資料」之管理單元。定義磁軌大小為叢集大小之兩倍或較大自然數倍。因此，藉由將LBA除以磁軌大小來獲得磁軌位址。磁軌中之位址為藉由將LBA除以磁軌大小而獲得之餘數。藉由將LBA除以叢集大小來獲得叢集位址。叢集中之位址為藉由將LBA除以叢集大小而獲得

之餘數。在以下解釋中，為了便利起見，磁軌之大小等於可記錄於一實體區塊中之資料之大小(當由SSDC 41執行之ECC處理之冗餘位元包括於實體區塊中時，藉由移除冗餘位元而獲得之大小)。叢集之大小等於可記錄於一實體頁面中之資料之大小(當由SSDC 41執行之ECC處理之冗餘位元包括於實體頁面中時，藉由移除冗餘位元而獲得之大小)。

自由區塊表(FBT) 60管理用途未經分配之實體區塊(自由區塊：FB)之區塊位址(實體區塊ID)，該用途未經分配之實體區塊可在執行NAND記憶體16中之寫入時經重新分配用於寫入。自由區塊表(FBT) 60管理關於每一實體區塊ID之抹除計數。當實體區塊經抹除時，自由區塊表(FBT) 60遞增該區塊之抹除計數。

壞區塊表(BBT) 61管理充當因為(例如)常常出現錯誤而無法用作儲存器的實體區塊之壞區塊(BB)的區塊ID。如FBT 60中，可針對每一實體區塊ID管理抹除計數。

作用中區塊表(ABT) 62管理作用中區塊(AB)，作用中區塊(AB)為經分配用途之實體區塊。作用中區塊表(ABT) 62管理關於每一實體區塊ID之抹除計數。當實體區塊經抹除時，作用中區塊表(ABT) 62遞增該區塊之抹除之次數。

磁軌表63管理磁軌位址與實體區塊之實體區塊ID之間的對應關係，對應於磁軌位址之磁軌資料儲存於該實體區塊ID中。

叢集表64管理以下各者當中之對應關係：叢集位址、實體區塊之實體區塊ID(對應於叢集位址之叢集資料儲存於該實體區塊ID中)，及實體區塊中之頁面位址(對應於叢集位址之叢集資料儲存於該頁面位址中)。

SSDC 41將與儲存單元2之可靠性有關之各種參數(X01至X32)作為可靠性資訊儲存於統計資訊65中(參見圖27)。

用作可靠性資訊之實例的統計資訊65之值(原始值)包括：總的壞區塊計數(統計資訊X01)、總的壞邏輯磁區計數(統計資訊X02)、總的抹除計數(統計資訊X03)、平均抹除計數(統計資訊X04)、NAND記憶體之總的程式錯誤計數(統計資訊X05)、NAND記憶體之總的抹除錯誤計數(統計資訊X06)、總的經讀取之邏輯磁區計數(統計資訊X07)、總的經寫入之邏輯磁區計數(統計資訊X08)、總的無法校正之ECC錯誤計數(統計資訊X09)、總的重試讀取計數(統計資訊X10)、經校正之n位元至m位元ECC事件計數(統計資訊X11)、介面19之資料損毀錯誤計數(統計資訊X12)、介面19之鏈路速度減速計數(統計資訊X13)、介面19之單工通道計數減速計數(統計資訊X14)、介面19之錯誤計數(統計資訊X15)、RAM 40之錯誤計數(統計資訊X16)、儲存單元2之通電時間(統計資訊X17)、電源循環週期計數(統計資訊X18)、無意斷電計數(統計資訊X19)、溫度超過推薦之操作溫度之最大值時的累計時間(統計資訊X20)、溫度降至低於推薦之操作溫度之最小值時的累計時間(統計資訊X21)、命令之回應時間之最大值(統計資訊X22)、命令之回應時間之平均值(統計資訊X23)、NAND記憶體之回應時間之最大值(統計資訊X24)、NAND記憶體之回應時間之平均值(統計資訊X25)、目前溫度(統計資訊X26)、最高溫度(統計資訊X27)、最低溫度(統計資訊X28)、系統資料冗餘(統計資訊X29)、RAM 40中總的經寫入之資料量(統計資訊X30)、統計資訊增加比率(統計資訊X31)，及NAND GC錯誤旗標(統計資訊X32)。

解釋總的壞區塊計數(統計資訊X01)。每當將儲存單元2中的NAND記憶體16之一實體區塊添加至壞區塊時，SSDC 41將統計資訊X01遞增一。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，SSDC 41將統計資訊X01重設至零。需要：當在測試處理程序期間在區塊中出現錯誤時，或當偵測到具有臨限電壓分佈之小的分佈間

裕度的區塊時，SSDC 41提前將該區塊添加至壞區塊。SSDC 41可直接自BBT 61計算統計資訊X01，而不將統計資訊X01儲存於統計資訊65中。統計資訊X01之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋總的壞邏輯磁區計數(統計資訊X02)。當在自NAND快閃記憶體16讀取期間自資訊處理裝置111接收到讀取命令及LBA且無法使所讀取之資料經受ECC校正時，SSDC 41可將LBA作為壞邏輯磁區登記於管理資訊44中之壞邏輯磁區表中(參見圖25)。SSDC 41將登記於壞邏輯磁區表中之LBA之數目作為總的壞邏輯磁區計數(統計資訊X02)儲存於統計資訊65中。當自資訊處理裝置111接收到讀取命令時，SSDC 41讀取RAM 40上之壞邏輯磁區表且在壞邏輯磁區表中搜尋所接收之LBA。當在壞邏輯磁區表中找到LBA時，SSDC 41向資訊處理裝置111通知讀取錯誤，而不自NAND快閃記憶體16讀取資料。當自資訊處理裝置111接收到關於壞邏輯磁區之LBA之寫入命令且執行寫入處理時，SSDC 41將經寫入之LBA自壞邏輯磁區表中刪除。當自資訊處理裝置111接收到關於壞邏輯磁區之LBA之刪除通知且執行刪除通知處理時，SSDC 41將經受刪除通知處理之LBA自壞邏輯磁區表中刪除。當自資訊處理裝置111接收到關於儲存單元2之抹除命令(安全抹除命令)時，SSDC 41抹除壞邏輯磁區表。關於針對儲存單元2之抹除命令，例如，可使用ACS-3之「F4h安全抹除單元命令」或快速NVM修訂1.1之「80h格式NVM命令」。代替管理LBA單元(邏輯磁區單元)中之壞邏輯磁區表，如圖26中所展示，SSDC 41可將叢集單元中之壞邏輯磁區表作為壞叢集表管理。作為統計資訊X02，SSDC 41管理登記於壞邏輯磁區表中之LBA之數目或登記於壞叢集表中之叢集位址之數目。SSDC 41可直接自壞邏輯磁區表及壞叢集表計算統計資訊X02，而不將統計資訊X02儲存於統計資訊65中。統計資訊X02之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋總的抹除計數(統計資訊X03)。統計資訊X03指示儲存單元2中的NAND記憶體16之所有區塊的抹除計數的累計值。每當抹除儲存單元2中的NAND記憶體16之一實體區塊時，SSDC 41將統計資訊X03遞增一。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X03重設至零。SSDC 41可直接自FBT 60、BBT 61及ABT 62計算統計資訊X03，而不將統計資訊X03儲存於統計資訊65中。統計資訊X03之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋平均抹除計數(統計資訊X04)。SSDC 41計算關於NAND記憶體16之所有區塊的每一區塊之平均抹除計數且將平均抹除計數作為統計資訊X04儲存於統計資訊65中。SSDC 41可將諸如儲存有管理資訊44之區塊的區塊之一部分排除在統計資訊X04之累計目標之外。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X04重設至零。SSDC 41可直接自FBT 60、BBT 61及ABT 62計算統計資訊X04，而不將統計資訊X04儲存於統計資訊65中。SSDC 41可使用抹除計數之最大值或抹除計數之最小值代替平均抹除計數。統計資訊X04之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋NAND記憶體之總的程式錯誤計數(統計資訊X05)。每當在儲存單元2中之NAND記憶體16中之一寫入單元中出現程式錯誤時，SSDC 41將統計資訊X05遞增一(或可在區塊單元中遞增)。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X05重設至零。統計資訊X05之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋NAND記憶體之總的抹除錯誤計數(統計資訊X06)。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X06重設至零。每當在儲存單元2中之NAND記憶體16中之一區塊中出現抹除錯誤時，SSDC 41將統計資訊X06遞增一。SSDC 41可將複數個區塊共同地設定為抹除單元且每當一抹除單元中出現抹除錯誤時，將

統計資訊X06遞增一。統計資訊X06之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋總的讀取邏輯磁區計數(統計資訊X07)。SSDC 41將由IFC 42作為讀取資料傳輸至資訊處理裝置111之資料的邏輯磁區之數目的累計數目作為統計資訊X07儲存於統計資訊65中。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X07重設至零。統計資訊X07之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋總的經寫入之邏輯磁區計數(統計資訊X08)。SSDC 41將由IFC 42作為寫入資料自資訊處理裝置111接收之資料的邏輯磁區之總數目作為統計資訊X08儲存於統計資訊65中。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X08重設至零。統計資訊X08之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋總的無法校正之ECC錯誤計數(統計資訊X09)。當無法藉由ECC校正來校正錯誤位元時，SSDC 41在每一讀取單元中將統計資訊X09遞增一。SSDC 41可添加無法校正之錯誤位元之數目的所估計值或可添加無法校正之錯誤區塊之數目。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X09重設至零。統計資訊X09之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋總的重試讀取計數(統計資訊X10)。當錯誤位元之數目較大且在資料讀取期間錯誤校正不可能(ECC錯誤)時，需要SSDC 41再次使用ECC執行錯誤校正。詳言之，當SSDC 41將圖12中所展示之讀取位準VA1、VA2、VB2及VC2自預設值移位且執行讀取時，有時可對無法經錯誤校正之資料進行錯誤校正。SSDC 41可將總的重試讀取計數作為統計資訊X10儲存於統計資訊X09中且使用總的重試讀取計數用於壽命結束預測及壽命結束判定。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X10重設至零。統計資訊X10

之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋經校正之 n 位元至 m 位元ECC事件計數(統計資訊X11)。在經校正之 n 位元至 m 位元ECC事件計數中， n 及 m 為自然數且 $0 \leq n \leq m \leq$ 可校正位元之最大數目。當針對ECC校正單元(例如，實體頁面)執行ECC校正時，若所有錯誤位元正常地經校正且經校正之錯誤位元之數目等於或大於 n 且等於或小於 m 時，SSDC 41針對一ECC校正單元將經校正之 n 位元至 m 位元ECC事件計數遞增一。若每一校正單元可藉由ECC校正而校正最大64位元，則例如，SSDC 41保留八個參數「經校正之1位元8位元ECC事件計數」、「經校正之9位元16位元ECC事件計數」、「經校正之17位元24位元ECC事件計數」、「經校正之25位元32位元ECC事件計數」、「經校正之33位元40位元ECC事件計數」、「經校正之41位元48位元ECC事件計數」、「經校正之49位元56位元ECC事件計數」及「經校正之57位元64位元ECC事件計數」。若ECC校正正常地經執行，則每當執行一ECC校正單元中之ECC校正時，SSDC 41將該八個參數中之任一者遞增一。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X11重設至零。統計資訊X11之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋介面19之資料損毀錯誤計數(統計資訊X12)。每當在介面19上偵測到信號之資料損毀時，SSDC 41將統計資訊X12遞增一。使在介面19上傳輸及接收之資料經受由SSDC 41、IFC 42及晶片組7使用(例如)循環冗餘檢查(CRC)碼、博斯喬赫里霍克文黑姆(BCH)碼、雷德所羅門(RS)碼、低密度同位檢查(LDPC)碼及其類似者進行的錯誤偵測及錯誤校正。當偵測到錯誤時或當無法執行錯誤校正時，SSDC 41將統計資訊X12遞增一。舉例而言，當介面19係基於SATA標準時，每當出現一次SATA標準中之R錯誤(接收錯誤，R_ERR)，SSDC 41將統計資訊X12遞增一。關於統計資訊X12，可採用SATA標準之實體事件計

數中之任一者。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X12重設至零。統計資訊X12之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋介面19之鏈路速度減速計數(統計資訊X13)。當SSDC 41、IFC 42及晶片組7偵測到介面19之通信速度減小至小於設計值時，SSDC 41將統計資訊X13遞增一。舉例而言，儘管在最大6 Gbps之SATA通信速度下設計介面19、IFC 42及SSDC 41，但當偵測到實際上在介面19、IFC 42及SSDC 41與儲存單元2及資訊處理裝置111之間建立的通信速度為諸如3 Gbps之較低通信速度時，SSDC 41將此情形視為SATA通信中之錯誤且將統計資訊X13遞增一。舉例而言，儘管在最大8 Gbps之快速通信速度下設計介面19、IFC 42及SSDC 41，但當偵測到實際上在介面19、IFC 42及SSDC 41與儲存單元2及資訊處理裝置111之間建立的通信速度為諸如5 Gbps之較低通信速度時，SSDC 41將此情形視為快速PCI通信中之錯誤且將統計資訊X13遞增一。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X13重設至零。統計資訊X13之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋介面19之單工通道計數減速計數(統計資訊X14)。當SSDC 41、IFC 42及晶片組7偵測到介面19之作用中傳輸線之數目減小至小於設計值時，SSDC 41將統計資訊X14遞增一。舉例而言，儘管在最大8個單工通道之快速PCI傳輸線之數目(單工通道之數目)下設計介面19、IFC 42及SSDC 41，但當偵測到實際上在介面19、IFC 42及SSDC 41與儲存單元2及資訊處理裝置111之間建立的傳輸線之數目為諸如4個單工通道之較小數目個傳輸線時，SSDC 41將此情形視為快速PCI通信中之錯誤且將統計資訊X14遞增一。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X14重設至零。統計資訊X14之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋介面19之錯誤計數(統計資訊X15)。每當SSDC 41、IFC 42及晶片組7偵測到一次介面19中之其他異常(除X12之外)，SSDC 41將統計資訊X15遞增一。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X15重設至零。統計資訊X15之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋RAM 40之錯誤計數(統計資訊X16)。當SSDC 41將資料寫入於RAM 40中時，SSDC 41或RAM 40之ECC編碼單元或錯誤偵測碼建立單元編碼該資料並將該資料寫入於RAM 40中。當SSDC 41自RAM 40讀取資料時，SSDC 41或RAM 40之ECC解碼單元或錯誤偵測單元使資料經受錯誤校正或錯誤偵測且自RAM 40讀取資料。若無法執行錯誤校正或若在SSDC 41自RAM 40讀取資料時偵測到錯誤，則SSDC 41將統計資訊X16遞增一。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X16重設至零。統計資訊X16之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋儲存單元2之通電時間(統計資訊X17)。當用於儲存單元2之電源供應器接通時，當SSDC 41對時脈計數或自內部時序電路接收到時間資訊時，SSDC 41遞增作為經過的時間之統計資訊X17。或者，SSDC 41可週期性地自資訊處理裝置111接收資訊處理裝置111之時間資訊且遞增時間資訊之差。關於通電時間之實例，例如，存在通電數小時及通電數秒。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X17重設至零。統計資訊X17之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋電源循環週期計數(統計資訊X18)。每當將電力供應至儲存單元2且啟動儲存單元2時，SSDC 41將統計資訊X18遞增一。在電源供應及啟動期間，在某種狀況下，針對NAND快閃記憶體16發生讀取操作及發生寫入操作。因此，統計資訊18之較大值指示可靠性進一步

劣化。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X18重設至零。

解釋無意斷電計數(統計資訊X19)。通常，當用於儲存單元2之電源供應器斷開時，例如，資訊處理裝置111向儲存單元2發出(例如)資訊技術ATA/ATAPI命令集-3 (ACS-3)中所描述之「E0h待用立即」命令，或將快速NVM修訂1.1中所描述之「關機通知(CC.SHN)」設定至01b。以此方式，資訊處理裝置111將儲存單元2轉變至可中斷電源供應器之狀態，且接著中斷用於儲存單元2之電源供應器。另一方面，在某種狀況下，當儲存單元2不處於可中斷電源供應器之狀態下時，無意地出現電源供應器中斷。此情形被稱為無意斷電(無禮貌的斷電、不安全的斷電，及非故意斷電)。當儲存單元2在不適當的電源供應器中斷之後第一次啟動時，SSDC 41將統計資訊X19遞增一。不適當的電源供應器中斷亦造成儲存單元2之可靠性劣化，此係因為使用者資料破裂或在不適當的電源供應器中斷中發生自及至NAND記憶體16之大量讀取及寫入操作。因此，統計資訊X19之較大值指示可靠性進一步劣化。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X19重設至零。

解釋溫度超過推薦之操作溫度之最大值時的累計時間(統計資訊X20)。當溫度計裝設於儲存單元2中時，例如，裝設於儲存單元2之基板上、SSDC 41中或NAND記憶體16中，SSDC 41週期性地自溫度計接收溫度資訊。當所接收之溫度超過推薦之操作溫度(例如，100°C)時，SSDC 41基於自時脈、內部時脈或資訊處理裝置111獲取之時間資訊遞增等於或高於推薦之操作溫度之溫度下的操作小時數。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X20重設至零。統計資訊X20之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋溫度降至低於推薦之操作溫度之最小值時的累計時間(統計

資訊X21)。當溫度計裝設於儲存單元2中時，SSDC 41週期性地自溫度計接收溫度資訊。當所接收之溫度降至低於推薦之操作溫度(例如，-40℃)時，SSDC 41基於自時脈、內部時脈或資訊處理裝置111獲取之時間資訊遞增等於或高於推薦之操作溫度之溫度下的操作小時數。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)，將統計資訊X21重設至零。統計資訊X21之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋命令之回應時間最大值(統計資訊X22)。SSDC 41量測自接收到來自資訊處理裝置111之命令時起直至將回應傳輸至資訊處理裝置111(或完成對命令之執行)為止所需的時間(或時脈之數目)，且將時間之最大值作為統計資訊X22儲存於統計資訊65中。當出現超過統計資訊X22之回應時間時，SSDC 41用該回應時間覆寫統計資訊X22。SSDC 41可針對命令中之每一者儲存統計資訊X22。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)或在儲存單元2之運送期間，將統計資訊X22重設至零。

解釋命令之回應時間平均值(統計資訊X23)。SSDC 41量測自接收到來自資訊處理裝置111之命令時起直至將回應傳輸至資訊處理裝置111(或完成對命令之執行)為止所需的時間(或時脈之數目)，且將時間之平均值作為統計資訊X23儲存於統計資訊65中。舉例而言，SSDC 41將固定數目個回應時間清單儲存於RAM 40中且計算該等回應時間清單之平均值以藉此計算統計資訊X23。SSDC 41可針對命令中之每一者儲存統計資訊X23。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)或在儲存單元2之運送期間，將統計資訊X23重設至零。

解釋NAND記憶體之回應時間最大值(統計資訊X24)。SSDC 41量測自由SSDC 41向NAND記憶體16發出命令時起直至接收到回應(或接

收到命令執行完成通知)為止所需之時間(或時脈之數目)，且將時間之最大值作為統計資訊X24儲存於統計資訊65中。當出現超過統計資訊X24之回應時間時，SSDC 41用該回應時間覆寫統計資訊X24。SSDC 41可針對命令中之每一者儲存統計資訊X24。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)或在儲存單元2之運送期間，將統計資訊X24重設至零。

解釋NAND記憶體之回應時間平均值(統計資訊X25)。SSDC 41量測自向NAND記憶體16發出命令時起直至接收到回應(或接收到命令執行完成通知)為止所需之時間(或時脈之數目)，且將時間之平均值作為統計資訊X25儲存於統計資訊65中。舉例而言，SSDC 41將固定數目個回應時間清單儲存於RAM 40中且計算該等回應時間清單之平均值以藉此獲得統計資訊X25。SSDC 41可針對命令中之每一者儲存統計資訊X25。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)或在儲存單元2之運送期間，將統計資訊X25重設至零。

解釋目前溫度(統計資訊X26)。當溫度計裝設於儲存單元2中時，SSDC 41週期性地自溫度計接收溫度資訊。SSDC 41將最後自溫度計接收之溫度作為目前溫度儲存於統計資訊X26中。當目前溫度極高(例如，等於或高於85°C)時，SSDC 41判定儲存單元2之可靠性受到不利影響。當溫度極低(例如，等於或低於-10°C)時，SSDC 41判定儲存單元2之可靠性受到不利影響。

解釋最高溫度(統計資訊X27)。SSDC 41將目前溫度X26之最大值作為最高溫度儲存於統計資訊X27中。當最高溫度極高(例如，等於或高於85°C)時，儲存單元2之可靠性受到不利影響。當SSDC 41自溫度計接收到高於統計資訊X27之目前溫度時，SSDC 41用目前溫度重寫統計資訊X27。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)或在儲存單元2之運送期間將統計資訊X27重設至與儲存單元2之

操作溫度相比較而言足夠低之溫度(例如， -40°C)。

解釋最低溫度(統計資訊X28)。SSDC 41將目前溫度X26之最小值作為最低溫度儲存於統計資訊X28中。當最低溫度極低(例如，等於或低於 -40°C)時，SSDC 41判定儲存單元2之可靠性受到不利影響。當SSDC 41自溫度計接收到低於統計資訊X28之目前溫度時，SSDC 41用目前溫度重寫統計資訊X28。需要將統計資訊X28重設至相比於在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)或在儲存單元2之運送期間的儲存單元2之操作溫度而言足夠高的溫度(例如， 120°C)。

解釋系統資料冗餘(統計資訊X29)。當系統資料(諸如，NAND記憶體16之管理資訊區域40M中之資料或儲存於NAND記憶體16中之系統程式(韌體))受破壞或不能夠讀取時，很可能儲存單元2無法執行正常操作。對於儲存單元2之可靠性之改良，需要SSDC 41使用RAID1、RAID5或RAID6使得系統資料跨越複數個實體區塊或複數個通道冗餘且將系統資料儲存於區域40M中。SSDC 41將系統資料之冗餘變換成數值且將數值作為系統資料冗餘(統計資訊X29)儲存於統計資訊65中。當冗餘X29=R時，可還原高達最大值(R-1)個區塊之資料損失。舉例而言，當SSDC 41使用RAID1管理四個區塊上之管理資訊45時，將管理資訊45作為複製品分別儲存於區塊A、區塊B、區塊C及區塊D中。接著，因為管理資訊保持總共四個複製品，所以管理資訊45之冗餘X29為四。舉例而言，當區塊A之資料受破壞且不能夠讀取時，SSDC 41可藉由自區塊B、區塊C或區塊D執行資料讀取而讀取管理資訊45。接著，因為管理資訊45保持總共三個複製品，所以管理資訊45之冗餘X29為三。舉例而言，當SSDC 41使用RAID5管理四個區塊上之管理資訊45時，分別藉由四個RAID5將管理資訊45儲存於(例如)區塊A、區塊B、區塊C及區塊D中。接著，即使最大一區塊之資料丟失，但因為可還原該資料，所以管理資訊之冗餘X29為二。在一區塊

之資料丟失的狀態下，冗餘X29為一。當冗餘X29減小時，系統資料更可能不能夠得以還原且儲存單元2之故障率增加。冗餘X29之較小值指示可靠性進一步劣化。當冗餘X29減小時，需要SSDC 41藉由重寫資料丟失之區塊中的所還原資料而恢復冗餘。

解釋RAM 40(統計資訊X30)中的總的所寫入之資料量。SSDC 41將在儲存單元2之RAM 40中寫入的資料寫入量之累計值作為統計資訊X30儲存於統計資訊65中。每次在RAM 40中寫入一頁面資料，SSDC 41便將統計資訊X30遞增一。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)將統計資訊X30重設至零。統計資訊X30之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋統計資訊增加比率(統計資訊X31)。SSDC 41將統計資訊X01至X25之非最新資訊(例如，固定時間之前的值、儲存單元2通電時之時間之值，及儲存單元2上次斷電時之時間之值)分別儲存於管理資訊44中。SSDC 41根據(例如)以下公示中之任一者計算統計資訊X31：

統計資訊增加比率 = (最新統計資訊) - (舊資訊)

統計資訊增加比率 = ((最新統計資訊) - (舊資訊)) / (獲取舊資訊之後的經過的時間)

統計資訊增加比率 = ((最新統計資訊) - (舊資訊)) / (獲取舊資訊之後的NAND存取之次數)

需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之前)將統計資訊X31重設至零。統計資訊X31之較大值指示可靠性進一步劣化。

解釋NAND GC錯誤旗標(統計資訊X32)。當統計資訊X32為1時，無法獲取足夠用於操作之自由區塊之數目，甚至在儲存於NAND記憶體16中之資料之記憶體回收(GC) (下文中稱作NAND GC)的情況下亦如此。需要在儲存單元2之製造期間(例如，在測試處理程序之

前)將統計資訊X32重設至零。統計資訊X32之較大值指示可靠性進一步劣化。

SSDC 41可儲存上文所解釋之所有參數或可將該等參數中之任一者的一部分儲存於統計資訊65中。需要SSDC 41將統計資訊65之最新資訊儲存於RAM 40上之區域40A中且週期性地將最新資訊作為備份資料備份於NAND記憶體16上之區域40A中。另一方面，SSDC 41可將最新資訊儲存於RAM 40及NAND記憶體16中之一者中且可將統計資訊傳輸至資訊處理裝置111並將統計資訊儲存於資訊處理裝置111或連接至資訊處理裝置111之儲存裝置中。

前向LBA查找變換

參看圖16解釋SSDC 41指定來自LBA (前向LBA查找變換)之實體位址的程序。當指明LBA時，SSDC 41自LBA計算磁軌位址、叢集位址及叢集內位址。

首先，SSDC 41搜尋磁軌表63且指定對應於所計算之磁軌位址之實體區塊ID (步驟S100及S101)。SSDC 41判定所指定之實體區塊ID是否有效(步驟S102)。當實體區塊ID並非空值且為有效值時(步驟S102處之是)，SSDC 41搜尋ABT 62且判定實體區塊ID是否鍵入於ABT 62中(步驟S103)。當實體區塊ID鍵入於ABT 62中時(步驟S104處之是)，自藉由實體區塊ID指明之實體區塊之磁頭位置移位達磁軌內位址的位置為對應於所指明之LBA的NAND記憶體16上之實體位置(步驟S105)。在此狀況下，對於指定對應於LBA的NAND記憶體16上之實體位置而言，叢集表64為不必要的。此LBA被稱作「以磁軌單元管理之LBA」。當在步驟S104處實體區塊ID未鍵入於ABT 62中時(步驟S104處之否)，所指明之LBA不具有對應於其之實體位址。此狀態被稱作「未經寫入之狀態」(步驟S106)。

當在步驟S102處對應於所指明之磁軌位址之實體位址為空值且

為無效值時(步驟S102處之否)，SSDC 41自LBA計算叢集位址，搜尋叢集表64，且自叢集表64獲取對應於所計算之叢集位址的實體區塊ID及對應於其之實體區塊內位址(步驟S107)。自藉由實體區塊ID及實體區塊內頁面位址指明之實體頁面之磁頭位置移位達叢集內位址的位置為對應於所指明之LBA的NAND記憶體16上之實體位置。在此狀況下，無法僅自需要參考的磁軌表63及叢集表64指定對應於LBA的NAND記憶體16上之實體位置。此LBA被稱作「以叢集單元管理之LBA」(步驟S108)。

讀取操作

參看圖17及圖18解釋由資訊處理裝置111進行的自儲存單元2及儲存單元3之讀取操作。在此實施例中所解釋之讀取操作中，將資訊技術ATA/ATAPI命令集-3 (ACS-3)中所描述之「60h讀取排入佇列之FPDMA」用作讀取命令。然而，可採用諸如「25h讀取DMA EXT」之其他讀取命令。讀取命令之類型之差異並不影響本發明之本質。舉例而言，可將快速NVM修訂1.1中所描述之「02h讀取」用作讀取命令。當儲存單元2自資訊處理裝置111接收到讀取命令時(步驟S110)，SSDC 41將讀取命令添加至RAM 40上之讀取命令佇列(步驟S111)且將讀取命令之接收通知傳回至資訊處理裝置111。

另一方面，當讀取命令存在於RAM 40上之讀取命令佇列中時，SSDC 41判定是否可執行讀取處理(步驟S120)。在判定可執行讀取處理後，SSDC 41便根據圖16中所展示之前向LBA查找變換程序自接收自資訊處理裝置111之LBA指定資料之實體位置(步驟S121)。SSDC 41自所指定之位置中之實體頁面讀取資料(步驟S123)，使用所讀取之資料中的ECC冗餘位元使所讀取之資料經受ECC解密(步驟S124)，經由IFC 42將經解密之資料傳輸至資訊處理裝置111(步驟S125)，且更新統計資訊65。SSDC 41可將自NAND記憶體16讀取之資料一次寫入於

RAM 40中，解密寫入於RAM 40中之資料，且將經解密之資料傳輸至資訊處理裝置111，或可將經解密之資料一次寫入於RAM 40中並將寫入於RAM 40中之資料傳輸至資訊處理裝置111。

在步驟S124處，SSDC 41嘗試藉由ECC進行解密。然而，當無法執行解密時，SSDC 41將包括無法解密之頁面之實體區塊自ABT 62中刪除，將該實體區塊登記於BBT 61中，且遞增統計資訊65之總的無法校正之ECC錯誤計數(統計資訊X09)。接著，需要SSDC 41將區塊之資料自FBT 60複製至所分配之自由區塊，將自由區塊之實體區塊ID登記於ABT 62中，且將磁軌表63及叢集表64之實體區塊自複製源實體區塊ID重寫至複製目的地實體區塊ID。

寫入操作

參看圖19、圖20A及圖20B解釋由資訊處理裝置111進行的儲存單元2及儲存單元3中之寫入操作。在此實施例中所解釋之寫入操作中，將資訊技術ATA/ATAPI命令集-3 (ACS-3)中所描述之「61h寫入排入佇列之FPDMA」用作寫入命令。然而，可採用諸如「35h 寫入DMA EXT」之其他寫入命令。寫入命令之類型之差異並不影響本發明之本質。舉例而言，可將快速NVM修訂1.1中所描述之「01h寫入」用作寫入命令。舉例而言，當儲存單元2自資訊處理裝置111接收到寫入命令時(步驟S130)，SSDC 41將寫入命令添加至RAM 40上之寫入命令佇列(步驟S131)且將寫入命令之接收通知傳回至資訊處理裝置111。

另一方面，當寫入命令存在於RAM 40上之寫入命令佇列中時，SSDC 41判定是否可執行寫入處理(步驟S140)。在判定可執行寫入處理後，SSDC 41便向資訊處理裝置111通知寫入為可能的，自資訊處理裝置111接收寫入資料，使所接收之資料經受ECC編碼，且將經編碼資料儲存於RAM 40之快取記憶體46中。SSDC 41可將未經編碼之資料儲存於快取記憶體46中且在將資料寫入於NAND記憶體16中時編

碼該資料。

隨後，SSDC 41讀取FBT 60(步驟S141)且自FBT 60獲取自由區塊之實體區塊ID。當不存在自由區塊時(步驟S142處之否)，則SSDC 41執行下文解釋的NAND記憶體16之NAND GC (步驟S143)。在NAND GC之後，SSDC 41讀取FBT 60(步驟S144)且自FBT 60獲取自由區塊之實體區塊ID。SSDC 41將抹除操作應用於自由區塊，獲取該自由區塊之實體區塊ID。當出現抹除錯誤時，SSDC 41將實體區塊ID添加至BBT 61，將實體區塊ID自FBT 60中刪除，且再次自S141執行處理以再次獲取自由區塊。甚至在出現過一次抹除錯誤之實體區塊中，若再次執行抹除操作，則有時可正常地抹除實體區塊，而不會造成抹除錯誤。因此，依據防止壞區塊之數目之不必要的增加，需要SSDC 41針對區塊中之每一者保留充當FBT 60及ABT 62中之統計資訊X06的每一區塊之抹除錯誤計數之項目，在出現區塊之抹除錯誤時遞增該項目，且在每一區塊之抹除錯誤計數增加至等於或大於預定值時，將該區塊登記於BBT 61中。更合意地，為了僅將同時出現抹除錯誤之實體區塊設定為壞區塊，SSDC 41提供項目「每一區塊之抹除計數連續錯誤」代替「每一區塊之抹除錯誤計數」，在出現區塊之抹除錯誤時遞增該項目，在可無錯誤地執行抹除時將該項目重設至零，且在「每一區塊之抹除計數連續錯誤」增加至等於或大於預定值時，將該區塊登記於BBT 61中。

隨後，為了查明寫入命令中所指明之LBA是否處於未經寫入之狀態，SSDC 41根據圖16中所展示之前向查找變換程序判定對應於LBA之有效資料是否已儲存於NAND記憶體16中(步驟S145及S146)。

當LBA處於未經寫入之狀態時(步驟S146處之是)，SSDC 41將儲存於快取記憶體46中之接收資料寫入於自由區塊中(步驟S147)，將經寫入之自由區塊(新實體區塊)之ID及自由區塊之抹除計數登記於ABT

62中，且將經寫入之實體區塊之ID及自由區塊之抹除計數自FBT 60中刪除(步驟S151)。接著，SSDC 41藉由磁軌單元中之區段(磁軌區段)劃分接收資料之LBA，且判定磁軌區段是否填充有資料以判定以磁軌單元管理LBA抑或以叢集單元管理LBA (步驟S152)。亦即，當磁軌區段填充有資料時，以磁軌單元管理LBA且，當磁軌區段未填充有資料時，以叢集單元管理LBA。當以叢集單元管理LBA時，SSDC 41重寫叢集表64，使新的實體區塊ID與LBA相關聯(步驟S153)，重寫磁軌表63，且使無效實體區塊ID (例如，空值)與LBA相關聯。當以磁軌單元管理LBA時，SSDC 41重寫磁軌表且使新的實體區塊ID與LBA相關聯(步驟S154)。

另一方面，當LBA在步驟S146中不處於未經寫入之狀態時，SSDC 41基於藉由前向查找變換獲得之實體區塊ID自NAND記憶體16中讀取對應於實體區塊ID之實體區塊中的所有資料，且將資料寫入於RAM 40中(步驟S148)。接著，SSDC 41在RAM 40中用儲存於快取記憶體46中之資料及自NAND記憶體16讀取並寫入於RAM 40中之資料覆寫資料(步驟S149)，且將組合之資料寫入於自由區塊中(步驟S150)。

當在步驟S150處出現程式錯誤時，SSDC 41將實體區塊ID添加至BBT 61，將實體區塊ID自FBT 60中刪除，且再次自步驟S141執行處理以再次獲取自由區塊。甚至在出現過一次程式錯誤之實體區塊中，若再次執行寫入操作，則有時可正常地寫入實體區塊，而不會造成程式錯誤。因此，依據防止壞區塊之數目之不必要的增加，需要SSDC 41針對區塊中之每一者保留充當FBT 60及ABT 62中之統計資訊X05的每一區塊之程式錯誤之出現次數的項目，在出現區塊之程式錯誤時遞增該項目，且在每一區塊之程式錯誤計數增加至等於或大於預定值時，將該區塊登記於BBT 61中。更合意地，為了僅將同時出現程式

錯誤之實體區塊設定為壞區塊，SSDC 41提供項目「每一區塊之寫入連續錯誤之次數」代替「每一區塊之程式錯誤計數」，在出現區塊之程式錯誤時遞增該項目，在可無錯誤地執行寫入時將該項目重設至零，且在「每一區塊之寫入連續錯誤之次數」增加至等於或大於預定值時，將該區塊登記於BBT 61中。

SSDC 41將經寫入之自由區塊(新實體區塊)之ID及抹除計數登記於ABT 62中且將經寫入之實體區塊之ID自FBT 60中刪除(步驟S151)。當以叢集單元管理LBA時，SSDC 41將叢集表64之舊實體區塊ID重寫至新實體區塊ID (步驟S152及S153)。當以磁軌單元管理LBA時，SSDC 41將磁軌表之舊實體區塊ID重寫至新實體區塊ID (步驟S152及S154)。另外，SSDC 41將舊實體區塊ID及舊實體區塊ID之抹除計數添加至FBT 60，且將舊實體區塊ID及舊實體區塊ID之抹除之次數自ABT 62中刪除(步驟S155)。SSDC 41基於上文所解釋之寫入處理而更新統計資訊65。

NAND GC

通常，儲存單元2之總的LBA容量(總的邏輯磁區計數)經設計為小於儲存單元2之NAND記憶體16之總容量(超規供應)。因此，只要繼續以磁軌單元執行寫入操作，便不會耗盡自由區塊。另一方面，當針對未經寫入之LBA發生大量次數的以叢集單元進行之寫入時，將具有大於叢集之容量的實體區塊分配用於以叢集單元進行之寫入。因此，大於待寫入之資料容量的NAND記憶體16之實體區塊為有必要的。因此，很可能耗盡自由區塊。當耗盡自由區塊時，可經由下文所解釋的NAND記憶體16之配置重新獲取自由區塊。

參看圖21解釋由SSDC 41進行之NAND GC。儲存於實體區塊中之所有叢集並非始終為有效叢集。不等效於有效叢集之無效叢集未經映射至LBA。有效叢集為儲存有最新資料之叢集。無效叢集為相同LBA之資料寫入於另一處且未被參考的叢集。在實體區塊中，由於無

效叢集之空間而存在用於資料之自由空間。可藉由執行NAND GC以用於收集有效叢集之資料且將資料重寫於不同區塊中來獲取自由區塊。

首先，SSDC 41將選定之實體區塊ID=i設定至零且將自由空間累計量S設定至零(步驟S160)。SSDC 41判定具有ID i=0之實體區塊是否鍵入於磁軌表63中(步驟S161)。當實體區塊鍵入於磁軌表中時，SSDC 41將i遞增一(步驟S162)且執行關於具有下一ID編號之實體區塊的相同判定(步驟S161)。亦即，當實體區塊ID包括於磁軌表63中時，因為實體區塊之資料係以磁軌單元來管理，所以資料並非NAND GC目標。

當具有ID=i之實體區塊並非以磁軌單元來管理(步驟S161處之否)時，SSDC 41參考叢集表64且獲取具有ID=i之實體區塊中所包括的有效叢集之所有位址(步驟S163)。SSDC 41計算所獲取之有效叢集之總容量的大小v (步驟S164)。當大小v小於實體區塊大小時(步驟S165處之是)，SSDC 41將目前實體區塊之ID添加至NAND GC目標區塊清單(步驟S166)。另外，SSDC 41將目前實體區塊之所獲取之叢集容量v添加至所獲取之叢集累計量S且更新所獲取之叢集累計量S (步驟S167)。

當大小v不小於實體區塊大小或所獲取之叢集累計量S未達到實體區塊大小時(在步驟S168處)，SSDC 41將i遞增一(步驟S162)且以關於具有下一ID編號之實體區塊的相同方式執行步驟S161至S167處之程序。SSDC 41重複步驟S161至S167處之程序，直至所獲取之叢集累計量S在步驟S168處達到實體區塊大小為止。

當所獲取之叢集累計量S在步驟S168處達到實體區塊大小時，SSDC 41讀取關於NAND GC目標區塊清單上之所有實體區塊的所有有效叢集之資料且將資料寫入於RAM 40中(步驟S169)，抹除NAND

GC目標區塊清單上之所有實體區塊(步驟S170)，且將經抹除之所有實體區塊自ABT 62中刪除並將實體區塊添加至FBT 60 (步驟S171)。接著，SSDC 41遞增抹除計數。在步驟S170處執行之抹除處理之目標可限於在步驟S172處資料經寫入於之區塊。依據抑制區塊之抹除計數而言，此情形為所需的。

當出現抹除錯誤時，SSDC 41將實體區塊ID添加至BBT 61且將實體區塊ID自FBT 60中刪除。甚至在出現過一次抹除錯誤之實體區塊中，若再次執行抹除，則有時可正常地抹除實體區塊，而不會造成抹除錯誤。因此，為了防止壞區塊之數目之不必要的增加，需要SSDC 41針對區塊中之每一者保留FBT 60及ABT 62中之項目「每一區塊之抹除錯誤計數」，在出現區塊之抹除錯誤時遞增該項目，且在每一區塊之抹除錯誤計數增加至等於或大於預定值時，將該區塊登記於BBT 61中。更合意地，為了僅將同時出現抹除錯誤之實體區塊設定為壞區塊，SSDC 41保留項目「每一區塊之抹除計數連續錯誤」代替「每一區塊之抹除錯誤計數」，在出現區塊之抹除錯誤時遞增該項目，在可無錯誤地執行抹除時將該項目重設至零，且在「每一區塊之抹除計數連續錯誤」增加至等於或大於預定值時，將該區塊登記於BBT 61中。

SSDC 41自FBT 60獲取新的自由區塊，將寫入於RAM 40中之資料寫入於所獲取之自由區塊中(步驟S172)，將寫入有該資料之自由區塊之實體區塊ID及區塊之抹除計數添加至ABT 62，且將寫入有該資料之區塊之區塊ID自FBT 60中刪除(步驟S173)。另外，SSDC 41更新叢集表64中之叢集位址、實體區塊ID及實體區塊內頁面位址以對應於此時之NAND GC (步驟S174)。SSDC 41基於NAND GC之處理內容而更新統計資訊65。

當在步驟S172處出現程式錯誤時，SSDC 41將實體區塊ID添加至

BBT 61，將實體區塊ID自FBT 60中刪除，且再次獲取自由區塊。甚至在出現過一次程式錯誤之實體區塊中，若再次執行寫入操作，則有時可正常地寫入實體區塊，而不會造成程式錯誤。因此，為了防止壞區塊之數目之不必要的增加，需要SSDC 41針對區塊中之每一者保留FBT 60及ABT 62中之項目「每一區塊之程式錯誤計數」，在出現區塊之程式錯誤時遞增該項目，且在「每一區塊之程式錯誤計數」增加至等於或大於預定值時，將該區塊登記於BBT 61中。更合意地，為了僅將同時出現程式錯誤之實體區塊設定為壞區塊，SSDC 41保留項目「每一區塊之寫入連續錯誤之次數」代替「每一區塊之程式錯誤計數」，在出現區塊之程式錯誤時遞增該項目，在可無錯誤地執行寫入時將該項目重設至零，且在「每一區塊之寫入連續錯誤之次數」增加至等於或大於預定值時，將該區塊登記於BBT 61中。

在圖21中所展示之程序中，執行用於優先地將資料填充於自由區塊中之NAND GC。然而，用於優先地獲取自由區塊之NAND GC可藉由以下操作來執行：在步驟S164處藉由自實體區塊大小減去所獲取的叢集之容量而計算 v ，在步驟S165處判定 v 是否小於0，在 v 小於0時移位至步驟S168，且在 v 不小於0時移位至步驟S163。

刪除通知

參看圖22解釋由SSDC 41進行之刪除通知處理。刪除通知為在由資訊處理裝置111上之OS 100執行資料之刪除時自資訊處理裝置111傳輸至儲存單元2及儲存單元3的命令。用於刪除通知處理之命令大體上被稱為修剪命令。修剪命令之實例包括資訊技術ATA/ATAPI命令集-3 (ACS-3)中所描述之「06h資料集管理」命令及快速NVM修訂1.1中所描述之「09h資料集管理」命令之解除分配。刪除通知處理為滿足以下情形之系統：其中，當在OS 100上或在檔案系統上刪除資料時，將經刪除之資料所存在的邏輯位址區域(LBA區域)作為包括LBA之集合

及磁區之數目的LBA範圍輸入項通知給儲存裝置，藉此亦可將該區域視為儲存單元2及儲存單元3上之自由區域。SSDC 41可重新根據刪除通知獲取自由區塊。修剪命令之功能不僅可藉由該命令來實現，而且可藉由以下命令來實現：資訊技術ATA/ATAPI命令集-3 (ACS-3)中所描述之SCT命令輸送、快速NVM修訂1.1中所描述之「08h寫入零」命令及諸如廠商獨特命令之其他命令。

當儲存單元2及儲存單元3自資訊處理裝置111接收到刪除通知時(步驟S180)，SSDC 41根據圖16中所展示之程序使刪除通知中所指明之LBA經受前向LBA查找變換。當刪除通知中所包括之LBA係以磁軌單元來管理時(步驟S181處之是)，SSDC 41將實體區塊ID添加至FBT 60且將實體區塊ID自ABT 62中刪除(步驟S184)。另一方面，當刪除通知中所包括之LBA係以叢集單元來管理時(步驟S181處之否)，SSDC 41將對應於實體區塊之所有叢集自叢集表64中刪除(步驟S182)，將適當有效值(例如，FFFF)寫入於對應於磁軌表63中對應於LBA之磁軌的實體區塊ID中(步驟S183)，且將實體區塊ID添加至FBT 60並將實體區塊ID自ABT 62中刪除(步驟S184)。SSDC 41可經由除NAND GC之外的刪除通知處理獲取自由區塊。

通常，可藉由NAND GC獲取足夠用於寫入之數目個自由區塊。當甚至藉由NAND GC亦無法獲取足夠用於寫入之數目個自由區塊時，需要SSDC 41將統計資訊65之NAND GC錯誤旗標設定至1且向資訊處理裝置111通知無法經由資訊處理裝置111所進行的對統計資訊65之擷取而獲取自由區塊。舉例而言，為了對自NAND GC錯誤旗標改變成1時之時間直至儲存單元2實際上停止操作為止的時間給予裕度，需要在滿足條件(執行NAND GC 之後的自由區塊之數目) < (寫入所必要之自由區塊之數目) + (裕度)時，將NAND GC故障旗標設定為1，且將自由區塊之擷取中的故障作為可靠性資訊通知給資訊處理裝置

111。

不僅可在自資訊處理裝置111接收到寫入請求時執行NAND GC，而且可在(例如)於最後一次自資訊處理裝置接收到命令之後經過預定時間時或在自資訊處理裝置111接收到移位至待用、閒置或睡眠狀態之命令時執行NAND GC，或可在(例如) SSDC 41經由ACS-3中所描述之SCT命令輸送、其他廠商命令或其類似者自資訊處理裝置111接收到用於啟動NAND GC之命令時執行NAND GC。

錯誤處理

參看圖23解釋由SSDC 41進行的關於NAND記憶體16之錯誤處理。通常如上文所解釋來執行各種種類之處理，諸如用於來自資訊處理裝置111之寫入請求之處理及NAND GC處理。然而，在某種狀況下，例如，在NAND記憶體16之寫入操作(程式化操作)中出現程式錯誤，在NAND記憶體16之抹除操作中出現抹除錯誤，或在NAND記憶體16之讀取操作中出現ECC錯誤(錯誤校正處理中之故障)。在此狀況下，關於錯誤之例外狀況處置為必要的。

當出現該等錯誤中之任一者時(步驟S190)，SSDC 41將出現錯誤之實體區塊添加至BBT 61 (步驟S191)，且將出現錯誤之實體區塊自ABT 62及FBT 60中刪除(步驟S192)以使得此後不可能存取出現錯誤之實體區塊。接著，SSDC 41可將出現錯誤之實體區塊之資料複製至另一實體區塊。SSDC 41基於錯誤處理而更新統計資訊65。

上文關於讀取處理、寫入處理及NAND GC處理解釋錯誤處理之實例。然而，錯誤處理不限於該等實例且可應用於NAND記憶體16之所有種類之讀取處理、寫入處理及抹除處理。

用於判定壽命結束之處理

當資訊處理裝置111正使用儲存單元2時，儲存於統計資訊65中之值劣化且儲存單元2達到壽命結束。舉例而言，當資訊處理裝置111正

使用儲存單元2時，NAND記憶體16之區塊之可靠性劣化，壞區塊之數目增加，且自由區塊之數目與作用中區塊之數目的總和減小。另外，當資訊處理裝置111正使用儲存單元2時，即使SSDC 41執行NAND GC，亦無法獲取足夠用於執行寫入處理之數目個自由區塊。此實例為儲存單元2之壽命結束之實例。在以下解釋中，解釋由控制程式200在儲存單元2之壽命結束結束時執行的處理。

當經啟動時，控制程式200駐留於主記憶體6中，且監視儲存單元2之諸如統計資訊65之可靠性資訊。為了始終監視儲存單元2之統計資訊65，需要在將OS 100自區域16B(或20B)讀取至區域6A時或緊於將OS 100自區域16B(或20B)讀取至區域6A之後(參見圖2及圖3)，將控制程式200自區域16B(或區域20B)讀取至區域6B。

舉例而言，如圖24中所展示，控制程式200每隔固定時間(例如，每隔一分鐘)或在每一固定數目次處理(例如，在對儲存單元2之每100次存取下或在由儲存單元2接收之每10 GB資料下)中自儲存單元2獲取諸如統計資訊65之可靠性資訊。有可能藉由在儲存單元2接近壽命結束時增加可靠性資訊之擷取頻率來執行對使用者資料之更穩健保護。關於獲取統計資訊之方法，例如，可使用INCITS ACS-3中所描述的使用作記憶體之自診斷功能之「B0h/D0h SMART讀取資料」命令或「B0h/D5h SMART讀取日誌」命令(其為自監視分析及報告技術(S.M.A.R.T)之命令)。可使用快速NVM修訂1.1中所描述之「02h得到日誌頁面」命令。可使用ACS-3中所描述之SCT命令輸送或其他廠商獨特命令。可使用SCSI初級命令-4 (SPC-4)(INCITS T10/1731-D，及修訂36e (<http://www.t10.org/>))中所描述之「4Dh日誌感測」命令。

在圖27中所展示之實例中，SSDC 41基於統計資訊65產生表格資料或直接將表格資料儲存於統計資訊65中且將表格資料作為可靠性資訊傳輸至資訊處理裝置111。當使用S.M.A.R.T作為統計資訊65時，如

圖27中所展示，SSDC 41將屬性ID分配給統計資訊65之分量中之每一者。SSDC 41可將屬性ID僅分配給統計資訊65之分量之一部分。關於分量，當可靠性進一步劣化時，分量之值增加，在統計資訊65之分量當中，SSDC 41計算(例如)屬性值，屬性值為如下文所解釋之經標準化之值。

$$\text{屬性值} = \text{SMAL} + \text{SMAB} \times (1 - \text{AMALR}) \times (\text{RMAX} - \text{原始值}) / \text{RMAX}$$

原始值為儲存於統計資訊65中之值本身。RMAX為用於實現可靠性之保證的原始值之上限值。SMAB為提前設定為屬性值之初始值的參數。舉例而言，將100設定為SMAB。SMAL (=屬性臨限值)為在原始值等於上限值RMAX時屬性值應達到的值且為經提前設定之參數。舉例而言，將30設定為SMAL。AMALR為自關係 $\text{AMALR} = \text{SMAL} / \text{SMAB}$ 導出之參數且等於或大於0並小於1。以此方式，SSDC 41計算SMART資訊之屬性值(圖27中之「值」)且將屬性值傳輸至控制程式200。屬性臨限值為圖27中之「臨限值」。原始值為圖27中之「原始資料」。

舉例而言，當SSDC 41使用平均抹除計數(統計資訊X04)作為原始值時，若目前平均抹除計數為1000，則原始資料=1000。若假定實現NAND記憶體16之可靠性之保證的最大抹除計數為10000，則RMAX=10000。若SSDC 41經設計以在抹除計數=0之初始狀態下將屬性值之初始值設定為100，則SMAB=100。當抹除計數達到RMAX=10000時，屬性值達到SMAL。

關於分量，當可靠性進一步劣化時，分量之值減小，在統計資訊65之分量當中，SSDC 41計算(例如)屬性值，屬性值為如下文所解釋之經標準化之值。

$$\text{屬性值} = \text{SMAL} + \text{SMAB} \times (1 - \text{AMALR}) \times (\text{原始值} - \text{RMIN}) /$$

(RINIT - RMIN)

RMIN為用於實現可靠性之保證的原始值之下限值。RINIT為原始值之初始值。

可分別採用不同值作為X01至X32之RMAX、AMALR及SMAB。當在SMAB=100下採用AMALR=0.3時，關於待採用之統計資訊，屬性值之最佳值為100 (例如，緊於運送之後的100)。當屬性值隨著可靠性進一步劣化而逐漸減小且無法保證儲存單元2之可靠性(統計資訊之原始值等於或大於RMAX)或儲存單元2將要達到壽命結束時，屬性值達到30或較小值。控制程式200可使用「B0h/DAh SMART傳回狀態」(其為ACS-3中所描述之命令)作為用於偵測屬性值是否超過臨限值之方式，且根據屬性值是否超過臨限值自該命令之輸出判定壽命結束。

需要儲存單元2之製造商導出統計資訊之原始值與開發階段中的儲存單元2之不良率之間的關係(如圖28中所展示)，且採用不良率超過可允許值時之時間的原始值作為RMAX。舉例而言，製造商僅需要在儲存單元2之開發階段中執行耐磨測試，以用於驗證在針對大量(例如，一百個)儲存單元2之群組重複高溫下之寫入操作以用於測試時，經寫入之資料是否在固定時間或更多時間內繼續得以正確地儲存，且，同時，繼續監視統計資訊，且採用不良率達到固定比率時之時間點的統計資訊之原始值作為RMAX。製造商僅需要在某個時間或更多時間內使磨損之儲存單元2在高溫狀態下不接觸，此後降低儲存單元2之溫度，執行關於儲存單元2之讀取操作，且，在無法使所讀取之資料經受ECC校正(或存在無法經受ECC校正之固定數目或更多的資料)時，將此情形定義為儲存單元2之故障，且採用藉由將故障之數目除以執行等效測試所針對的儲存單元2之數目獲得的值作為不良率。製造商僅需要採用不良率在統計上顯著低於可允許之不良率之原始值作為RMAX。製造商可對RMAX給予某種程度之裕度且採用RMAX' =

RMAX - 裕度作為RMAX。

製造商可採用圖27中之「最差」作為由控制程式200對儲存單元2之壽命結束之診斷的索引。由SSDC 41將「最差」計算為屬性值之最差值。舉例而言，最差為屬性值之最小值，例如，在運送儲存單元2之後(或在製造之後)。或者，製造商可採用在過去的固定時間範圍內的屬性值之最小值作為最差，或可採用在自過去執行通信或處理達某個固定數目次(達固定資料量)時至目前之週期內的最小值作為最差值。

製造商可採用圖27中之「原始資料」(原始值)作為由控制程式200對儲存單元2之壽命結束之診斷的規格。將統計資訊之原始值作為原始資料自儲存單元2傳輸至控制程式200。接著，控制程式200已將RMAX保持在控制程式200中，分別自儲存單元2讀取RMAX，或自另一儲存裝置讀取RMAX以獲取RMAX，比較RMAX與原始資料，且，在原始資料 $>$ RMAX或原始資料 $\geq$ RMAX時，判定儲存單元2已達到壽命結束。舉例而言，在NAND GC故障旗標之狀況下，當NAND GC故障旗標為1時，控制程式200判定儲存單元2已達到壽命結束。舉例而言，在總的壞區塊計數之狀況下，當總的壞區塊計數超過預定值時，控制程式200判定儲存單元2已達到壽命結束。關於自儲存單元2傳輸至資訊處理裝置111之原始資料，不會始終需要輸出統計資訊之原始值。舉例而言，SSDC 41可將藉由使統計資訊之原始值經受四個算術運算而獲得之值作為原始資料傳輸至控制程式200。控制程式200可比較原始資料與藉由使RMAX經受四個算術運算而獲得之值以判定儲存單元2是否已達到壽命結束。SSDC 41可將藉由(例如)加密統計資訊之原始值而獲得之雜湊資料作為原始資料傳輸至控制程式200。控制程式200可解密原始資料且比較原始資料與解密之後的資料之RMAX以判定儲存單元2是否已達到壽命結束。

如上文所解釋，控制程式200判定儲存單元2是否已達到壽命結束(儲存單元2是否處於異常狀態)。當控制程式200判定儲存單元2已達到壽命結束時(當控制程式200判定儲存單元2處於異常狀態時)，控制程式200移位至下文所解釋之壽命結束處理(步驟S205)。統計資訊65可採用除統計資訊X01至X32之外的各種形式。本發明亦可應用於此等形式。不僅可在正相關性存在於統計資訊與不良率之間的關係中時應用本發明，而且可在負相關性存在於統計資訊與不良率之間的關係中時應用本發明。統計資訊為(例如)儲存單元2在運送之後經歷的最低溫度。接著，控制程式200僅需要採用用於實現可靠性之保證的下限值RMIN代替RMAX且，在統計資訊降至低於RMIN時，判定儲存單元2已達到壽命結束。

在此實施例中，控制程式200使用S.M.A.R.T每隔固定時間(例如，每隔一分鐘)獲取統計資訊，如圖24中所展示(步驟S200處之是)。控制程式200將ACS-3中所描述之「B0h/D0h SMART讀取資料」(其為統計資訊擷取命令)傳輸至儲存單元2(步驟S201)，自儲存單元2接收包括統計資訊之資料(步驟S202)，且診斷所接收之資料(步驟S203)。診斷方法如上文所解釋。當控制程式200在步驟S204處判定儲存單元2已達到壽命結束時或當控制程式200判定儲存單元2將要達到壽命結束時(步驟S204處之是)，控制程式200移位至壽命結束處理(步驟S205)。即使儲存單元2未達到壽命結束，例如，當統計資訊超過提前設定之RMAX或指示異常值時(該情形在正常操作中不可能)，亦需要控制程式200移位至步驟S205處之處理。

除SMART之外，控制程式200亦可使用ACS-3中所描述的可自儲存單元2獲取之固態裝置統計(日誌位址04h，日誌頁面07h)執行壽命結束判定。舉例而言，當控制程式200判定偏移8至15之百分比使用耐久性指示符之值超過100%時，控制程式200可移位至壽命結束處理。

除SMART之外，控制程式200亦可使用可根據ACS-3中所描述之「ECh識別裝置」命令獲取之識別裝置資料執行壽命結束判定。舉例而言，當控制程式200判定旗標設定於識別裝置資料中之特定位元中時，控制程式200可移位至壽命結束處理。詳言之，若儲存單元2為採用專利文獻3之發明的SSD，則當SSDC 41移位至唯讀模式時，SSDC 41可將旗標設定於識別裝置資料中之特定位元中。因此，控制程式200可獲取識別裝置資料以辨識儲存單元2轉變至唯讀模式且可移位至壽命結束處理。

控制程式200可使用專利文獻22及專利文獻23中所揭示之壽命預測技術執行關於儲存單元2之壽命預測且，當判定儲存單元2之壽命結束將要在固定週期中結束時，移位至壽命結束處理。

控制程式200可使用除統計資訊65之外的可靠性資訊移位至壽命結束處理。舉例而言，如圖29中所展示，控制程式200自OS 100獲取(監視)由OS 100自儲存單元2接收之回應資訊(參見圖7)且使用回應資訊作為可靠性資訊(步驟S210)。當回應資訊為錯誤回應時(步驟S211)，控制程式200判定儲存單元2達到異常狀態。控制程式200移位至壽命結束處理(步驟S205)。待監視之回應可為對任何命令之回應。然而，依據CPU 5上之負載之減小，僅需要監視對至儲存單元2之寫入命令之回應，寫入命令諸如ACS-3中所描述之「61h寫入FPDMA排入佇列」及「35h寫入DMA EXT」及快速NVM修訂1.1中所描述之「01h寫入」命令。詳言之，若儲存單元2為採用專利文獻3之發明的SSD，則當儲存單元2已達到壽命結束時，傳回對至儲存單元2之寫入命令之回應作為錯誤。因此，有可能判定壽命結束而不需要獲取統計資訊。自然地，當儲存單元2並非採用專利文獻3之發明的SSD時，亦可應用本發明。

若儲存單元2為採用專利文獻3之發明的儲存單元2，則在儲存單

元2回應於寫入命令而傳回錯誤之狀態下，在下文所解釋的儲存單元2之開機載入程式區域之重寫中，需要SSDC 41經組態以在專利文獻3之唯讀模式狀態下回應於特殊寫入命令(例如，ACS-3中所描述之SCT命令輸送及其他廠商獨特命令)而不傳回錯誤，且在儲存單元2中使用該特殊寫入命令執行寫入。特殊寫入命令不必用於除儲存單元2之外的儲存裝置中之寫入。或者，若OS 100為僅使用某個寫入命令(例如，61h寫入FPDMA排入佇列)作為寫入命令之OS，則SSDC 41可經組態以在SSDC 41達到專利文獻3之唯讀時，回應於該寫入命令(例如，61h寫入FPDMA排入佇列) 3而傳回錯誤，回應於另一寫入命令(例如，30h寫入磁區)而不傳回錯誤，且使用另一寫入命令(例如，30h寫入磁區)在儲存單元2中執行開機載入程式區域之寫入。

自然地，待監視之命令可為除寫入命令之外的命令。舉例而言，關於命令回應，可監視對ACS-3中所描述之「B0H/D4H SMART執行離線立即」命令之回應(輸出)或報告，或可監視對「90h執行裝置診斷」之回應。舉例而言，控制程式200可使用自儲存單元2所獲取之SMART之自測試的結果移位至壽命結束處理。控制程式200將ACS-3中所描述之「B0h/D4h SMART執行離線立即」命令傳輸至儲存單元2，藉此SSDC 41執行自測試。控制程式200將ACS-3中所描述之「B0h/D0h SMART讀取資料」及「B0h/D5h SMART讀取日誌」命令傳輸至儲存單元2以獲取自測試之結果作為可靠性資訊。舉例而言，當錯誤包括於自測試之所獲取之結果中時，控制程式200判定儲存單元2已達到壽命結束。

即使某個命令回應為錯誤回應，但若再次傳輸該命令，則很可能一命令回應並非錯誤。接著，因為很可能儲存單元2未達到壽命結束，所以依據僅在出現具有再現性之命令錯誤時才執行壽命結束處理，需要在命令錯誤出現複數次時執行壽命結束處理。另外，依據嚴

格地判定錯誤再現性，需要在命令錯誤連續出現複數次時執行壽命結束處理。或者，如圖30中所展示，當在監視至儲存單元2之命令期間接收到作為對命令之回應的錯誤回應時(步驟S220及步驟S221處之是)，控制程式200或OS 100可再次將該命令傳輸至儲存單元2(命令重試)(步驟S222)且，在接收到作為對經重試之命令之回應的錯誤回應時(步驟S223處之是)，執行壽命結束處理(步驟S205)。

控制程式200可使用自資訊處理裝置111獲取之可靠性資訊移位至壽命結束處理。舉例而言，當溫度計設定於資訊處理裝置111中時，控制程式200可監視自溫度計輸出之溫度且，在溫度超過上限值或降至低於下限值時，執行作為可靠性劣化時間處理之壽命結束處理。

正常狀態下之資料組態

圖31為在執行壽命結束處理S205之前由資訊處理裝置111管理之資料的組態實例。如上文所解釋，資訊處理裝置111將指明LBA(其為邏輯位址)之資料讀取或寫入命令傳輸至儲存單元2，而不是向儲存單元2請求直接指明NAND記憶體16之實體位址的讀取或寫入資料。儲存單元2中之SSDC 41基於儲存於管理資訊44中之映射資訊動態地映射LBA及NAND記憶體16之實體位址。以此方式，根據LBA管理可直接由資訊處理裝置111管理之資料。關於可由資訊處理裝置111管理之位址空間，將LBA區域2001映射至儲存單元2。LBA區域2001包括開機載入程式區域2002、後設資料區域2003，及使用者資料區域2004。可將該等區域之一部分分配給除LBA區域之外的區域，諸如可藉由ACS-3之「SMART讀取日誌」命令或「讀取日誌」命令存取之日誌頁面位址。將儲存單元2分配給邏輯碟機4。

開機載入程式區域2002為在啟動資訊處理裝置111期間讀取之區域。在此實施例中，將開機載入程式區域2002分配給LBA之固定區域。然而，資訊處理裝置111可動態地分配開機載入程式區域2002。

關於開機載入程式區域之實例，例如，存在主開機記錄(MBR)。在MBR中，例如，將LBA=0x000之總共一邏輯磁區(總共512位元組)之一區域分配為固定開機載入程式區域。關於開機載入程式區域之實例，例如，存在GUID分割表(GPT)。在此實施例中，如圖32中所展示，開機載入程式區域2002包括：後設資料指標區域2005，其中儲存後設資料區域2003之標頭LBA；狀態儲存區域2006，其中儲存儲存狀態；及位址區域2007(資料遷移目標管理區域2007)，其中儲存資料遷移目標儲存裝置位址。舉例而言，當儲存單元2為資料遷移源且儲存單元3為資料遷移目的地時，儲存單元3之儲存單元識別名稱儲存於儲存單元2之資料遷移目標管理區域2007中且儲存單元2之儲存單元識別名稱儲存於儲存單元3之資料遷移目標管理區域3007中。在此實施例中，儲存於狀態儲存區域2006中之資料可採用值0至5。各別值指示儲存目的地處之儲存單元之狀態如下：

- 0： 初始儲存狀態
- 1： 正常狀態
- 2： 低可靠性狀態
- 3： 資料遷移源狀態(受保護狀態)
- 4： 資料遷移目的地狀態
- 5： 捨棄目標狀態

資訊處理裝置111在啟動時讀取指標2005，指定後設資料區域2003之LBA，且將後設資料300自LBA區域2001之後設資料區域2003讀取至主記憶體6之後設資料區域6C。當發生檔案之重寫時，OS 100重寫主記憶體6之後設資料區域6C之後設資料300，週期性地將後設資料區域6C之後設資料300備份於儲存單元2之後設資料區域2003中，且順序地將後設資料300之日記賬記錄於儲存單元2之後設資料區域2003中。

圖33為後設資料300之組態實例。檔案ID為資料之由應用程式400使用以識別資料之位址或檔案名稱。邏輯碟機位址為分配給邏輯碟機中之每一者以用於指定邏輯碟機4之位址(參見圖31及圖38)。儲存單元識別名稱為分配給實體儲存裝置以用於指定諸如儲存單元2或儲存單元3之實體儲存裝置之位址。在此實施例中，全球名稱(WWN)用作儲存單元識別名稱。因為將不同值分別分配給儲存裝置作為WWN，所以WWN可用以區別實體儲存裝置。WWN儲存於(例如)藉由ACS-3中所描述之「ECh識別裝置」命令讀取之資料的字108至111中。或者，關於儲存單元識別名稱，例如，可使用分配給藉由ACS-3中所描述之「ECh識別裝置」命令讀取之資料的字10至19的序號，可使用分配給藉由快速NVM修訂1.1中所描述之「06h識別命令」讀取之資料的位元組23:04的序號(SN)，或可使用網路協定中之媒體存取控制(MAC)位址或網際網路協定(IP)位址。可在儲存裝置之製造期間提前將儲存單元識別名稱寫入於儲存裝置中，或可在儲存裝置連接至資訊處理裝置111時由資訊處理裝置111重新分配儲存單元識別名稱。藉由後設資料300映射的使用者資料區域2004之LBA位址儲存於後設資料300之LBA中。除使用者資料區域2004之外的區域之LBA(諸如，後設資料區域2003或開機載入程式區域2002之LBA)可儲存於後設資料300之LBA中。磁區計數指示資料長度。

後設資料300由OS 100使用以自檔案ID及邏輯碟機位址前向查找儲存單元識別名稱、LBA及磁區計數，或由OS 100使用以自儲存單元識別名稱、LBA及磁區計數反向查找邏輯碟機位址及檔案ID。通常，應用程式400直接指明儲存單元2及LBA且並不執行自儲存單元及儲存裝置之讀取及儲存單元及儲存裝置中之寫入。OS 100辨識(裝設)儲存單元2為邏輯碟機4。當應用程式400將邏輯碟機位址及檔案ID傳輸至OS 100時，OS 100讀取後設資料300，指定對應於邏輯碟機及檔案ID

之儲存單元及LBA，且將命令及LBA傳輸至儲存單元。

由圖7中所展示之OS 100及控制程式200將邏輯碟機分配給一個或複數個實體碟機(其為低階層)，或實體碟機之一部分中的LBA區域。因此，為高階層之應用程式400虛擬地辨識邏輯碟機為一個碟機。在此實施例中，在壽命結束處理S205之前的狀態下，將邏輯碟機4分配給作為實體儲存裝置之儲存單元2。甚至在壽命結束處理S205之前的狀態下，亦可使用複數個實體儲存裝置來組態不昂貴磁碟冗餘陣列(RAID)之儲存陣列，例如，RAID0或RAID5之儲存陣列。儲存陣列可辨識為一邏輯碟機4。亦可在彼狀況下應用本發明。

圖34為在應用程式400將對邏輯碟機4之存取請求傳輸至OS 100時執行之程序的流程圖。當應用程式400將存取請求(例如，檔案讀取請求或檔案寫入請求)、邏輯碟機位址及檔案ID傳輸至OS 100時(步驟S300)，OS 100自後設資料區域6C讀取後設資料300(步驟S301)。OS 100將邏輯碟機位址及檔案ID前向查找變換成儲存單元識別名稱及LBA(步驟S302)且將命令及LBA傳輸至對應於儲存單元識別名稱之儲存單元(步驟S303)。儲存單元根據命令執行使用者資料區域2004中之寫入操作及自使用者資料區域2004之讀取操作且將回應或資料傳輸至OS 100(步驟S304)。OS 100自儲存單元接收回應及資料且將回應及資料傳輸至應用程式400且處理結束(步驟S305)。

在此實施例中，在執行關於儲存單元2之壽命結束處理S205之前的狀態下，因為僅自儲存單元2組態邏輯碟機4，所以後設資料300中對應於邏輯碟機4之所有儲存單元識別名稱為儲存單元2之WWN。另一方面，如在邏輯碟機中之RAID陣列之建置中，可在執行壽命結束處理S205之前在後設資料300中將複數個儲存單元識別名稱分配給一邏輯碟機位址。

在儲存狀態區域2006中，儲存有關於OS 100之儲存單元之資

訊。圖35展示在資訊處理裝置111啟動時及在儲存單元連接至介面19時執行之控制程式200的處理程序。控制程式200經由介面19讀取儲存單元之開機載入程式區域2002之儲存狀態區域2006，且根據讀取值改變向OS 100通知的儲存單元之狀態。當儲存狀態為0時(步驟S311)，控制程式200向OS 100通知儲存單元為初始儲存單元。OS 100辨識儲存單元為初始儲存單元(步驟S312)。在儲存單元之出廠運送期間或在資訊處理裝置111藉由使用ACS-3之「F4h安全抹除單元」命令、快速NVM修訂1.1之「80h格式化NVM」命令或其類似者抹除儲存單元時，將儲存單元之儲存狀態區域2006之值改變為儲存狀態=0。當資訊處理裝置111格式化儲存單元時，將儲存單元之儲存狀態區域2006之值改變成儲存狀態=0。

當儲存狀態為1時(步驟S313)，控制程式200向OS 100通知儲存單元處於正常狀態。OS 100辨識儲存單元處於正常狀態(步驟S314)。在壽命結束處理S205之前的儲存單元2之儲存狀態為儲存狀態=1。

當儲存狀態為2時(步驟S315)，控制程式200向OS 100通知儲存單元處於低可靠性狀態。控制程式200辨識儲存單元處於低可靠性狀態(步驟S316)且執行壽命結束處理S205。

當儲存狀態為3時(步驟S317)，控制程式200向OS 100通知儲存單元正充當資料遷移源執行資料遷移工作。OS 100辨識儲存單元處於受保護狀態(步驟S318)。

當儲存狀態為4時(步驟S319)，控制程式200向OS 100通知儲存單元正充當資料遷移目的地執行資料遷移工作。OS 100辨識儲存單元處於資料遷移目的地狀態(步驟S320)。

當儲存狀態為5時(步驟S321)，控制程式200向OS 100通知儲存單元處於捨棄目標狀態。OS 100辨識儲存單元處於捨棄目標狀態(步驟S322)。當儲存狀態為除0至5之外的值時，需要OS 100將儲存單元視

為未經授權之儲存單元且並不裝設儲存單元(步驟S323)。

圖36及圖37為用於解釋儲存單元之壽命週期的狀態轉變圖。緊於製造儲存單元之後的、緊於運送儲存單元之後的、緊於抹除儲存單元之後的及緊於格式化儲存單元之後的儲存單元之儲存狀態區域2006之值為指示初始儲存狀態之儲存狀態=0(步驟S330)。此後，儲存狀態改變成指示正常狀態之儲存狀態=1，藉此由OS 100將儲存單元用作正常儲存單元(步驟S331)。隨著儲存單元之可靠性進一步劣化，儲存單元轉變至指示低可靠性狀態之儲存狀態=2(步驟S332)。在轉變至指示受保護狀態之儲存狀態=3(步驟S333)之後，儲存單元改變成指示捨棄目標狀態之儲存狀態=5(步驟S334)。接著，最後，由資訊處理系統1之操作者或系統管理員捨棄儲存單元。

圖37展示資訊處理裝置111上辨識為處於資料遷移目的地狀態之儲存單元的壽命週期。接著，在步驟S330處之初始儲存狀態(儲存狀態=0)之後，在轉變至資料遷移目的地狀態(儲存狀態=4)(步驟S330b)之後，拆離資料遷移源狀態之儲存單元，藉此在儲存狀態=1之正常狀態下使用該儲存單元(步驟S331)。

圖38展示在儲存單元2經辨識為處於低可靠性狀態時連接不同於儲存單元2之儲存單元3的狀態。LBA區域3001經分配給已連接之源單元3作為可由資訊處理裝置111管理之位址空間。LBA區域3001包括開機載入程式區域3002、後設資料區域3003，及使用者資料區域3004。

當儲存單元2經辨識為處於低可靠性狀態時，如藉由圖39之虛線部分指示，已經連接至資訊處理裝置111的處於正常狀態之儲存單元3可經辨識為處於資料遷移目的地狀態，而不是在處於初始儲存狀態之一儲存單元連接至資訊處理裝置111時，該儲存單元經辨識為資料遷移目的地狀態。

壽命結束處理(儲存單元之壽命結束時之處理)

圖40中展示由控制程式200在壽命結束處理S205中執行之處理之流程圖。當已連接之儲存單元2達到壽命結束或將要達到壽命結束且開始壽命結束處理時，控制程式200判定開機載入程式區域2002之儲存狀態區域2006是否處於儲存狀態=2(低可靠性狀態)(步驟S340)。當判定之結果為否定時，控制程式200將儲存狀態區域2006重寫至儲存狀態=2(步驟S341)且將程序移位至步驟S342。當步驟S340處之判定結果為肯定時，控制程式200將程序移位至步驟S342。

關於在步驟S342處，需要控制程式200在顯示器9上顯示用於驅動連接新儲存單元之訊息，諸如「請將新儲存單元連接至介面19」。控制程式200判定處於儲存狀態=0(初始儲存狀態)之儲存單元是否已連接(步驟S343)。

當已連接新儲存單元時(當已連接儲存單元3時)，控制程式200將儲存單元2之開機載入程式區域2002複製至處於儲存狀態=0(初始儲存狀態)的已連接之儲存單元3的開機載入程式區域3002(步驟S344，參見圖32)。控制程式200將儲存單元3之開機載入程式3002之儲存狀態區域3006重寫至儲存狀態=4(資料遷移目的地狀態)(步驟S345)。

當處於儲存狀態=0(初始儲存狀態)之儲存單元已連接時或當可分配為資料遷移目的地的處於儲存狀態=1(正常狀態)之儲存單元在步驟S340處之「是」點或在步驟S341之點已連接時，控制程式200可將該儲存單元設定為儲存單元3，將儲存單元2之開機載入程式區域2002複製至儲存單元3之開機載入程式區域3002，且將儲存單元3之開機載入程式區域3002之儲存狀態區域3006複製至儲存狀態=4。

控制程式200將儲存單元2之儲存單元識別名稱寫入於儲存單元3之開機載入程式區域3002之資料遷移目標管理區域3007中(步驟S346)。控制程式200將儲存單元2之開機載入程式區域2002之儲存狀態區域2006重寫至儲存狀態=3(受保護狀態)(步驟S347)。控制程式200

將儲存單元3之儲存單元識別名稱寫入於儲存單元2之開機載入程式區域2002之資料遷移目標管理區域2007中(步驟S346)。查看儲存單元2之資料遷移目標管理區域2007及儲存單元3之資料遷移目標管理區域3007，使用者可辨識儲存單元2及儲存單元3為用於資料遷移處理之一對。

控制程式200自主記憶體6或儲存單元2之後設資料儲存區域2003讀取最新之後設資料300，將所讀取的最新之後設資料300寫入於儲存單元3之後設資料儲存區域3003中，且複製最新之後設資料300(步驟S349)。控制程式200使得OS 100辨識儲存單元2及儲存單元3為一邏輯碟機4(步驟S350)。控制程式200更新主記憶體6上之區域6D中的邏輯碟機狀態表450，以使得狀態自「正常狀態」改變成「資料遷移狀態」(步驟S351)。

圖41展示儲存於主記憶體6之區域6D中的邏輯碟機狀態表450。在邏輯碟機狀態表450中，管理複數個邏輯碟機與複數個狀態之間的對應關係。控制程式200在任何時間基於邏輯碟機之狀態(正常狀態或資料遷移狀態)而更新邏輯碟機狀態表450。

在此實施例中，如圖38中所展示，根據壽命結束處理S205，儲存單元2及儲存單元3經辨識為充當單一邏輯碟機之邏輯碟機4。在已連接新儲存單元3之後直至使用儲存單元3建置邏輯碟機4為止的資料之讀取及寫入至多以等效於後設資料300之資料量的程度發生。因此，與直至在RAID儲存陣列中替換儲存單元且將儲存單元裝設為邏輯碟機之時間相比較而言，儲存單元3之裝設係以極高速度執行。

在壽命結束處理S205之前，由OS 100週期性地將主記憶體6之後設資料區域6C中之後設資料300及後設資料300之日記賬備份於資料遷移源儲存單元2之後設資料區域2003。然而，在壽命結束處理S205之後，由OS 100週期性地將主記憶體6之後設資料區域6C中之後設資

料300及後設資料300之日記賬備份於資料遷移目的地儲存單元3之後設資料區域3003中。因此，將接近於最新之後設資料之後設資料儲存於後設資料區域3003中。在壽命結束處理S205之前的舊後設資料儲存於後設資料區域2003中。

在上述解釋中，定義儲存狀態=2之低可靠性狀態。然而，當控制程式200由於可靠性資訊與臨限值之比較而判定儲存單元2已達到壽命結束時，控制程式200可立即將儲存單元2之儲存狀態移位至儲存狀態=3之資料遷移源狀態(受保護狀態)，而不將儲存狀態移位至儲存狀態=2之低可靠性狀態。亦即，當啟動壽命結束處理時，在圖40中之步驟S340處，控制程式200判定儲存單元2之開機載入程式區域2002之儲存狀態區域2006是否為儲存狀態=3(資料遷移源狀態)。當判定之結果為否定時，在圖40中之步驟S341處，控制程式200將儲存狀態區域2006重寫至儲存狀態=3且將程序移位至步驟S342。除了刪除步驟S347之外，後續程序與圖40中所展示之程序相同。

邏輯碟機中之寫入

圖42展示在將檔案資料寫入請求自應用程式400傳輸至OS 100時執行的OS 100之處理程序。OS 100自應用程式400接收寫入請求、邏輯碟機位址、檔案ID及資料(步驟S360)。OS 100自主記憶體6讀取邏輯碟機狀態表450(步驟S361)，自主記憶體6讀取後設資料300(步驟S362)，且參考後設資料300分配LBA以用於資料寫入(步驟S363)。

OS 100判定藉由寫入命令基於邏輯碟機狀態表450指明之邏輯碟機處於正常狀態抑或資料遷移狀態(步驟S364)。當邏輯碟機處於正常狀態時，OS 100將寫入命令、LBA及寫入資料傳輸至儲存單元2(步驟S365)。OS 100自儲存單元2接收回應(步驟S366)。OS 100更新主記憶體6上之後設資料且將寫入檔案ID映射至儲存單元2、LBA及磁區計數(步驟S367)。OS 100將回應傳輸至應用程式400(步驟S371)。

當邏輯碟機處於資料遷移狀態時，OS 100將寫入命令、LBA及寫入資料傳輸至資料遷移目的地儲存單元3(步驟S368)。OS 100自儲存單元3接收回應(步驟S369)。OS 100重寫主記憶體6上之後設資料且將寫入檔案ID映射至儲存單元3、LBA及磁區計數(步驟S370)。OS 100將回應傳輸至應用程式400(步驟S371)。亦即，當邏輯碟機處於資料遷移狀態時，根據資料遷移目的地儲存單元3中之寫入，OS 100更新主記憶體6上之後設資料，以便改變儲存單元2及儲存單元3之所儲存之資料的位址。用於寫入中所涉及的所儲存之資料之位址的後設資料之更新處理可與儲存單元3中之寫入處理同時地及並行地執行，可在儲存單元3中之寫入處理中執行，可在執行儲存單元3中之寫入處理之前執行，且可在執行儲存單元3中之寫入處理之後執行。

對邏輯碟機之檔案刪除請求

圖43展示在將檔案刪除請求自應用程式400傳輸至OS 100時執行的OS 100之處理程序。OS 100自應用程式400接收刪除命令、邏輯碟機位址及檔案ID(步驟S900)。OS 100自主記憶體6讀取邏輯碟機狀態表450(步驟S901)，自主記憶體6讀取後設資料300(步驟S902)，且將邏輯碟機位址及檔案ID前向查找變換成參考後設資料300之儲存單元識別名稱及LBA(步驟S903)。OS 100將包括有刪除目標檔案之檔案ID之列自記憶體6中之後設資料中刪除，或用無效ID重寫主記憶體6中之後設資料上的刪除目標檔案之檔案ID以將刪除目標檔案ID自後設資料300中刪除(步驟S904)。

OS 100判定藉由刪除命令基於邏輯碟機狀態表450指明之邏輯碟機處於正常狀態抑或資料遷移狀態(步驟S905)。當邏輯碟機處於正常狀態時，OS 100將刪除通知及LBA傳輸至儲存單元2(步驟S906)。OS 100自儲存單元2接收回應。OS 100將回應傳輸至應用程式400(步驟S910)。

當邏輯碟機處於資料遷移狀態時，OS 100判定在前向查找變換之後的儲存單元識別名稱為資料遷移源儲存單元2抑或資料遷移目的地儲存單元3(步驟S907)。當在前向查找變換之後的儲存單元識別名稱為儲存單元2時，OS 100將刪除通知及LBA傳輸至儲存單元2(步驟S908)，自儲存單元2接收回應，且將回應傳輸至應用程式400(步驟S910)。當在前向查找變換之後的儲存單元識別名稱為儲存單元3時，OS 100將刪除通知及LBA傳輸至儲存單元3(步驟S909)，自儲存單元3接收回應，且將回應傳輸至應用程式400(步驟S910)。

自邏輯碟機之資料讀取

圖44展示在將針對檔案資料之讀取請求自應用程式400傳輸至OS 100時執行的OS 100之處理程序。OS 100自應用程式400接收讀取請求、邏輯碟機位址及檔案ID(步驟S380)。OS 100自主記憶體6讀取邏輯碟機狀態表450(步驟S381)，自主記憶體6讀取後設資料300(步驟S382)，且將邏輯碟機位址及檔案ID前向查找變換成參考後設資料300的所讀取之資料之儲存單元識別名稱、LBA及磁區計數(步驟S383)。

當在前向查找變換之後的儲存單元識別名稱指明儲存單元2時(步驟S384)，OS 100將讀取命令、LBA及磁區計數傳輸至儲存單元2(步驟S385)。OS 100自儲存單元2接收回應及所讀取之資料(步驟S386)。OS 100將所讀取之資料及回應傳輸至應用程式400(步驟S389)。

當在前向查找變換之後的儲存單元識別名稱指明儲存單元3時(步驟S384)，OS 100將讀取命令、LBA及磁區計數傳輸至儲存單元3(步驟S387)。OS 100自儲存單元3接收回應及所讀取之資料(步驟S388)。OS 100將所讀取之資料及回應傳輸至應用程式400(步驟S389)。舉例而言，當LBA=0指示資料遷移狀態且LBA=1指示資料未經遷移狀態時，若在LBA=0且磁區計數=1之情況下執行讀取，則自儲存單元2及儲存單元3中之儲存單元3執行讀取，若在LBA=1且磁區計數=1之情況

下執行讀取，則自儲存單元2及儲存單元3中之儲存單元2執行讀取，且，若在LBA=0且磁區計數=2之情況下執行讀取，則自儲存單元2及儲存單元3兩者執行讀取。

以此方式，禁止了資料遷移源儲存裝置中之寫入且使用資料遷移目的地儲存單元3中之寫入實現自資料遷移源儲存裝置至資料遷移目的地儲存裝置之資料遷移。因此，由資訊處理系統1之系統管理員、操作者或使用使用者進行之備份工作為不必要的。在資料遷移中，不執行使用者資料2004之複製。使用使用者資料2004之新寫入處理執行資料遷移。因此，甚至在資料遷移期間，應用程式400之寫入處理效能亦不劣化。在壽命結束處理S205之後，在儲存單元2中發生之寫入處理至多僅限於儲存狀態區域2006中之寫入處理。因此，儲存單元2中之寫入處理很難發生。以此方式，甚至在針對儲存單元2之壽命結束處理S205之後，亦將邏輯碟機4本身辨識為應用程式400之可讀取且可寫入之碟機。然而，實際上，對於資訊處理裝置111，以仿佛儲存單元2為唯讀裝置般來處理儲存單元2。

回寫式備份

當將資料遷移源儲存單元2中之資料讀取至主記憶體6中之快取記憶體區域時，可更新後設資料300以將讀取至快取記憶體區域之資料寫入於資料遷移目的地儲存單元3中(寫回)且將資料之檔案ID映射至寫入目的地LBA。此情形在下文參看圖45來解釋。

OS 100自應用程式400接收讀取請求、邏輯碟機位址及檔案ID(步驟S400)。OS 100自主記憶體6讀取邏輯碟機狀態表450(步驟S401)，自主記憶體6讀取後設資料300(步驟S402)，且將邏輯碟機位址及檔案ID前向查找變換成參考後設資料300的所讀取之資料之儲存單元識別名稱、LBA及磁區計數(步驟S403)。

當在前向查找變換之後的儲存單元識別名稱指明儲存單元3時(步

驟S404)，OS 100將讀取命令、LBA及磁區計數傳輸至儲存單元3(步驟S409)。OS 100自儲存單元3接收回應及所讀取之資料(步驟S410)。OS 100將自儲存單元3所讀取之讀取資料及回應傳輸至應用程式400(步驟S411)。

當在前向查找變換之後的儲存單元識別名稱指明儲存單元2時(步驟S404)，OS 100將讀取命令、LBA及磁區計數傳輸至儲存單元2(步驟S405)。OS 100將寫入命令、LBA及磁區計數傳輸至儲存單元3(步驟S406)。OS 100自儲存單元2接收回應及所讀取之資料(步驟S407)。OS 100將自儲存單元2讀取之資料傳輸至儲存單元3，以藉此執行背景寫入以用於將自儲存單元2讀取之資料寫入於儲存單元3中(步驟S408)。OS 100將自儲存單元2所接收之資料及回應傳輸至應用程式400(步驟S412)。OS 100更新主記憶體6上之後設資料以將寫入檔案ID映射至儲存單元3、LBA及磁區計數(步驟S413)。

以此方式，在自邏輯碟機4讀取至資訊處理裝置111之資料背景中，可執行至儲存單元3之資料遷移。應執行所解釋之背景備份之LBA區域之大小得以減小。自資料遷移狀態之啟動至完成之週期得以進一步減小。詳言之，在邏輯碟機4之讀取操作中，並行地執行自儲存單元2之資料讀取及至儲存單元3之資料寫回，藉此可以較高速度執行資料遷移。

背景備份

邏輯碟機4處於邏輯碟機狀態表450中之資料遷移狀態，當自應用程式400及OS 100向邏輯碟機4之存取很難發生時(在閒置期間)，在背景中執行自資料遷移源儲存單元2至資料遷移目的地儲存單元3之備份(背景備份)。控制程式200自主記憶體6讀取後設資料300且搜尋映射至儲存單元2之檔案ID。若存在映射至儲存單元2之檔案，則控制程式200將讀取命令傳輸至儲存單元2以執行自檔案之LBA之讀取且讀取

資料。控制程式200將寫入命令及讀取資料傳輸至儲存單元3之LBA，執行寫入，重寫主記憶體6上之後設資料300，且將檔案ID映射至儲存單元3。

資料遷移完成時間

圖46展示在資料遷移完成時間之控制程式之操作程序。當邏輯碟機4之狀態為邏輯碟機狀態表450中之「資料遷移狀態」時(步驟S420)，控制程式200週期性地讀取主記憶體6上之後設資料300(步驟S421)且週期性地檢查是否存在映射至儲存單元2之遷移目標檔案ID(步驟S422)。舉例而言，控制程式200週期性地檢查儲存於邏輯碟機4中之所有檔案之檔案ID當中是否存在映射至儲存單元2之遷移目標檔案ID。當存在遷移目標檔案ID時，因為資料遷移尚未完成，所以控制程式200繼續資料遷移狀態之狀態。

另一方面，當不存在遷移目標檔案ID時，控制程式200將資料遷移目的地儲存單元3之儲存狀態區域3006重寫至儲存狀態=1(正常狀態)(步驟S423)且將資料遷移源儲存單元2之區域2006重寫至儲存狀態=5(捨棄目標狀態)(步驟S424)。控制程式200將儲存單元2與邏輯碟機4分離，僅辨識(裝設)儲存單元2及儲存單元3中之儲存單元3為邏輯碟機4(步驟S425)，且將邏輯碟機4之狀態自邏輯碟機狀態表450中之「資料遷移狀態」重寫至「正常狀態」(步驟S426)。

因此，可實體地(機械地)拆離儲存單元2且可在任何時間捨棄儲存單元2。儲存單元3在壽命結束處理S205之前起儲存單元2之作用。此後，可將儲存單元3視為儲存單元2。資訊處理裝置111之資料組態返回至圖31中所展示之狀態，圖31為壽命結束處理S205之前的資料組態。

為了安全地將儲存單元2與資訊處理裝置111拆離，在將儲存單元2與邏輯碟機4分離之後，需要將資訊技術ATA/ATAPI命令集-3 (ACS-

3)中所描述之「E0h待用立即」命令及其類似者傳輸至儲存單元2，或藉由(例如)將快速NVM修訂1.1中所描述之「關機通知(CC.SHN)」設定至01b而改變儲存單元2之登記值，以將儲存單元2轉變至電源供應器中斷為可能的之狀態。

為了減少可捨棄的儲存單元2之功率消耗，在將儲存單元2與邏輯碟機4分離之後，可將諸如資訊技術ATA/ATAPI命令集-3 (ACS-3)中所描述之「E0h待用立即」命令及「E6h睡眠」命令之狀態轉變命令傳輸至儲存單元2，可中斷至儲存單元2之電源供應器，可將儲存單元2轉變至序列ATA修訂3.1金修訂中所描述之「部分」狀態及「休眠」狀態，可啟動「序列ATA技術提案：SATA31_TPR_C108標題：裝置睡眠」中所描述之DEVSLP信號以將儲存單元2轉變至DevSleep狀態，或可將儲存單元2轉變至快速PCI基本規格修訂3.0中所描述之D1狀態、D2狀態或D3狀態，或可將儲存單元2轉變至快速PCI基本規格修訂3.0中所描述之L1狀態、L2狀態或L3狀態。

圖47為在儲存單元2處於儲存狀態=3(受保護狀態)且儲存單元3處於儲存狀態=4(資料遷移目的地狀態)之狀態下由資訊處理裝置111進行的自邏輯碟機4之讀取狀態的概念圖。在儲存器2及3中，映射源處之LBA並不重疊。在此狀態下，自儲存單元2及3中之至少一者讀取資料。

圖48為在儲存單元2處於儲存狀態=3(受保護狀態)且儲存單元3處於儲存狀態=4(資料遷移目的地狀態)之狀態下由資訊處理裝置111進行的在邏輯碟機4中之寫入狀態的概念圖。在此狀態下，僅對儲存單元2及儲存單元3中之儲存單元3執行寫入。亦即，仿佛儲存單元2為唯讀裝置般，儲存單元2起作用。當將資料寫入於儲存單元3中時，使至儲存單元2之舊映射無效。

如上文所解釋，根據此實施例，當儲存單元2已達到壽命結束或

將要達到壽命結束時，當重寫儲存單元2時，僅發生儲存狀態區域2006之重寫。因此，很難執行重寫處理且以仿佛儲存單元2為唯讀裝置般來處理儲存單元2。另一方面，邏輯碟機表現為可讀取且可寫入之碟機。因此，對於應用程式400，邏輯碟機4表現得與壽命結束之前之情形相同。當向應用程式400或SS 100請求邏輯碟機4中之寫入時，發生資料自儲存單元2至儲存單元3之資料遷移。資料遷移係以藉由以下操作進行的邏輯資料轉變之形式來執行：自應用程式400或OS 100至儲存單元3之資料寫入處理及後設資料重寫，而不是將實體資料自儲存單元2複製至儲存單元3。因此，可在自應用程式400或OS 100至儲存單元2之正常資料寫入之背景中執行資料自儲存單元2至儲存單元3之資料遷移。在邏輯資料傳送中，與複製實體資料相比較，NAND快閃記憶體16中之讀取處理量及寫入處理量明顯地小且介面19之頻帶使用率明顯地小。如上文所解釋，與比較實例(其中用於自儲存單元2讀取資料及將資料寫入於儲存單元3中之處理係獨立於自應用程式400或OS 100向邏輯碟機4之存取而執行)中之備份處理相比較，此實施例中之資料遷移處理係以明顯高之速度執行。亦即，對於發生自應用程式400或OS 100之寫入之LBA，資料遷移時間實質上為零。

對於不發生自應用程式400或OS 100之寫入之LBA，備份處理分別為必要的。然而，不同於必須在裝設新儲存裝置之前複製資料的比較實例中之RAID陣列之備份處理及重建，可在裝設儲存單元2及儲存單元3之後的閒置時間內在背景中執行備份處理。因此，有可能抑制應用程式400中之效能劣化。不同於比較實例(其中在裝設新儲存裝置及藉由RAID重建邏輯碟機之前，使用者資料之複製為必要的)或其類似實例(其中在裝設新儲存裝置之前，使用者資料及同位資料之重建為必要的)中之備份處理，在根據此實施例的連接資料遷移目的地儲存裝置中所涉及之邏輯碟機重建中，如圖40中所展示，僅儲存狀態區

域及儲存單元識別名稱區域之重寫及後設資料區域之複製為必要的。因此，有可能以極高速度執行邏輯碟機重建。

(第二實施例)

在第一實施例中所解釋之實例中，儲存於主記憶體6中之後設資料300用作用於搜尋遷移至儲存單元3之資料的資訊。因此，例如，當應用程式400向OS 100請求讀取具有指明之檔案ID之邏輯碟機4的資料時，藉由讀取後設資料300，OS 100可獲取關於應自儲存單元2及儲存單元3中之哪一者讀取資料的資訊及關於應自哪一者讀取LBA資料之資訊。在第二實施例中所解釋之實例中，儲存於儲存單元3中之資料遷移日誌區域550用作用於搜尋遷移至儲存單元3之資料之資訊。舉例而言，當應用程式400命令OS 100讀取邏輯碟機4之資料時，藉由讀取資料遷移日誌區域550，OS 100可獲取關於應自儲存單元2及儲存單元3中之哪一者讀取資料的資訊。在此實施例中，應用程式400將直接指明LBA之讀取請求及寫入請求傳輸至OS 100。當如在第一實施例中，應用程式400將指明檔案ID之讀取命令及寫入命令傳輸至OS 100時，亦可應用此實施例之發明。接著，控制程式200或OS 100可藉由讀取後設資料300將檔案ID變換成LBA。以與第一實施例相同之方式執行關於經變換之LBA之讀取及寫入處理。

在圖49中，展示第二實施例中的資訊處理系統1之組態。資訊處理系統1之基本組態與第一實施例中相同。邏輯碟機為OS 100可辨識之邏輯上建置之碟機。將邏輯碟機ID(碟機名稱、磁碟區編號、邏輯單元編號等)分配給邏輯碟機。OS 100辨識充當實體裝置之一個或複數個儲存單元為邏輯碟機。將邏輯碟機劃分成多個邏輯磁區(邏輯區塊)。將LBA分配給各別邏輯磁區。由圖7中所展示之OS 100及控制程式200將邏輯碟機分配給一個或複數個實體碟機(其為低階層)，及實體碟機之一部分中的LBA區域。OS 100變換邏輯碟機之LBA與實體碟

機之LBA彼此。為高階層之應用程式400虛擬地辨識邏輯碟機為一個碟機。在此實施例中，在壽命結束處理S205之前的狀態下，將邏輯碟機4分配給充當單一實體儲存單元之儲存單元2。在此狀況下，邏輯碟機之LBA與實體碟機之LBA具有相同值。甚至在壽命結束處理S205之前的狀態下，亦可使用複數個實體儲存裝置來組態不昂貴磁碟冗餘陣列(RAID)之儲存陣列(例如，RAID0或RAID5之儲存陣列)，且將該儲存陣列辨識為一邏輯碟機4。甚至在此狀況下，亦可應用此實施例。應用程式400可藉由向OS 100給予包括邏輯碟機ID及藉由LBA形成之邏輯位址的命令而存取特定邏輯碟機中之特定邏輯磁區。可將邏輯碟機ID分配給儲存單元之LBA區域之一部分，而不是整個LBA區域。因此，可將儲存單元2及儲存單元3劃分成複數個邏輯碟機且進行管理。可將單獨的邏輯碟機ID分配給各別邏輯碟機。

在此實施例中，作為實例，第一實施例中所描述的充當儲存單元2之SSD用作儲存單元2且第一實施例中所描述的充當儲存單元3之SSD用作儲存單元3。為了在可靠性劣化之後捨棄儲存單元2以減少設定空間且減少整個系統1之功率消耗，需要儲存單元2可實體地拆離地附接至資訊處理裝置111。

需要資料遷移目的地儲存單元3之儲存容量等於或大於資料遷移源儲存單元2之儲存容量。然而，甚至當儲存單元3之儲存容量小於儲存單元2之儲存容量時，亦可應用本發明。

在此實施例中，儲存單元3為在判定儲存單元2已達到壽命結束或將要達到壽命結束之後重新連接至資訊處理裝置111之儲存單元。當在判定儲存單元2已達到壽命結束或將要達到壽命結束之後，已經連接至資訊處理裝置111的處於正常狀態之儲存單元3用作遷移目的地而無需新連接時，亦可應用本發明。為了減少在連接儲存單元3之前的設定空間及減少整個系統1之功率消耗，及為了在儲存單元3之可靠

性劣化之後捨棄儲存單元3，減少設定空間，且減少整個系統1之功率消耗，需要儲存單元3可實體地拆離地附接至資訊處理裝置111。

儲存於主記憶體6中之控制程式200執行對儲存單元2及儲存單元3、各別儲存單元之狀態管理區域510、邏輯碟機ID管理區域520及資料遷移日誌區域550之統計資訊的控制及管理，且基於該統計資訊而執行壽命結束處理、資料遷移處理及其類似者。

儲存單元2及儲存單元3分別包括狀態管理區域510及邏輯碟機ID管理區域520。儲存單元3包括資料遷移日誌區域550。

在此實施例中，儲存於狀態管理區域510中之資料可採用值0至5。各別值指示對應於狀態管理區域510之儲存單元之狀態如下：

- 0： 初始儲存狀態
- 1： 正常狀態
- 2： 低可靠性狀態
- 3： 資料遷移源狀態(受保護狀態)
- 4： 資料遷移目的地狀態
- 5： 捨棄目標狀態

資訊處理系統1可經組態以使得狀態管理區域510、邏輯碟機ID管理區域520及資料遷移日誌區域550儲存於主記憶體6中，而不是儲存於各別儲存單元中。相同邏輯碟機ID儲存於資料遷移源儲存單元2及資料遷移目的地儲存單元3之邏輯碟機ID管理區域520中。

資料遷移日誌區域550包括於資料遷移目的地儲存單元3中。當資訊處理裝置111執行儲存單元3之LBA中之寫入或資訊處理裝置111將刪除通知傳輸至邏輯碟機4以使儲存單元2之LBA中之資料無效時，控制程式200將寫入目標LBA及寫入目標磁區大小作為邏輯碟機4之更新日誌(資料遷移日誌)儲存於資料遷移日誌區域550中(如圖50中所展示)。控制程式200在邏輯碟機4中之資料寫入期間、在刪除通知期間

及在儲存單元3之閒置期間，在任何時間執行資料遷移日誌區域550之記憶體回收及最佳化。舉例而言，在將具有磁區大小 X 之LBA區域 $LBA=cLBA \sim cLBA+X-1$ (下文中描述為 $(cLBA, X)$)儲存於資料遷移日誌區域550中，當與 $(cLBA, X)$ 重疊之LBA已儲存於資料遷移日誌區域550中時，或當與 $(cLBA, X)$ 連續之LBA區域已記錄於資料遷移日誌區域550中時，需要控制程式200將藉由組合(合併)所儲存之LBA區域與 $LBA(cLBA, X)$ 而獲得之LBA區域作為新日誌記錄於資料遷移日誌區域550中，且刪除組合之源LBA區域之日誌。舉例而言，當 $A=(cLBA, X)$ 之LBA區域A重新記錄於資料遷移日誌區域550中且 $B=(cLBA-a, a)$ 之LBA區域B已儲存於資料遷移日誌區域550中時，LBA區域A與LBA區域B為連續LBA區域。接著，控制程式200可藉由用日誌資料 $(cLBA-a, a+X)$ (其為LBA區域A+B)覆寫 $B=(cLBA-a, a)$ 儲存於資料遷移日誌區域550中之區域來更新資料遷移日誌區域550，而不增加資料遷移日誌區域550之日誌資料量。當完成下文所解釋之資料遷移時，控制程式200可刪除或解除分配資料遷移日誌區域550且將資料遷移日誌區域550分配用於諸如使用者資料儲存之其他用途。

圖51為資料遷移日誌區域550中之日誌之寫入的實例。將在壽命結束之前的邏輯碟機4之 $LBA=cLBA$ 中的資料D ($cLBA$)儲存於儲存單元2之 $LBA=cLBA$ 中。當儲存單元2已達到壽命結束時，例如，若執行在邏輯碟機4之 $LBA = cLBA$ 中的具有一磁區大小之資料D ($cLBA$)之寫入，則控制程式200控制OS 100以執行儲存單元3之 $LBA=cLBA$ 中的寫入。控制程式200將 $LBA = LBA$ 及磁區計數=1作為日誌資料記錄於資料遷移日誌區域550中。在儲存單元2已達到壽命結束之後，當OS 100將具有磁區大小= X 之資料 $D(cLBA)$ 、 $D(cLBA+1)$ ，.....，及 $D(cLBA+X-1)$ 寫入於邏輯碟機4中之 $LBA = cLBA$ 中時，控制程式200控制OS 100以將資料寫入於 $LBA=cLBA$ 、 $cLBA+1$ ，.....，及

cLBA+X-1中。控制程式200將LBA=cLBA及磁區計數=X作為日誌資料記錄於資料遷移日誌區域550中。

在圖51中，在儲存單元3之LBA=1、LBA=3及LBA=4中執行LBA=1、LBA=3及LBA=4中之寫入。將LBA=1及磁區計數=1之日誌記錄為資料遷移日誌。將LBA=3及磁區計數=1之日誌以及LBA=4及磁區計數=1之日誌與LBA=3及磁區計數=2之日誌整合並加以記錄。

控制程式200可將LBA區域分配為狀態管理區域510、邏輯碟機ID管理區域520及資料遷移日誌區域550。或者，控制程式200可將並非LBA區域之邏輯位址區域(例如，日誌頁面位址區域)分配為狀態管理區域510、邏輯碟機ID管理區域520及資料遷移日誌區域550。當分配日誌頁面位址區域時，例如，根據非專利文獻1之ACS-3中所描述之「2Fh讀取日誌Ext」執行日誌頁面區域之讀取，且根據非專利文獻1之ACS-3中所描述之「3Fh寫入日誌Ext」執行日誌頁面位址區域中之寫入。

以與第一實施例中之圖24及圖29中所展示之方式相同的方式，控制程式200判定連接至CPU 5之各別儲存單元已達到壽命結束、將要達到壽命結束，抑或將要出故障。當儲存單元已達到壽命結束、將要達到壽命結束抑或將要出故障時，控制程式200執行儲存單元之壽命結束處理。如在第一實施例中，每隔固定時間、在每固定數目種處理下或在每一固定資料傳輸及接收下(圖24中所展示)，或在自儲存單元接收之命令回應為錯誤回應(如圖29及圖30中所展示)時，執行壽命結束判定。

壽命結束處理

圖52展示此實施例中在控制程式200判定儲存單元2已達到壽命結束時執行的儲存單元2之壽命結束處理。當控制程式200判定儲存單元2已達到壽命結束時(步驟S430)，控制程式200將儲存單元2之狀態

自正常狀態1重寫至低可靠性狀態2(步驟S431)。需要控制程式200經由設定於將儲存單元3(其為新儲存單元)連接至介面19之自由埠之埠附近的顯示裝置或LED或其類似者通知資訊處理系統之系統管理員、操作者或使用(步驟S432)。或者，當自動地執行儲存單元2或儲存單元3至及自介面19之實體附接及拆離的機械設備作為儲存器裝載/卸載設備(圖中未圖示)裝設於資訊處理系統1上時，控制程式可控制儲存器裝載/卸載設備以將儲存單元3(其為新儲存單元)連接至介面19。

當儲存單元3作為新儲存單元已連接時(步驟S433)，控制程式200將儲存單元3之狀態510重寫至資料遷移目的地狀態4(步驟S434)且將儲存單元2之邏輯碟機ID管理區域520之資料複製至儲存單元3之邏輯碟機ID管理區域520以匹配儲存單元2及3之邏輯碟機ID(步驟S435)。在本發明實例中，因為將儲存單元2分配為邏輯碟機4(如圖49中所展示)，所以將邏輯碟機4之ID寫入於儲存單元3之邏輯碟機ID管理區域520中。控制程式200將儲存單元2之狀態510重寫至資料受保護狀態(資料遷移源狀態)(步驟S436)，且使得OS 100辨識儲存單元2及儲存單元3為邏輯碟機4，邏輯碟機4為相同邏輯碟機(步驟S437)。在壽命結束處理之後，儲存單元2之狀態為3且儲存單元3之狀態為4。邏輯碟機4、儲存單元2及儲存單元3轉變至資料遷移狀態。

在此實施例中，各別儲存單元之狀態以非揮發性方式儲存於儲存單元之狀態管理區域510中。如圖35中所展示，控制程式200藉由每當OS 100啟動時讀取狀態管理區域510而辨識儲存單元之狀態。控制程式200藉由辨識儲存單元之狀態及自邏輯碟機ID管理區域520讀取儲存單元之邏輯碟機ID而辨識邏輯碟機4是否處於資料遷移狀態。

自邏輯碟機之讀取

控制程式200回應於來自應用程式400之讀取請求而讀取資料，如圖53A及圖53B中所展示。控制程式200自應用程式400接收讀取請

求、讀取目標邏輯碟機ID、讀取目標LBA及磁區計數(步驟S440)。控制程式200擷取邏輯碟機ID管理區域520之資料等於讀取目標邏輯碟機ID之所有儲存單元且指定儲存單元2及儲存單元3(步驟S441)。控制程式200讀取所擷取之儲存單元之狀態管理區域510的值且判定儲存單元之狀態以指定所擷取之儲存單元中之每一者為儲存單元2及儲存單元3中之哪一者(步驟S442)。為了抑制狀態管理區域510之讀取處理中所涉及的資訊處理系統1之效能劣化，需要控制程式200在啟動資訊處理裝置111期間將儲存單元2及儲存單元3之狀態管理區域510之資料作為快取資料載入於主記憶體6上且此後自主記憶體6讀取狀態管理區域510之資料。

當屬於目標邏輯碟機之儲存單元之狀態為1時，邏輯碟機之狀態為正常狀態(步驟S443處之是)。控制程式200控制OS 100以將讀取命令、讀取目標LBA及磁區計數傳輸至儲存單元2(步驟S444)。控制程式200自儲存單元2接收回應及所讀取之資料(步驟S445)。控制程式200將所讀取之資料及回應傳輸至應用程式400(步驟S446)。

當屬於目標邏輯碟機之儲存單元之狀態並非1時，邏輯碟機之狀態為資料遷移狀態(步驟S443處之否)。控制程式200讀取儲存單元3之資料遷移日誌區域550(步驟S447)且判定讀取目標LBA是否包括於資料遷移日誌中(步驟S448)。當讀取目標LBA包括於資料遷移日誌中時(步驟S448處之是)，控制程式200將讀取命令、讀取目標LBA及磁區計數傳輸至儲存單元3(步驟S452)。控制程式200自儲存單元3接收回應及所讀取之資料(步驟S453)。控制程式200將所讀取之資料及回應傳輸至應用程式400(步驟S455)。

當讀取目標LBA不包括於資料遷移日誌中時(步驟S448處之否)，控制程式200將讀取命令、讀取目標LBA及磁區計數傳輸至儲存單元2(步驟S449)。控制程式200自儲存單元2接收回應及所讀取之資料(步

驟S450)。控制程式200將所讀取之資料及回應傳輸至應用程式400(步驟S455)。

當包括於資料遷移日誌中之LBA區域與不包括於資料遷移日誌中之LBA區域混合於讀取目標LBA區域中時，控制程式200將讀取目標LBA區域劃分成包括於資料遷移日誌中之LBA區域與不包括於資料遷移日誌中之LBA區域且執行上文針對各別區域所解釋之處理。

回寫式備份

舉例而言，在圖53A及圖53B中，可執行或不必執行步驟S451處之回寫式備份。在步驟S451處，當將資料遷移源儲存單元2之處於資料遷移下之資料讀取至主記憶體6上之快取記憶體區域時，將讀取至快取記憶體區域之資料在資料遷移下寫入於資料遷移目的地儲存單元3中且將寫入目的地LBA及磁區計數寫入於資料遷移日誌區域550中。因此，有可能在將資料自邏輯碟機4讀取至資訊處理裝置111之背景中執行至儲存單元3之資料轉變。應在背景中備份之LBA區域之大小得以減小且自資料遷移狀態之開始至完成之週期得以進一步減小。詳言之，在至邏輯碟機4之讀取操作中，並行地執行自儲存單元2之資料讀取及在儲存單元3中之資料寫回，藉此可以高速度執行資料遷移。

對邏輯碟機之資料刪除請求

圖54展示在將LBA資料刪除請求自應用程式400傳輸至OS 100時執行的OS 100之處理程序。OS 100自應用程式400接收資料刪除請求、邏輯碟機位址及刪除目標LBA(步驟S920)。控制程式200擷取邏輯碟機ID管理區域520之資料等於LBA資料刪除目標之邏輯碟機ID的所有儲存單元且指定儲存單元2及儲存單元3(步驟S921)。控制程式200讀取所擷取之儲存單元之狀態管理區域510的值(步驟S922)且判定狀態以指定所擷取之儲存單元中之每一者為儲存單元2及儲存單元3中之哪一者。

當屬於目標邏輯碟機之儲存單元之狀態為1時(步驟S923處之是)，邏輯碟機之狀態為正常狀態。OS 100將刪除通知及LBA傳輸至儲存單元2(步驟S924)。OS 100自儲存單元2接收回應。OS 100將回應傳輸至應用程式400(步驟S930)。

當屬於目標邏輯碟機之儲存單元之狀態並非1時(步驟S923處之否)，邏輯碟機之狀態為資料遷移狀態。控制程式200讀取儲存單元3之資料遷移日誌區域550(步驟S925)且判定資料刪除目標LBA是否包括於資料遷移日誌中(步驟S926)。當刪除目標LBA包括於資料遷移日誌中時，將刪除目標資料儲存於儲存單元3中。控制程式200將刪除通知及LBA傳輸至儲存單元3(步驟S927)。儲存單元3使刪除通知目標LBA之資料無效，自儲存單元3接收回應，且將回應傳輸至應用程式400(步驟S930)。

當刪除目標LBA不包括於資料遷移日誌中時(步驟S926)，將刪除目標資料儲存於儲存單元2中。控制程式200將刪除通知及LBA傳輸至儲存單元2(步驟S928)且自儲存單元2接收回應。控制程式200不必將刪除通知傳輸至儲存單元2。經設定為來自應用程式400之刪除命令之目標的LBA為不必要在未來供應用程式400及OS 100讀取之資料且為不必要遷移至儲存單元3之資料。因此，控制程式200將刪除目標LBA及磁區計數記錄於資料遷移日誌區域550中以藉此使自刪除目標LBA至儲存單元2之映射無效(步驟S929)。控制程式200將回應傳輸至應用程式400(步驟S930)。

當包括於資料遷移日誌中之LBA區域與不包括於資料遷移日誌中之LBA區域混合於刪除目標LBA區域中時，控制程式200將刪除目標LBA區域劃分成包括於資料遷移日誌中之LBA區域與不包括於資料遷移日誌中之LBA區域且執行上文針對各別區域所解釋之處理。

以此方式，在資料刪除請求之處理中，控制程式200更新資料遷

移日誌區域550。因此，邏輯上將資料自儲存單元2遷移至儲存單元3。資料刪除亦用作資料遷移操作。

邏輯碟機中之寫入

控制程式200回應於來自應用程式400之寫入命令而寫入資料，如圖55中所展示。控制程式200自應用程式400接收寫入請求、寫入目標邏輯碟機ID、寫入目標LBA及磁區計數(步驟S460)。控制程式200擷取邏輯碟機ID管理區域520之資料等於寫入目標邏輯碟機ID之所有儲存單元且指定儲存單元2及儲存單元3(步驟S461)。控制程式200讀取所擷取之儲存單元之狀態管理區域510的值且判定儲存單元之狀態以指定所擷取之儲存單元中之每一者為儲存單元2及儲存單元3中之哪一者(步驟S462)。

當屬於目標邏輯碟機之儲存單元之狀態為正常狀態時，邏輯碟機之狀態為正常狀態(步驟S463處之是)。控制程式200將寫入命令、寫入目標LBA及磁區計數傳輸至儲存單元2(步驟S464)。控制程式200將自應用程式接收之所寫入之資料傳輸至儲存單元2(步驟S465)。

當屬於目標邏輯碟機之儲存單元之狀態為資料遷移狀態時，邏輯碟機之狀態為資料遷移狀態(步驟S463處之否)。控制程式200將寫入命令、寫入目標LBA及磁區計數傳輸至資料遷移目的地儲存單元3(步驟S466)。控制程式200將自應用程式接收之所寫入之資料傳輸至儲存單元3(步驟S467)。控制程式200讀取儲存單元3之資料遷移日誌區域550(步驟S468)且判定寫入目標LBA是否包括於資料遷移日誌中(步驟S469)。當寫入目標LBA包括於資料遷移日誌中時，寫入目標LBA已經受資料遷移。因此，控制程式200並不更新資料遷移日誌區域550。當寫入目標LBA不包括於資料遷移日誌中時，寫入目標LBA為重新完成遷移之LBA。因此，控制程式200將寫入目標LBA及磁區計數記錄於資料遷移日誌區域550中(步驟S470)。儲存單元3將所寫入

之資料寫入於寫入目標LBA中。

以此方式，在資料遷移期間，控制OS 100以不將寫入請求傳輸至資料遷移源儲存單元2而將寫入請求傳輸至資料遷移目的地儲存單元3。將資料遷移日誌記錄於儲存單元3之資料遷移日誌區域550中。每當邏輯碟機4自應用程式400接收到寫入請求時，逐漸地將儲存於儲存單元2中之有效資料遷移至儲存單元3。新資料寫入亦用作資料遷移操作。

若假定以均勻機率分佈將來自應用程式400之資料寫入請求傳輸至儲存單元2之所有LBA，則當總共寫入足夠大量之資料時，將儲存單元2之幾乎所有有效資料傳送至儲存單元3。有效資料難以保留在儲存單元2中。將儲存單元2之邏輯磁區之總數目(其為儲存容量)定義為 C_2 ，將儲存單元3之邏輯磁區之總數目定義為 C_3 ，且，例如， $C_2=C_3=C$ 。若假定所有LBA之寫入分佈為均勻機率分佈(作為模型案例)，則藉由某一寫入請求而寫入 $LBA = cLBA$ 之機率為 $1/C$ 。當處理 n 寫入請求時，根本不寫入 $LBA=cLBA$ 之機率為 $(1-(1/C)^n)$ 。 n 為第 n 次幂。因此，在處理寫入請求達 n 次之後完成寫入的邏輯磁區之數目的期望值為 $C-C \times (1-(1/C)^n)$ 。

若根據一寫入請求執行一邏輯磁區之寫入，則當寫入具有與儲存單元2及儲存單元3之儲存容量之 N 倍一般大的磁碟區的資料時，因為經處理之寫入命令之數目為 $n=NC$ ，所以不執行寫入之邏輯磁區之數目的期望值 E 為 $E=C \times (1-(1/C)^{(NC)})$ 。舉例而言，當儲存單元2之儲存容量 G (以GByte為單位)為 $G=512GB (=476.9 \text{ GiByte})$ (基於國際碟機裝備及材料協會(IDEMA)標準)時，因為 $C=97,696,368+1,953,504 \times (G-50)=1,000,215,216$ 且，大體上， C 為足夠大之整數，所以期望值 E 可近似為 $E=C \times e^{(-N)}$ (e 為自然對數之底數)。因此，期望值 E 關於 N 之增加按指數規律減小。舉例而言，當關

於具有容量 $G=512\text{GByte}$ ($=476.9\text{ GiByte}$)之邏輯碟機4發生等效於邏輯碟機4之一輪(round)的 476.9 GiByte 之資料寫入時，邏輯碟機4之約63.2%的LBA中之寫入完成。可考慮：邏輯碟機4之二分之一或二分之一以上資料自儲存單元2至儲存單元3的傳送完成。舉例而言，當關於具有容量 $G=512\text{GByte}$ ($=476.9\text{ GiByte}$)之邏輯碟機4發生等效於邏輯碟機4之4.6輪的 13 TiByte 之資料寫入時，邏輯碟機4之約99%的LBA中之寫入完成。可考慮：邏輯碟機4之實質上所有資料自儲存單元2至儲存單元3的傳送完成。 $K_i=1024$ ， $M_i=1024\times K_i$ ， $G_i=1024\times M_i$ ，且 $T_i=1024\times G_i$ 。

資料遷移狀態之監視

控制程式200讀取資料遷移日誌區域550以監視在資料遷移狀態下的邏輯碟機4之資料遷移狀態。圖56展示用於使用資料遷移日誌監視資料遷移狀態之監視程序。舉例而言，每當經過預定時間時，控制程式200讀取資料遷移日誌區域550以監視資料遷移狀態(步驟S480及S481)。當所有遷移目標LBA包括於資料遷移日誌區域550中時，控制程式200判定資料遷移完成。舉例而言，資料遷移源儲存單元2之所有LBA包括於資料遷移日誌區域550中，控制程式200判定資料遷移完成(步驟S482)。或者，關於資料遷移之完成之判定，例如，控制程式200可判定儲存單元3之所有LBA是否包括於資料遷移日誌區域550中。

當控制程式200判定資料遷移完成時，控制程式200將資料遷移源儲存單元2之狀態改變成捨棄目標狀態5且將資料遷移目的地儲存單元3之狀態改變成正常狀態1(步驟S483)，以結束邏輯碟機4之資料遷移狀態且結束用於邏輯碟機4之資料遷移狀態監視。為了減少儲存單元2之功率消耗，需要控制程式200將至低功率消耗模式之轉變請求傳輸至儲存單元2。在資料遷移狀態結束之後，需要控制程式200經由設

定於埠附近之顯示器9或LED通知資訊處理系統之系統管理員、操作者或使用者將儲存單元2與介面19拆離或控制儲存器裝載/卸載設備以將儲存單元2與介面19拆離。

總的狀態之轉變

圖57展示在儲存單元2已達到壽命結束時執行的邏輯碟機4之狀態之轉變。當儲存單元2處於正常狀態時，儲存單元2之狀態為一且儲存單元3未連接至CPU 5(步驟1)。當控制程式200判定儲存單元2已達到壽命結束時，控制程式200將儲存單元2之狀態改變成2(步驟2)。基於控制程式200之通知或控制，將儲存單元3作為新儲存單元連接至介面19(步驟3)。當連接儲存單元3時，控制程式200將儲存單元2之狀態改變成3且將儲存單元3之狀態改變成4，以完成至資料遷移狀態之轉變(步驟4)。當控制程式200基於資料遷移日誌區域550之資訊而判定將儲存單元2之所有有效資料遷移至儲存單元3時，控制程式200將儲存單元2之狀態改變成5且將儲存單元3之狀態改變成1。此後，儲存單元3表現為彷彿儲存單元3為原始儲存單元2般(處理返回至步驟1)。此後，當進一步判定儲存單元3(亦即，新儲存單元)已達到壽命結束時，重複相同步驟2至5。以此方式，甚至在資訊處理裝置111之儲存單元中之任一者已達到壽命結束時，將要達到壽命結束時，或將要出故障時，有可能容易地根據此實施例將儲存單元2之資料遷移至新儲存單元。

背景備份

舉例而言，在閒置期間，當OS 100在固定時間或固定時間以上時間內未自應用程式400接收到請求時，當OS 100自應用程式400接收到待用模式轉變請求時，或資訊處理裝置111及OS 100關機時，需要控制程式200針對至儲存單元3之資料遷移未完成的LBA，執行背景備份以用於執行備份操作以用於自動地自儲存單元2讀取資料及自動地

將資料寫入於儲存單元3中。舉例而言，背景備份操作係由控制程式200藉由以下操作來執行：讀取儲存單元3之資料遷移日誌區域550，針對未包括於資料遷移日誌區域550中之cLBA執行自儲存單元2之資料讀取，且將cLBA及所寫入之資料之磁區大小作為日誌資料儲存於資料遷移日誌區域550中。在將cLBA儲存於資料遷移日誌區域550中，當存在連續LBA區域時或當存在重疊之LBA區域時，需要將藉由合併LBA區域而獲得之LBA區域儲存於資料遷移日誌區域550中且將合併之前的LBA區域自資料遷移日誌區域550中刪除。

為了減小資料遷移日誌區域550之資料大小且為了執行下文所解釋的以高速度進行之資料遷移結束判定，需要針對cLBA區域當中的除登記於資料遷移日誌區域550中之cLBA區域之外的未經遷移之片段cLBA區域優先地執行背景備份。控制程式200優先地備份未經遷移之片段LBA區域且使未經遷移之片段LBA區域經受資料遷移以藉此將新近遷移之LBA區域儲存於資料遷移日誌區域550中，作為藉由合併新近遷移之LBA區域與連續地位於新近遷移之LBA區域之前及之後的經遷移之LBA區域而形成的LBA區域。舉例而言，當區域LBA=0((LBA=0，磁區大小=1))及區域LBA=2 ((LBA=2，磁區大小=1))之資料已經備份並登記於資料遷移日誌中時，控制程式200可將連續LBA0至LBA2之LBA區域(LBA=0，磁區大小=3)改變成遷移完成狀態。因此，資料遷移日誌區域550之資料量得以減少。

舉例而言，如上文所解釋，當應用程式400將總共476.9 GiByte之資料寫入於512 GByte (=476.9 GiByte)之SSD中時，控制程式200針對175.5 GiB(其為儲存容量之36.8%之容量)之區域執行背景備份操作，藉此針對儲存單元2之所有LBA區域之資料遷移完成。儲存單元2(其為SSD)及儲存單元3(其為SSD)之典型讀取速度及典型寫入速度為(例如)大約400 MiB/秒。476.9 GiB之LBA區域中的自儲存單元2之讀取在

大約449秒內完成，且儲存單元3中之寫入在大約449秒內完成。因此，在此情形下，背景備份在至多大約15分鐘內完成。當並行地執行自儲存單元2之讀取及儲存單元3中之寫入時，讀取及寫入在大約8分鐘內完成。

另外，例如，如上文所解釋，當應用程式400將總共13 TiByte之資料寫入於512 GByte (=476.9 GiByte)之SSD中時，控制程式200針對4.8 GiB(其為儲存容量之1%之容量)之區域執行背景備份操作，藉此針對儲存單元2之所有LBA區域之資料遷移完成。儲存單元2(其為SSD)及儲存單元3(其為SSD)之典型讀取速度及典型寫入速度為(例如)大約400 MiB/秒。4.8 GiB之LBA區域中的自儲存單元2之讀取在大約12秒內完成，且儲存單元3中之寫入在大約12秒內完成。因此，在此情形下，背景備份在至多大約24分鐘內完成。當並行地執行自儲存單元2之讀取及儲存單元3中之寫入時，讀取及寫入在大約12分鐘內完成。

另一方面，在不應用此實施例之情況下，用於藉由自具有512 GB之容量之儲存單元2讀取所有資料且將資料寫入於儲存單元3中來備份資料的比較實例之資料備份需要20分鐘至41分鐘之時間。亦即，與比較實例相比較，根據此實施例之應用，在等效於儲存容量 $\times 1$ 之資料寫入之後，實質備份所需之時間減小達63%，且在等效於儲存容量 $\times 4.6$ 之資料寫入之後，實質備份所需之時間減小達99%。

以此方式，根據此實施例之應用，由使用者進行之資料備份工作為不必要的且實質上減少了根據背景備份對資訊處理裝置111進行之處理之負載。應用程式400可使用邏輯碟機4，同時幾乎不受儲存單元3中來自儲存單元2之資料備份影響。此實施例中之大多數資料遷移處理為邏輯資料傳送。與複製實體資料相比較，NAND快閃記憶體16中之讀取處理量及寫入處理量明顯小且介面19之頻帶使用率明顯小。

僅在可靠性劣化之儲存單元2中發生等效於狀態管理區域510之大小的量之重寫，且有可能減小歸因於儲存單元2中之進一步資料寫入而產生的儲存單元2之故障率。當將新資料寫入於邏輯碟機4中時，將資料寫入於具有高可靠性之儲存單元3中而不是儲存單元2中。因此，有可能防止所寫入之資料之損失。甚至在儲存單元2已達到壽命結束且防止進一步資料寫入時，邏輯碟機4(其為儲存單元之上層)表現為可執行讀取與寫入兩者之碟機。因此，諸如應用程式之上部軟體層可等效地來處理邏輯碟機4，而不管邏輯碟機4處於壽命結束模式抑或正常狀態。因此，不需要用於引入此實施例之應用程式修改且至採用此實施例之系統之移位係容易的。

(第三實施例)

在第三實施例中所解釋之實例中，將本發明應用於包括儲存陣列之資訊處理系統1。圖58展示根據第三實施例之資訊處理系統1。資訊處理系統1包括：儲存陣列裝置1003；儲存單元2A至2D；儲存單元3；介面19，其經組態以連接儲存陣列裝置1003、儲存單元2A至2D及儲存單元3；用戶端1002；及儲存網路1000，其經組態以連接用戶端1002與儲存陣列裝置1003。在資訊處理系統1中，儲存單元2A至2D連接至儲存陣列裝置1003且分別經辨識為充當邏輯單元之邏輯槽。不昂貴磁碟冗餘陣列(RAID)陣列係使用邏輯槽來建置。充當資料遷移目的地之儲存單元3可進一步連接至儲存陣列裝置1003。在此實施例中，在壽命結束處理之前，四個儲存單元組態RAID陣列。然而，可使用任意兩個至複數個儲存單元來建置RAID陣列。在此實施例中，RAID5用作RAID陣列。然而，當使用諸如RAID0、RAID2、RAID3、RAID4、RAID6及RAID Z之其他RAID技術及其他儲存陣列實施形式建置儲存陣列時，亦可應用此實施例。

網路1000為用於儲存器存取之儲存網路。舉例而言，使用光纖

通道或乙太網路(註冊商標)。詳言之，關於儲存網路1000，例如，使用儲存區域網路(SAN)或網路附接儲存器(NAS)。關於SAN，例如，使用光纖通道儲存區域網路(FC-SAN)或網際網路協定區域網路(IP-SAN)。關於SAN之上層協定，例如，使用小型電腦系統介面(SCSI)。在此實施例中所解釋之實例中，採用IP-SAN作為儲存網路1000。關於IP-SAN之上層協定，使用網際網路小型電腦系統介面(iSCSI)。儲存網路1000包括網路開關10001及集線器(圖中未圖示)。

用戶端1002為連接至儲存網路1000之電腦且經組態以執行所要處理。通常，用戶端1002包括諸如處理器、主記憶體、通信介面及本端輸入/輸出裝置之硬體資源。用戶端1002包括諸如裝置驅動程式、作業系統(OS)及應用程式(圖中未圖示)之軟體資源。因此，用戶端1002在處理器之控制下執行各種程式且與硬體資源合作實現處理。舉例而言，用戶端1002在處理器之控制下執行商業應用程式以藉此經由儲存網路1000對儲存陣列裝置1003進行I/O存取且實現所要商業系統。用戶端1002可為資料庫管理系統(DBMS)正操作之資料庫伺服器(DB伺服器)。接著，在經由儲存網路1000或另一網路(圖中未圖示)自連接至DB伺服器之用戶端(圖中未圖示)接收到資料讀取請求後，用戶端1002便自儲存陣列裝置1003讀取資料且將所讀取之資料傳輸至該用戶端。在自該用戶端接收到資料寫入請求後，用戶端1002便自該用戶端接收寫入之資料且將資料寫入於儲存陣列裝置1003中。

儲存陣列裝置1003使用邏輯槽0至3作為RAID之組態單元。邏輯槽對應於第二實施例中之邏輯裝置。在儲存單元2A至2D中之任一者已達到壽命結束之前的正常狀態下，儲存單元2A至2D經由介面19連接至儲存陣列裝置1003。將儲存單元2A分配給邏輯槽0，將儲存單元2B分配給邏輯槽1，將儲存單元2C分配給邏輯槽2，且將儲存單元2D分配給邏輯槽3。因此，儲存陣列裝置1003通知用戶端1002將對應於

四個儲存單元2A至2D之四個邏輯槽作為使用RAID5之虛擬的一邏輯裝置。用戶端1002傳輸用於存取儲存陣列裝置之LBA(下文稱作「陣列LBA」或「ALBA」)。RAID控制器1005中之控制單元200將陣列LBA變換成邏輯槽編號及用於存取儲存單元2A至2D之LBA(下文稱作「儲存單元LBA」或「SLBA」)。控制單元200將存取命令傳輸至藉由邏輯槽編號指定的儲存單元2A至2D當中之至少一儲存單元之SLBA。

單獨儲存陣列裝置1003可為用戶端1002提供資料儲存服務。或者，藉由儲存陣列裝置1003及未展示之另一儲存陣列裝置虛擬地組態的一虛擬儲存裝置可為用戶端1002提供資料儲存服務。在儲存陣列裝置1003中，待提供至用戶端1002之一或多個邏輯裝置(LDEV)形成於儲存陣列裝置1003中。

邏輯裝置為可藉由用戶端1002辨識之邏輯儲存裝置。將邏輯單元(LU)分配給邏輯裝置。用戶端1002辨識形成於實體裝置上之邏輯裝置為邏輯單元。對邏輯單元給予邏輯單元編號(LUN)。將邏輯單元劃分成多個邏輯磁區(邏輯區塊)。將陣列LBA分配給邏輯磁區。用戶端1002可藉由對儲存陣列裝置1003給予包括藉由邏輯單元編號及陣列LBA形成之邏輯位址的命令而存取特定邏輯單元中之特定邏輯磁區。在使用iSCSI之此實施例中，用戶端1002及儲存陣列裝置1003分別充當起始者及目標，其為經分配而具有iSCSI名稱之iSCSI節點。因此，用戶端1002及儲存陣列裝置1003經由藉由IP位址及TCP埠編號之組合指定之網路入口傳輸及接收iSCSI PDU。因此，用戶端1002指明iSCSI名稱、IP位址及TCP埠編號以藉此在網路1000上辨識儲存陣列裝置1003且存取儲存陣列裝置1003之邏輯單元中之邏輯磁區。

儲存單元2A至2D為經由介面19連接至儲存陣列裝置1003之儲存單元。關於儲存單元2A至2D，例如，可分別使用等效於第一實施例

中所解釋之儲存單元2之儲存單元。在此實施例中，作為實例，關於儲存單元2A至2D，使用第一實施例中所解釋之SSD。依據在可靠性劣化之後捨棄儲存單元2A至2D，減小設定空間，及減小整個資訊處理系統1之功率消耗，需要儲存單元2A至2D可實體地拆離地附接至儲存陣列裝置1003。

儲存單元3為在判定儲存單元2A至2D中之任一者已達到壽命結束或將要達到壽命結束之後重新連接至儲存陣列裝置1003的儲存單元。舉例而言，可使用等效於第一實施例中所描述之儲存單元3的儲存單元。在此實施例中，關於儲存單元3，使用第一實施例中所描述之SSD。為了減少在連接儲存單元3之前的設定空間及減少整個資訊處理系統1之功率消耗，及為了在儲存單元3之可靠性劣化之後捨棄儲存單元3，以減少設定空間且減少整個資訊處理系統1之功率消耗，需要儲存單元3可實體地拆離地附接至儲存陣列裝置1003。

RAID控制器1005控制連接至儲存介面1007之儲存單元之RAID陣列的建置及管理且包括控制單元200。控制單元200採用各種實施形式，諸如儲存於RAID控制器1005中之記憶體中之韌體及軟體或RAID控制器1005中之硬體。在經由網路介面1004自用戶端1002、網路開關6009或其類似者接收到命令後，控制單元200經由儲存介面1007將讀取命令、寫入命令、其他命令及資料傳輸至儲存單元，自儲存單元接收回應及資料，且經由網路介面1004將回應及資料傳輸至用戶端1002。控制單元200執行對儲存單元2A至2D及儲存單元3之統計資訊、狀態管理區域510、槽編號管理區域530及資料遷移日誌區域550的控制及管理，且基於統計資訊而執行壽命結束處理、資料遷移處理及其類似者。狀態管理區域510、槽編號管理區域530及資料遷移日誌區域550可儲存於資訊處理系統1中之儲存區域中，諸如RAID控制器1005中之記憶體區域(圖中未圖示)，而不是儲存於儲存單元中。在此

實施例中，儲存於狀態管理區域510中之資料可採用值0至5。各別值指示對應於其之儲存單元之狀態如下：

- 0： 初始儲存狀態
- 1： 正常狀態
- 2： 低可靠性狀態
- 3： 資料遷移源狀態(受保護狀態)
- 4： 資料遷移目的地狀態
- 5： 捨棄目標狀態

在圖59中，展示在此實施例中的處於正常狀態之陣列LBA (ALBA)及儲存單元LBA (SLBA)之變換方法。採用RAID5之控制單元200使用三個連續邏輯磁區 $ALBA=3q$ 、 $3q+1$ 及 $3q+2$ (q 為等於或大於0之任意整數)作為一集合，關於陣列資料 $D(ALBA=3q)$ 、 $D(ALBA=3q+1)$ 及 $D(ALBA=3q+2)$ (其為各別邏輯磁區之資料)產生等效於一邏輯磁區之同位資料 $P(3q, 3q+2)$ 。

同位資料 $P(3q, 3q+2)$ 係藉由按以下方式對 $D(ALBA=3q)$ 、 $D(ALBA=3q+1)$ 及 $D(ALBA=3q+2)$ 中之邏輯磁區中具有相同偏移之各別位元進行互斥或來計算： $P(3q, 3q+2)=(D(ALBA=3q) \text{ XOR } D(ALBA=3q+1) \text{ XOR } D(ALBA=3q+2))$ 。舉例而言，同位資料 $P(0,2)$ 係由控制單元200自 $D(0)$ (其為 $ALBA=0$ 之資料)及 $D(1)$ (其為 $ALBA=1$ 之資料)及 $D(2)$ (其為 $ALBA=2$ 之資料)計算。在正常狀態下，如圖59中所展示，在儲存單元2A至2D中分散地管理陣列資料 $D(ALBA=3q)$ 、 $D(ALBA=3q+1)$ 及 $D(ALBA=3q+2)$ 及同位資料 $P(3q, 3q+2)$ 。舉例而言，在 $ALBA=1$ 之狀況下，對應於其之資料 $D(1)$ 儲存於分配給邏輯槽1之儲存單元2B之 $LBA=SLBA=0$ 中。在自用戶端1002接收到 $ALBA=1$ 後，控制單元200便指定邏輯槽編號=1及 $SLBA=0$ 。

舉例而言，在自用戶端1002接收到針對 $ALBA=1$ 之讀取命令後，

控制單元200便指定邏輯槽編號=1及SLBA=0(其為D(1)之儲存目的地)，將針對SLBA=0之讀取命令傳輸至連接至邏輯槽編號=1之儲存單元2B，接收所讀取之資料，且將所接收的所讀取之資料傳輸至用戶端1002。當未自儲存單元2B接收到回應時或當自儲存單元2B接收到錯誤回應時，控制單元200將針對SLBA=0之讀取命令傳輸至連接至除邏輯槽1之外的邏輯槽0及邏輯槽2及3之儲存單元2A、儲存單元2C及儲存單元2D，經由互斥或自所接收之資料D(0)、D(2)及P(0,2)還原D(1)，且將所還原之D(1)傳輸至用戶端1002。可在D(1)之讀取期間並行地執行針對D(0)、D(2)及P(0,2)之資料讀取。

舉例而言，在自用戶端1002接收到針對ALBA=1之寫入命令及寫入資料後，控制單元200便指定邏輯槽編號=1及SLBA=0(其為D(1)之儲存目的地)，將針對SLBA=0之寫入命令傳輸至具有邏輯槽編號=1之儲存單元2B，寫入待寫入之資料，自儲存單元2A及儲存單元2C(其為連接至除邏輯槽編號1之外的槽且不具有儲存於SLBA=0中之同位資料的儲存單元)之SLBA=1讀取資料D(0)及D(2)，自D(0)、D(1)及D(2)計算同位資料P(0,2)，且將同位資料P(0,2)寫入於儲存單元2D之SLBA=0中。

在圖60中，展示緊於邏輯槽1之遷移狀態轉變之後的陣列LBA及儲存單元LBA之變換方法。緊於遷移狀態轉變之後，陣列LBA及儲存單元LBA之變換方法與圖59中所展示之正常狀態下之變換方法相同。

如圖58中所展示，儲存單元2A至2D及儲存單元3分別包括狀態管理區域510及邏輯槽編號管理區域530。儲存單元3包括資料遷移日誌區域550。當完成下文所解釋之資料遷移時，控制單元200可刪除或解除分配資料遷移日誌區域550且將資料遷移日誌區域550分配用於諸如使用者資料儲存之另一用途。控制單元200可將LBA區域分配給狀態管理區域510、邏輯槽編號管理區域530及資料遷移日誌區域550。或

者，控制單元200可將並非LBA區域之區域(例如，經分配而具有日誌頁面位址之日誌區域)分配給狀態管理區域510、邏輯槽編號管理區域530及資料遷移日誌區域550。在並非LBA區域之區域中，例如，根據非專利文獻1之ACS-3中所描述之「2Fh讀取日誌Ext」執行讀取，且根據非專利文獻1之ACS-3中所描述之「3Fh寫入日誌Ext」執行寫入。下文所解釋之資料遷移狀態之日誌儲存於資料遷移日誌區域550中。

關於記錄於資料遷移日誌區域550中之日誌資料，在此實施例中，使用圖61中所展示之表格資料。當在資料遷移狀態下將磁區計數X之資料寫入於儲存單元3之LBA (=SLBA)中時，控制單元200另外將(SLBA, X)寫入於資料遷移日誌區域550中。當與 $LBA=SLBA \sim SLBA+X-1$ 之區域重疊或連續之LBA已記錄於資料遷移日誌區域550中時，需要將藉由組合LBA而獲得之日誌記錄於資料遷移日誌區域550中且將組合之日誌自資料遷移日誌區域550中刪除。舉例而言，當重新將(SLBA, X)之LBA區域A寫入於資料遷移日誌區域550中時及當(SLBA-a, a)之LBA區域B已記錄於資料遷移日誌區域550中時，因為LBA區域A及LBA區域B為連續的，所以有可能藉由用指示區A+B之資料(SLBA-a, a+X)覆寫日誌(SLBA-a, a)而更新資料遷移日誌區域550，而不增加日誌資料量。

以與第一實施例中之圖24及圖29中所展示之方式相同的方式，控制單元200判定連接至儲存介面1007之各別儲存單元已達到壽命結束、將要達到壽命結束，抑或將要出故障。當儲存單元已達到壽命結束、將要達到壽命結束抑或將要出故障時，控制單元200執行壽命結束處理。如在第一實施例中，每隔固定時間、在每固定數目種處理下或在每一固定資料傳輸及接收下(圖24中所展示)，或在自儲存單元接收之命令回應為錯誤回應(如圖29及圖30中所展示)時，執行壽命結束

判定。

圖62展示(例如)在控制單元200判定儲存單元2B已達到壽命結束時執行的儲存單元2B之壽命結束處理。當控制單元200判定儲存單元2B已達到壽命結束時(步驟S500)，控制單元200將儲存單元2B之狀態自1重寫至2(步驟S501)。需要控制單元200經由顯示裝置、LED或其類似者通知網路系統管理員將新儲存單元連接至儲存介面1007之自由槽(步驟S502)。或者，當自動地執行儲存單元2A至2D或儲存單元3至及自儲存介面1007之實體附接及拆離的機械設備作為儲存器裝載/卸載設備(圖中未圖示)裝設於資訊處理系統1上時，控制單元200可控制儲存器裝載/卸載設備以將新儲存單元連接至儲存介面1007(步驟S502)。

當儲存單元3作為新儲存單元已連接時(步驟S503)，控制程式200將儲存單元3之狀態510重寫至4(步驟S504)，且將儲存單元2B之邏輯槽編號管理區域530之資料複製至儲存單元3之邏輯槽編號管理區域530(步驟S505)。在本發明實例中，因為將儲存單元2B分配為邏輯槽1(如圖57中所展示)，所以將1寫入於儲存單元3之邏輯槽編號管理區域530中。控制程式200將儲存單元2B之狀態510重寫至3(步驟S506)且使得RAID控制器1005辨識儲存單元2B及儲存單元3為邏輯槽1，邏輯槽1為相同邏輯槽(步驟S507)。在壽命結束處理之後，儲存單元2B之狀態為3且儲存單元3之狀態為4。邏輯槽1轉變至資料遷移狀態。

在此實施例中，各別儲存單元之狀態以非揮發性方式儲存於儲存單元之狀態管理區域510中。圖63展示在RAID控制器1005啟動時及在儲存單元連接至儲存介面1007時執行之控制單元200的處理程序。每當RAID控制器1005啟動時，控制單元200讀取狀態管理區域510以辨識儲存單元之狀態。控制單元200辨識儲存單元之狀態且自邏輯槽編號管理區域530讀取儲存單元之邏輯槽編號以判定邏輯槽0至3中之

每一者是否處於資料遷移狀態。

亦即，當儲存狀態=0時(步驟S511)，控制單元200辨識儲存單元處於初始儲存狀態(步驟S512)。當儲存狀態=1時(步驟S513)，控制單元200辨識儲存單元處於正常狀態(步驟S514)。當儲存狀態=2時(步驟S515)，控制單元200辨識儲存單元處於低可靠性狀態(步驟S516)。當儲存狀態=3時(步驟S517)，控制單元200辨識儲存單元在資料遷移工作期間處於資料遷移源狀態(受保護狀態)(步驟S518)。當儲存狀態=4時(步驟S519)，控制單元200辨識儲存單元在資料遷移工作期間處於資料遷移目的地狀態(步驟S520)。當儲存狀態=5時(步驟S521)，控制單元200辨識儲存單元處於捨棄目標狀態(步驟S522)。當儲存狀態為除0至5之外的狀態時，控制單元200將儲存單元視為未經授權之儲存單元(步驟S523)。

自邏輯碟機(1)之讀取

圖64展示在將讀取請求自用戶端1002傳輸至儲存陣列裝置1003時執行的控制單元200之處理程序。控制單元200自用戶端1002接收針對ALBA=cALBA(其為讀取目標陣列LBA)之讀取命令(步驟S530)。控制單元200自cALBA計算邏輯槽編號cSLOT及SLBA=cSLBA(其為讀取目標儲存單元LBA)(步驟S531)。控制單元200判定cSLOT之邏輯單元之儲存單元是否出故障(步驟S532)。當cSLOT之邏輯槽之儲存單元並非出故障時，隨後，控制單元200判定cSLOT之邏輯槽之儲存單元是否處於資料遷移狀態(步驟S533)。

當cSLOT之邏輯槽之儲存單元處於資料遷移狀態時(步驟S533)，控制單元200自除cSLOT之槽之外的槽讀取包括同位資料之資料，使用該資料還原cSLOT之cSLBA之資料，且將所還原之資料傳輸至用戶端1002(步驟S534)。控制單元200將cSLOT之cSLBA的所還原之資料寫回至資料遷移目的地儲存單元3且將資料遷移日誌記錄於資料遷移日

誌區域550中(步驟S535)。當cSLOT之邏輯槽之儲存單元並未執行資料遷移時(步驟S533)，控制單元200自cSLOT之儲存單元讀取資料D(cSLBA)且將所讀取之資料傳輸至用戶端1002。以此方式，當讀取目標邏輯槽處於資料遷移狀態時，自除讀取目標之外之槽還原讀取目標資料。因此，即使處於資料遷移狀態下之儲存單元之資料丟失，亦有可能補救該損失。另外，減少了自處於資料遷移狀態下之儲存單元之讀取，從而抑制了讀取擾亂(所儲存之資料中出現錯誤之現象，此係因為非常小之電荷儲存於與讀取資料所自之記憶體胞相同的區塊中所包括的未經選擇之記憶體胞之浮動閘極中)。

當cSLOT之邏輯槽之儲存單元出故障時，控制單元200判定是否存在處於資料遷移狀態下之槽(步驟S537)。當不存在處於資料遷移狀態下之槽時，控制單元200自除cSLOT之槽之外的槽讀取資料，使用該資料還原cSLOT之cSLBA之資料，且將所還原之資料傳輸至用戶端1002(步驟S538)。當讀取目標槽出故障且以此方式其他槽中不存在處於資料遷移狀態下之槽時，控制單元200自除讀取目標之外之槽還原讀取目標資料。

當cSLOT之邏輯槽之儲存單元出故障且存在處於資料遷移狀態下之槽時(步驟S537)，控制單元200讀取資料遷移日誌區域550且判定讀取目標SLBA之資料存在於資料遷移源及資料遷移目的地中之哪一者中(步驟S539)。控制單元200自讀取自資料遷移目的地儲存單元、資料遷移源儲存單元及正常狀態儲存單元之資料還原cSLOT之cSLBA之資料，且將所還原之資料傳輸至用戶端1002(步驟S540)。當使用資料遷移源之資料時，控制單元200將所使用之資料遷移源資料寫回至資料遷移目的地儲存單元3且將資料遷移日誌記錄於資料遷移目的地資料遷移日誌區域550中(步驟S541)。

自邏輯碟機(2)之讀取

圖 65 展示在將讀取請求自用戶端 1002 傳輸至儲存陣列裝置 1003 時執行的控制單元 200 之另一處理程序。在圖 65 中所展示之處理程序中，將在圖 64 中之步驟 S533 處之判定為肯定時執行的處理自步驟 S534 及 S535 改變成步驟 S550 至 S554。在圖 65 中，刪除圖 64 中之步驟 S541 處之處理。當 cSLOT 之邏輯槽之儲存單元處於資料遷移狀態時(步驟 S533)，控制單元 200 自資料遷移目的地儲存單元 3 讀取資料遷移日誌且判定 cSLBA 之資料是否包括於資料遷移日誌中(步驟 S551)。當 cSLBA 之資料包括於資料遷移日誌中時，控制單元 200 自資料遷移目的地儲存單元 3 讀取 cSLBA 之資料且將所讀取之資料傳輸至用戶端 1002(步驟 S554)。當 cSLBA 之資料未包括於資料遷移日誌中時，控制單元 200 自資料遷移源儲存單元讀取 cSLBA 之資料且將所讀取之資料傳輸至用戶端 1002(步驟 S552)。控制單元 200 將自資料遷移源讀取之資料寫回至資料遷移目的地儲存單元 3 且更新資料遷移目的地儲存單元 3 之日誌 550(步驟 S553)。

邏輯碟機中之寫入

圖 66 為用於解釋用於此實施例中來自用戶端 1002 之寫入命令之處理的流程圖。在自用戶端 1002 接收到包括 cLBA(其為陣列 LBA)之寫入命令及磁區長度後(步驟 S560)，控制單元 200 自用戶端 1002 接收寫入資料(步驟 S561)。控制單元 200 自 cALBA 計算應寫入資料之邏輯槽編號 cSLOT，自 cALBA 擷取 cSLBA(其為應寫入資料之儲存單元 LBA)，且自 cALBA 計算 cSLBA 之同位資料儲存目的地之邏輯槽編號 cPSLOT(步驟 S562)。控制單元 200 並行地讀取所有槽之 cSLBA 之資料。當存在出故障槽時，控制單元 200 自除出故障槽之外之槽讀取資料且還原出故障槽之資料(步驟 S563)。此後，控制單元 200 並行地處理主體資料寫入任務及同位資料寫入任務。

如下文所解釋來執行主體資料寫入任務。控制單元 200 判定

cSLOT是否出故障(步驟S564)。當cSLOT出故障時，控制單元200結束任務而不寫入資料。當cSLOT並未出故障時，控制單元200判定cSLOT是否處於資料遷移狀態(步驟S565)。當cSLOT不處於資料遷移狀態時，控制單元200將來自用戶端1002之接收資料寫入於槽cSLOT之cSLBA中(步驟S566)。當cSLOT處於資料遷移狀態時，控制單元200將接收資料寫入於分配給槽cSLOT之資料遷移源儲存單元及資料遷移目的地儲存單元中的資料遷移目的地儲存單元之cSLBA中(步驟S567)。控制單元200將cSLBA及磁區大小作為資料遷移日誌記錄於資料遷移目的地儲存單元之資料遷移日誌區域550中(步驟S568)。當在cSLBA之前及之後的連續的LBA及重疊之LBA的資料遷移日誌存在於資料遷移日誌區域550中時，控制單元200將藉由組合該等日誌而獲得之資料遷移日誌寫入於資料遷移日誌550中且刪除組合源資料遷移日誌(使組合源資料遷移日誌無效)(步驟S568)。

資料遷移日誌自資料遷移日誌550之刪除僅需為邏輯刪除。資料遷移日誌不必藉由NAND記憶體16之區塊抹除來實體地抹除。舉例而言，將用於使日誌無效之旗標寫入於資料遷移日誌550中或將更新之後的資料遷移日誌550儲存於不同於更新之前的資料遷移日誌550之區域中，且更新指示資料遷移日誌550之儲存位置之指標，藉此在邏輯上將資料遷移日誌自資料遷移日誌550中刪除。

如下文所解釋來執行同位資料寫入任務。控制單元200用自用戶端1002接收之寫入資料覆寫自所有邏輯槽讀取至RAID控制器1005中之記憶體的資料且重新計算同位資料(步驟S570)。控制單元200判定cPSLOT是否出故障(步驟S571)。當cPSLOT出故障時，控制單元200結束任務而不寫入同位資料。當cPSLOT並未出故障時，控制單元200判定cPSLOT是否處於資料遷移狀態(步驟S572)。當cPSLOT不處於資料遷移狀態時，控制單元200將同位資料寫入於槽cPSLOT之cSLBA中

(步驟S573)。當cPSLOT處於資料遷移狀態時，控制單元200將同位資料寫入於分配給槽cPSLOT之資料遷移源儲存單元及資料遷移目的地儲存單元中的資料遷移目的地儲存單元之cSLBA中(步驟S574)。控制單元200將cSLBA及磁區大小作為資料遷移日誌記錄於資料遷移目的地儲存單元之資料遷移日誌區域550中。當在cSLBA之前及之後的連續的LBA及重疊之LBA的資料遷移日誌存在於資料遷移日誌550中時，控制單元200將藉由組合該等資料遷移日誌而獲得之資料遷移日誌寫入於資料遷移日誌區域550中且將組合源資料遷移日誌自資料遷移日誌550中刪除(步驟S575)。

以此方式，控制單元200回應於來自用戶端之寫入請求而將SLBA之寫入命令傳輸至分配給不處於資料遷移狀態之邏輯槽0、2及3的儲存單元2A、2C及2D。另一方面，針對在資料遷移下之邏輯槽1，控制單元200並不將寫入命令傳輸至資料遷移源儲存單元2B，將寫入命令傳輸至資料遷移目的地儲存單元3，且將資料遷移日誌記錄於儲存單元3之資料遷移日誌區域550中。

更詳細實例展示於圖67中。在圖67中所展示之實例中，當邏輯槽1處於資料遷移狀態時，將儲存單元2B分配為資料遷移源，將儲存單元3分配為資料遷移目的地，且邏輯槽0、2及3處於正常狀態，自用戶端1002傳輸用於將D(1)寫入於儲存陣列裝置1003之ALBA=1中、將D(7)寫入於ALBA=7中及將D(16)寫入於ALBA=16中之請求。

實例1

在自用戶端1002接收到針對ALBA=1中之資料D(1)_{new}之寫入命令後，控制單元200自ALBA=1指定SLBA=0及邏輯槽1。當邏輯槽1不處於資料遷移狀態時，將D(1)_{new}寫入於儲存單元2B之SLBA=0中。然而，在本發明實例中，邏輯槽1處於資料遷移狀態。因此，控制單元200將D(1)_{new}寫入於儲存單元3中。控制單元200基於上文所解釋之

讀取操作自邏輯槽0之儲存單元2A讀取D(0)且自邏輯槽2之儲存單元2C讀取D(2)，經由互斥或自D(0)、D(1)_{new}及D(2)計算新同位資料P(0,2)_{new}，且將P(0,2)_{new}儲存於邏輯槽3之儲存單元2D之SLBA=0中。為了改良處理速度，需要並行地自控制單元200傳輸針對D(1)_{new}之寫入命令至儲存單元3，傳輸針對D(0)之讀取命令至儲存單元2A，及傳輸針對D(2)之讀取命令至儲存單元2C。另外，需要在完成針對D(0)及D(2)之讀取時之點，計算P(0,2)_{new}且將寫入命令傳輸至儲存單元2D，而不等待對D(1)之寫入之完成。控制單元200將(SLBA, 磁區計數)記錄於儲存單元3之資料遷移日誌區域550中，該(SLBA, 磁區計數)指示在儲存單元3中執行寫入之SLBA及磁區計數。舉例而言，在此實例中，在儲存單元3之SLBA=0之一磁區的SLBA區域中執行寫入。因此，另外將(0, 1)寫入於資料遷移日誌區域550中。如上文所解釋，當連續的LBA區域及重疊之LBA區域已記錄於資料遷移日誌區域550中時，將藉由合併該等LBA區域而獲得之SLBA區域記錄於資料遷移日誌區域550中。當在不處於資料遷移狀態之邏輯槽中執行寫入時，不執行資料遷移日誌550之更新。

實例2

在自用戶端1002接收到針對ALBA=7之新資料D(7)_{new}之寫入命令後，控制單元200自ALBA=7指定SLBA=2及邏輯槽2。因為邏輯槽2不處於資料遷移狀態，所以將D(7)_{new}寫入於儲存單元2B之SLBA=0中。控制單元200基於讀取操作執行D(6)及D(8)自邏輯槽0及邏輯槽3之讀取，計算同位資料P(6, 8)_{new}，且將同位資料P(6, 8)_{new}儲存於邏輯槽1中。因為邏輯槽1處於資料遷移狀態，所以控制單元200將P(6, 8)_{new}寫入於儲存單元3中而不是儲存單元2B中，且將(SLBA, 磁區計數)=(2, 1)(其指示在儲存單元3中執行寫入之SLBA及磁區計數)記錄於儲存單元3之資料遷移日誌區域550中。

實例3

在自用戶端1002接收到針對ALBA=16之新資料D(16)new之寫入命令後，控制單元200自ALBA=16指定SLBA=5及邏輯槽1。在本發明實例中，因為邏輯槽1處於資料遷移狀態，所以控制單元200將D(16)new寫入於儲存單元3中。控制單元200基於讀取操作自邏輯槽0之儲存單元2A讀取D(15)且自邏輯槽2之儲存單元2D讀取D(17)，經由互斥或自D(15)、D(16)new及D(17)計算新同位資料P(15, 17)new，且將P(15, 17)new儲存於邏輯槽2之儲存單元2C之SLBA=5中。控制單元200將(SLBA, 磁區計數)記錄於儲存單元3之資料遷移日誌區域550中，該(SLBA, 磁區計數)指示在儲存單元3中執行寫入之SLBA及磁區計數。舉例而言，在此實例中，在儲存單元3之SLBA=5之一磁區的LBA區域中執行寫入。因此，另外將(5, 1)寫入於資料遷移日誌區域550中。如上文所解釋，當連續的SLBA區域及重疊之SLBA區域已記錄於資料遷移日誌區域550中時，將藉由合併該等SLBA區域而獲得之SLBA區域記錄於資料遷移日誌區域550中。當在不處於資料遷移狀態之槽中執行寫入時，不執行資料遷移日誌550之更新。以此方式，如在第二實施例中，每當自用戶端1002接收到寫入請求，便將對應於寫入請求之SLBA之資料寫入於資料遷移目的地儲存單元3中而不是資料遷移源儲存單元2B中且記錄資料遷移日誌。因此，有可能同時執行新資料寫入與資料遷移操作。

背景備份

在閒置期間，當(例如)在固定時間或固定時間以上之時間內未自用戶端1002接收到命令時或當自用戶端1002接收到待用模式轉變請求時，控制單元200執行自儲存單元2至儲存單元3之背景備份。控制單元200讀取儲存單元3之資料遷移日誌區域550，執行自儲存單元2B至未記錄於資料遷移日誌區域550中之SLBA之讀取，將資料寫入於儲存

單元3中，且將所寫入之資料之SLBA及磁區大小儲存於儲存單元3之資料遷移日誌區域550中以執行背景備份。在將SLBA儲存於資料遷移日誌550中，當存在連續SLBA區域時或當存在重疊之SLBA區域時，需要將藉由合併SLBA區域而獲得之SLBA區域儲存於資料遷移日誌550中且將合併之前的SLBA區域自資料遷移日誌區域550中刪除。

為了減小儲存於資料遷移日誌區域550中之資料遷移日誌之資料大小且為了執行下文所解釋的以高速度進行之資料遷移結束判定，需要針對SLBA區域當中的除登記於資料遷移日誌550中之SLBA區域之外的未經遷移之片段SLBA區域優先地執行背景備份。控制程式200備份未經遷移之片段SLBA區域且使未經遷移之片段SLBA區域經受資料遷移以藉此將新近遷移之SLBA區域儲存於資料遷移日誌550中，作為藉由合併新近遷移之SLBA區域與連續地位於新近遷移之SLBA區域之前及之後的經遷移之SLBA區域而形成的SLBA區域。

資料遷移狀態之監視

控制單元200讀取資料遷移日誌區域550以監視在資料遷移下的邏輯槽之資料遷移狀態。圖68展示用於使用資料遷移日誌監視資料遷移狀態之監視程序。舉例而言，每當經過預定時間時，控制單元200自資料遷移日誌區域550讀取資料遷移日誌(步驟S600及S601)。當所有遷移目標SLBA包括於資料遷移日誌550中時，控制單元200判定資料遷移完成。舉例而言，當資料遷移源儲存單元2B之所有SLBA包括於資料遷移日誌550中時，控制單元200判定資料遷移完成(步驟S602)。關於資料遷移完成之判定，例如，控制單元200可判定資料遷移目的地儲存單元3之所有SLBA是否包括於資料遷移日誌550中。

當控制單元200判定資料遷移完成時，控制單元200將資料遷移源儲存單元2之狀態改變成捨棄目標狀態5且將資料遷移目的地儲存單元3之狀態改變成正常狀態1(步驟S603)，以結束邏輯槽1之資料遷移

狀態且結束用於邏輯槽1之資料遷移狀態監視。依據減少儲存單元2B之功率消耗，需要控制單元200將至低功率消耗模式之轉變請求傳輸至儲存單元2。在資料遷移狀態結束之後，需要控制單元200經由設定於埠附近之顯示器9或LED通知使用者或系統管理員將儲存單元2B與介面19拆離或控制儲存器裝載/卸載設備以將儲存單元2B與介面19拆離。

全部狀態之轉變

圖69展示在儲存單元2B已達到壽命結束時出現的儲存單元之狀態之轉變。當所有儲存單元2A至2D處於正常狀態時，所有儲存單元2A至2D之狀態為1且儲存單元3未連接至儲存介面1007(步驟1)。當控制單元200判定儲存單元2B已達到壽命結束時，控制單元200將儲存單元2B之狀態改變成2(步驟2)。基於來自控制單元200之通知或命令將儲存單元3(其為新儲存單元)連接至儲存介面1007(步驟3)。當儲存單元3已連接時，控制單元200將資料遷移源儲存單元2B之狀態改變成3且將資料遷移目的地儲存單元3之狀態改變成4以將邏輯槽1之狀態移位至資料遷移狀態(步驟4)。當控制單元200基於自資料遷移日誌區域550讀取之資訊而判定將儲存單元2B之所有有效資料遷移至儲存單元3時，控制單元200將儲存單元2B之狀態改變成5且將儲存單元3之狀態改變成1。此後，儲存單元2A、儲存單元3、儲存單元2C及儲存單元2D表現為仿佛儲存單元2A、儲存單元3、儲存單元2C及儲存單元2D為原始儲存單元2A、原始儲存單元2B、原始儲存單元2C及原始儲存單元2D般(處理返回至步驟1)。此後，當進一步判定儲存單元2A、儲存單元3、儲存單元2C及儲存單元2D中之任一者已達到壽命結束時，重複相同步驟2至5。以此方式，甚至在儲存陣列裝置1003之儲存單元中之任一者已達到壽命結束時，將要達到壽命結束時，或將要出故障時，有可能容易地根據此實施例將儲存單元之資料遷移至新儲存

單元。在此實施例中，因為資料遷移操作係在背景中執行，所以有可能抑制歸因於備份操作而產生之效能劣化。

一儲存單元之資料遷移狀態及另一儲存單元之故障同時出現

在圖70中所展示之實例中，一儲存單元之資料遷移狀態及另一儲存單元之故障同時出現。在圖70中所展示之實例中，當邏輯槽1處於資料遷移狀態時，將儲存單元2B分配為資料遷移源，將儲存單元3分配為資料遷移目的地，且邏輯槽0、2及3處於正常狀態，在邏輯槽3之儲存單元2D中出現故障。

在自SLBA=0之讀取之狀況下，對於邏輯槽0之D(0)及邏輯槽2之D(2)之讀取而言，資料還原為不必要的。對邏輯槽1之D(1)之讀取可藉由自資料遷移目的地儲存單元3讀取為最新資料之D(1)new來實現。在自SLBA=2之讀取之狀況下，對於邏輯槽0之D(6)及邏輯槽2之D(7)之讀取而言，資料還原為不必要的。對邏輯槽3之D(8)之讀取可藉由以下操作來實現：藉由對資料遷移目的地儲存單元3之D(6)及D(7)及P(6, 8)new進行互斥或而還原資料。在自SLBA=5之讀取之狀況下，對於邏輯槽0之D(15)之讀取而言，資料還原為不必要的。對邏輯槽1之D(16)之讀取可藉由自資料遷移目的地儲存單元3讀取為最新資料之D(16)new來實現。對邏輯槽3之D(17)之讀取可藉由以下操作來實現：藉由對資料遷移目的地儲存單元3之D(15)、D(16)new及邏輯槽2之P(15, 17)new進行互斥或而還原資料。

兩個儲存單元之資料遷移狀態及一儲存單元之故障同時出現

在圖71中所展示之實例中，兩個儲存單元之資料遷移狀態及另一儲存單元之故障同時出現。在圖71中所展示之實例中，當邏輯槽1及邏輯槽2處於資料遷移狀態時，將儲存單元2B及2C分配為資料遷移源，將儲存單元3B及3C分配為資料遷移目的地，且邏輯槽0及3處於正常狀態，在邏輯槽3之儲存單元2D中出現故障。

在自SLBA=0之讀取之狀況下，對於邏輯槽0之D(0)及邏輯槽2之D(2)之讀取而言，資料還原為不必要的，對邏輯槽1之D(1)之讀取可藉由自資料遷移目的地儲存單元3B讀取D(1)new來實現。在自SLBA=2之讀取之狀況下，對於邏輯槽0之D(6)之讀取而言，資料還原為不必要的。對邏輯槽2之D(7)之讀取可藉由自資料遷移目的地儲存單元3C讀取為最新資料之D(7)new來實現。對邏輯槽3之D(8)之讀取可藉由以下操作來實現：藉由對D(6)、D(7)new及P(6, 8)new進行互斥或而還原資料。在自SLBA=5之讀取之狀況下，對於邏輯槽0之D(15)之讀取而言，資料還原為不必要的。對邏輯槽1之D(16)之讀取可藉由自資料遷移目的地儲存單元3B讀取為最新資料之D(16)new來實現。對邏輯槽3之D(17)之讀取可藉由以下操作來實現：藉由對資料遷移目的地儲存單元3B之D(15)、D(16)new及邏輯槽2之資料遷移目的地儲存單元3C之P(15, 17)new進行互斥或而還原資料。

一儲存單元之資料遷移狀態及無法進行資料讀取錯誤同時出現

在圖72中所展示之實例中，在資料遷移期間在一儲存單元中出現諸如無法校正之ECC錯誤(UECC錯誤)之讀取錯誤。

實例1

在接收到針對ALBA=2之資料D(2)之讀取命令後，控制單元200自ALBA=2指定SLBA=0及邏輯單元2。當在自邏輯槽2之儲存單元2C讀取資料D(2)中出現UECC錯誤時，可藉由對資料遷移目的地儲存單元3之D(1)new及邏輯槽3之P(0, 2)new進行互斥或而還原D(2)。

實例2

在自用戶端1002接收到針對ALBA=8之新資料D(8)之讀取命令後，控制單元200自ALBA=8指定SLBA=2及邏輯槽3。當在自邏輯槽3之儲存單元2D讀取資料D(8)中出現UECC錯誤時，可藉由對儲存單元3之D(6)、D(7)new及P(6, 8)new進行互斥或而還原D(8)。

實例3

在自用戶端1002接收到針對ALBA=9之新資料D(9)之讀取命令後，控制單元200自ALBA=9指定SLBA=3及邏輯槽1。當在自邏輯槽1之儲存單元2B讀取資料D(9)中出現UECC錯誤時，可藉由對D(10)、D(11)及P(9, 10)進行互斥或而還原D(9)。

(第四實施例)

在第四實施例中，將本發明應用於包括儲存網路之資訊處理系統1。在此實施例中，如圖73中所展示般來組態資訊處理系統1。資訊處理系統1可如圖74中所展示般來組態。如圖73中所展示，此實施例中之資訊處理系統1包括：儲存單元2；儲存單元3；一個或複數個其他儲存單元6004；一個或複數個後設資料伺服器6003；伺服器6001；儲存網路1000，其經組態以連接儲存單元2、儲存單元3、儲存單元6004、後設資料伺服器6003及伺服器6001彼此；一個或複數個用戶端6002；及網路6000，其經組態以連接伺服器6001與用戶端6002彼此。在圖74之狀況下，儲存網路1000經由通道延伸器及長途網路(諸如，WAN)連接至儲存網路6001b。儲存單元3連接至儲存網路6001b。

儲存單元2及3包括狀態管理區域510。儲存單元2及3可包括與第一實施例中之彼等資料遷移目標管理區域相同的資料遷移目標管理區域2007及3007(參見圖32)或可包括與第二實施例中之彼等邏輯碟機ID管理區域相同的邏輯碟機ID管理區域520。如上文所解釋，狀態管理區域510分別指示對應於其之儲存單元處於以下狀態：

- 0： 初始儲存狀態
- 1： 正常狀態
- 2： 低可靠性狀態
- 3： 資料遷移源狀態(受保護狀態)
- 4： 資料遷移目的地狀態

5：捨棄目標狀態

後設資料伺服器6003包括主記憶體6，其經組態以儲存OS 100、控制單元200、後設資料300及邏輯碟機狀態表450(與第一實施例中之彼等相同)；及CPU 5，其為經組態以執行OS 100及控制單元200之算術單元。後設資料伺服器6003起到等效於第一實施例中之資訊處理裝置111之OS 100及控制單元200的功能。儲存於後設資料伺服器6003之主記憶體6中之後設資料300具有(例如)圖33中所展示之結構。主記憶體6上之後設資料及後設資料之日記帳備份於後設資料伺服器6003中之非揮發性儲存單元、儲存網路1000中之非揮發性儲存單元、儲存單元2、儲存單元3及其類似者中。邏輯碟機狀態表450具有(例如)圖40中所展示之結構。邏輯碟機狀態表450指示邏輯碟機處於正常狀態抑或資料遷移狀態。舉例而言，在自伺服器6001接收到檔案ID後，後設資料伺服器6003自後設資料區域300中擷取檔案ID且指定邏輯碟機位址、儲存單元識別名稱(其為儲存單元位址)、LBA、磁區計數及其類似者。關於儲存單元識別名稱(其為儲存單元位址)，例如，可使用網際網路協定(IP)位址、媒體存取控制(MAC)位址，或全球名稱(WWN)。狀態表510儲存連接至儲存網路1000之儲存單元2及3之狀態。

邏輯碟機狀態表450可如圖41中所展示般來結構化。圖75中所展示之狀態表650可儲存於後設資料伺服器6003之主記憶體6中。邏輯碟機狀態表450不必儲存於主記憶體6中。在狀態表650中，管理邏輯碟機位址、儲存單元識別名稱、邏輯碟機狀態及儲存狀態。使用狀態表650代替邏輯碟機狀態表450及狀態管理區域510。接著，儲存單元2及3中之狀態管理區域510為不必要的。在圖75中，邏輯碟機位址B包括兩個儲存單元，其儲存單元識別名稱為b1及b2。該等儲存單元處於資料遷移狀態。具有儲存單元識別名稱b1之儲存單元為資料遷移源。具

有儲存單元識別名稱b2之儲存單元為資料遷移目的地。

儲存網路1000為用於儲存器存取之網路。舉例而言，使用光纖通道或乙太網路(註冊商標)。詳言之，關於儲存網路1000，例如，使用儲存區域網路(SAN)或網路附接儲存器(NAS)。關於SAN，例如，使用光纖通道儲存區域網路(FC-SAN)或網際網路協定儲存區域網路(IP-SAN)。關於SAN之上層協定，例如，使用小型電腦系統介面(SCSI)。在此實施例中所解釋之實例中，iSCSI用作上層協定。儲存網路1000包括網路開關6009及集線器(圖中未圖示)。

網路6000為用於允許用戶端存取伺服器6001且使用各種服務之網路。舉例而言，使用光纖通道或乙太網路(註冊商標)作為網路6000。舉例而言，關於網路6000，存在WAN、LAN及其類似者。網路6000包括網路開關(圖中未圖示)及集線器(圖中未圖示)。

用戶端1002為連接至網路6000之電腦且經組態以執行所要處理。用戶端1002通常包括諸如處理器、主記憶體、通信介面及本端輸入/輸出裝置之硬體資源。另外，用戶端1002包括諸如裝置驅動程式、作業系統(OS)及應用程式400(圖中未圖示)之軟體資源。因此，用戶端1002在處理器之控制下執行各種程式且與硬體資源合作實現處理。舉例而言，用戶端1002在處理器之控制下執行商業應用程式以藉此經由網路6000對伺服器6001進行I/O存取且實現所要商業系統。

伺服器6001為連接至儲存網路1000及網路6000之電腦且經組態以根據來自用戶端1002之請求執行所要處理。伺服器6001通常包括諸如處理器、主記憶體、通信介面及本端輸入/輸出裝置之硬體資源。另外，伺服器6001包括諸如裝置驅動程式、作業系統(OS)及應用程式(圖中未圖示)之軟體資源。因此，伺服器6001在處理器之控制下執行各種程式且與硬體資源合作實現處理。舉例而言，伺服器6001回應於來自用戶端1002之請求而在處理器之控制下執行應用程式服務程式，

以藉此經由儲存網路6000對儲存單元2、儲存單元3或儲存單元6004進行I/O存取且實現所要應用程式服務程式。

舉例而言，在自用戶端6002接收到檔案資料讀取請求及檔案ID後，伺服器6001將檔案ID傳輸至後設資料伺服器6003，接收儲存有來自後設資料伺服器6003之檔案的儲存單元之儲存單元位址(諸如，IP位址、MAC位址或WWN)及LBA，將指明儲存單元位址之封包傳輸至儲存網路1000以將讀取命令傳輸至儲存單元，自儲存單元接收讀取資料，且將讀取資料傳輸至用戶端1002。舉例而言，在自用戶端1002接收到檔案資料寫入請求及檔案ID後，伺服器6001將檔案ID傳輸至後設資料伺服器6003，接收儲存單元位址及應儲存來自後設資料伺服器6003之檔案的儲存單元之LBA，自用戶端6002接收寫入資料，且將該資料傳輸至儲存單元以寫入該資料。伺服器6001可為資料庫伺服器(DB伺服器)，其為資料庫管理系統(DBMS)正操作之伺服器。

用於判定壽命結束之處理

在經啟動時，控制單元200監視關於儲存單元2之可靠性資訊，諸如統計資訊65。舉例而言，如圖24中所展示，控制單元200每隔固定時間(例如，每隔一分鐘)或在每一固定數目次處理中自儲存單元2獲取統計資訊65。如在第一實施例中，控制單元200基於所獲取之可靠性資訊而判定儲存單元2是否已達到壽命結束。當控制單元200判定儲存單元2已達到壽命結束時，控制單元200執行下文所解釋之壽命結束處理。

壽命結束處理

當已連接之儲存單元2已達到壽命結束或將要達到壽命結束且開始壽命結束處理時，在將儲存單元2之狀態510改變成儲存狀態=2(低可靠性狀態)之後，控制單元200在後設資料伺服器6003、伺服器6001及用戶端6002之顯示器9及其類似者上顯示用於驅策連接新儲存單元

之訊息。當新儲存單元3已連接時，控制單元200將狀態表450中的儲存單元3之狀態510重寫至儲存狀態 = 4(資料遷移目的地狀態)且進一步將儲存單元2之狀態510重寫至儲存狀態 = 3(受保護狀態)。控制單元200使得OS 100辨識儲存單元2及儲存單元3為一邏輯碟機4。控制單元200將儲存於主記憶體6上之邏輯碟機狀態表450或狀態表650中的邏輯碟機4之狀態自「正常狀態」重寫至「資料遷移狀態」。

自處於資料遷移狀態之邏輯碟機之讀取

在自用戶端6002接收到讀取請求及檔案ID後，伺服器6001將檔案ID傳輸至後設資料伺服器6003。後設資料伺服器6003指定對應於來自後設資料300之檔案ID之邏輯碟機4，自主記憶體6讀取邏輯碟機狀態表450及狀態表650，且辨識所指定之邏輯碟機4之狀態為資料遷移狀態。後設資料伺服器6003自後設資料300獲取儲存有藉由檔案ID指明之檔案的儲存單元2或3之儲存單元位址及LBA且將所獲取之儲存單元位址及所獲取之LBA傳輸至伺服器6001。伺服器6001將指明所接收之儲存單元位址及所接收之LBA的封包傳輸至儲存網路1000以將讀取命令傳輸至儲存單元2或3，自儲存單元接收讀取資料，且將讀取資料傳輸至用戶端1002。

邏輯碟機中之寫入

舉例而言，在自用戶端1002接收到檔案資料寫入請求及檔案ID後，伺服器6001將檔案ID傳輸至後設資料伺服器6003。後設資料伺服器6003自邏輯碟機狀態表450或狀態表650判定邏輯碟機4之狀態且辨識邏輯碟機4處於正常狀態。接著，後設資料伺服器6003自主記憶體6讀取後設資料300且參考後設資料300分配LBA以用於資料寫入。後設資料伺服器6003將該LBA及儲存單元2之儲存單元位址及LBA傳輸至伺服器6001。伺服器6001將指明所接收之儲存單元位址及所接收之LBA的封包傳輸至儲存網路1000以將寫入命令傳輸至儲存單元2且將

寫入資料儲存於儲存單元2中。控制單元200重寫後設資料300且將寫入資料之LBA及磁區計數映射至儲存單元2及寫入檔案ID。

當控制單元200辨識邏輯碟機4處於資料遷移狀態時，控制單元200自主記憶體6讀取後設資料300且參考後設資料300分配LBA以用於資料寫入。後設資料伺服器6003將該LBA及儲存單元3之儲存單元位址及LBA傳輸至伺服器6001。伺服器6001將指明儲存單元3之所接收之儲存單元位址及所接收之LBA的寫入請求封包傳輸至儲存網路1000以將寫入命令傳輸至儲存單元3且將寫入資料儲存於儲存單元3中。控制單元200更新後設資料300，使自檔案ID至儲存單元2之映射無效，且將檔案ID映射至儲存單元3、經寫入之LBA及磁區計數以使用儲存單元3中之寫入實現自儲存單元2至儲存單元3之資料遷移。

背景備份

當邏輯碟機4處於邏輯碟機狀態表450中之資料遷移狀態之狀態時，當很難發生由用戶端6002進行的對邏輯碟機4之存取時(在閒置期間)，控制單元200可執行自資料遷移源儲存單元2至資料遷移目的地儲存單元3之背景備份。控制單元200自主記憶體6讀取後設資料300且搜尋映射至儲存單元2之檔案ID。若存在映射至儲存單元2之檔案，則控制單元200經由伺服器6001將讀取命令傳輸至儲存單元2以執行自檔案之LBA之讀取且接收讀取資料。控制單元200將寫入命令及讀取資料傳輸至儲存單元3之LBA，執行寫入，重寫主記憶體6上之後設資料300，使自檔案ID至儲存單元2之映射無效，且將檔案ID映射至儲存單元3。

可採用無伺服器備份(Server-free backup或server-less backup)作為控制單元200之背景備份操作。在彼狀況下，例如，可使用延伸複製命令。關於延伸複製命令，例如，可使用SCSI初級命令-4 (SPC-4)(INCITS T10/1731-D，修訂36e (<http://www.t10.org/>))中所描述之

「83h延伸複製」命令。控制單元200將包括儲存單元3之備份目標LBA及位址之延伸複製命令傳輸至儲存單元2。接著，儲存單元2自該LBA讀取資料且將所讀取之資料傳輸至儲存單元3。儲存單元3將接收資料寫入於LBA中。

資料遷移完成時間

在邏輯碟機狀態表450中，當邏輯碟機4之狀態為「資料遷移狀態」時，控制單元200週期性地讀取主記憶體6上之後設資料300且週期性地檢查是否存在映射至儲存單元2之遷移目標檔案ID。舉例而言，控制單元200週期性地檢查儲存於邏輯碟機4中之所有檔案之檔案ID當中是否存在映射至儲存單元2之遷移目標檔案ID。當不存在遷移目標檔案ID時，控制單元200將資料遷移目的地儲存單元3之狀態510重寫至儲存狀態=1(正常狀態)且將資料遷移源儲存單元2之狀態510重寫至儲存狀態=5(捨棄目標狀態)。控制單元200將儲存單元2與邏輯碟機4分離，辨識儲存單元3為邏輯碟機4，且將邏輯碟機狀態表450或狀態表650中的邏輯碟機4之狀態自「資料遷移狀態」重寫至「正常狀態」。

如上文所解釋，在資料遷移狀態下，在邏輯碟機4中之資料寫入中，不將寫入命令傳輸至資料遷移源儲存單元2而將寫入命令傳輸至資料遷移目的地儲存單元3。自儲存單元2或3執行自邏輯碟機4之資料讀取。在邏輯碟機4中，每當自用戶端6002接收到寫入請求時，逐漸地將儲存於儲存單元2中之有效資料遷移至儲存單元3。新資料寫入操作亦充當資料遷移操作。

(第五實施例)

在第五實施例中，將本發明應用於包括複數個資料中心(DC)及經組態以連接至資料中心(DC)之長途網路的資訊處理系統1。在此實施例中，如圖76中所展示般來組態資訊處理系統1。在此實施例中，

資訊處理系統1包括：資料遷移源資料中心3002(儲存單元3002)；資料遷移目的地資料中心3003(儲存單元3003)；資料中心3005，其為另一資料中心；伺服器3006；資料中心管理伺服器3007；及長途網路3000，其經組態以連接該等裝置。在此實施例中，資料中心管理伺服器3007辨識資料中心3002為充當邏輯單元之邏輯資料中心3004。當資料中心3002之可靠性劣化時，資料中心管理伺服器3007辨識資料中心3002及資料中心3003為邏輯資料中心3004。

資料中心3002及3003包括狀態管理區域510。儲存單元3002及3003可包括資料遷移目標管理區域2007及3007，其對應於第一實施例中之資料遷移目標管理區域2007及3007(參見圖32)。儲存單元3002及3003可包括邏輯資料中心ID管理區域520，其對應於第二實施例中之邏輯碟機ID管理區域520。如上文所解釋，狀態管理區域510指示對應於其之儲存單元處於以下狀態：

- 0： 初始儲存狀態
- 1： 正常狀態
- 2： 低可靠性狀態
- 3： 資料遷移源狀態(受保護狀態)
- 4： 資料遷移目的地狀態
- 5： 捨棄目標狀態

資料中心管理伺服器3007包括主記憶體6，其儲存OS 100、控制單元200、後設資料300及邏輯資料中心狀態表450(與第一實施例中之彼等相同)；及CPU 5，其為經組態以執行OS 100及控制單元200之算術單元。資料中心管理伺服器3007起到等效於第一實施例中之資訊處理裝置111之OS 100及控制單元200的功能。儲存於資料中心管理伺服器3007之主記憶體6中之後設資料300具有(例如)圖33中所展示之結構。主記憶體6上之後設資料及後設資料之日記帳備份於長途網路

3000中的資料中心管理伺服器3007及資料中心3002、3003及3005中之非揮發性儲存單元中。邏輯資料中心狀態表450具有(例如)圖41中所展示之結構。邏輯資料中心狀態表450指示邏輯資料中心3004處於正常狀態抑或資料遷移狀態。舉例而言，在自伺服器3006接收到檔案ID後，資料中心管理伺服器3007自後設資料區域300擷取檔案ID且指定對應於檔案ID之邏輯資料中心ID、資料中心ID、LBA、磁區計數及其類似者。狀態表510儲存資料中心3002及3003之狀態。

除以圖41中所展示之結構來組態邏輯資料中心狀態表450之外，亦可採用圖75中所展示之狀態表650作為資料中心管理伺服器3007。在狀態表650中，管理邏輯資料中心ID、資料中心ID、邏輯資料中心狀態及資料中心狀態。在此狀況下，儲存單元2及3中之狀態管理區域510為不必要的。控制單元200可使用如第二實施例中之資料遷移日誌儲存區域(代替後設資料區域300)來管理資料自資料中心3002至資料中心3003之遷移。

用於判定壽命結束之處理

當經啟動時，控制單元200監視關於資料中心3002之可靠性資訊。舉例而言，如圖24中所展示，控制單元200每隔固定時間(例如，每隔一分鐘)或在每一固定數目次處理中自資料中心3002獲取統計資訊65。如在第一實施例中，控制單元200基於所獲取之統計資訊65而判定資料中心3002是否已達到壽命結束。當控制單元200判定資料中心3002已達到壽命結束時，控制單元200執行下文所解釋之壽命結束處理。

壽命結束處理

當已連接之資料中心3002已達到壽命結束或將要達到壽命結束且開始壽命結束處理時，在將資料中心3002之狀態510改變成資料中心狀態=2(低可靠性狀態)之後，控制單元200在資料中心管理伺服器

3007及其類似者之顯示器上顯示用於驅策連接新資料中心之訊息。當新資料中心3003已連接時，控制單元200將狀態表450中的資料中心3003之狀態510重寫至資料中心狀態=4(資料遷移目的地狀態)且進一步將資料中心3002之狀態510重寫至資料中心狀態=3(受保護狀態)。控制單元200使得OS 100辨識資料中心3002及資料中心3003為一邏輯資料中心3004。控制單元200將主記憶體6上之邏輯資料中心狀態表450之狀態自「正常狀態」重寫至「資料遷移狀態」。

(自處於資料遷移狀態之邏輯資料中心之讀取)

在自伺服器3006接收到讀取請求及檔案ID後，資料中心管理伺服器3007指定對應於來自後設資料300之檔案ID之邏輯資料中心3004，自主記憶體6讀取邏輯資料中心狀態表450，且辨識指定邏輯資料中心3004之狀態為資料遷移狀態。資料中心管理伺服器3007自後設資料300獲取儲存有藉由檔案ID指明之檔案的資料中心3002或3003之資料中心位址及LBA且將所獲取之資料中心位址及所獲取之LBA傳輸至伺服器3006。伺服器3006將指明所接收之資料中心位址及所接收之LBA的封包傳輸至網路3000以將讀取命令傳輸至資料中心3002或3003，且自資料中心3002或3003接收讀取資料。

邏輯資料中心中之寫入

在自伺服器3006接收到寫入請求及檔案ID後，資料中心管理伺服器3007自邏輯資料中心狀態表450判定邏輯資料中心3004之狀態且辨識邏輯資料中心3004處於正常狀態。接著，資料中心管理伺服器3007自主記憶體6讀取後設資料300且參考後設資料300分配LBA以用於資料寫入。資料中心管理伺服器3007將該LBA及資料中心3002之資料中心ID及LBA傳輸至伺服器3006。伺服器3006將指明所接收之資料中心ID及所接收之LBA的封包傳輸至網路3000以將寫入命令傳輸至資料中心3002，且將寫入資料儲存於資料中心3002中。

當資料中心管理伺服器3007辨識邏輯資料中心3004處於資料遷移狀態時，資料中心管理伺服器3007自主記憶體6讀取後設資料300且參考後設資料300分配LBA以用於資料寫入。資料中心管理伺服器3007將該LBA及資料中心3003之資料中心ID及LBA傳輸至伺服器3006。伺服器3006將指明資料中心3003的所接收之資料中心ID及所接收之LBA的封包傳輸至網路3000以將寫入命令傳輸至資料中心3003，且將寫入資料儲存於資料中心3003中。

背景備份

當邏輯資料中心3004處於邏輯碟機狀態表450中之資料遷移狀態之狀態時，當很難發生由伺服器3006進行的對邏輯資料中心3004之存取時(在閒置期間)，控制單元200可執行自資料遷移源資料中心3002至資料遷移目的地資料中心3003之背景備份。控制單元200自主記憶體6讀取後設資料300且搜尋映射至資料中心3002之檔案ID。若存在映射至資料中心3002之檔案，則控制單元200經由伺服器3006將讀取命令傳輸至資料中心3002以執行自檔案之LBA之讀取且自資料中心3002接收讀取資料。控制單元200將寫入命令及讀取資料傳輸至資料中心3003之LBA，執行寫入，重寫主記憶體6上之後設資料300，且將檔案ID映射至資料中心3003。

可採用無伺服器備份作為控制單元200之背景備份操作。在彼狀況下，例如，可使用延伸複製命令。關於延伸複製命令，例如，可使用SCSI初級命令-4 (SPC-4)(INCITS T10/1731-D，修訂36e (<http://www.t10.org/>))中所描述之「83h延伸複製」命令。控制單元200將包括資料中心3003之備份目標LBA及ID之延伸複製命令傳輸至資料中心3002。接著，資料中心3002自該LBA讀取資料且將所讀取之資料傳輸至資料中心3003。資料中心3003將接收資料寫入於LBA中。

資料遷移完成時間

在邏輯碟機狀態表450中，當邏輯資料中心3004之狀態為「資料遷移狀態」時，控制單元200週期性地讀取主記憶體6上之後設資料300且週期性地檢查是否存在映射至資料中心3002之遷移目標檔案ID。舉例而言，控制單元200週期性地檢查儲存於邏輯資料中心3004中之所有檔案之檔案ID當中是否存在映射至資料中心3002之遷移目標檔案ID。當不存在遷移目標檔案ID時，控制單元200將資料遷移目的地資料中心3003之狀態510重寫至資料中心狀態=1(正常狀態)且將資料遷移源資料中心3002之狀態510重寫至資料中心狀態=5(捨棄目標狀態)。控制單元200將資料中心3002與邏輯資料中心3004分離，辨識資料中心3003為邏輯資料中心3004，且將邏輯資料中心3004之狀態自邏輯碟機狀態表450中之「資料遷移狀態」重寫至「正常狀態」。

如上文所解釋，在資料遷移期間，在邏輯資料中心3004中之資料寫入中，不將寫入命令傳輸至資料遷移源資料中心3002而將寫入命令傳輸至資料遷移目的地資料中心3003。自資料中心3002或3003執行自邏輯資料中心3004之資料讀取。在邏輯資料中心3004中，每當自伺服器3006接收到寫入請求時，逐漸地將儲存於資料中心3002中之有效資料遷移至資料中心3003。新資料寫入操作亦充當資料遷移操作。

(第六實施例)

中繼單元

在第一及第二實施例中，當控制單元200判定儲存單元2已達到壽命結束、將要達到壽命結束或將要出故障時或判定儲存單元2之可靠性劣化時，控制單元200處理寫入請求以防止寫入於儲存單元2中。因此，有可能抑制儲存單元2之可靠性之進一步劣化且防止新寫入資料之損失。為了安全地限制儲存單元2中之資料寫入，需要防止資訊處理裝置、用戶端及伺服器自發地執行儲存單元中之寫入。在此實施例中，資訊處理系統包括中繼單元5000。中繼單元5000中之控制單元

200監視諸如儲存單元2之統計資訊之可靠性資訊。當中繼單元5000判定儲存單元2已達到壽命結束、將要達到壽命結束或將要出故障或儲存單元2之可靠性劣化時，控制單元200向資訊處理裝置111、用戶端及伺服器通知指示儲存單元2為唯讀裝置之資訊，以藉此防止資訊處理裝置111、用戶端及伺服器自發地執行儲存單元2中之寫入。可獨立地執行此實施例。另一方面，當將此實施例與第一實施例、第二實施例或其類似者組合時，有可能更穩健地抑制可靠性劣化之儲存單元2中之寫入。舉例而言，當將此實施例與第一實施例、第二實施例或其類似者組合時，中繼單元5000傳輸指示儲存單元2為僅支援讀取及寫入中之讀取的儲存單元的儲存單元資訊。CPU 5及儲存於主記憶體6中之控制單元200辨識儲存單元2為唯讀儲存單元且辨識儲存單元2處於受保護狀態(資料遷移源狀態)。

圖77為中繼單元5000裝設於諸如桌上型個人電腦或筆記型個人電腦之資訊處理系統1上的實例。中繼單元5000可裝設於資訊處理裝置111內部或可裝設於資訊處理裝置111外部。中繼單元5000經由介面19連接至儲存單元2且經由介面5001及晶片組7連接至CPU 5。中繼單元5000可不經由晶片組7而直接連接至CPU 5。中繼單元5000可嵌入於晶片組7中。

中繼單元5000包括控制單元200。如圖77中所展示，整個控制單元200包括於中繼單元5000中。如圖78中所展示，控制單元200之一部分可包括於中繼單元5000中且控制單元200之一部分可包括於主記憶體6中。控制單元200之一部分可包括於中繼單元5000中且控制單元200之一部分可包括於資訊處理裝置111中之另一記憶體區段(諸如，ROM 11)中。控制單元200可以韌體或軟體之形式來實施或可以硬體之形式來實施。

關於介面19及介面5001，例如，可使用串列進階附接技術

(SATA)、快速周邊組件互連(快速PCI，PCIe)、通用串列匯流排(USB)、串列附接SCSI(SAS)、霹靂(註冊商標)、乙太網路(註冊商標)及光纖通道。介面19及介面5001可為相同標準之介面或可為不同標準之介面。在此實施例中，介面19及介面5000為SATA介面。

以與第一實施例中之圖24及圖29中所展示之方式相同的方式，控制單元200判定儲存單元2已達到壽命結束、將要達到壽命結束，抑或將要出故障。當控制單元200判定儲存單元2已達到壽命結束、將要達到壽命結束，抑或將要出故障時，如圖79中所展示，控制單元200自正常狀態轉變至低可靠性狀態以執行壽命結束處理(步驟S800)。正常狀態及低可靠性狀態為控制單元200之模式。當儲存單元2正常時，控制單元200在正常狀態下操作。當控制單元200判定儲存單元2已達到壽命結束、將要達到壽命結束，抑或將要出故障時，或儲存單元2之可靠性劣化時，控制單元200在低可靠性狀態下操作。如在第一實施例中，每隔固定時間、在每固定數目次處理下或在每一固定資料傳輸及接收下(如圖24中所展示)，或在自儲存單元2接收之命令回應為錯誤回應(如圖29及圖30中所展示)時，執行壽命結束判定。

控制單元200將經由介面5001自CPU 5接收之命令及資料經由介面19傳輸至儲存單元2。控制單元200將經由介面19自儲存單元2接收之回應及資料經由介面5001傳輸至CPU 5。當介面5001及介面19之協定不同時，在執行協定變換之後，控制單元200將命令、回應及變換之後之資料傳輸至CPU 5及儲存單元2。當將儲存單元2之儲存單元資訊傳輸至CPU 5時，控制單元200根據控制單元200處於正常狀態抑或低可靠性狀態而切換儲存單元資訊。亦即，在正常狀態下，控制單元200將指示儲存單元2為可讀取且可寫入之儲存單元之儲存單元資訊傳輸至CPU 5。在低可靠性狀態下，控制單元200將指示儲存單元2為僅可讀取之儲存單元之儲存單元資訊傳輸至CPU 5。

在自CPU 5接收到針對儲存單元2之儲存單元資訊請求後，在正常狀態下，控制單元200將指示儲存單元2為可讀取且可寫入之儲存單元的儲存單元資訊作為對儲存單元資訊請求之回應傳輸至CPU 5。在低可靠性狀態下，控制單元200將指示儲存單元2為僅可讀取之儲存單元之儲存單元資訊傳輸至CPU 5。關於儲存單元資訊請求之實例，可使用ACS-3中所描述之「ECh識別裝置」命令、SCSI初級命令-4 (SPC-4)中所描述之「A3h報告識別資訊」命令、資訊技術多媒體命令-6 (MMC-6)(<http://www.t10.org/>)中所描述之「46h得到組態」命令，及快速NVM修訂1.1中所描述之「06h識別」命令。

圖80展示在控制單元200自CPU 5接收到針對儲存單元2之儲存單元資訊請求時執行的處理程序之實例。當控制單元200自CPU 5接收到針對儲存單元2之儲存單元資訊請求時(步驟S801)，控制單元200基於控制單元200處於正常狀態抑或低可靠性狀態而判定儲存單元2是否處於低可靠性狀態(步驟S802)。當儲存單元2處於正常狀態時，控制單元200將儲存單元資訊請求傳輸至儲存單元2(步驟S803)，自儲存單元2接收儲存單元資訊，且將所接收之儲存單元資訊傳輸至CPU 5(步驟S804)。當儲存單元2處於低可靠性狀態時，控制單元200將儲存單元資訊請求傳輸至儲存單元2(步驟S805)，自儲存單元2接收儲存單元資訊，重寫接收資料以改變儲存單元資訊以指示仿佛儲存單元2為ROM裝置般，且將改變之儲存單元資訊傳輸至CPU 5(步驟S806)。控制單元200可在於步驟S801處未自CPU 5接收到儲存單元資訊請求之情況下自發地執行S802至S806處之處理。控制單元200可在步驟S801與步驟S802之間將儲存單元資訊請求傳輸至儲存單元2，且不必在步驟S803與步驟S805之間將儲存單元資訊請求傳輸至儲存單元2。

如圖81中所展示，在低可靠性狀態下，控制單元200可產生指示仿佛儲存單元2為ROM裝置般之儲存單元資訊且將儲存單元資訊傳輸

至CPU 5，而不將儲存單元資訊請求傳輸至儲存單元2。亦即，在自CPU 5接收到針對儲存單元2之儲存單元資訊請求時(步驟S810)，控制單元200基於控制單元200處於正常狀態抑或低可靠性狀態而判定儲存單元2是否處於低可靠性狀態(步驟S811)。當控制單元200處於正常狀態時，控制單元200將儲存單元資訊請求傳輸至儲存單元2(步驟S812)且將所接收之儲存單元資訊傳輸至CPU 5(步驟S813)。當控制單元200處於低可靠性狀態時，控制單元200產生用於向CPU 5指示仿佛儲存單元2為ROM裝置般之儲存單元資訊，且將所產生之儲存單元資訊傳輸至CPU 5(步驟S814)，而不將儲存單元資訊請求傳輸至儲存單元2。

當在正常狀態下操作時，因為儲存單元資訊指示儲存單元2為可讀取且可寫入之儲存單元，所以需要(例如)控制單元200明確地向彼CPU 5通知儲存單元2為ATA裝置。舉例而言，有可能藉由以下操作向CPU 5通知儲存單元2為ATA裝置：在ATA/ATAPI命令集-3 (ACS-3)中所描述之裝置簽章中，取代LBA(7:0)中之01h、取代LBA(15:8)中之00h且取代LBA(23:16)中之00h，且將LBA(7:0)、LBA(15:8)及LBA(23:16)輸出至CPU 5。

當在低可靠性狀態下操作時，因為儲存單元資訊指示儲存單元2為僅可讀取之儲存單元，所以(例如)控制單元200明確地向CPU 5通知儲存單元2為ATAPI裝置。舉例而言，有可能藉由以下操作向CPU 5通知儲存單元2為ATAPI裝置：在ACS-3中所描述之裝置簽章中，取代LBA(7:0)中之01h、取代LBA(15:8)中之14h且取代LBA(23:16)中之EBh，且將LBA(7:0)、LBA(15:8)及LBA(23:16)輸出至CPU 5。另外，當在低可靠性狀態下操作時，例如，在自CPU 5接收到INCITS多媒體命令-6 (MMC-6)中所描述之「46h得到組態」命令後，因為儲存單元資訊指示儲存單元2為僅可讀取之儲存單元，所以控制單元200向CPU 5通知在多個特徵中不支援所有寫入功能：諸如可隨機寫入(特徵編號

=0020h)、可遞增串流寫入(特徵編號=0021h)及一次性寫入(特徵編號=0025h)。因此，甚至在OS 100為Windows(註冊商標)或其類似者時，亦有可能使得OS 100辨識儲存單元2為可讀取裝置。對於OS 100及高於OS 100之層中的應用程式400而言，將儲存單元2視為仿佛儲存單元2為唯讀裝置般。因此，有可能防止OS 100及應用程式400錯誤地將寫入命令傳輸至儲存單元2。

或者，當在低可靠性狀態下操作時，因為儲存單元資訊指示儲存單元2為僅可讀取之儲存單元，所以(例如)控制單元200可明確地向CPU 5通知儲存單元2為ATA裝置。在自CPU 5接收到ACS-3中所描述之「ECh識別裝置」命令後，控制單元200可向CPU 5通知指示不支援所有寫入功能之資訊。

用於通知儲存單元2是否為僅可讀取之儲存單元的方法亦可採用除上文所解釋之形式之外的各種形式。當CPU 5接收到指示儲存單元2為僅可讀取之儲存單元之資訊時，OS 100應用用於唯讀儲存單元(例如，ATAPI唯讀儲存單元)之驅動程式作為應用於儲存單元2之驅動程式軟體。在OS 100上，將儲存單元2辨識為諸如CD-ROM、DVD-ROM或BD-ROM之唯讀儲存單元。舉例而言，如圖82及圖83中所展示，需要OS 100經由顯示裝置9藉由圖示圖形或其類似者明確地向資訊處理裝置111之系統管理員、操作者及使用者通知：儲存單元2為諸如CD-ROM、DVD-ROM或BD-ROM之唯讀裝置。當使用者試圖將檔案或其類似者寫入於儲存單元2中時，如圖84中所展示，更需要OS 100經由顯示裝置9通知儲存單元2受寫入保護。

甚至在CPU 5及OS 100辨識儲存單元2為僅可讀取之儲存單元時，例如，當OS 100將用於唯讀儲存單元之驅動程式應用於儲存單元2時，CPU 5可將讀取命令傳輸至儲存單元2。當CPU 5將讀取命令傳輸至儲存單元2時，控制單元200將讀取命令傳輸至儲存單元2，控制

單元200自儲存單元2接收讀取資料，且控制單元200將讀取資料傳輸至CPU 5。以此方式，CPU 5可自儲存單元2讀取資料，而不管控制單元200處於正常狀態抑或低可靠性狀態。

依據防止歸因於儲存單元2之資料破裂或故障而產生的使用者資料損失，需要處於低可靠性狀態之控制單元200經組態而根本不將寫入命令傳輸至儲存單元2。然而，例如，當有必要將諸如OS 100之系統資訊之資料的一部分寫入於儲存單元2中時，作為例外狀況，控制單元200可准許將資料寫入於儲存單元2中。然而，需要寫入資料之資料量足夠小(與儲存單元2之容量相比較而言)。為了防止使用者錯誤地傳輸寫入命令且將資料寫入於儲存單元2中，更需要：即使自CPU 5接收到至儲存單元2之正常寫入命令，控制單元200亦不會將寫入命令傳輸至儲存單元2。作為例外狀況，僅在有必要將資料寫入於儲存單元2中時，例如，僅在自CPU 5接收到根據特殊命令之寫入命令時，控制單元200將寫入命令傳輸至儲存單元2。舉例而言，當諸如ACS-3中所描述之「35h寫入DMA EXT」或「61h寫入FPDMA排入佇列」之寫入命令用作CPU 5之至儲存單元2之正常寫入命令時，在自CPU 5接收到「35h寫入DMA EXT」命令或「61h寫入FPDMA排入佇列」命令作為正常寫入命令後，處於正常狀態之控制單元200將該命令傳送至儲存單元2。在自CPU 5接收到「35h寫入DMA EXT」命令或「61h寫入FPDMA排入佇列」命令作為正常寫入命令後，處於低可靠性狀態之控制單元200不會將該寫入命令傳輸至儲存單元2。另一方面，在自CPU 5接收到INCITS ACS-3中所描述之「30h寫入磁區」命令、「3Fh寫入日誌Ext」命令或SCT命令輸送、其他廠商獨特命令或其類似者作為特殊寫入命令後，處於低可靠性狀態之控制單元200將該命令傳送至儲存單元2。

在上述解釋中，資訊處理系統1為諸如桌上型個人電腦或筆記型

個人電腦之電腦系統。然而，資訊處理系統1可為(例如)圖85中所展示的包括儲存網路之資訊處理系統。在圖85中，儲存網路1000用作介面19及介面5001且網路開關6009用作中繼單元5000。

舉例而言，使用儲存區域網路(SAN)或網路附接儲存器(NAS)作為儲存網路1000。關於SAN，例如，使用光纖通道儲存區域網路(FC-SAN)或網際網路協定儲存區域網路(IP-SAN)。關於SAN之上層協定，例如，使用小型電腦系統介面(SCSI)。舉例而言，可採用IP-SAN作為儲存網路1000。可採用網際網路小型電腦系統介面(iSCSI)作為IP-SAN之上層協定。

網路開關6009為經組態以連接儲存網路1000上之複數個網路設備(諸如，用戶端、伺服器及儲存單元)之網路裝置。在自網路設備接收到封包後，網路開關6009基於接收封包之目的地位址將接收封包傳輸至目的地處之網路設備。

網路開關6009包括控制單元200。控制單元200可完全地包括於網路開關6009中，如圖85中所展示。或者，控制單元200之一部分可包括於網路開關6009中且控制單元200之另一部分可包括於用戶端7000A之主記憶體6中或控制單元200之一部分可包括於網路開關6009中且控制單元200之另一部分可包括於系統1中之另一區段(諸如，用戶端7000A之ROM)中。控制單元200可以韌體或軟體之形式來實施或可以硬體之形式來實施。

以與第一實施例中之圖24及圖29中所展示之方式相同的方式，控制單元200判定連接至儲存網路1000之一個或複數個儲存單元已達到壽命結束、將要達到壽命結束，抑或將要出故障。當儲存單元已達到壽命結束、將要達到壽命結束，或將要出故障時，控制單元200僅將欲經受壽命結束處理之儲存單元作為目標而自正常狀態轉變至低可靠性狀態。正常狀態及低可靠性狀態為經呈現以對應於連接至儲存網

路1000之一個或複數個儲存單元中之每一者的控制單元200之模式。舉例而言，當儲存單元2A正常時，控制單元200在正常狀態(亦即，儲存單元2A之模式)下操作。舉例而言，當控制單元200判定儲存單元2A已達到壽命結束、將要達到壽命結束或將要出故障時或判定儲存單元2A之可靠性劣化時，控制單元200在低可靠性狀態(亦即，儲存單元2A之模式)下操作。甚至在控制單元200將欲經受壽命結束處理之儲存單元作為目標而自正常狀態轉變至低可靠性狀態時，控制單元200針對不欲經受壽命結束處理之儲存單元在正常狀態下操作。如在第一實施例中，每隔固定時間、在每固定數目種處理下或在每一固定資料傳輸及接收下(圖24中所展示)，或在自儲存單元接收之命令回應為錯誤回應(如圖29及圖30中所展示)時，執行壽命結束判定。

在此實施例中，作為實例，兩個用戶端7000A及7000B及兩個儲存單元2A及2B連接至儲存網路1000。然而，可採用其他任意組態作為系統1之網路設備之組態。可使用伺服器7000A代替用戶端7000A。可使用伺服器7000B代替用戶端7000B。將位址分別分配給儲存網路上之用戶端7000A、用戶端7000B、儲存單元2A及儲存單元2B。關於位址，例如，可使用IP位址或MAC位址。舉例而言，當用戶端7000A之CPU 5將僅指明儲存單元2A之位址的命令及資料傳輸至儲存網路1000時，網路開關6009在組態該命令及該資料之封包中自該位址指定儲存單元2A。網路開關6009將封包僅傳輸至儲存單元2A。舉例而言，當儲存單元2A將僅指明用戶端7000A之位址的回應及資料傳輸至儲存網路1000時，網路開關6009在組態該回應及該資料之封包中自該位址指定用戶端7000A。網路開關6009將封包僅傳輸至用戶端7000A。在位址指明中，不僅可指明單一網路設備，而且可指明複數個網路設備。

當(例如)將儲存單元2A之儲存單元資訊傳輸至(例如)用戶端

7000A時，控制單元200根據控制單元200的儲存單元2A之模式處於正常狀態抑或低可靠性狀態而切換傳輸至用戶端7000A的儲存單元2A之儲存單元資訊。亦即，當控制單元200的儲存單元2A之模式為正常狀態時，控制單元200將指示儲存單元2A為可讀取且可寫入之儲存單元的儲存單元資訊傳輸至用戶端7000A。當控制單元200的儲存單元2A之模式為低可靠性狀態時，控制單元200將指示儲存單元2A為僅可讀取之儲存單元的儲存單元資訊傳輸至用戶端7000A。亦以相同方式將儲存單元2A之儲存單元資訊傳輸至用戶端7000B。亦以相同方式將儲存單元2B之儲存單元資訊傳輸至用戶端7000A及用戶端7000B。

如上文所解釋，在此實施例中，當控制單元200判定儲存單元2已達到壽命結束、將要達到壽命結束或將要出故障時或判定儲存單元2之可靠性劣化時，控制單元200處理或產生傳輸至CPU 5的儲存單元2之儲存單元資訊，以藉此使得CPU 5及OS 100辨識儲存單元為僅可讀取之儲存單元。因此，有可能防止儲存單元2中之資料寫入。在諸如OS 100之下部軟體層中執行用於辨識儲存單元2為僅可讀取之儲存單元的處理。因此，諸如應用程式400及使用者之上部軟體層不需要執行對儲存單元2之特殊控制。

熟習此項技術者將容易想到額外優點及修改。因此，本發明在其較廣態樣中不限於本文中所展示及描述之特定細節及代表性實施例。因此，可在不偏離如藉由隨附申請專利範圍及其等效物定義的一般發明概念之精神或範疇的情況下作出各種修改。

【符號說明】

1	資訊處理系統
2	儲存單元
2A	儲存單元
2B	儲存單元

2C	儲存單元
2D	儲存單元
3	儲存單元
3B	儲存單元
3C	儲存單元
4	邏輯碟機
5	中央處理單元(CPU)
6	主記憶體
6A	儲存區域
6B	儲存區域
6C	後設資料區域
6D	區域
7	晶片組
8	顯示控制器
9	顯示器(顯示裝置)
10	光碟機
11	唯讀記憶體(ROM)
12	網路控制器
13	通用串列匯流排(USB)控制器
14	鍵盤
15	滑鼠
16	NAND快閃記憶體(NAND記憶體)
16B	區域
19	介面
20	儲存單元
20B	區域

21	WEB伺服器
22	儲存媒體
22B	區域
23	光學媒體
23B	區域
24	USB記憶體
24B	區域
30	主機板
31	電腦主體
32	電源供應裝置
33	觸控板
34	電腦主體
35	顯示單元
36	電源開關
40	隨機存取記憶體(RAM)
40A	區域
40M	區域
41	SSD控制器(SSDC)
42	介面控制器(IFC)
43	匯流排
44	管理資訊
45	管理資訊
46	快取記憶體(CM)
60	自由區塊表(FBT)
61	壞區塊表(BT)
62	作用中區塊表(ABT)

63	磁軌表(磁軌單元中之邏輯至實體變換表)
64	叢集表(叢集單元中之邏輯至實體變換表)
65	統計資訊
80	NAND記憶體晶片
81	NAND控制器(NANDC)
82	記憶體胞陣列
83	位元線控制電路
84	行解碼器
85	字線控制電路
86	控制電路
87	控制信號輸入端子
88	資料輸入/輸出端子
89	資料輸入/輸出緩衝器
100	作業系統(OS)
111	資訊處理裝置
200	控制程式
300	後設資料
400	應用程式
450	邏輯碟機狀態表
510	狀態管理區域
520	邏輯碟機ID管理區域
530	槽編號管理區域
550	資料遷移日誌區域
650	狀態表
1000	儲存網路
1002	用戶端

1003	儲存陣列裝置
1004	網路介面
1005	不昂貴磁碟冗餘陣列(RAID)控制器
1007	儲存介面
2001	邏輯區塊位址(LBA)區域
2002	開機載入程式區域
2003	後設資料區域
2004	使用者資料區域
2005	後設資料指標區域
2006	狀態儲存區域
2007	資料遷移目標管理區域
3000	長途網路
3001	LBA區域
3002	開機載入程式區域/資料遷移源資料中心
3003	後設資料區域/資料遷移目的地資料中心
3004	使用者資料區域/邏輯資料中心
3005	後設資料指標區域/資料中心
3006	儲存狀態區域/伺服器
3007	資料遷移目標管理區域/資料中心管理伺服器
5000	中繼單元
5001	介面
6000	網路
6001	伺服器
6001b	儲存網路
6002	用戶端
6003	後設資料伺服器

6004	其他儲存單元
6009	網路開關
7000A	用戶端
7000B	用戶端
10001	網路開關
BL	位元線
MC	記憶體胞
MS	記憶體串
S1	選擇閘極
S2	選擇閘極
SGD	選擇線
SGS	選擇線
SRC	源極線
WL0	字線
WLm-1	字線

申請專利範圍

1. 一種資訊處理系統，其包含：

一第一儲存單元，其包括一可讀取且可寫入之第一記憶體；

一第二儲存單元，其包括一可讀取且可寫入之第二記憶體；

一資訊處理裝置，其可連接至該第一儲存單元及該第二儲存單元；及

一資料遷移日誌區域；其中

該資訊處理裝置包括一控制單元，該控制單元係構成為執行：

第一處理，其用於基於自該第一儲存單元獲取之可靠性資訊而判定該第一儲存單元之一儲存狀態，

第二處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為一受保護狀態時，僅對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之該第二儲存單元執行寫入，在一讀取目標位址係記錄於該資料遷移日誌區域時，執行自該第二儲存單元讀取資料，及在該讀取目標位址未記錄於該資料遷移日誌區域時，執行自該第一儲存單元讀取資料，

第三處理，其用於根據藉由該第二處理進行之該寫入，將寫入於該第二儲存單元之資料之位址記錄於該資料遷移日誌區域，及

第四處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，不自該資料遷移日誌區域讀取地執行自該第一儲存單元讀取資料。

2. 如請求項1之資訊處理系統，其中該控制單元在該第一處理中執行該可靠性資訊與一臨限值之比較，且在基於該比較而判定滿

足該第一儲存單元之一壽命結束條件時，判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態。

3. 如請求項1之資訊處理系統，其中該控制單元執行該第四處理，該第四處理用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為一低可靠性狀態時，辨識該第二儲存單元處於儲存於該第一儲存單元中之資料之一資料遷移目的地狀態，且將該第一儲存單元之該儲存狀態改變成該受保護狀態。
4. 如請求項1至3中任一項之資訊處理系統，其中該控制單元在該第三處理中管理該第一儲存單元及該第二儲存單元中的該所儲存之資料之該等位址，以使得一相同位址之資料存在於該第一儲存單元及該第二儲存單元中之一者中。
5. 如請求項4之資訊處理系統，其中，在辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，該控制單元在該第三處理中辨識該第一儲存單元及該第二儲存單元為一相同邏輯單元。
6. 如請求項5之資訊處理系統，其進一步包含一個或複數個第三儲存單元，該一個或複數個第三儲存單元可連接至該資訊處理裝置且包括可讀取且可寫入之第三記憶體，其中

該控制單元執行第五處理，該第五處理用於控制該一個或複數個第三儲存單元及該第一儲存單元以組態一RAID，且在該第五處理中，在辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，控制該一個或複數個第三儲存單元及該邏輯單元以組態該RAID。

7. 如請求項3之資訊處理系統，其中，在該第一處理中，該控制單元執行該可靠性資訊與該臨限值之該比較，且在基於該比較而判定滿足該第一儲存單元之一壽命結束條件時，判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該低可靠性狀態。

8. 如請求項1之資訊處理系統，其中，在該第二處理中，該控制單元與自該第一儲存單元讀取之資料並行地執行用於將自該第一儲存單元讀取之該資料寫入至該第二儲存單元的處理。
9. 如請求項1之資訊處理系統，其進一步包含一後設資料儲存單元，該後設資料儲存單元係構成為儲存後設資料，其中

在該第三處理中，該控制單元在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，將自寫入於該第一儲存單元中之資料之一位址至該第一儲存單元的一映射記錄於該後設資料中，且在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將自寫入於該第二儲存單元中之資料之一位址至該第二儲存單元的一映射記錄於該後設資料中，且

在該第二處理中，在讀取處理中，該控制單元在自該讀取目標位址至該第一儲存單元之一映射記錄於該後設資料中時，自該第一儲存單元讀取該資料，且在自該讀取目標位址至該第二儲存單元之一映射記錄於該後設資料中時，自該第二儲存單元讀取該資料。

10. 如請求項1之資訊處理系統，其中

該控制單元執行第六處理，該第六處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將儲存於該第一儲存單元中之第一後設資料作為第二後設資料儲存於該第二儲存單元中，且使用該第二後設資料管理該第一儲存單元及該第二儲存單元中的該所儲存之資料之該等位址，且

在該第三處理中，該控制單元在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，將自寫入於該第一儲存單元中之資料之一位址至該第一儲存單元的一映射記錄

於該第一後設資料中，且在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將自寫入於該第二儲存單元中之資料之一位址至該第二儲存單元的一映射記錄於該第二後設資料中。

11. 如請求項9或10之資訊處理系統，其中，在至該第一儲存單元之該映射不存在於該後設資料中時，該控制單元判定該第一儲存單元之該儲存狀態為除該受保護狀態之外的一狀態。
12. 如請求項9或10之資訊處理系統，其中該控制單元執行第七處理，該第七處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態之後，在接收到針對儲存於該第一儲存單元中之資料之一刪除處理命令時，改變該後設資料以使自刪除目標資料之一位址至該第一儲存單元的一映射無效。
13. 如請求項1之資訊處理系統，其中該控制單元執行第八處理，該第八處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態之後，在接收到針對儲存於該第一儲存單元中之資料之一刪除處理命令時，根據該刪除處理命令將一刪除目標資料之一位址記錄於該資料遷移日誌區域中。
14. 如請求項1之資訊處理系統，其中該控制單元執行第九處理，該第九處理用於在寫入於該第一儲存單元中之資料當中選擇待遷移至該第二儲存單元之資料，且在對應於待遷移之該資料之所有位址儲存於該資料遷移日誌區域中時，結束該第一儲存單元之該受保護狀態。
15. 如請求項1之資訊處理系統，其中該資料遷移日誌區域儲存於該第二儲存單元中。
16. 如請求項1之資訊處理系統，其中，在該第三處理中，在將一第一位址記錄於該資料遷移日誌區域中，當與該第一位址重疊或

與該第一位址連續之一第二位址已儲存於該資料遷移日誌區域中時，該控制單元將藉由組合該第一位址及該第二位址而獲得之一第三位址記錄於該資料遷移日誌區域中且使該第二位址無效。

17. 如請求項13之資訊處理系統，其中該控制單元執行第十處理，該第十處理用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，抹除該資料遷移日誌區域。
18. 如請求項1之資訊處理系統，其進一步包含一中繼單元，該中繼單元係構成為執行與該第一儲存單元及該資訊處理裝置之通信，其中

該中繼單元基於自該第一儲存單元獲取之該可靠性資訊而判定該第一儲存單元之一狀態，且在判定該儲存單元之該狀態為該受保護狀態時，將指示該第一儲存單元為僅支援讀取操作及寫入操作中之一讀取操作之一儲存單元的儲存單元資訊傳輸至該資訊處理裝置，且

在接收到該儲存單元資訊後，該控制單元在該第一處理中判定該第一儲存單元之該狀態為該受保護狀態。

19. 一種資訊處理系統，其包含：
 - 一第一儲存單元，其包括一可讀取且可寫入之第一記憶體；
 - 一第二儲存單元，其包括一可讀取且可寫入之第二記憶體；
 - 一資訊處理裝置，其可連接至該第一儲存單元及該第二儲存單元；及
 - 一資料遷移日誌區域；其中該資訊處理裝置包括一控制單元，該控制單元係構成為執行：
 - 第一處理，其用於基於自該第一儲存單元獲取之可靠性資訊

而判定該第一儲存單元之一儲存狀態，

第二處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為一受保護狀態時，僅對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之該第二儲存單元執行寫入，且對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之至少一者執行一讀取處理，及

第三處理，其用於根據藉由該第二處理進行之該寫入而更新該第一儲存單元及該第二儲存單元中所儲存之資料之位址，其中

該控制單元係構成為：

在該第三處理中，在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將寫入至該第二儲存單元之資料之位址記錄於該資料遷移日誌區域，且

在該第二處理中，在一讀取目標位址係記錄於該資料遷移日誌區域時，在該讀取處理中自該第二儲存單元讀取資料，而在該讀取目標位址未記錄於該資料遷移日誌區域時，在該讀取處理中自該第一儲存單元讀取資料。

20. 一種控制程式，其經載入至一資訊處理裝置，該資訊處理裝置可連接：包括一可讀取且可寫入之第一記憶體之一第一儲存單元、包括一可讀取且可寫入之第二記憶體之一第二儲存單元及一資料遷移日誌區域，該控制程式使得該資訊處理裝置執行以下處理：

第一處理，其用於基於自該第一儲存單元獲取之可靠性資訊而判定該第一儲存單元之一儲存狀態；

第二處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為一受保護狀態時，僅對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之該第二儲存單元執行寫入，在一讀取目標位址係

記錄於該資料遷移日誌區域時，執行自該第二儲存單元讀取資料，在該讀取目標位址未記錄於該資料遷移日誌區域時，執行自該第一儲存單元讀取資料，

第三處理，其用於根據藉由該第二處理進行之該寫入，將寫入於該第二儲存單元之資料之位址記錄於該資料遷移日誌區域，及

第四處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，不自該資料遷移日誌區域讀取地執行自該第一儲存單元讀取資料。

21. 如請求項20之控制程式，其中該資訊處理裝置在該第一處理中執行該可靠性資訊與一臨限值之比較，且在基於該比較而判定滿足該第一儲存單元之一壽命結束條件時，判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態。
22. 如請求項20之控制程式，其進一步使得該資訊處理裝置執行該第四處理，該第四處理用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為一低可靠性狀態時，辨識該第二儲存單元處於儲存於該第一儲存單元中之資料之一資料遷移目的地狀態，且將該第一儲存單元之該儲存狀態改變成該受保護狀態。
23. 如請求項20至22中任一項之控制程式，其中該資訊處理裝置在該第三處理中管理該第一儲存單元及該第二儲存單元中的該所儲存之資料之該等位址，以使得一相同位址之資料存在於該第一儲存單元及該第二儲存單元中之一者中。
24. 如請求項23之控制程式，其中，在辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，該資訊處理裝置在該第三處理中辨識該第一儲存單元及該第二儲存單元為一相同邏輯單元。
25. 如請求項24之控制程式，其中

該資訊處理裝置可連接至包括可讀取且可寫入之第三記憶體的一個或複數個第三儲存單元，

該控制程式進一步使得該資訊處理裝置執行第五處理，該第五處理用於控制該一個或複數個第三儲存單元及該第一儲存單元以組態一RAID，且

該資訊處理裝置在該第五處理中，在辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，控制該一個或複數個第三儲存單元及該邏輯單元以組態該RAID。

26. 如請求項22之控制程式，其中，在該第一處理中，該資訊處理裝置執行該可靠性資訊與該臨限值之該比較，且在基於該比較而判定滿足該第一儲存單元之一壽命結束條件時，判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該低可靠性狀態。

27. 如請求項20之控制程式，其中，在該第二處理中，該資訊處理裝置與該讀取處理並行地執行用於將自該第一儲存單元讀取之資料寫入於該第二儲存單元中的處理。

28. 如請求項20之控制程式，其中

該資訊處理裝置連接至構成為儲存後設資料之一後設資料儲存單元，

在該第三處理中，該資訊處理裝置在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，將自寫入於該第一儲存單元中之資料之一位址至該第一儲存單元的一映射記錄於該後設資料中，且在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將自寫入於該第二儲存單元中之資料之一位址至該第二儲存單元的一映射記錄於該後設資料中，且

在該第二處理中，在讀取處理中，該資訊處理裝置在自一讀

取目標位址至該第一儲存單元之一映射記錄於該後設資料中時，自該第一儲存單元讀取該資料，且在自該讀取目標位址至該第二儲存單元之一映射記錄於該後設資料中時，自該第二儲存單元讀取該資料。

29. 如請求項20之控制程式，其進一步使得該資訊處理裝置執行第六處理，該第六處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將儲存於該第一儲存單元中之第一後設資料作為第二後設資料儲存於該第二儲存單元中，且使用該第二後設資料管理該第一儲存單元及該第二儲存單元中的該所儲存之資料之該等位址，其中

在該第三處理中，該資訊處理裝置在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，將自寫入於該第一儲存單元中之資料之一位址至該第一儲存單元的一映射記錄於該第一後設資料中，且在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將自寫入於該第二儲存單元中之資料之一位址至該第二儲存單元的一映射記錄於該第二後設資料中。

30. 如請求項28或29之控制程式，其中，在至該第一儲存單元之該映射不存在於該後設資料中時，該資訊處理裝置判定該第一儲存單元之該儲存狀態為除該受保護狀態之外的一狀態。
31. 如請求項28或29之控制程式，其進一步使得該資訊處理裝置執行第七處理，該第七處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態之後，在接收到針對儲存於該第一儲存單元中之資料之一刪除處理命令時，改變該後設資料以使自刪除目標資料之一位址至該第一儲存單元的一映射無效。

32. 如請求項20之控制程式，其進一步使得該資訊處理裝置執行第八處理，該第八處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態之後，在接收到針對儲存於該第一儲存單元中之資料之一刪除處理命令時，根據該刪除處理命令將一刪除目標資料之一位址記錄於該資料遷移日誌區域中。
33. 如請求項20之控制程式，其進一步使得該資訊處理裝置執行第九處理，該第九處理用於在寫入於該第一儲存單元中之資料當中選擇待遷移至該第二儲存單元之資料，且在對應於待遷移之該資料之所有位址儲存於該資料遷移日誌區域中時，結束該第一儲存單元之該受保護狀態。
34. 如請求項20之控制程式，其進一步使得該資訊處理裝置執行第十一處理，該第十一處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將該資料遷移日誌區域分配給該第二儲存單元。
35. 如請求項20之控制程式，其中，在該第三處理中，在將一第一位址記錄於該資料遷移日誌區域中，當與該第一位址重疊或與該第一位址連續之一第二位址已儲存於該資料遷移日誌區域中時，該資訊處理裝置將藉由組合該第一位址及該第二位址而獲得之一第三位址記錄於該資料遷移日誌區域中且使該第二位址無效。
36. 如請求項20之控制程式，其進一步使得該資訊處理裝置執行第十處理，該第十處理用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，抹除該資料遷移日誌區域。
37. 如請求項20之控制程式，其中

該資訊處理裝置可經由一中繼單元連接至該第一儲存單元，
且

在自該中繼單元接收到指示該第一儲存單元為僅支援讀取操作及寫入操作中之一讀取操作之一儲存單元的儲存單元資訊後，該資訊處理裝置在該第一處理中判定該第一儲存單元之該狀態為該受保護狀態。

38. 一種控制程式，其經載入至一資訊處理裝置，該資訊處理裝置可連接：包括一可讀取且可寫入之第一記憶體之一第一儲存單元、包括一可讀取且可寫入之第二記憶體之一第二儲存單元、及一資料遷移日誌區域，該控制程式使得該資訊處理裝置執行：

第一處理，其用於基於自該第一儲存單元獲取之可靠性資訊而判定該第一儲存單元之一儲存狀態；

第二處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為一受保護狀態時，僅對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之該第二儲存單元執行寫入，且對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之至少一者執行讀取處理，及

第三處理，其用於根據藉由該第二處理進行之該寫入而更新該第一儲存單元及該第二儲存單元中所儲存之資料之位址，其中

該控制程式係構成為：

在該第三處理中，在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將寫入至該第二儲存單元之資料之位址記錄於該資料遷移日誌區域，且

在該第二處理中，在一讀取目標位址係記錄於該資料遷移日誌區域時，在該讀取處理中自該第二儲存單元讀取資料，而

在該讀取目標位址未記錄於該資料遷移日誌區域時，在該讀取處理中自該第一儲存單元讀取資料。

39. 一種資訊處理裝置，其可連接：包括一可讀取且可寫入之第一記憶體之一第一儲存單元、包括一可讀取且可寫入之第二記憶體之一第二儲存單元、及一資料遷移日誌區域，該資訊處理裝置包含一控制單元，該控制單元係構成為執行以下處理：

第一處理，其用於基於自該第一儲存單元獲取之可靠性資訊而判定該第一儲存單元之一儲存狀態，

第二處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為一受保護狀態時，僅對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之該第二儲存單元執行寫入，在一讀取目標位址係記錄於該資料遷移日誌區域時，執行自該第二儲存單元讀取資料，在該讀取目標位址未記錄於該資料遷移日誌區域時，執行自該第一儲存單元讀取資料，

第三處理，其用於根據藉由該第二處理進行之該寫入，將寫入於該第二儲存單元之資料之位址記錄於該資料遷移日誌區域，及

第四處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，不自該資料遷移日誌區域讀取地執行自該第一儲存單元讀取資料。

40. 如請求項39之資訊處理裝置，其中該控制單元在該第一處理中執行該可靠性資訊與一臨限值之比較，且在基於該比較而判定滿足該第一儲存單元之一壽命結束條件時，判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態。

41. 如請求項39之資訊處理裝置，其中該控制單元執行該第四處理，該第四處理用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之

該儲存狀態為一低可靠性狀態時，辨識該第二儲存單元處於儲存於該第一儲存單元中之資料之一資料遷移目的地狀態，且將該第一儲存單元之該儲存狀態改變成該受保護狀態。

42. 如請求項39至41中任一項之資訊處理裝置，其中該控制單元在該第三處理中管理該第一儲存單元及該第二儲存單元中的該所儲存之資料之該等位址，以使得一相同位址之資料存在於該第一儲存單元及該第二儲存單元中之一者中。

43. 如請求項42之資訊處理裝置，其中，在辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，該控制單元在該第三處理中辨識該第一儲存單元及該第二儲存單元為一相同邏輯單元。

44. 如請求項43之資訊處理裝置，其中

該資訊處理裝置可連接至包括可讀取且可寫入之第三記憶體的一個或複數個第三儲存單元，且

該控制單元執行第五處理，該第五處理用於控制該一個或複數個第三儲存單元及該第一儲存單元以組態一RAID，且在該第五處理中，在辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，控制該一個或複數個第三儲存單元及該邏輯單元以組態該RAID。

45. 如請求項41之資訊處理裝置，其中，在該第一處理中，該控制單元執行該可靠性資訊與該臨限值之該比較，且在基於該比較而判定滿足該第一儲存單元之一壽命結束條件時，判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該低可靠性狀態。

46. 如請求項39之資訊處理裝置，其中，在該第二處理中，該控制單元與自該第一儲存單元讀取之資料並行地執行用於將自該第一儲存單元讀取之資料寫入至該第二儲存單元的處理。

47. 如請求項39之資訊處理裝置，其中

該資訊處理裝置連接至構成為儲存後設資料之一後設資料儲存單元，

在該第三處理中，該控制單元在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，將自寫入於該第一儲存單元中之資料之一位址至該第一儲存單元的一映射記錄於該後設資料中，且在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將自寫入於該第二儲存單元中之資料之一位址至該第二儲存單元的一映射記錄於該後設資料中，且

在該第二處理中，在該讀取處理中，該控制單元在自一讀取目標位址至該第一儲存單元之一映射記錄於該後設資料中時，自該第一儲存單元讀取該資料，且在自該讀取目標位址至該第二儲存單元之一映射記錄於該後設資料中時，自該第二儲存單元讀取該資料。

48. 如請求項39之資訊處理裝置，其中

該控制單元執行第六處理，該第六處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將儲存於該第一儲存單元中之第一後設資料作為第二後設資料儲存於該第二儲存單元中，且使用該第二後設資料管理該第一儲存單元及該第二儲存單元中的該所儲存之資料之該等位址，且

在該第三處理中，該控制單元在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，將自寫入於該第一儲存單元中之資料之一位址至該第一儲存單元的一映射記錄於該第一後設資料中，且在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態時，將自寫入於該第二儲存單元中之資料之一位址至該第二儲存單元的一映射記錄於該第二

後設資料中。

49. 如請求項47或48之資訊處理裝置，其中，在至該第一儲存單元之該映射不存在於該後設資料中時，該控制單元判定該第一儲存單元之該儲存狀態為除該受保護狀態之外的一狀態。
50. 如請求項47或48之資訊處理裝置，其中該控制單元執行第七處理，該第七處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態之後，在接收到針對儲存於該第一儲存單元中之資料之一刪除處理命令時，改變該後設資料以使自刪除目標資料之一位址至該第一儲存單元的一映射無效。
51. 如請求項39之資訊處理裝置，其中該控制單元執行第八處理，該第八處理用於在藉由該第一處理判定該第一儲存單元之該儲存狀態為該受保護狀態之後，在接收到針對儲存於該第一儲存單元中之資料之一刪除處理命令時，根據該刪除處理命令將一刪除目標資料之一位址記錄於該資料遷移日誌區域中。
52. 如請求項39之資訊處理裝置，其中該控制單元執行第九處理，該第九處理用於在寫入於該第一儲存單元中之資料當中選擇待遷移至該第二儲存單元之資料，且在對應於待遷移之該資料之所有位址儲存於該資料遷移日誌區域中時，結束該第一儲存單元之該受保護狀態。
53. 如請求項39之資訊處理裝置，其中該資料遷移日誌區域儲存於該第二儲存單元中。
54. 如請求項39之資訊處理裝置，其中，在該第三處理中，在將第一位址記錄於該資料遷移日誌區域中，當與該第一位址重疊或與該第一位址連續之一第二位址已儲存於該資料遷移日誌區域中時，該控制單元將藉由組合該第一位址及該第二位址而獲得之一第三位址記錄於該資料遷移日誌區域中且使該第二位址

無效。

55. 如請求項39之資訊處理裝置，其中該控制單元執行第十處理，該第十處理用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態並非該受保護狀態時，抹除該資料遷移日誌區域。

56. 如請求項39之資訊處理裝置，其中

該資訊處理裝置可經由一中繼單元連接至該第一儲存單元，且

在自該中繼單元接收到指示該第一儲存單元為僅支援讀取操作及寫入操作中之一讀取操作之一儲存單元的儲存單元資訊後，該資訊處理裝置在該第一處理中判定該第一儲存單元之該狀態為該受保護狀態。

57. 一種資訊處理裝置，其可連接：包括一可讀取且可寫入之第一記憶體之一第一儲存單元、包括一可讀取且可寫入之第二記憶體之一第二儲存單元、及一資料遷移日誌區域，該資訊處理裝置包含一控制單元，該控制單元係構成為執行：

第一處理，其用於基於自該第一儲存單元獲取之可靠性資訊而判定該第一儲存單元之一儲存狀態，

第二處理，其用於在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元之該儲存狀態為一受保護狀態時，僅對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之該第二儲存單元執行寫入，且對該第一儲存單元及該第二儲存單元中之至少一者執行讀取處理，及

第三處理，其用於根據藉由該第二處理進行之該寫入而更新該第一儲存單元及該第二儲存單元中所儲存之資料之位址，其中

該控制單元係構成為：

在該第三處理中，在藉由該第一處理辨識該第一儲存單元

之該儲存狀態為該受保護狀態時，將寫入於該第二儲存單元之資料之位址記錄於該資料遷移日誌區域，且

在該第二處理中，在一讀取目標位址係記錄於該資料遷移日誌區域時，在該讀取處理中自該第二儲存單元讀取資料，且在該讀取目標位址未記錄於該資料遷移日誌區域時，在該讀取處理中自該第一儲存單元讀取資料。

圖式

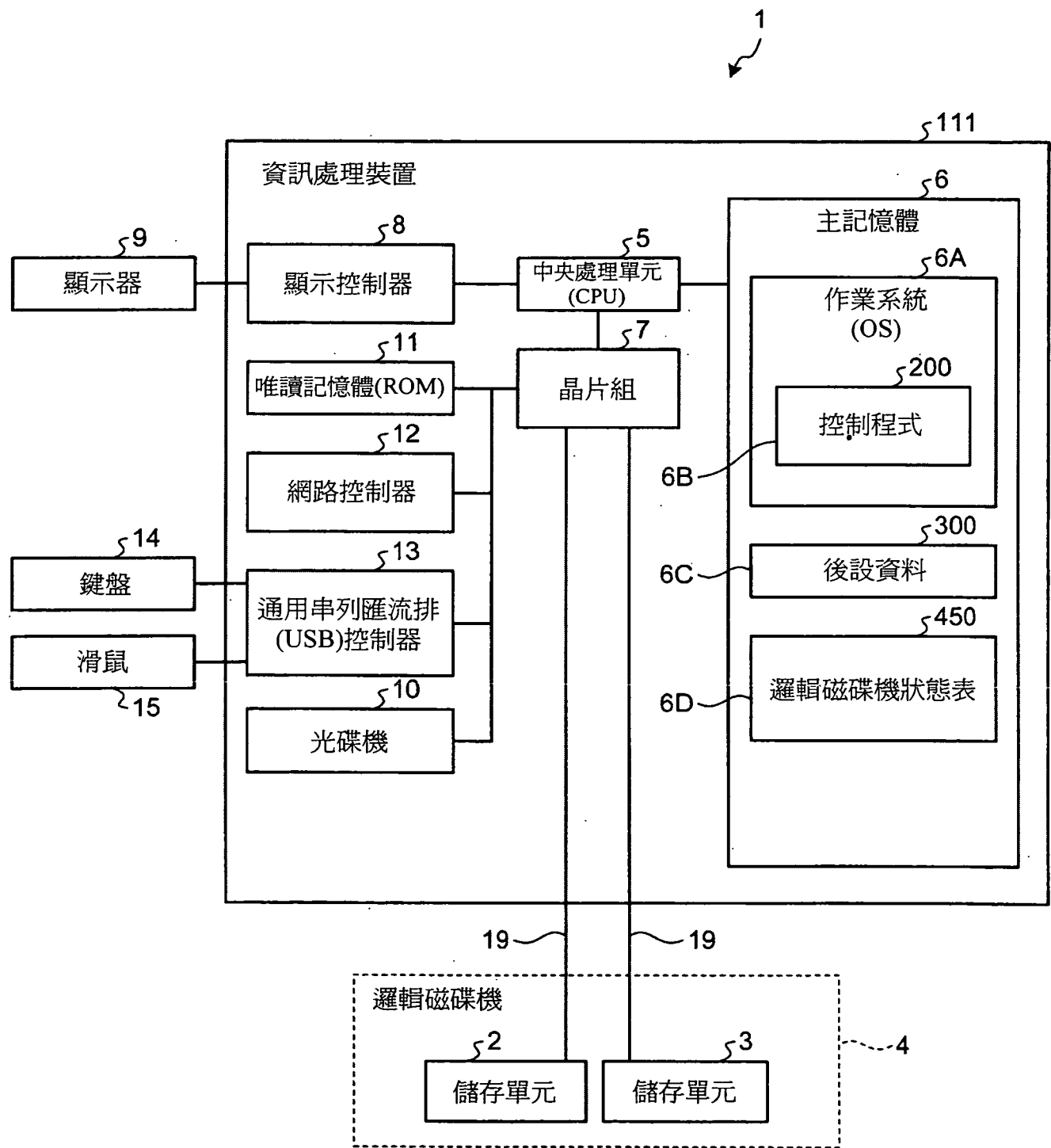


圖1

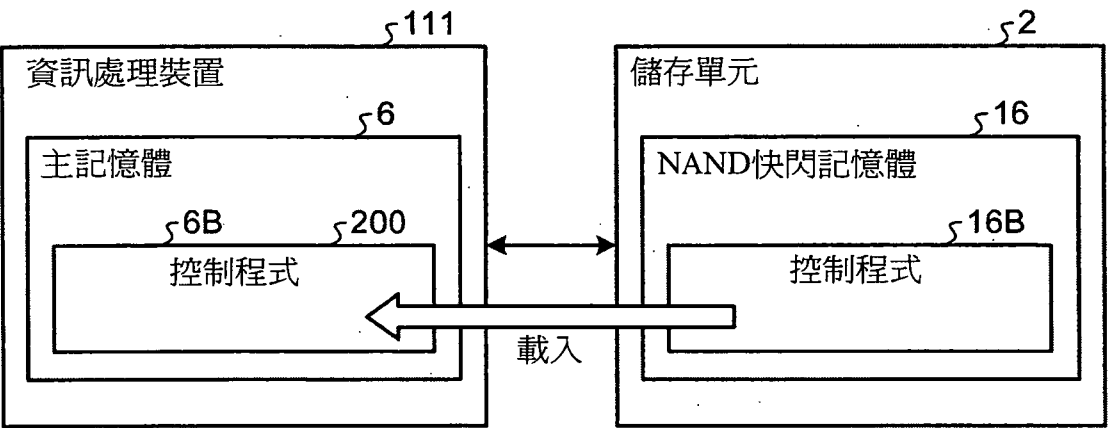


圖2

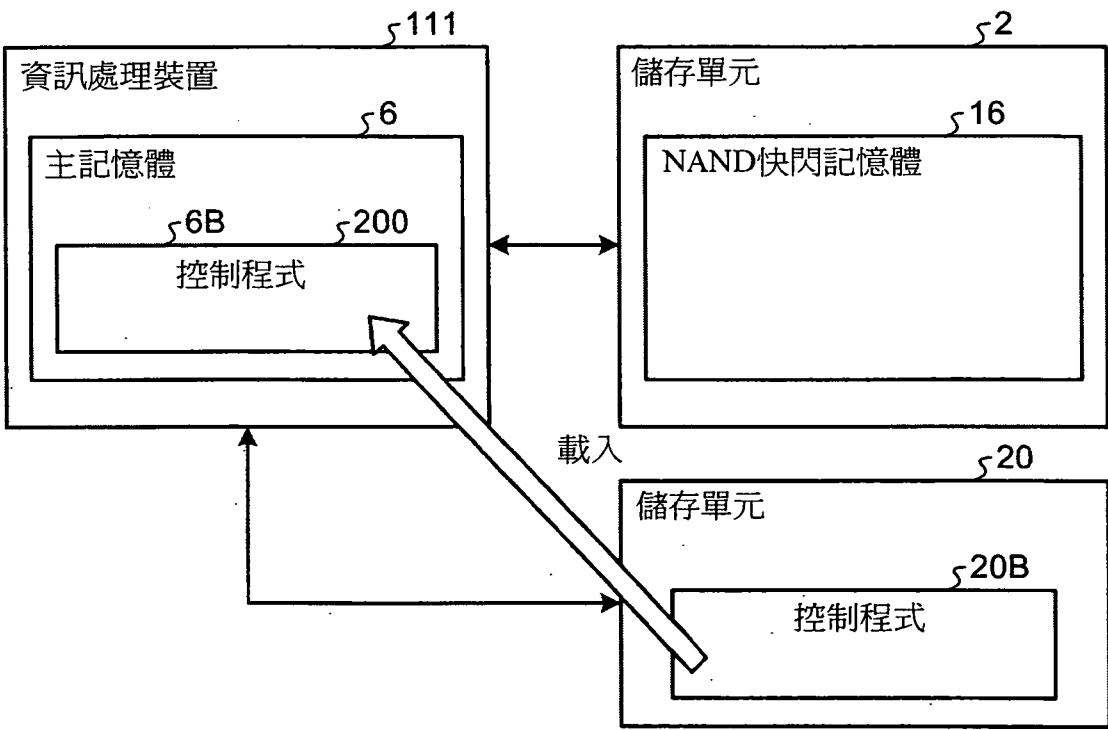


圖3

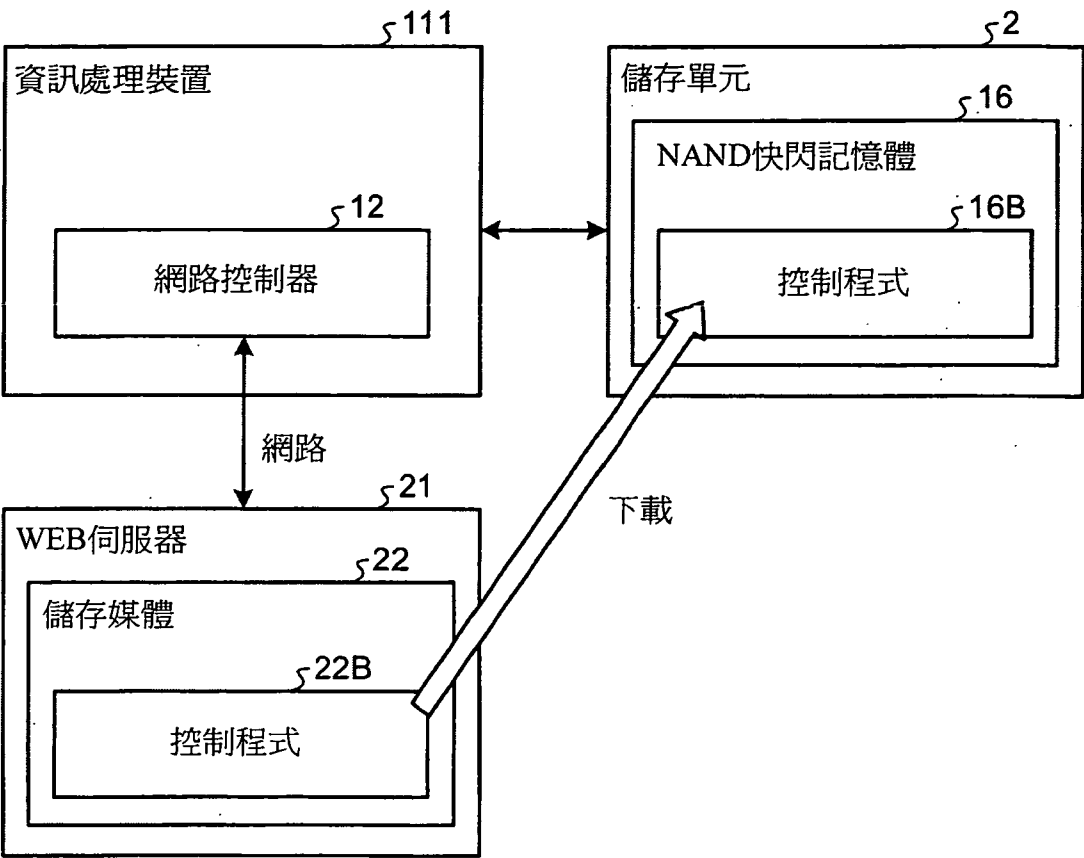


圖4

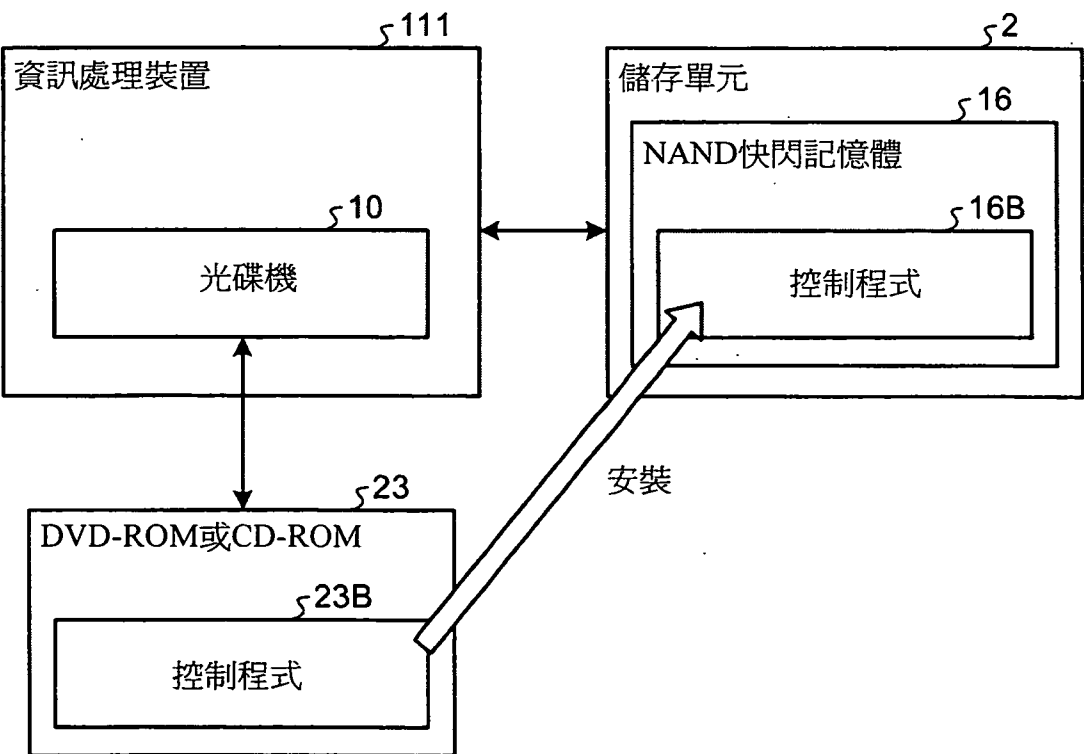


圖5

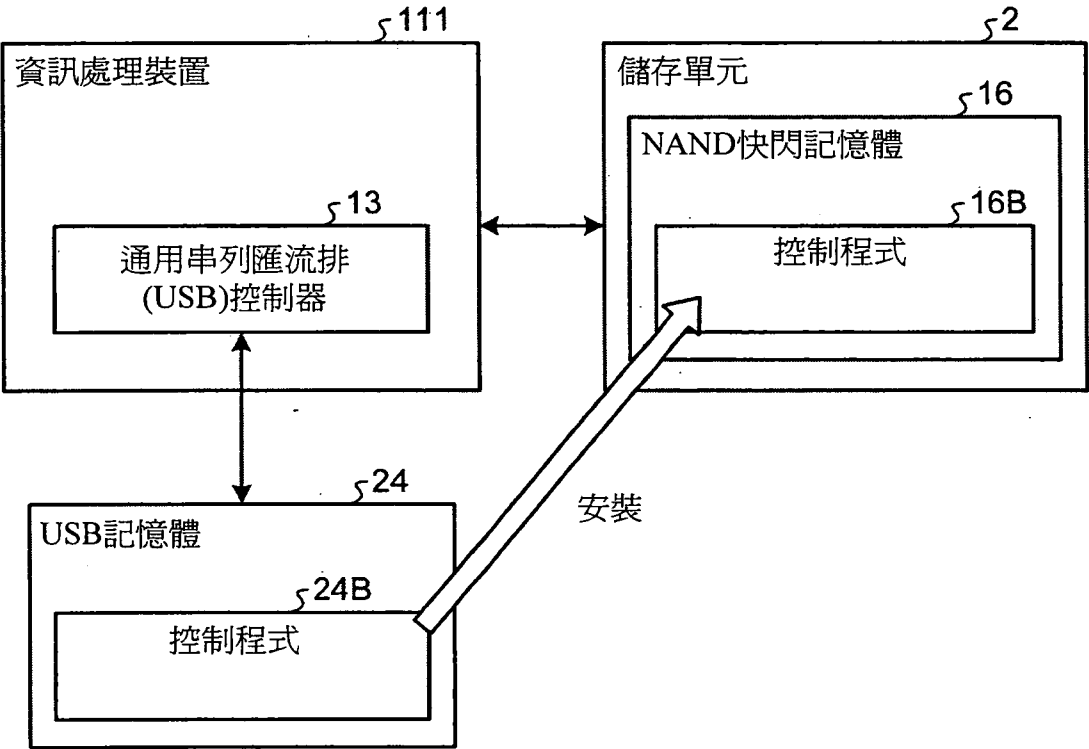


圖6

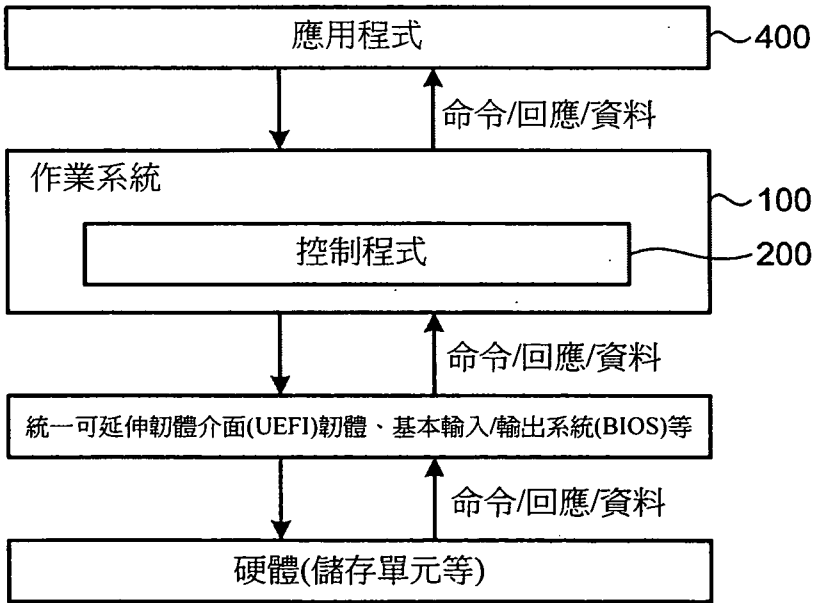


圖7

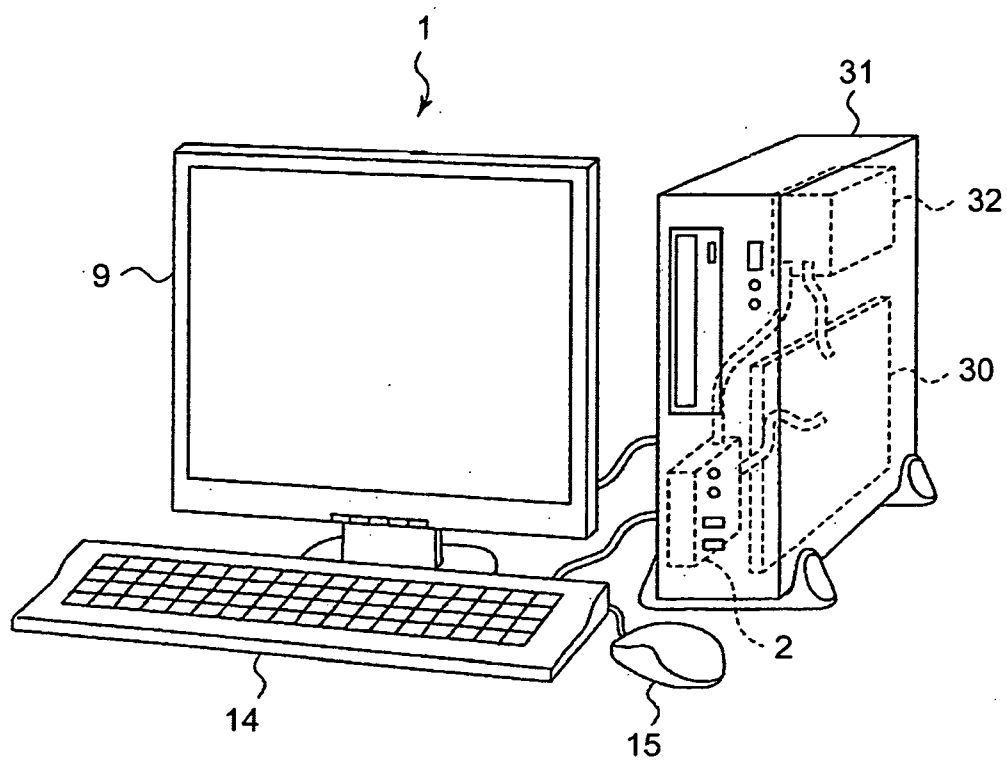


圖8

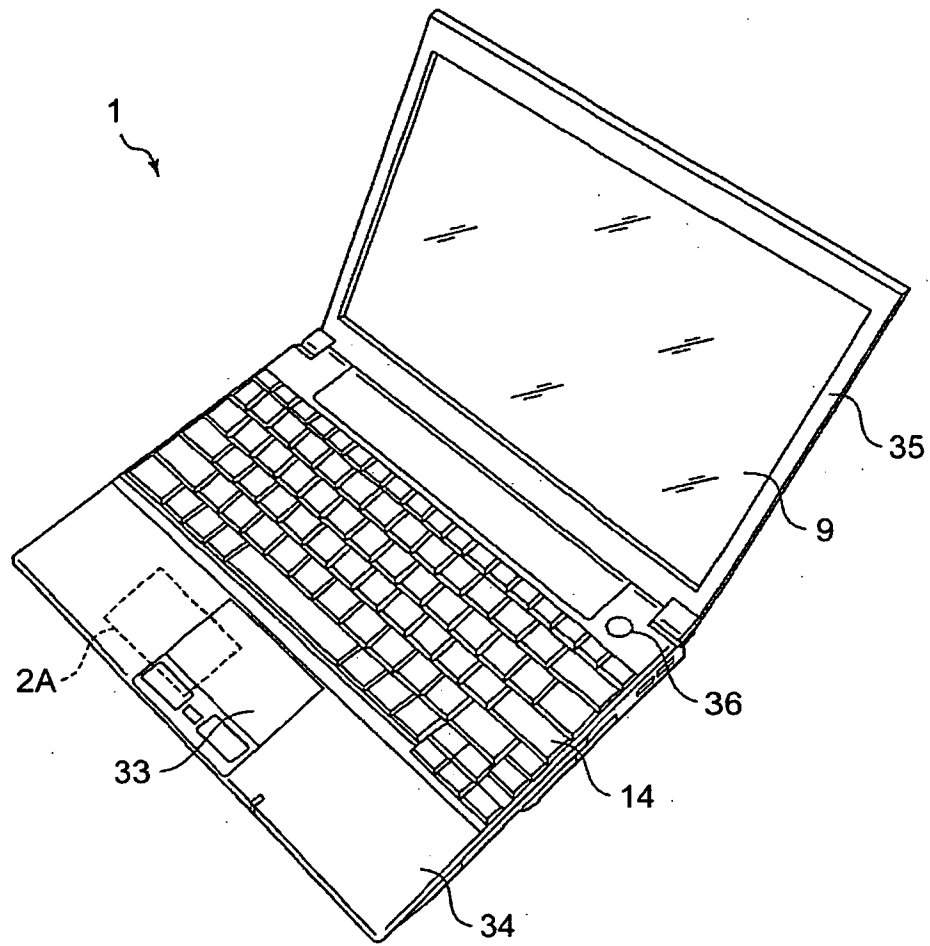


圖9

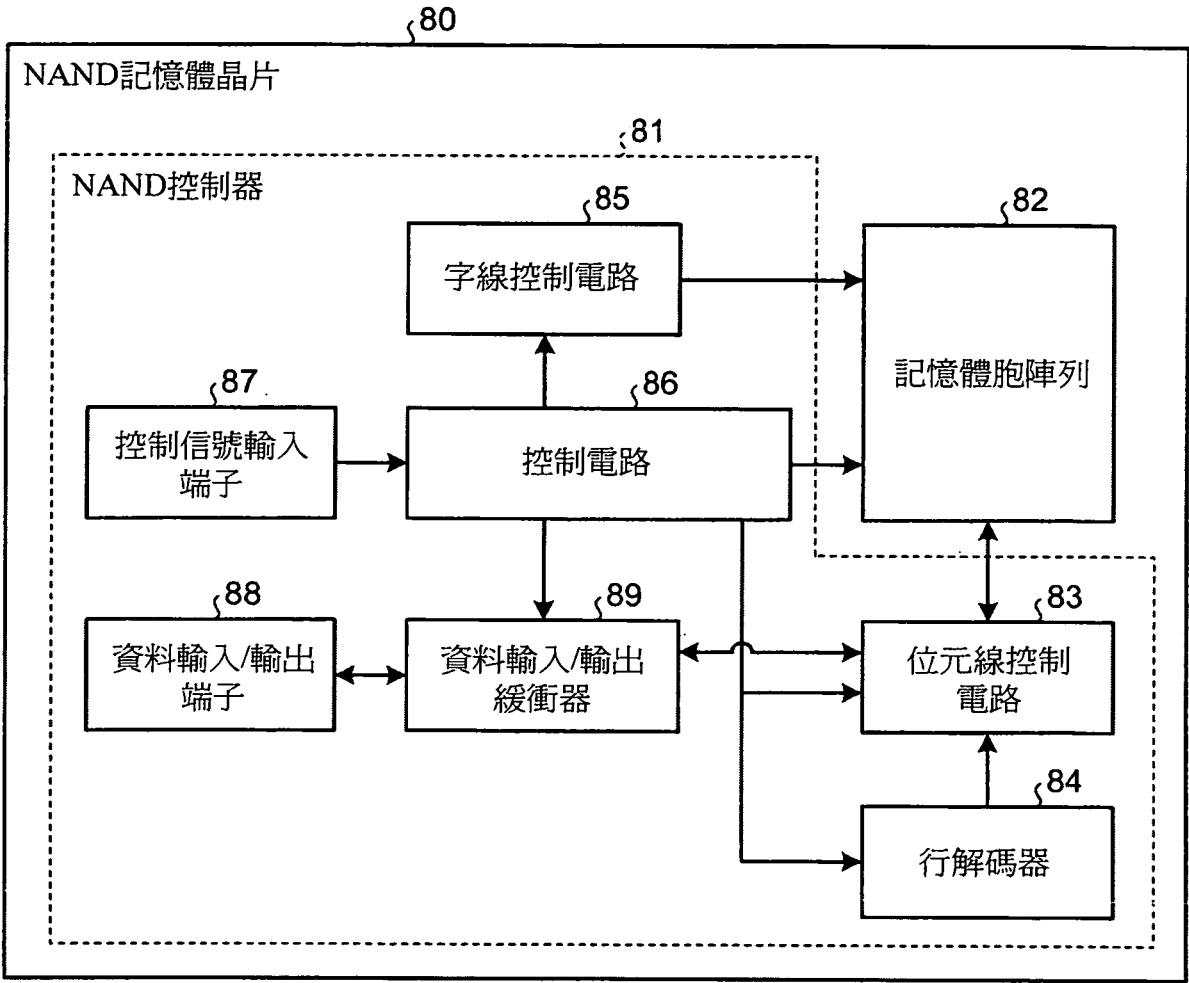


圖10

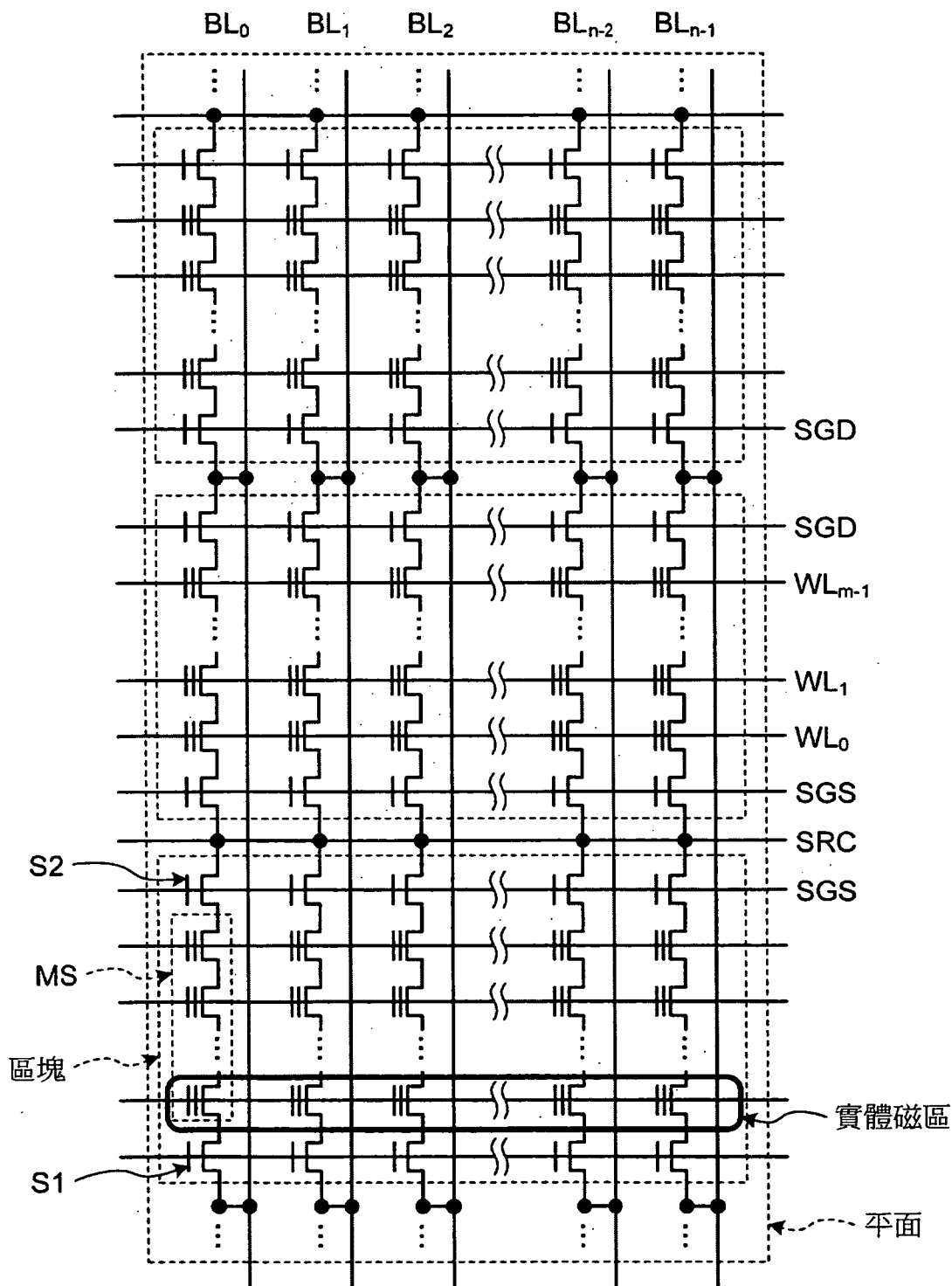


圖 11

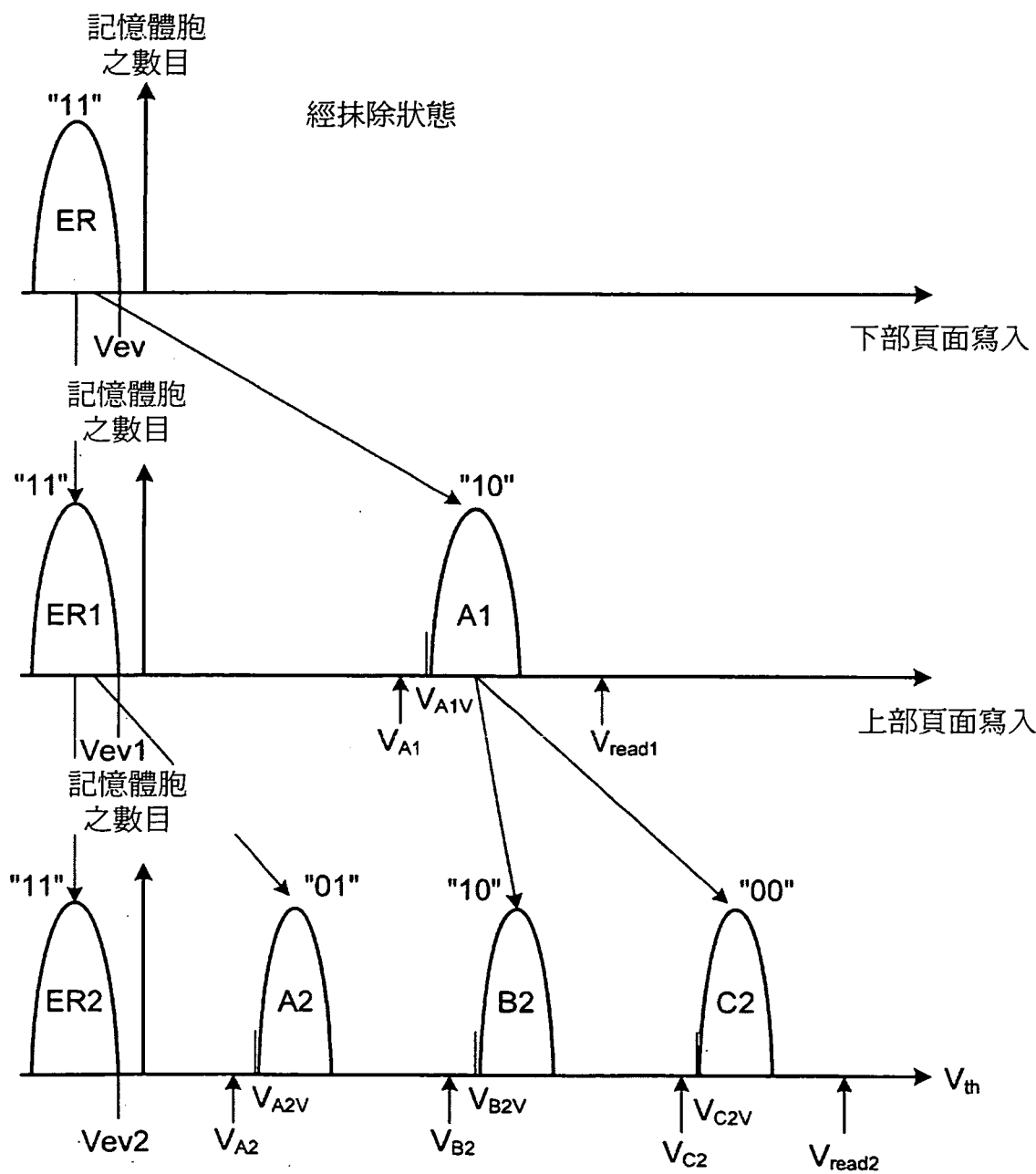


圖12

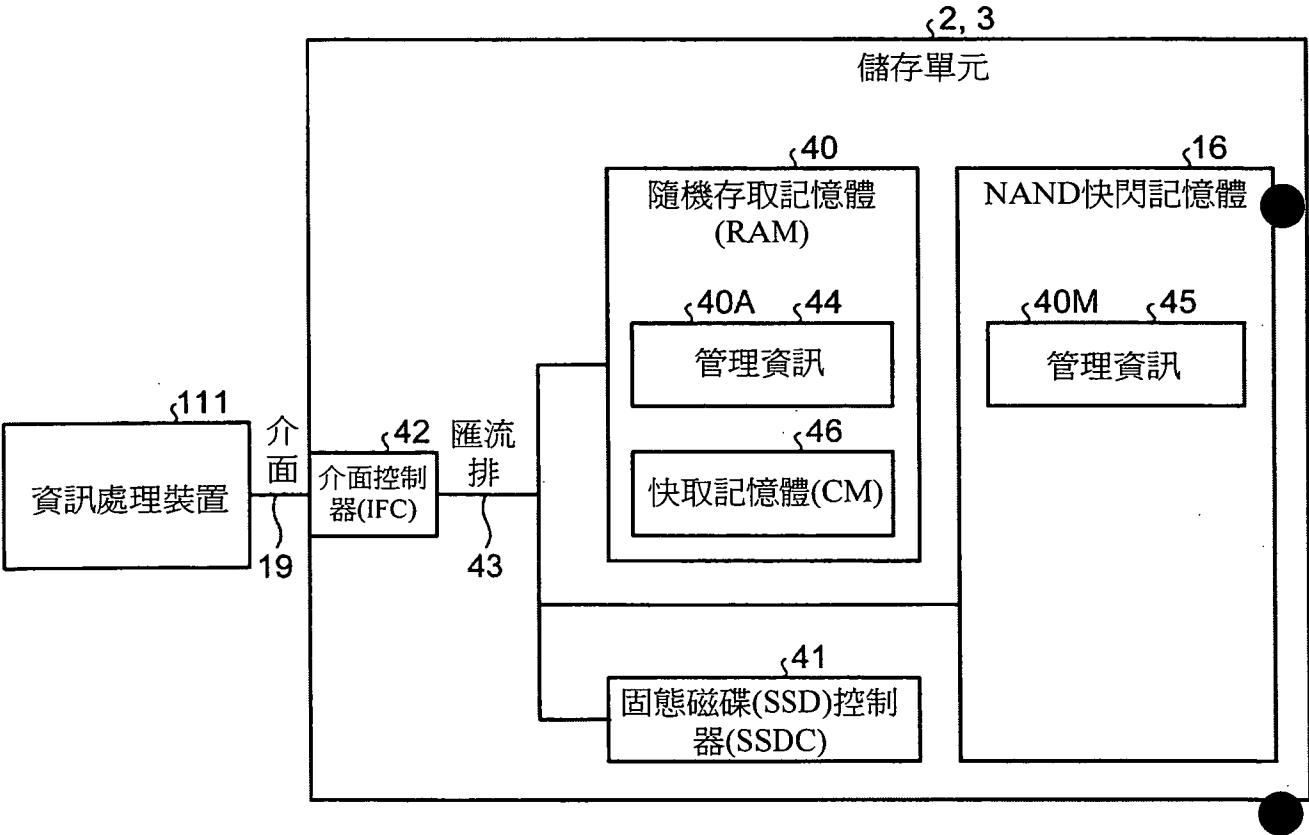


圖13

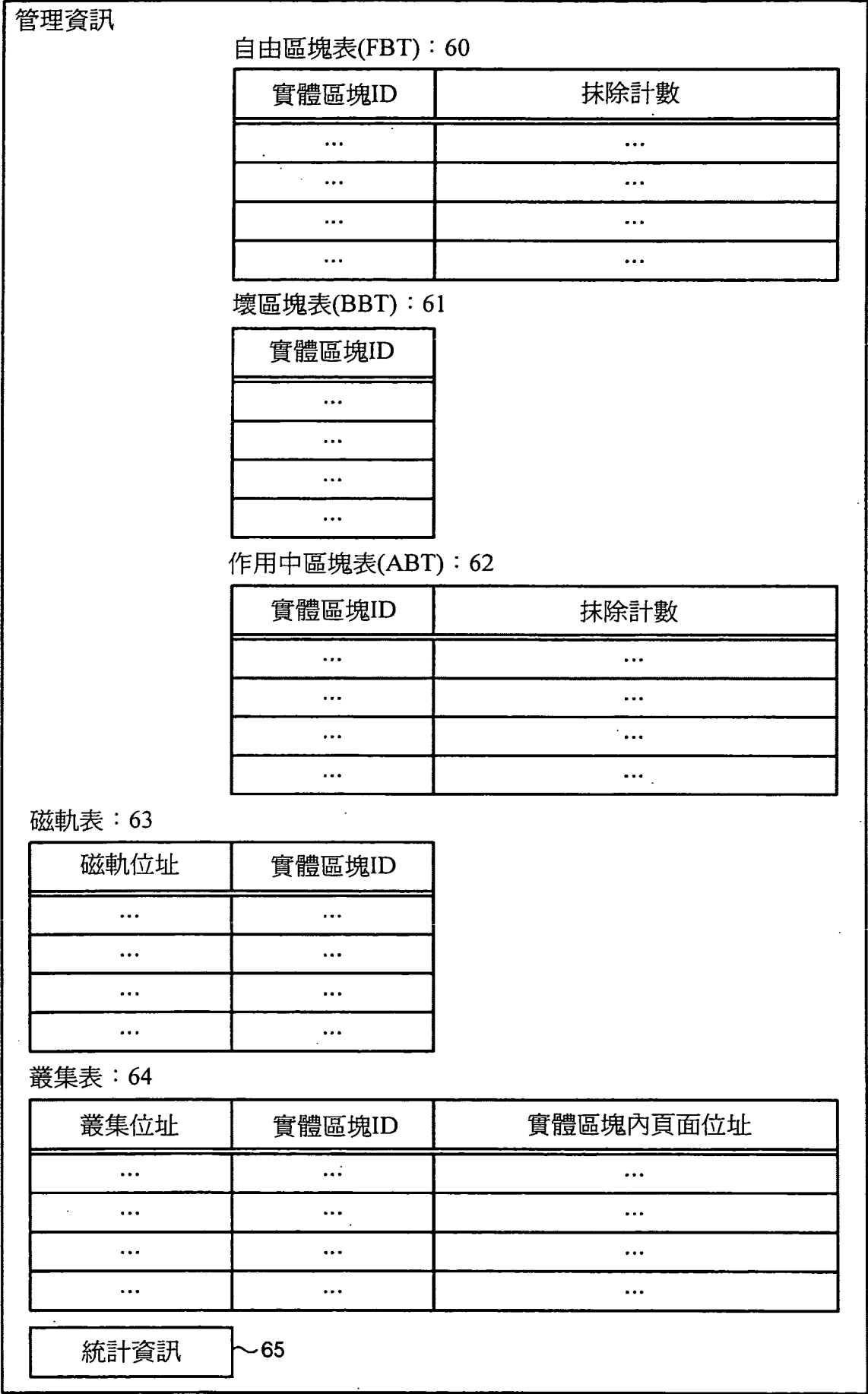


圖14

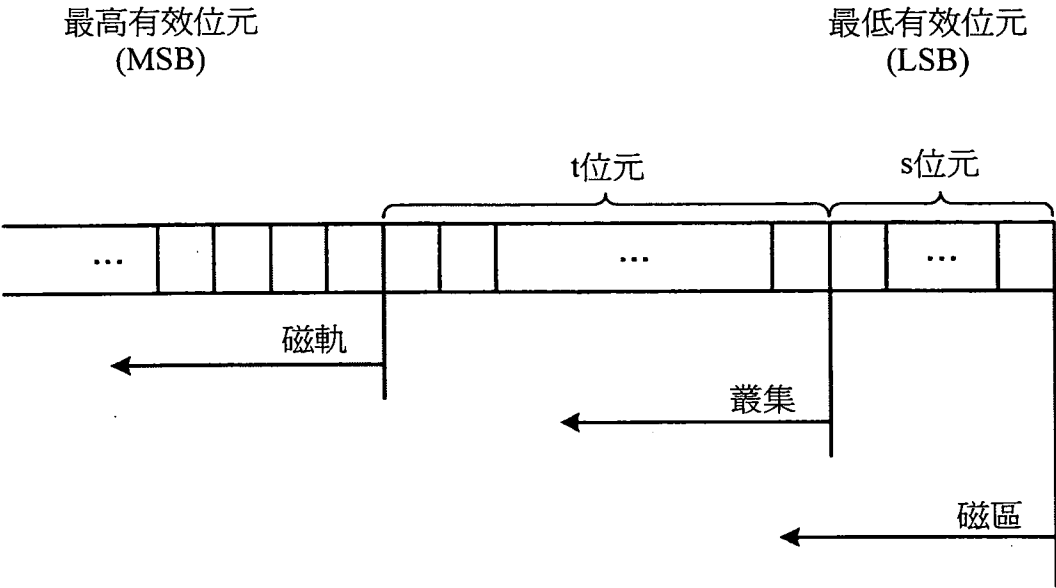


圖15

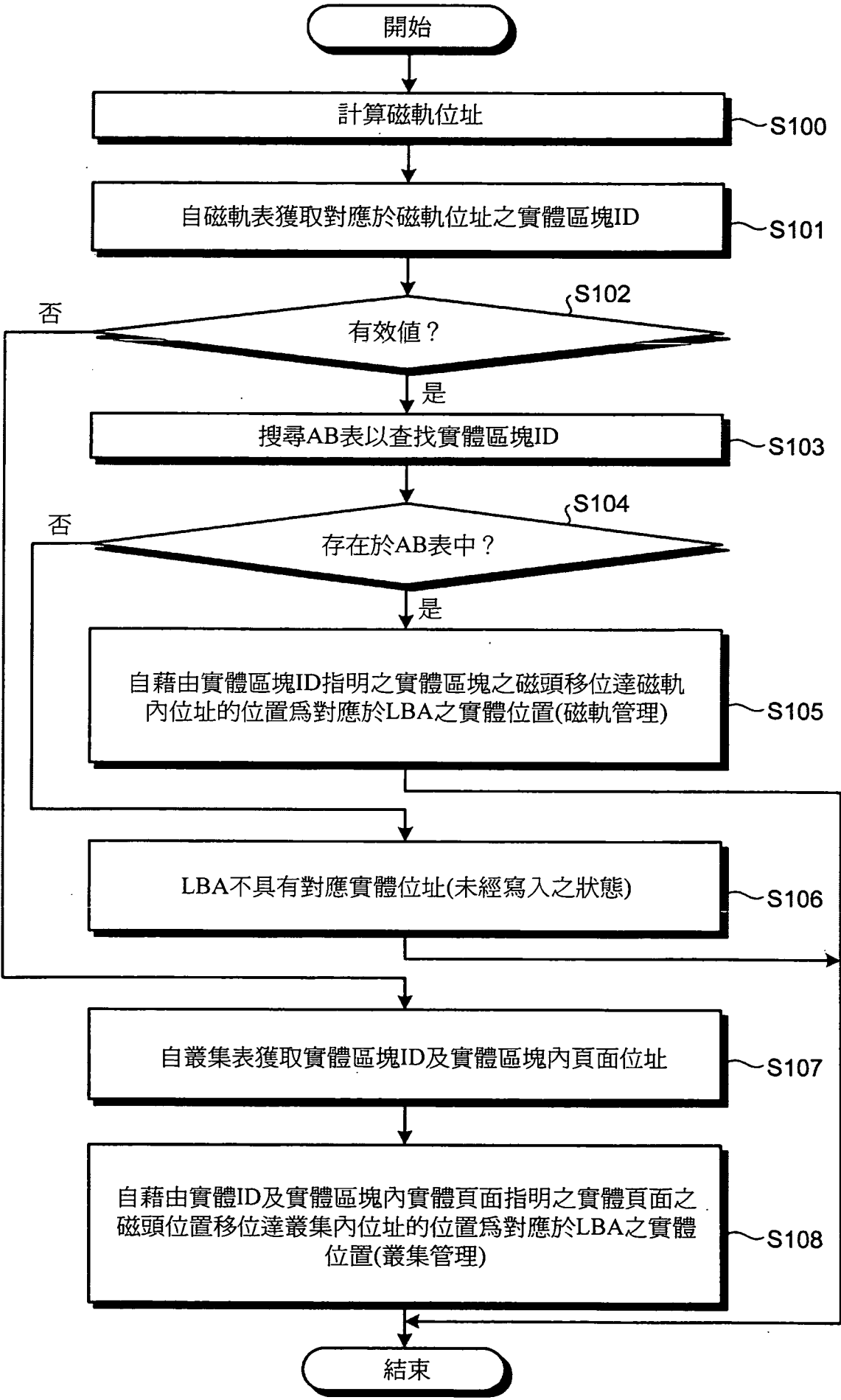


圖16

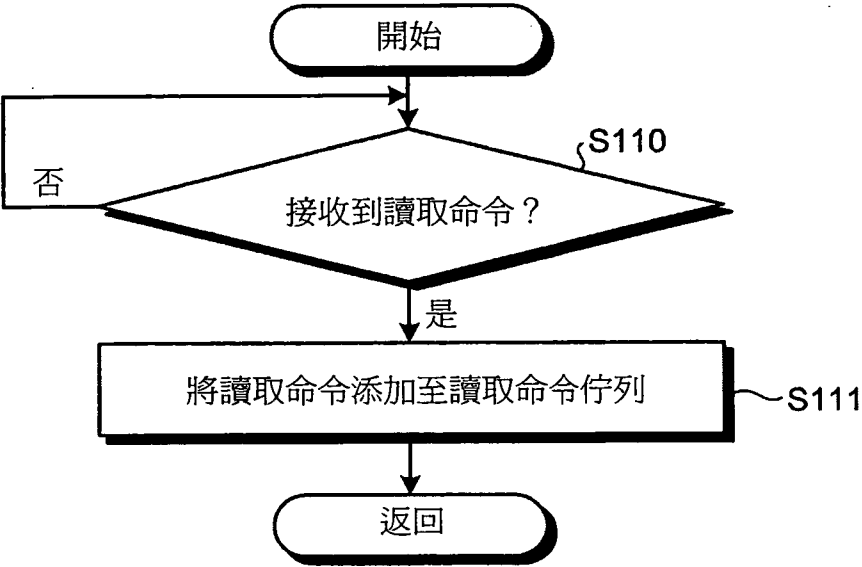


圖17

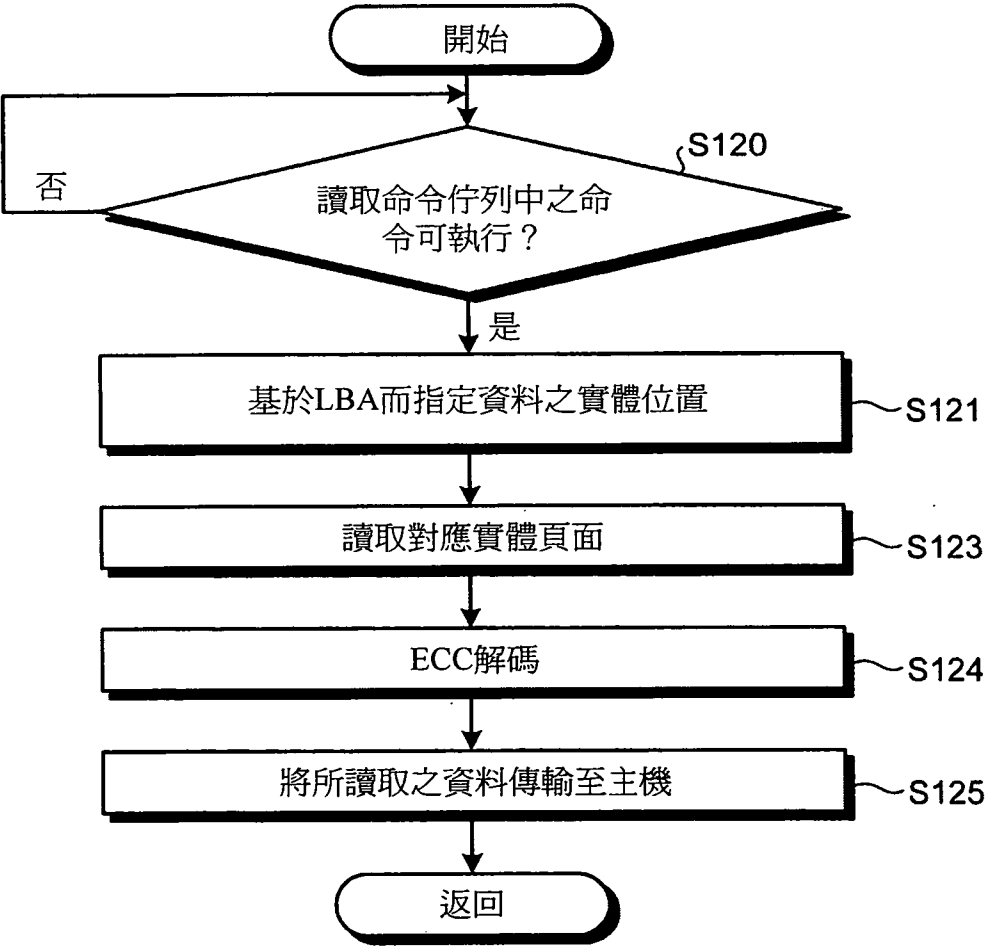


圖18

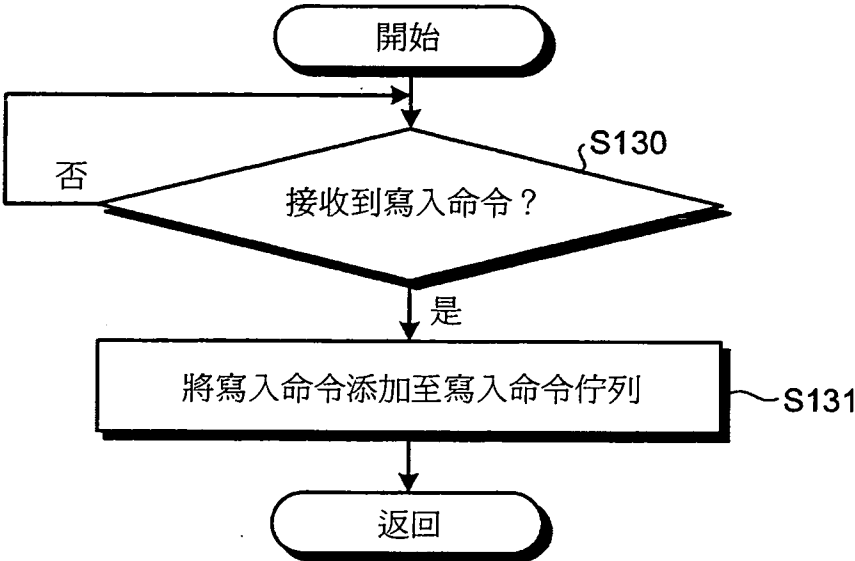


圖19

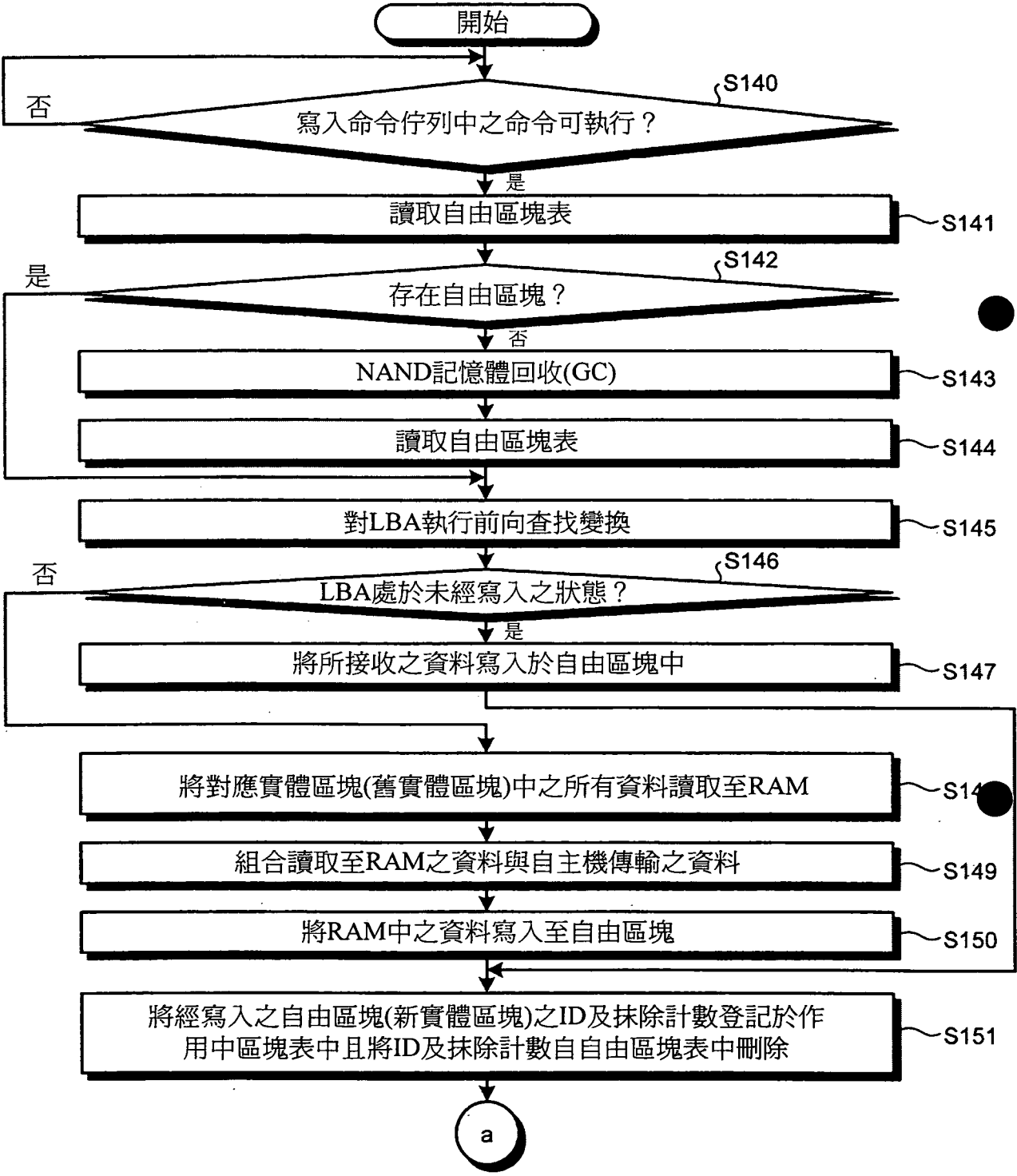


圖20A

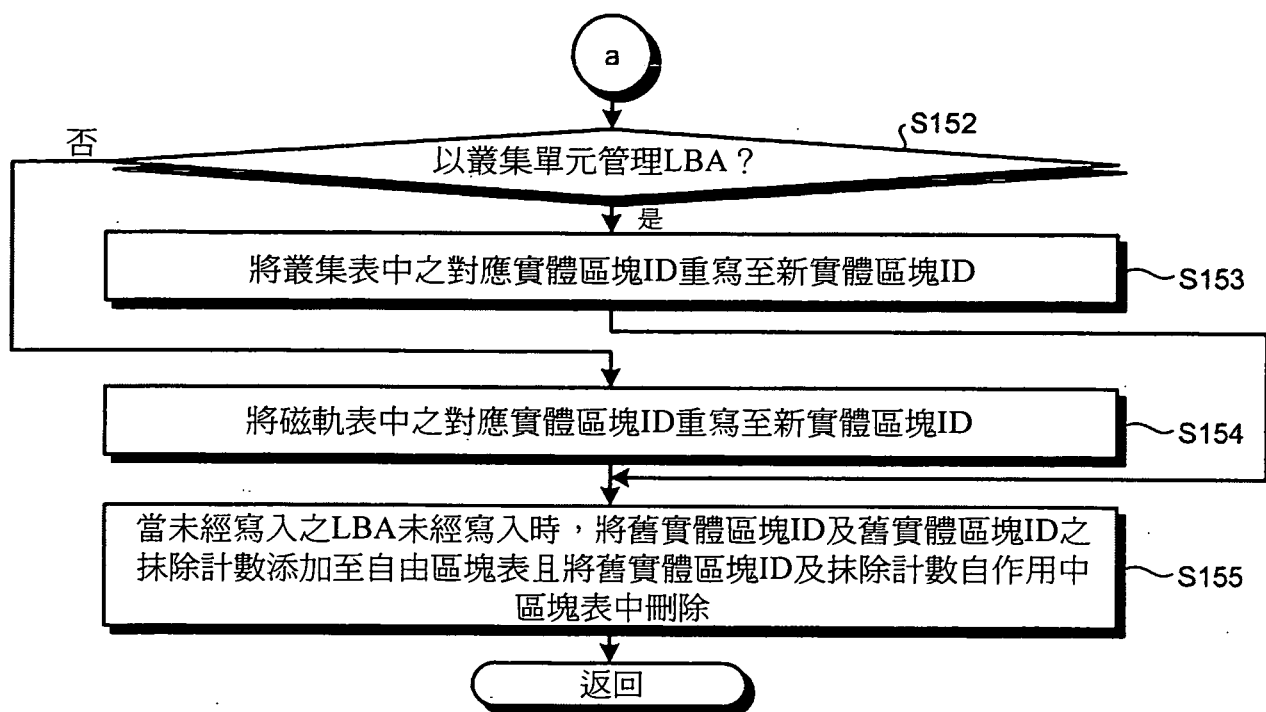


圖20B

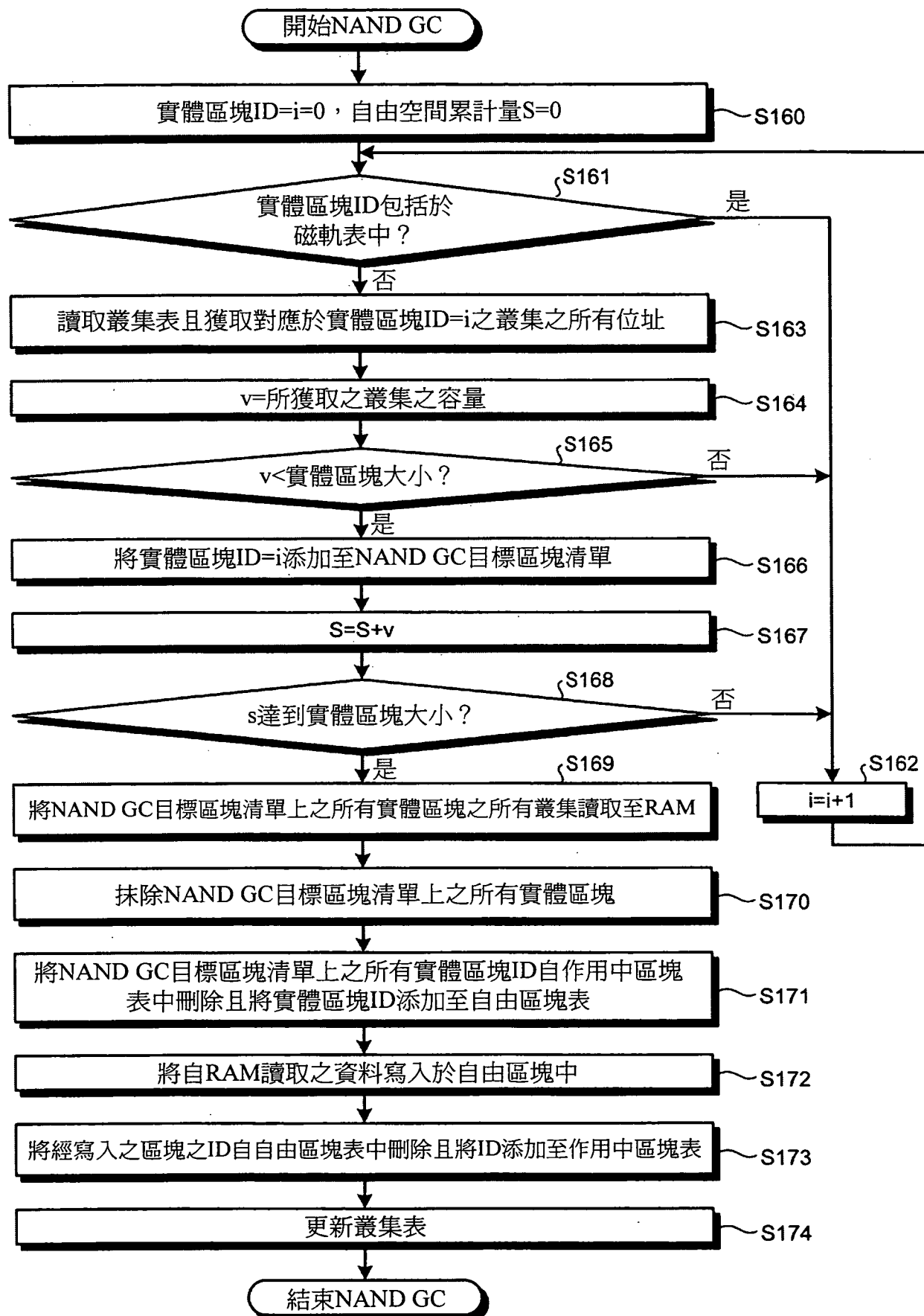


圖21

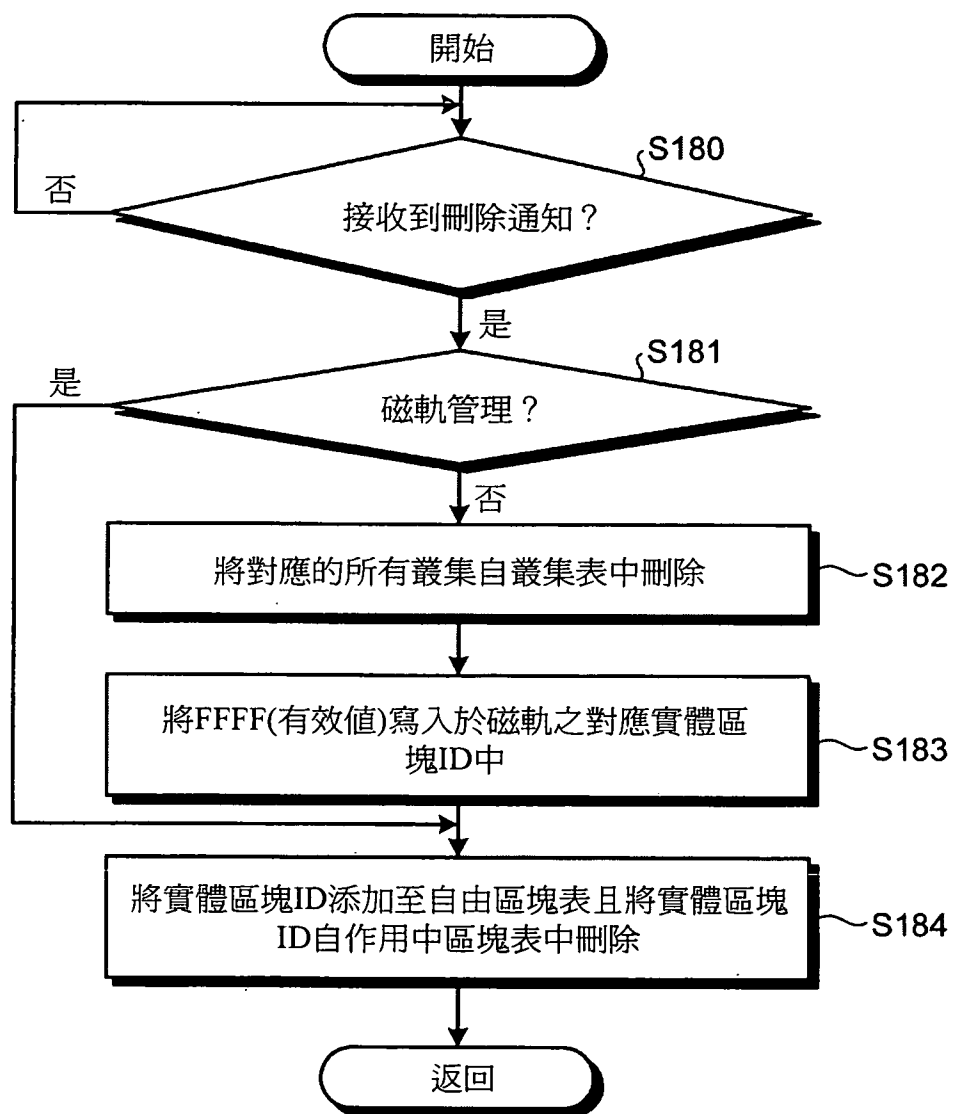


圖22

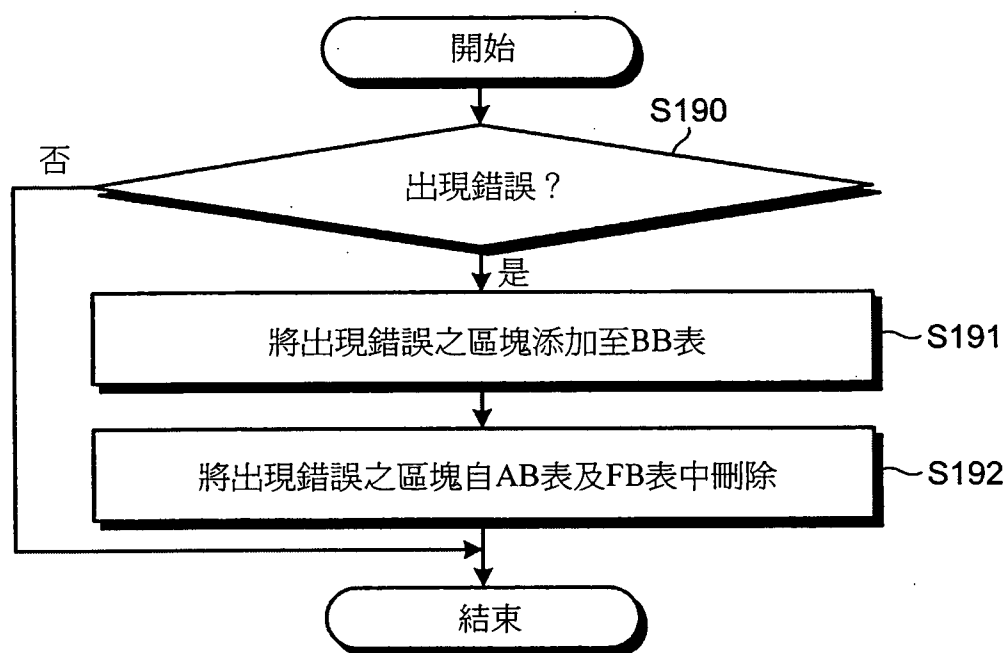


圖23

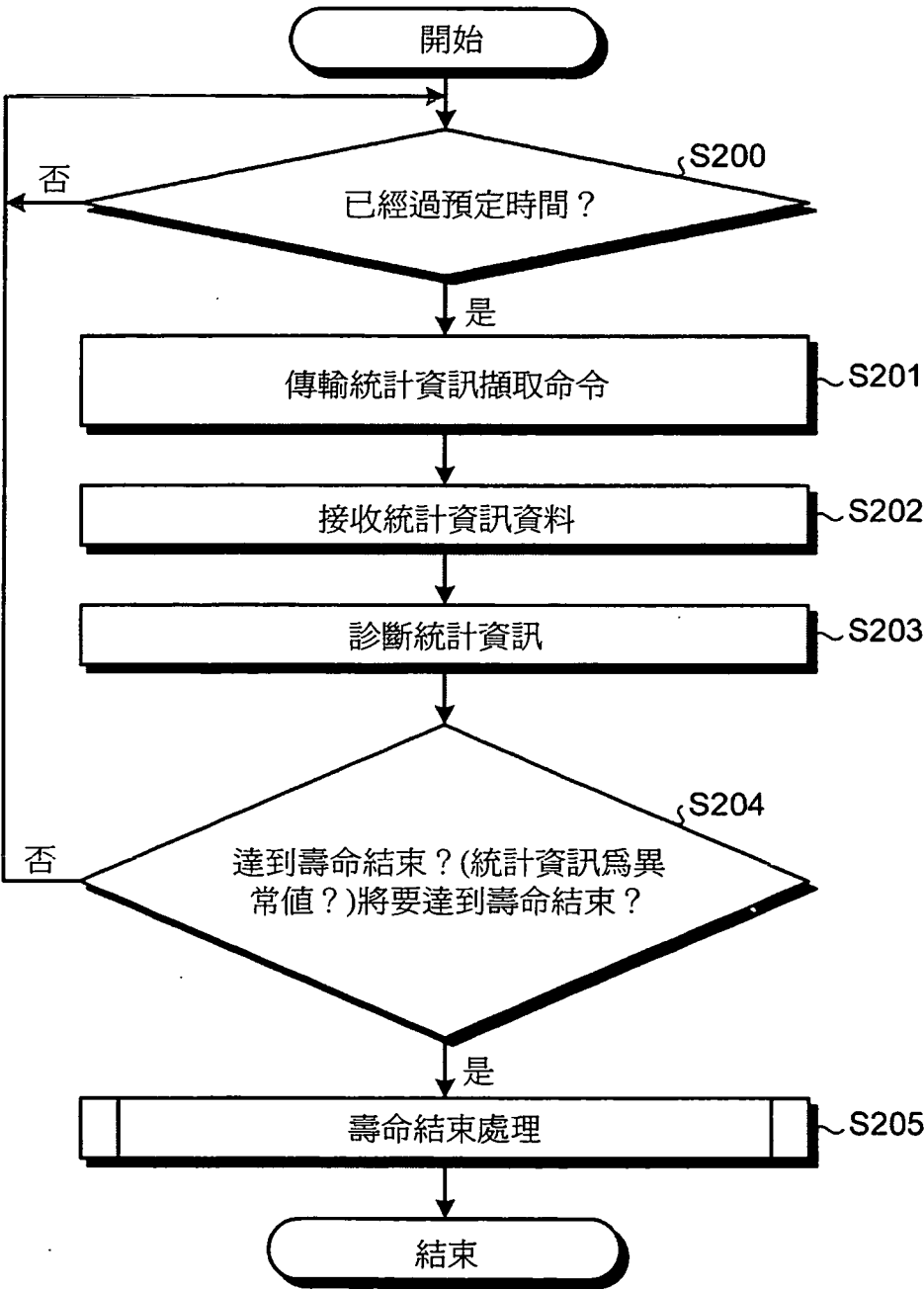


圖24

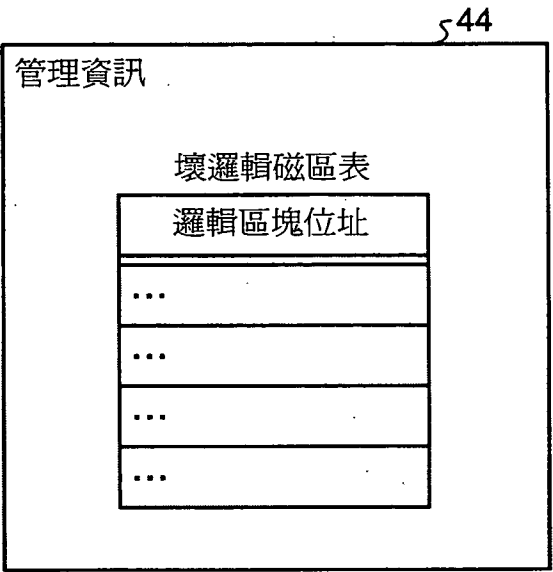


圖25

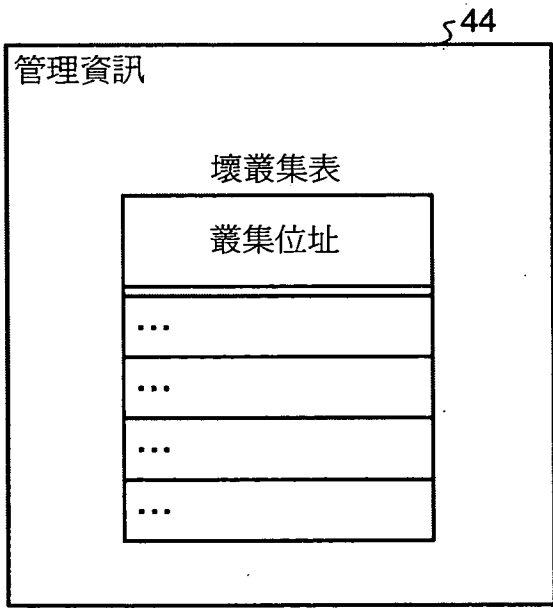


圖26

屬性 ID	屬性名稱	值	臨限值	最差	原始資料
...	壞區塊之總數目(統計資訊X01)	...	...	...	...
...	壞邏輯磁區之總數目(統計資訊X02)	...	...	...	...
...	總的抹除計數(統計資訊X03)	...	...	...	...
...	抹除計數之平均值(統計資訊X04)	...	...	...	...
...	NAND記憶體之寫入錯誤出現之次數的累計值(統計資訊X05)	...	...	...	...
...	NAND記憶體之抹除錯誤出現計數之累計值(統計資訊X06)	...	...	...	...
...	經讀取之邏輯磁區之總數目(統計資訊X07)	...	...	...	...
...	經寫入之邏輯磁區之總數目(統計資訊X08)	...	...	...	...
...	無法進行ECC校正之次數之總數目(統計資訊X09)	...	...	...	...
...	重試讀取出現之計數(統計資訊X10)	...	...	...	...
...	n位元至m位元ECC校正單元之總數目(統計資訊X11)	...	...	...	...
...	介面19之資料損毀錯誤之次數(統計資訊X12)	...	...	...	...
...	介面19之通信速度減速之次數(統計資訊X13)	...	...	...	...
...	介面19之單工通道數目減速之次數(統計資訊X14)	...	...	...	...
...	介面19之錯誤出現之次數(統計資訊X15)	...	...	...	...
...	RAM 40之錯誤出現之次數(統計資訊X16)	...	...	...	...
...	儲存單元2之總使用時間(統計資訊X17)	...	...	...	...
...	啟動之次數(統計資訊X18)	...	...	...	...

圖27A

...	無意斷電出現之次數(統計資訊X19)	...	...	...	...
...	溫度超過推薦之操作溫度之最大值時的累計時間(統計資訊X20)	...	...	...	...
...	溫度降至低於推薦之操作溫度之最小值時的累計時間(統計資訊X21)	...	...	...	...
...	命令之回應時間之最大值(統計資訊X22)	...	...	...	...
...	命令之回應時間之平均值(統計資訊X23)	...	...	...	...
...	NAND記憶體之回應時間之最大值(統計資訊X24)	...	...	...	...
...	NAND記憶體之回應時間之平均值(統計資訊X25)	...	...	...	...
...	目前溫度(統計資訊X26)	...	...	...	...
...	最高溫度(統計資訊X27)	...	...	...	...
...	最低溫度(統計資訊X28)	...	...	...	...
...	管理資訊冗餘(統計資訊X29)	...	...	...	...
...	RAM 40中總的經寫入之資料量(統計資訊X30)	...	...	...	...
...	統計資訊增加比率(統計資訊X31)	...	...	...	...
...	NAND GC故障旗標(統計資訊X32)	...	...	...	...

圖27B

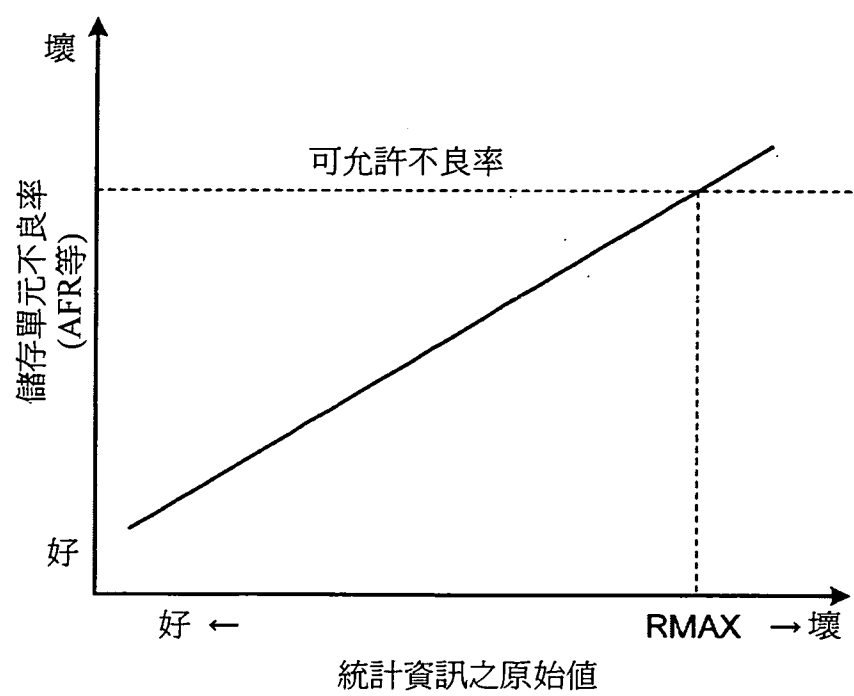


圖28

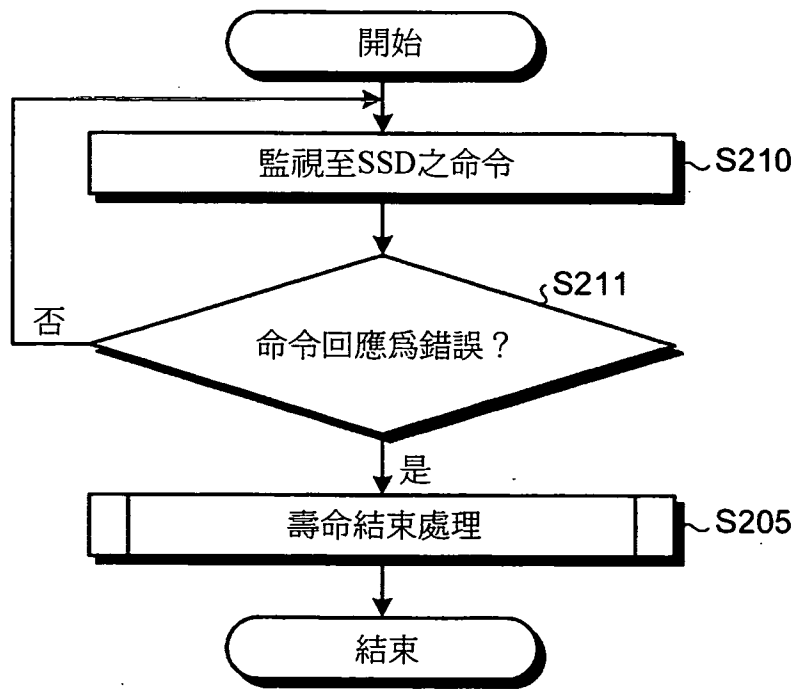


圖29

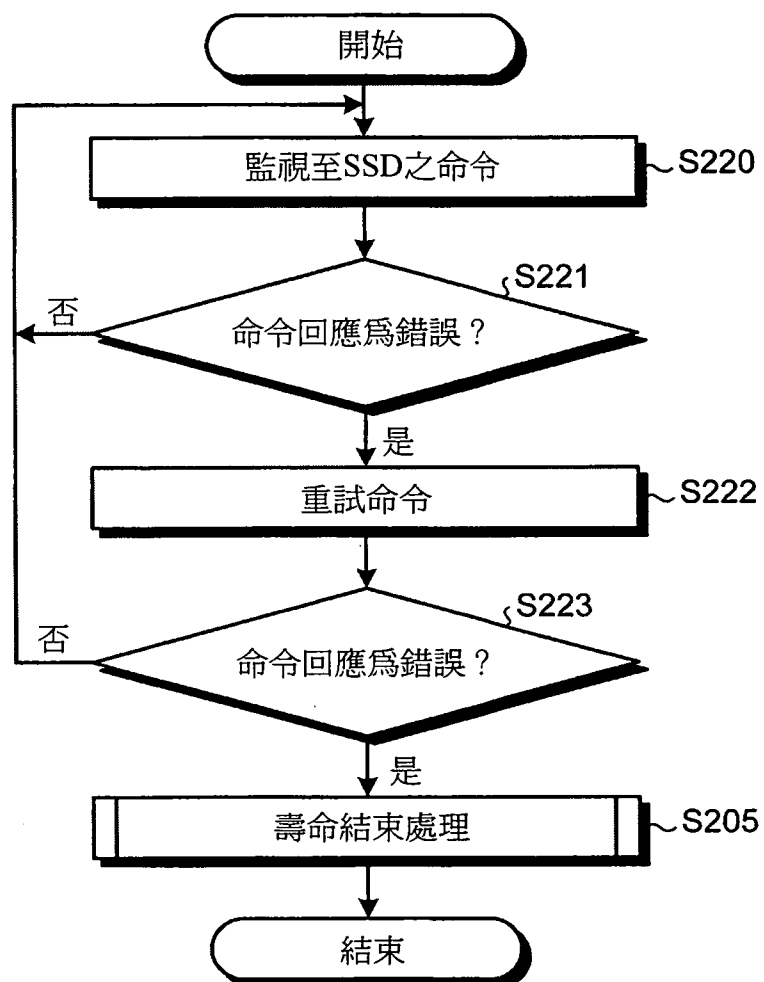


圖30

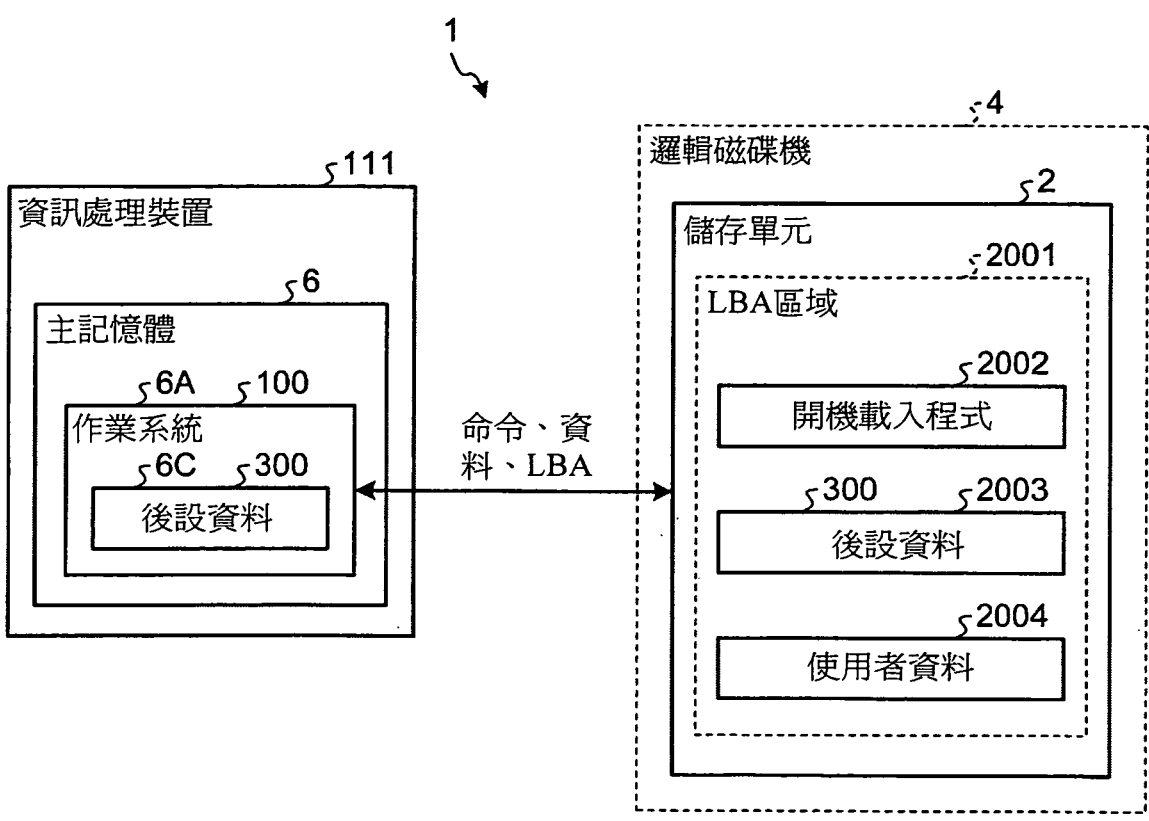


圖31

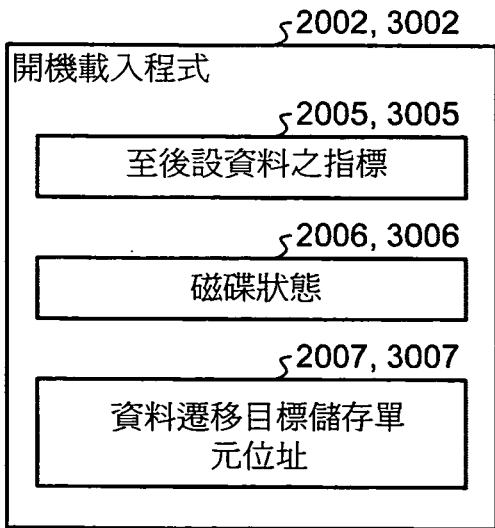


圖32

56C 5300

檔案ID	邏輯磁碟機位址	磁碟ID	邏輯區塊位址	磁區計數
...	邏輯磁碟機4	儲存單元2	...	...
...	邏輯磁碟機4	儲存單元2	...	...
...	邏輯磁碟機4	儲存單元2	...	...
...	邏輯磁碟機4	儲存單元2	...	...
...	邏輯磁碟機4	儲存單元2	...	...

圖33

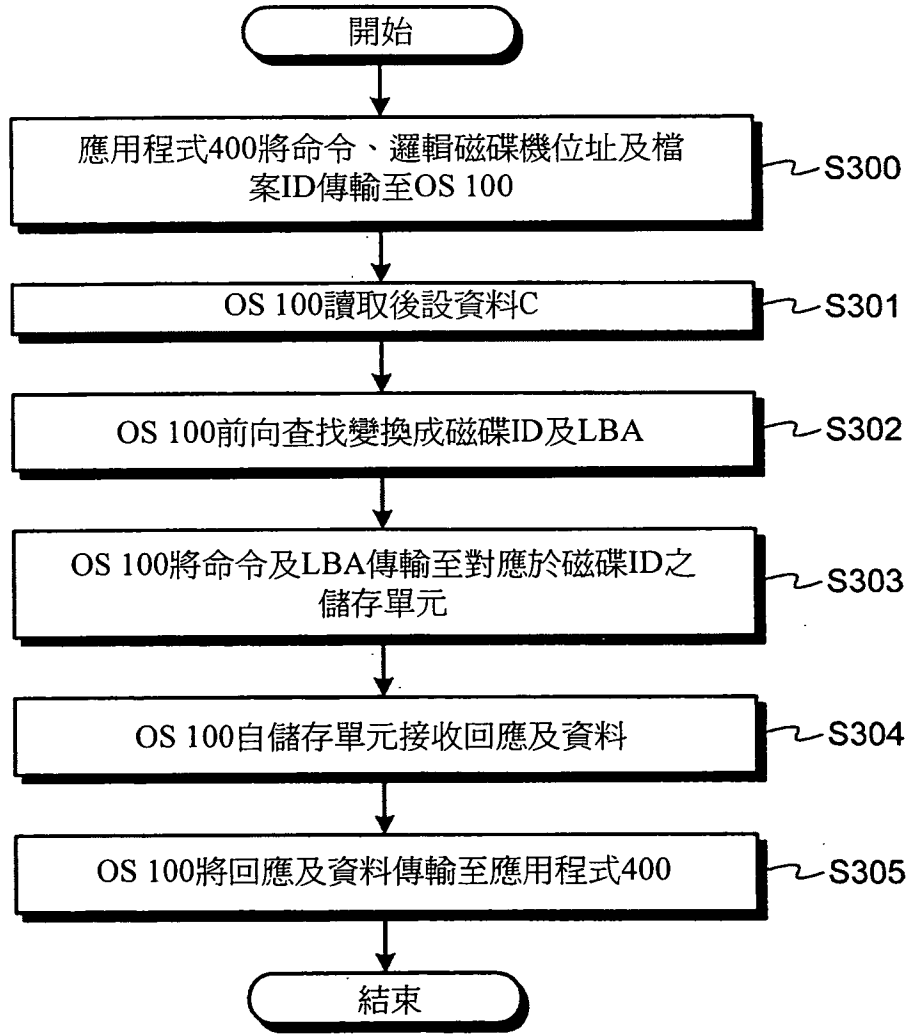


圖34

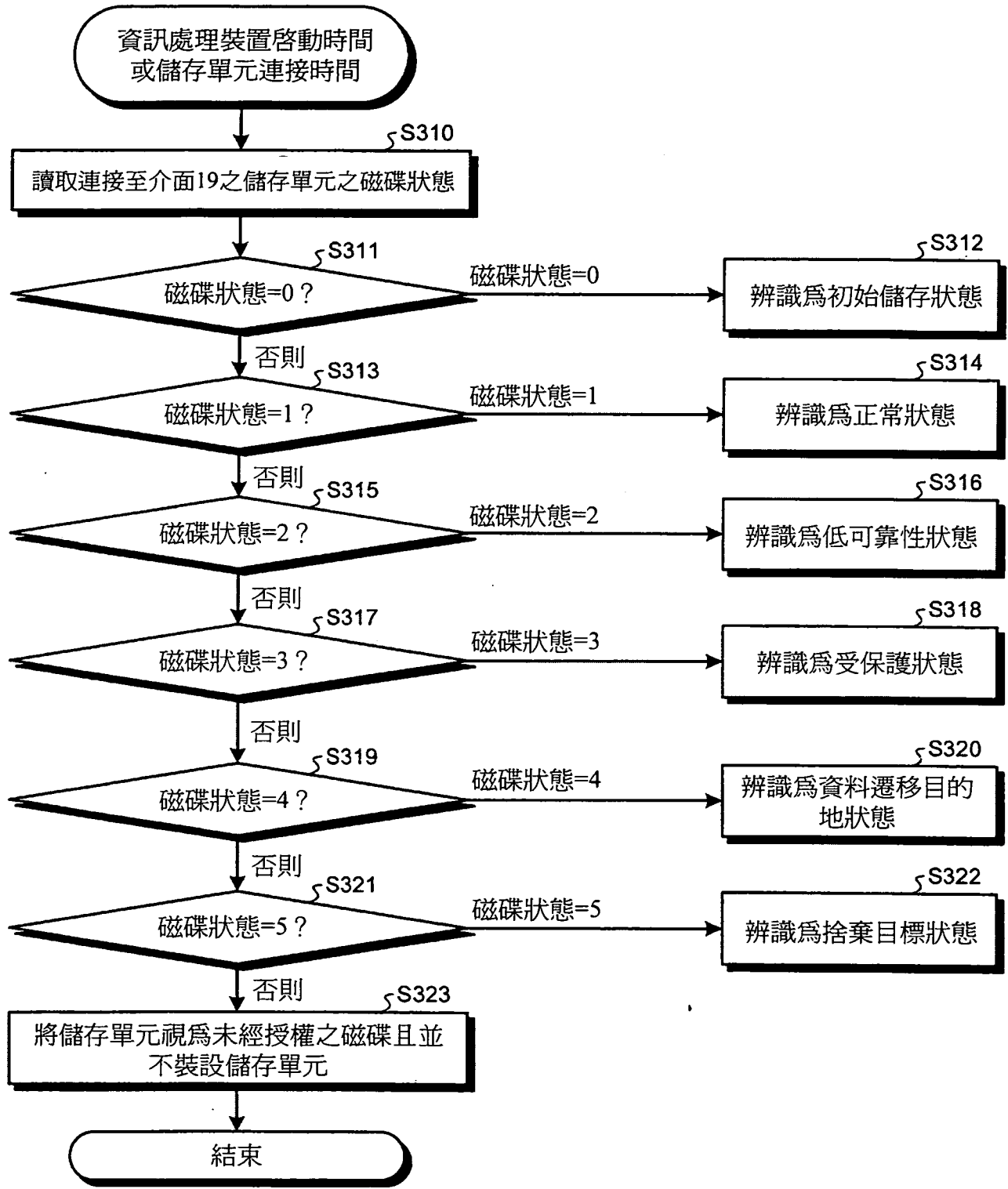


圖35

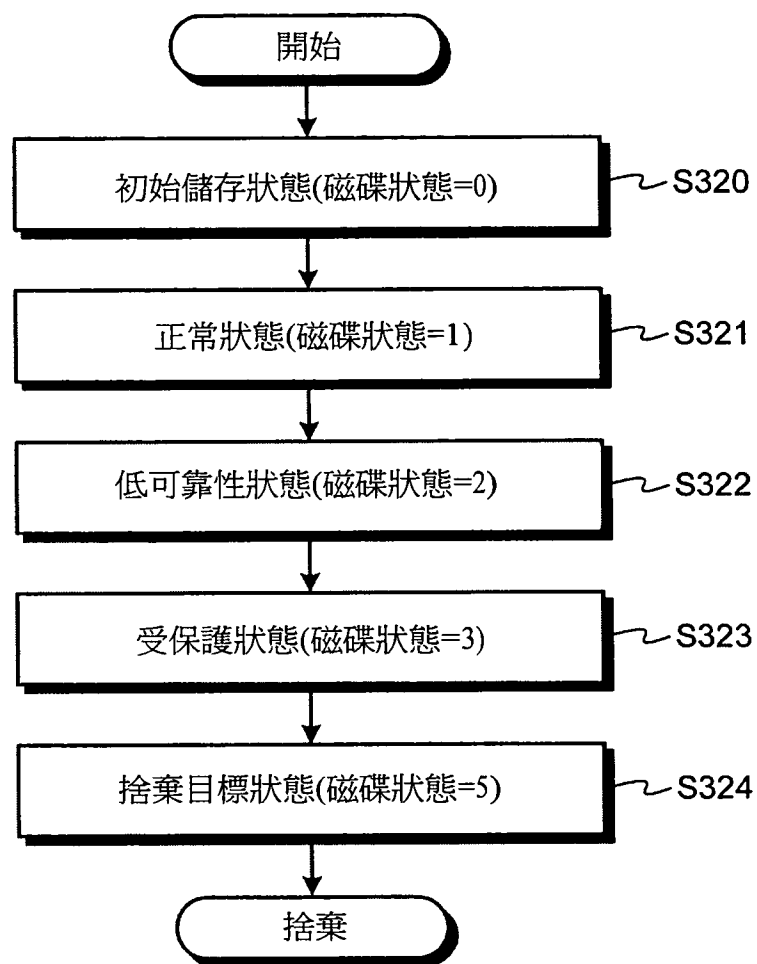


圖36

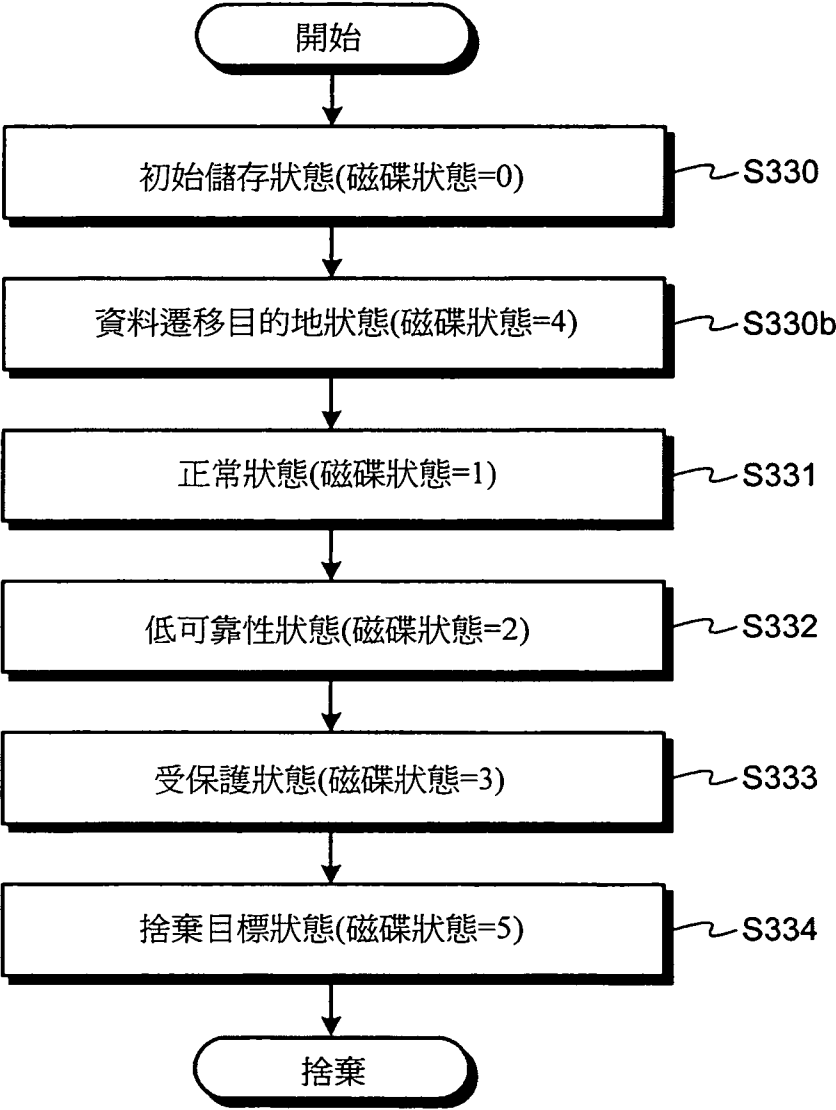


圖37

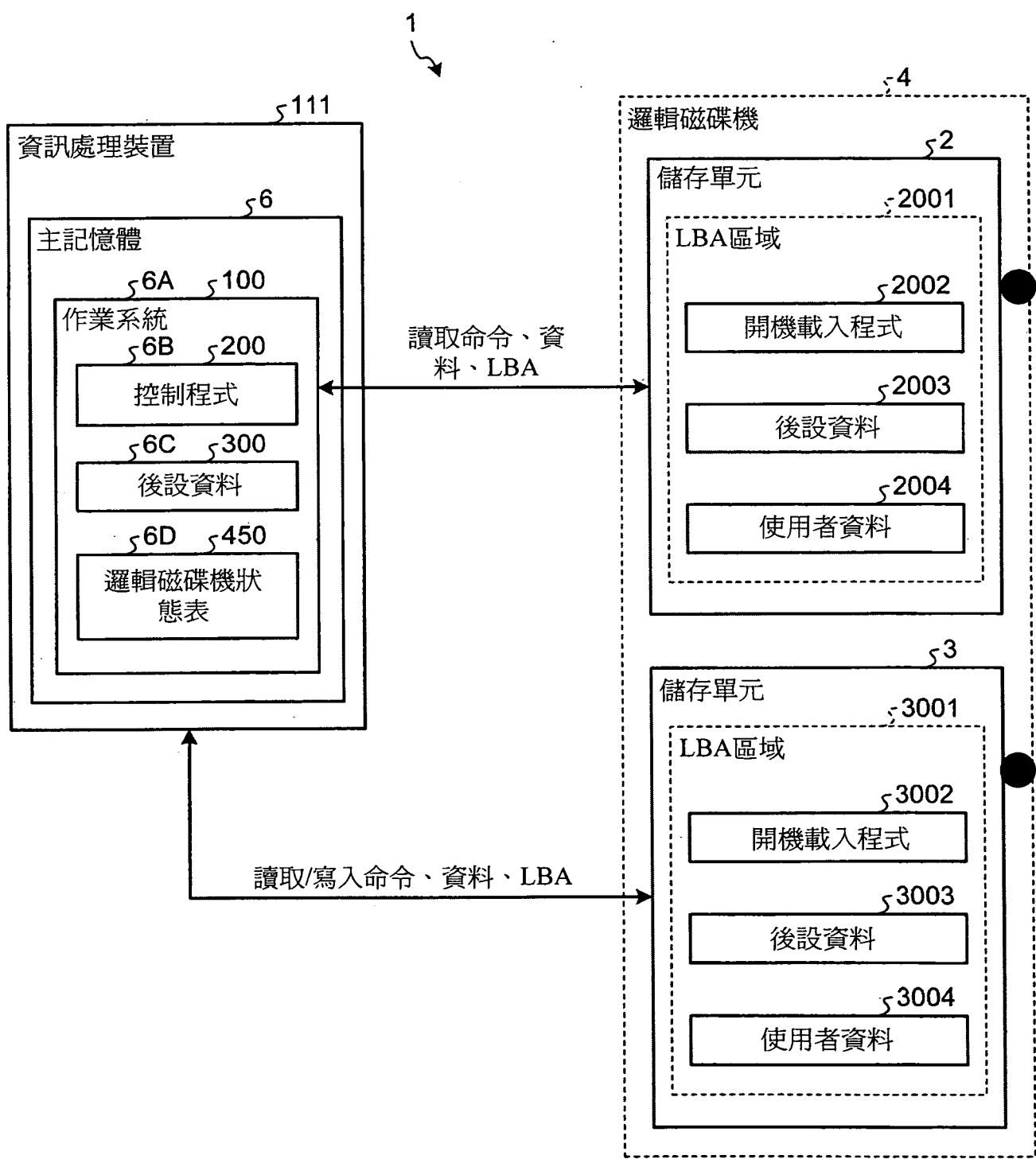


圖38

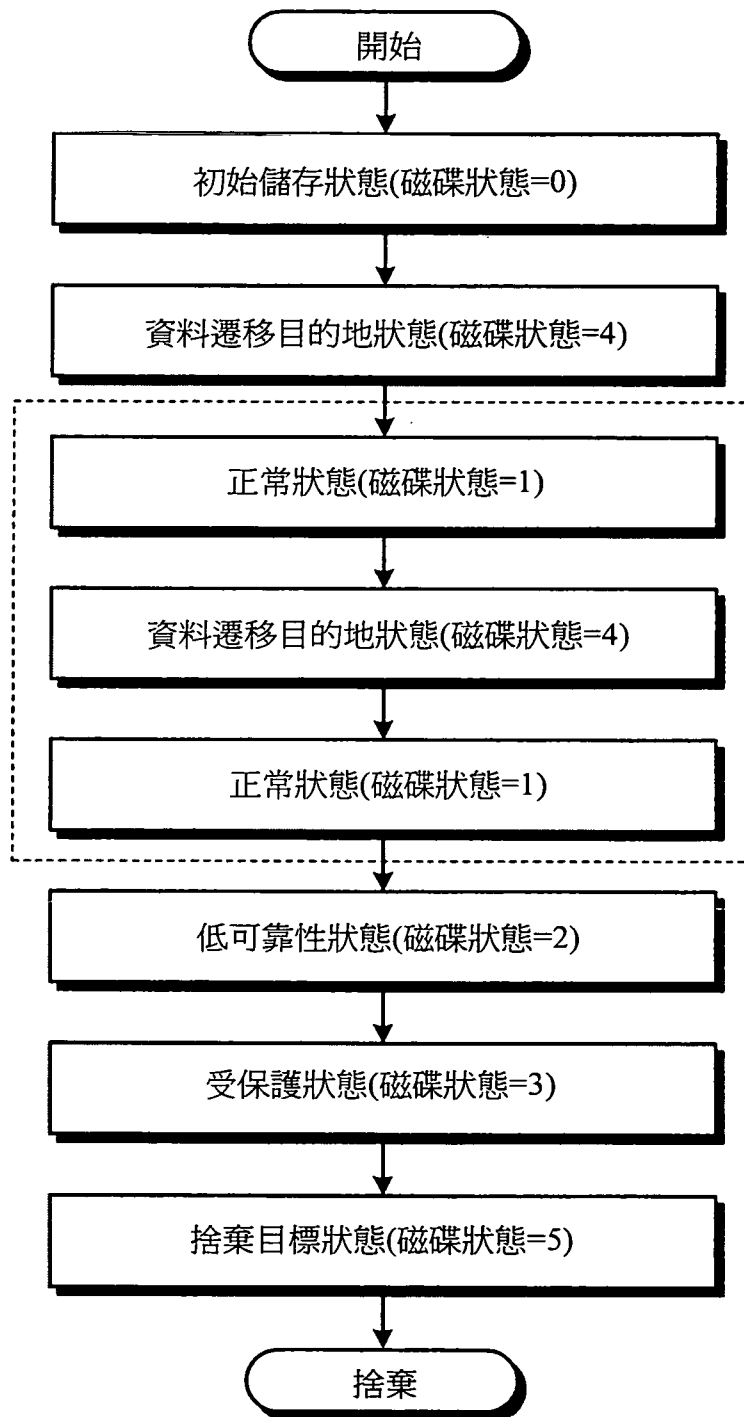


圖39

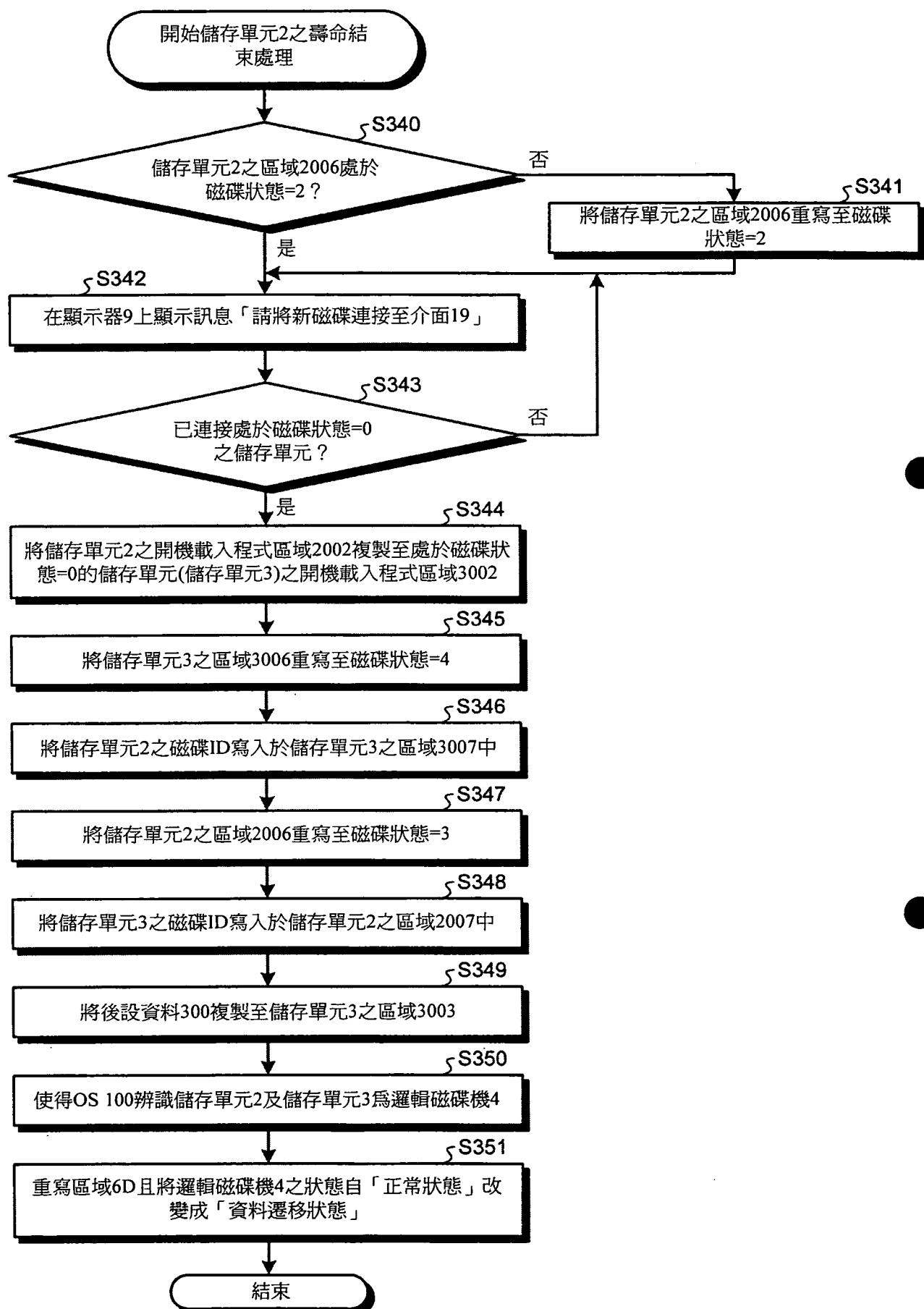


圖40

56D 5450

邏輯磁碟機狀態表	
邏輯磁碟機位址	狀態
...	正常狀態
...	資料遷移狀態
...	正常狀態

圖41

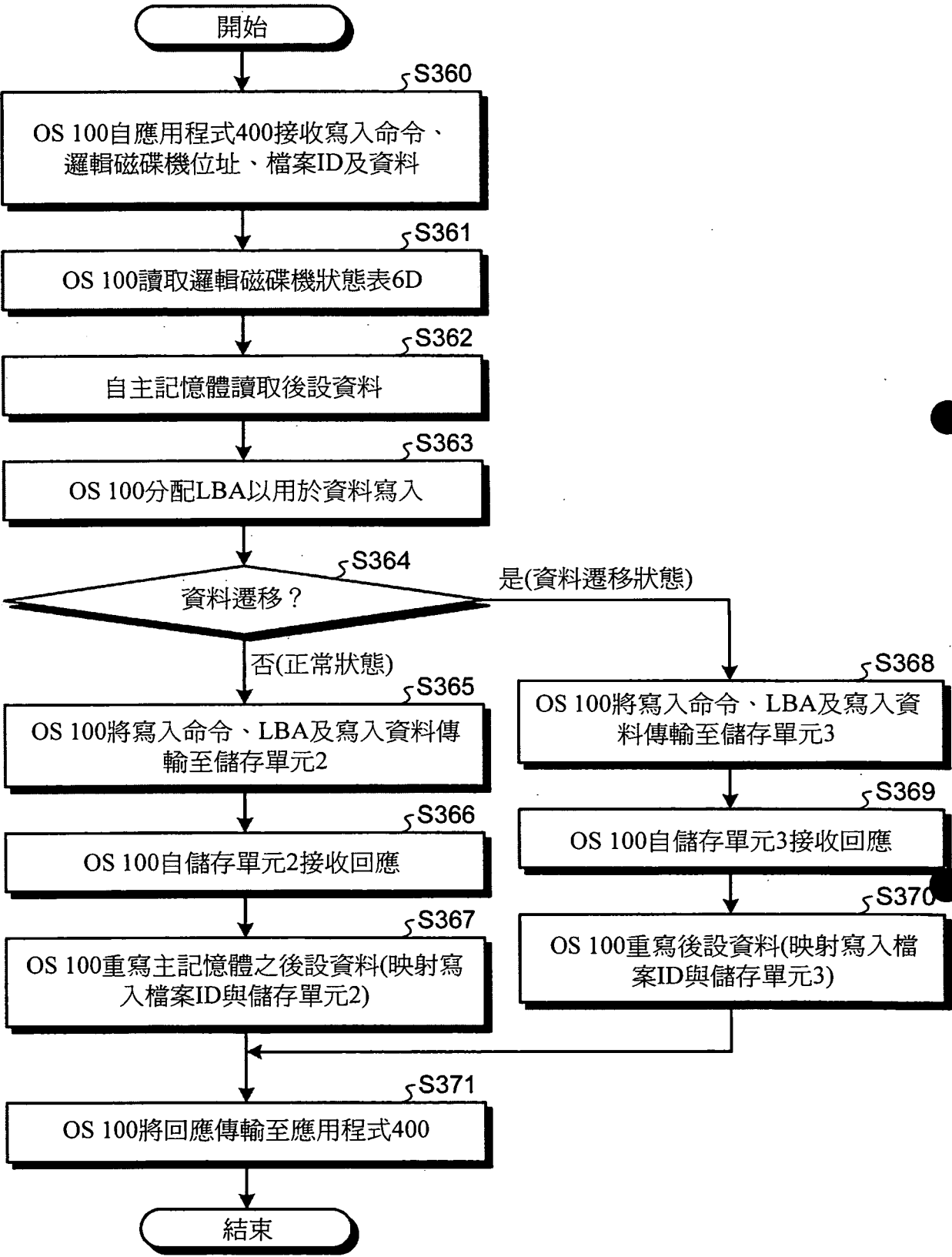


圖42

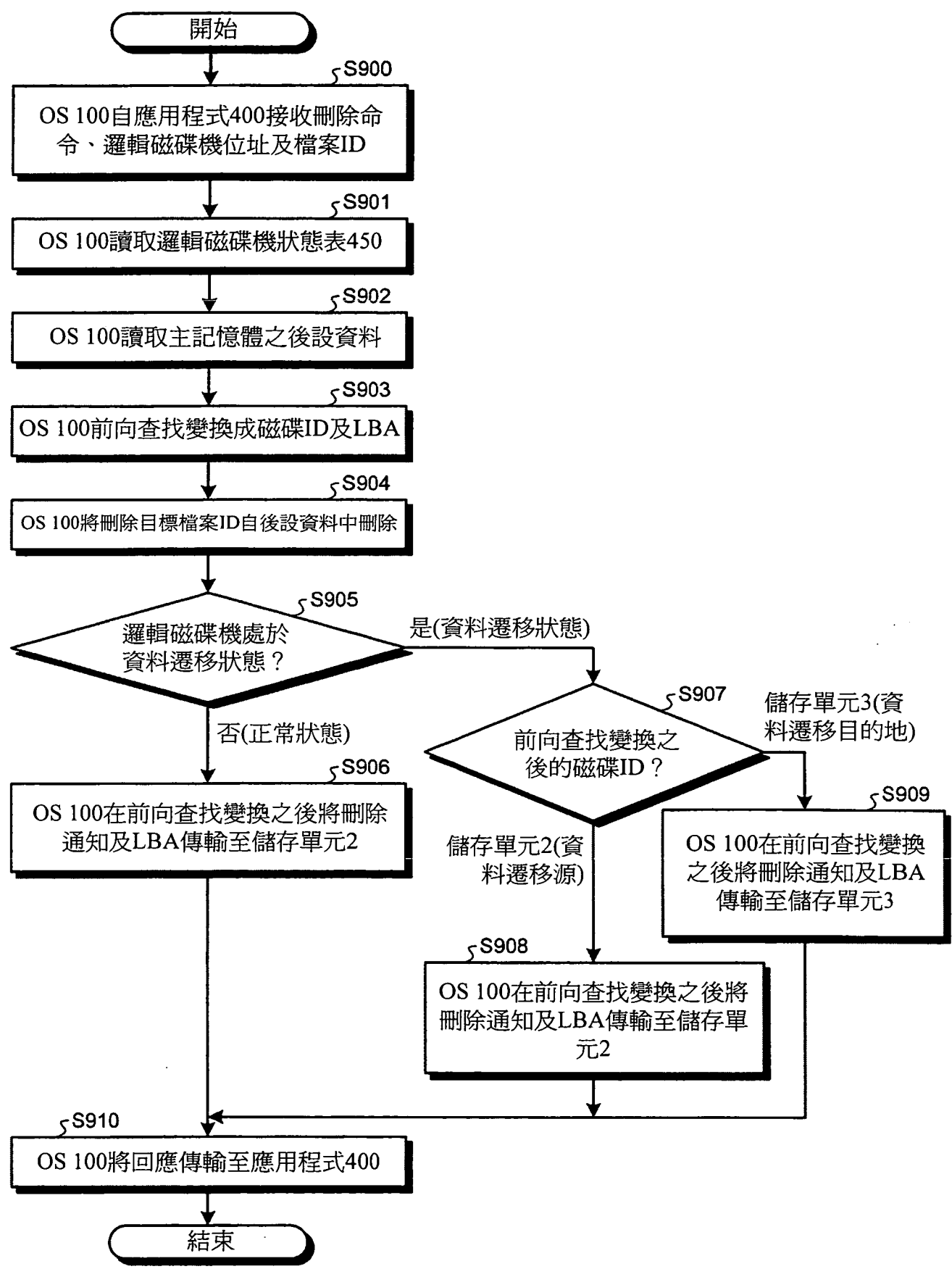


圖43

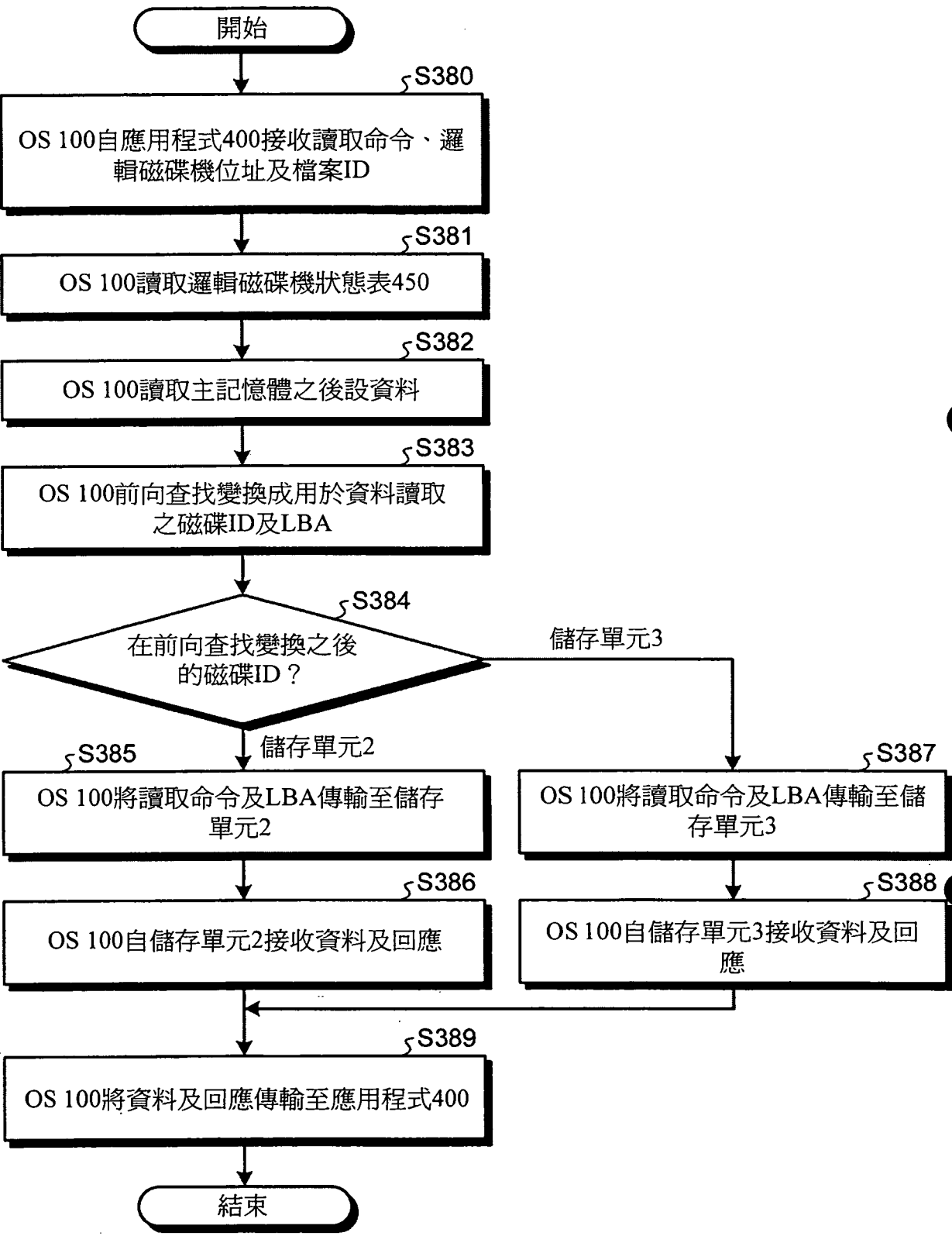


圖44

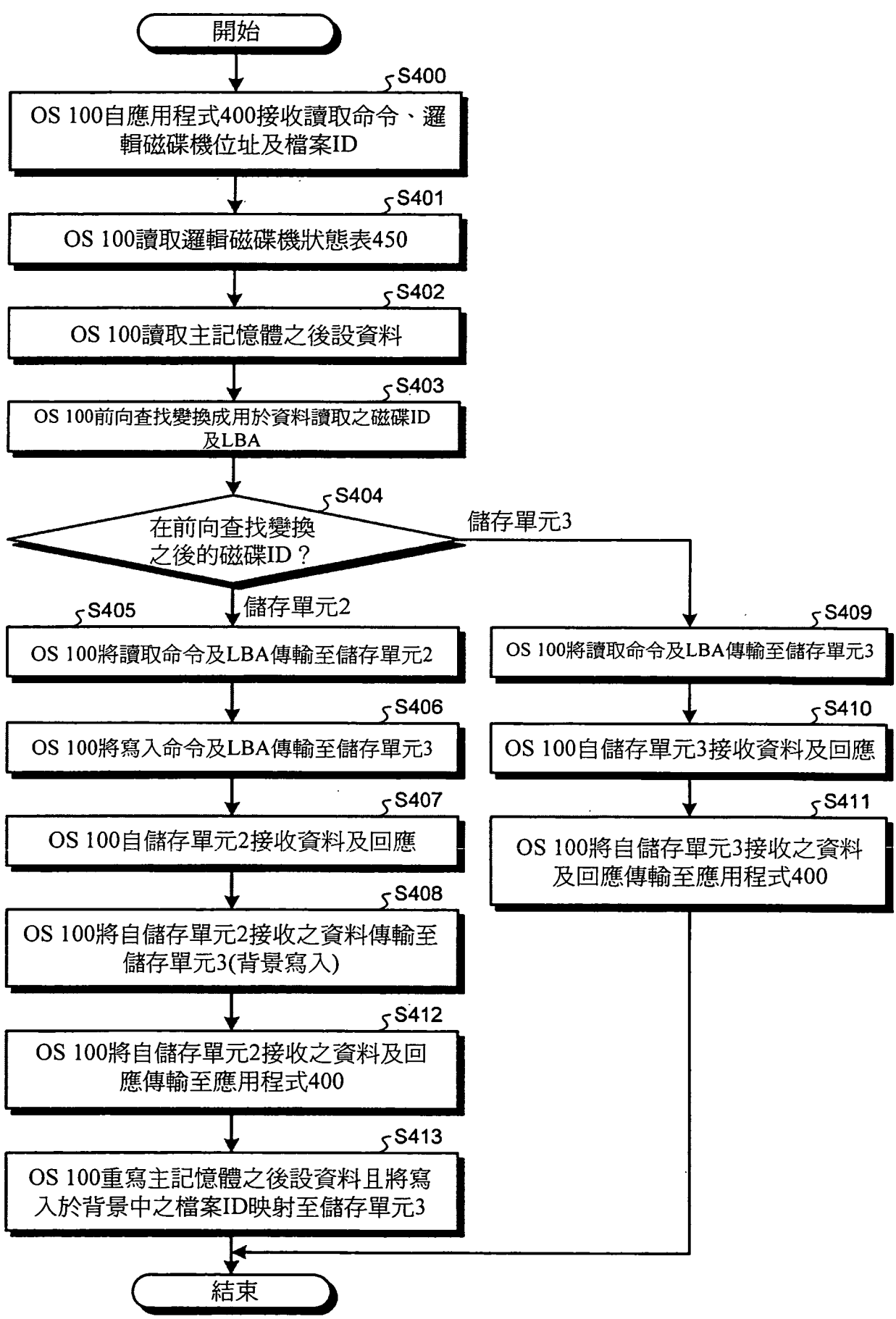


圖45

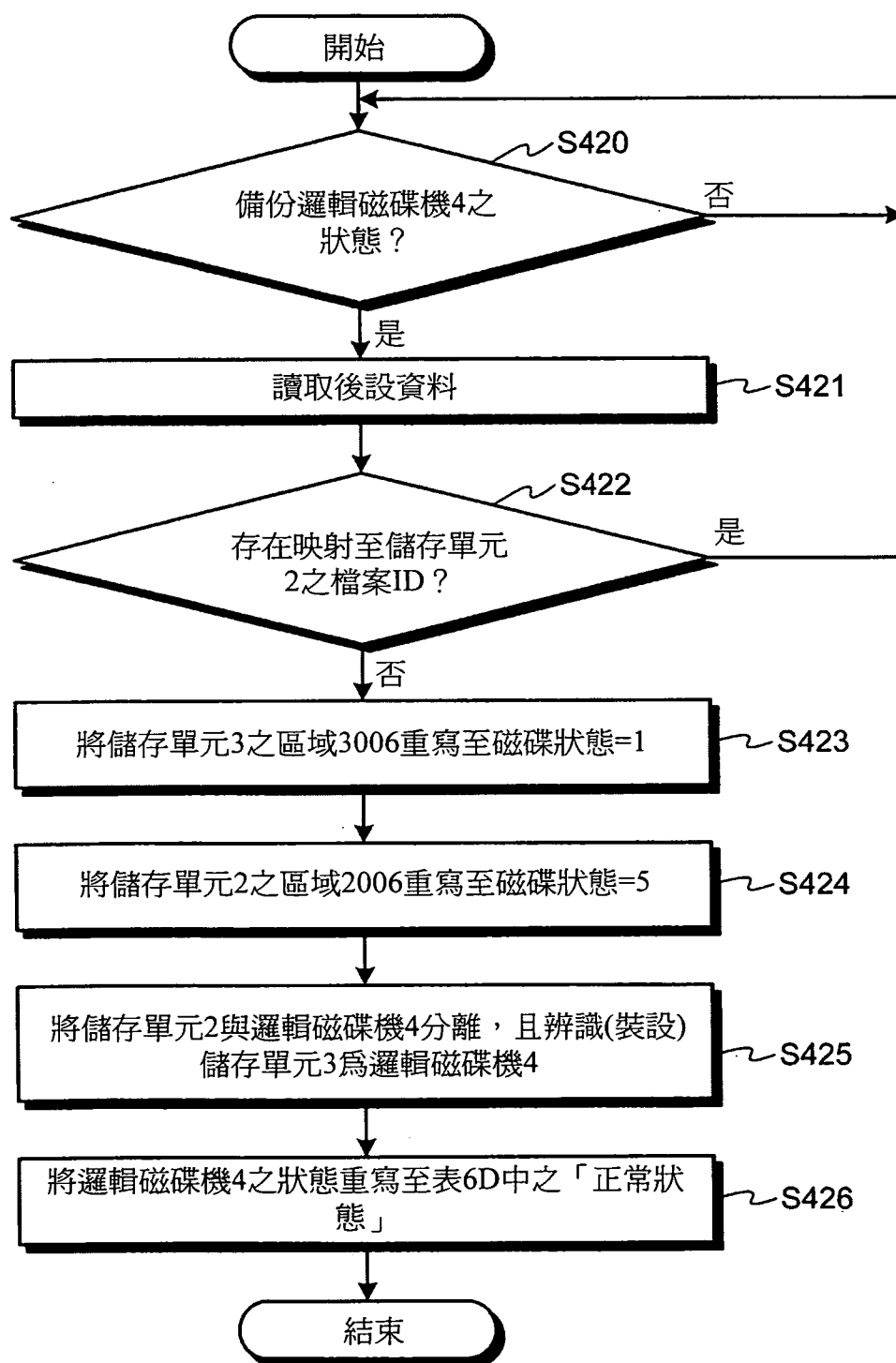


圖46

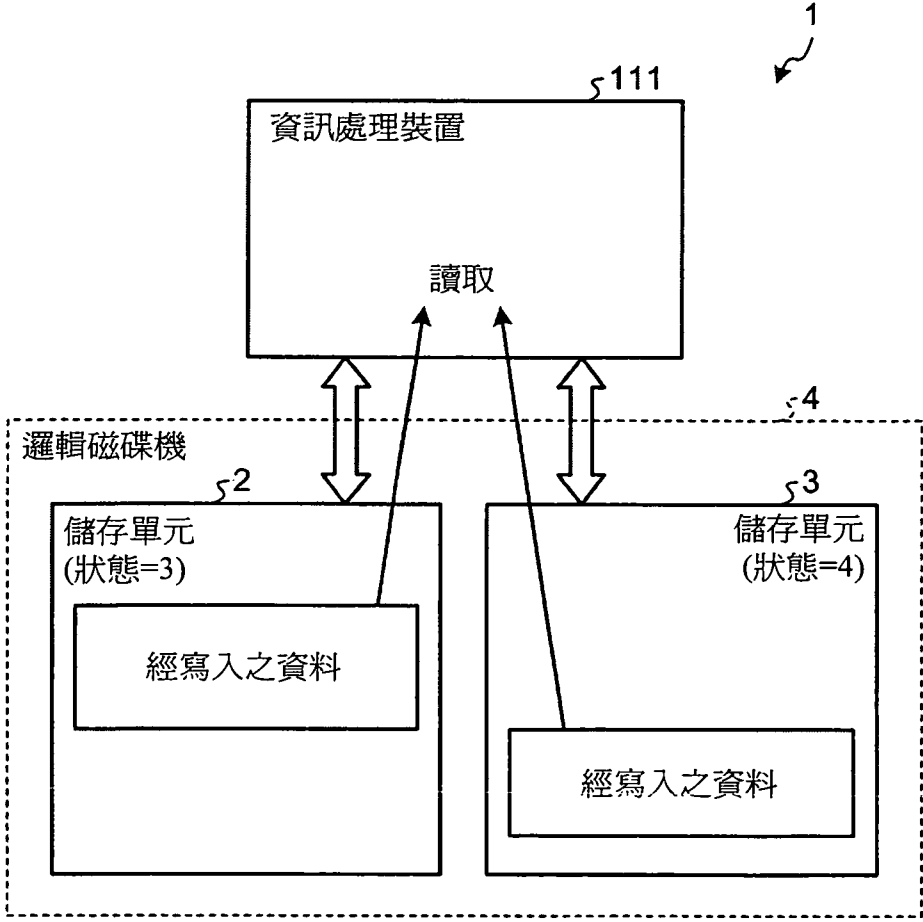


圖47

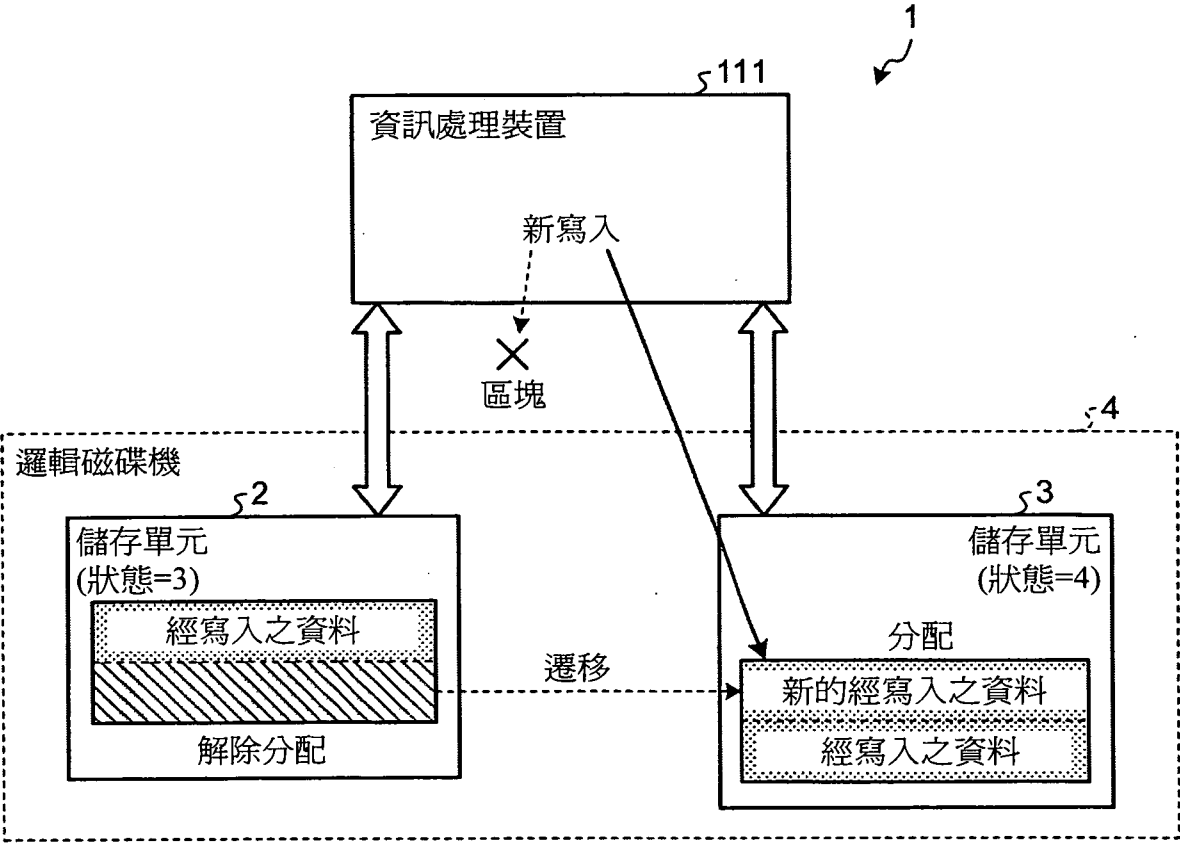


圖48

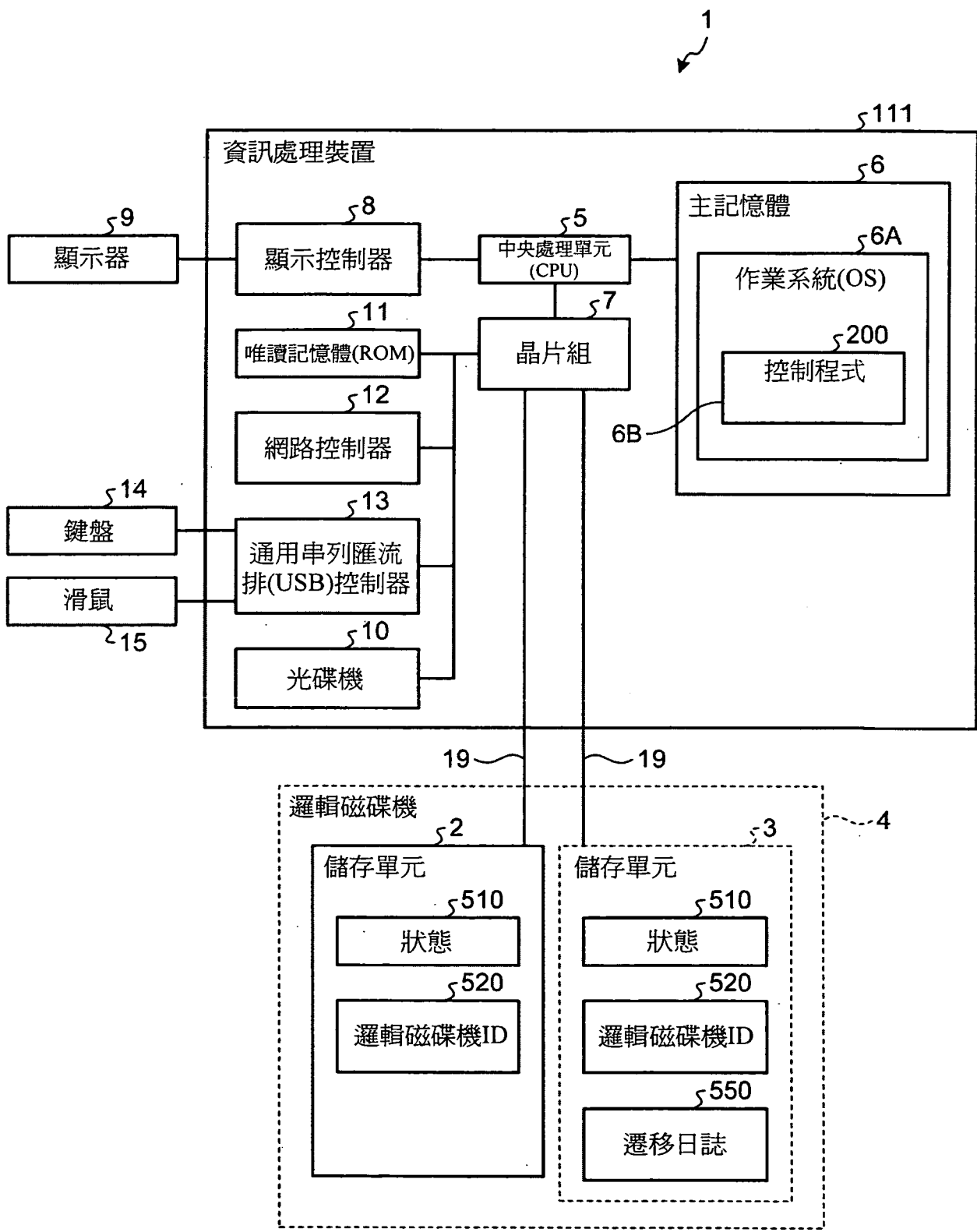


圖49

550

遷移日誌	
邏輯區塊位址	磁區計數
...	...
...	...
...	...
...	...

圖50

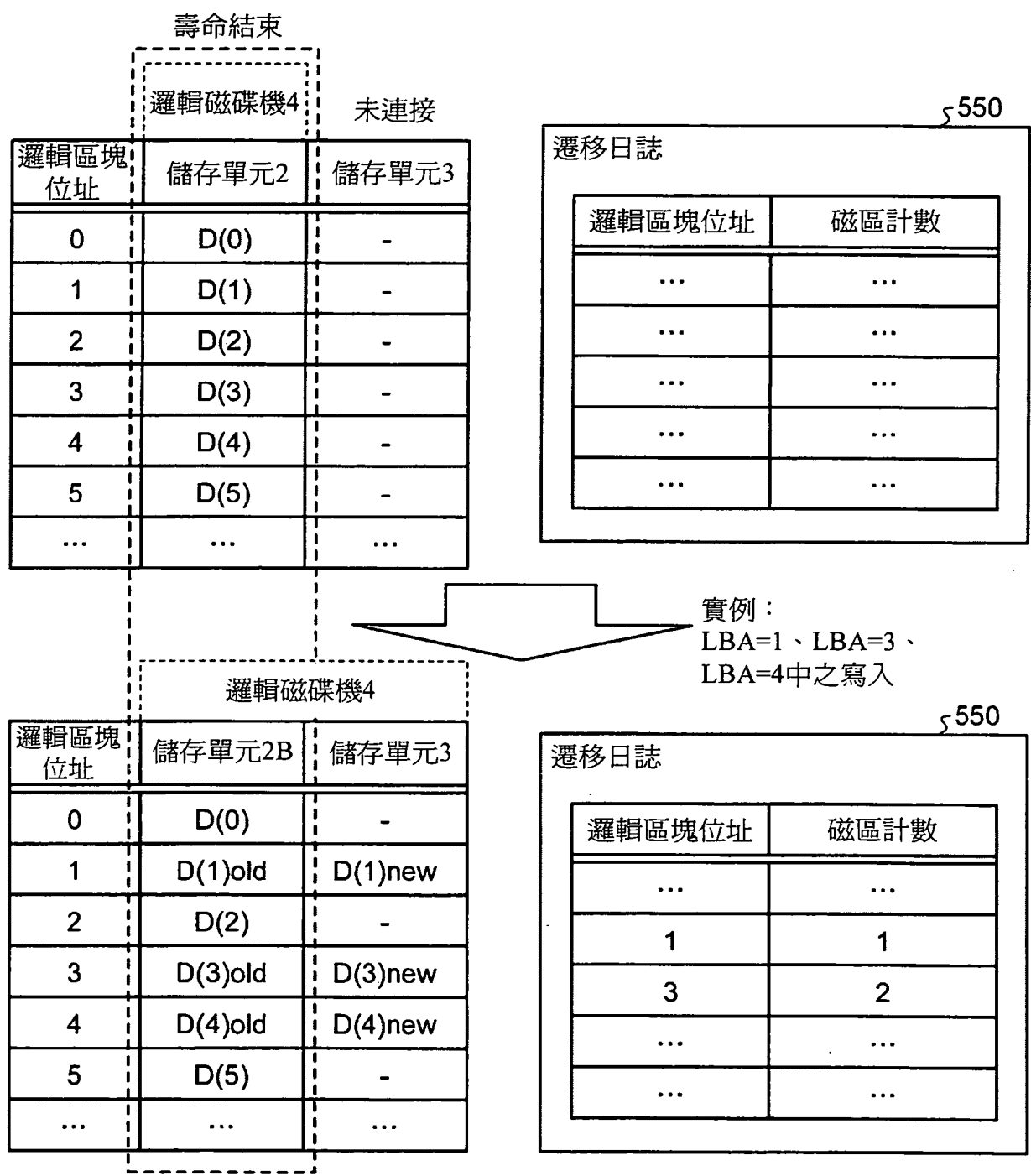


圖51

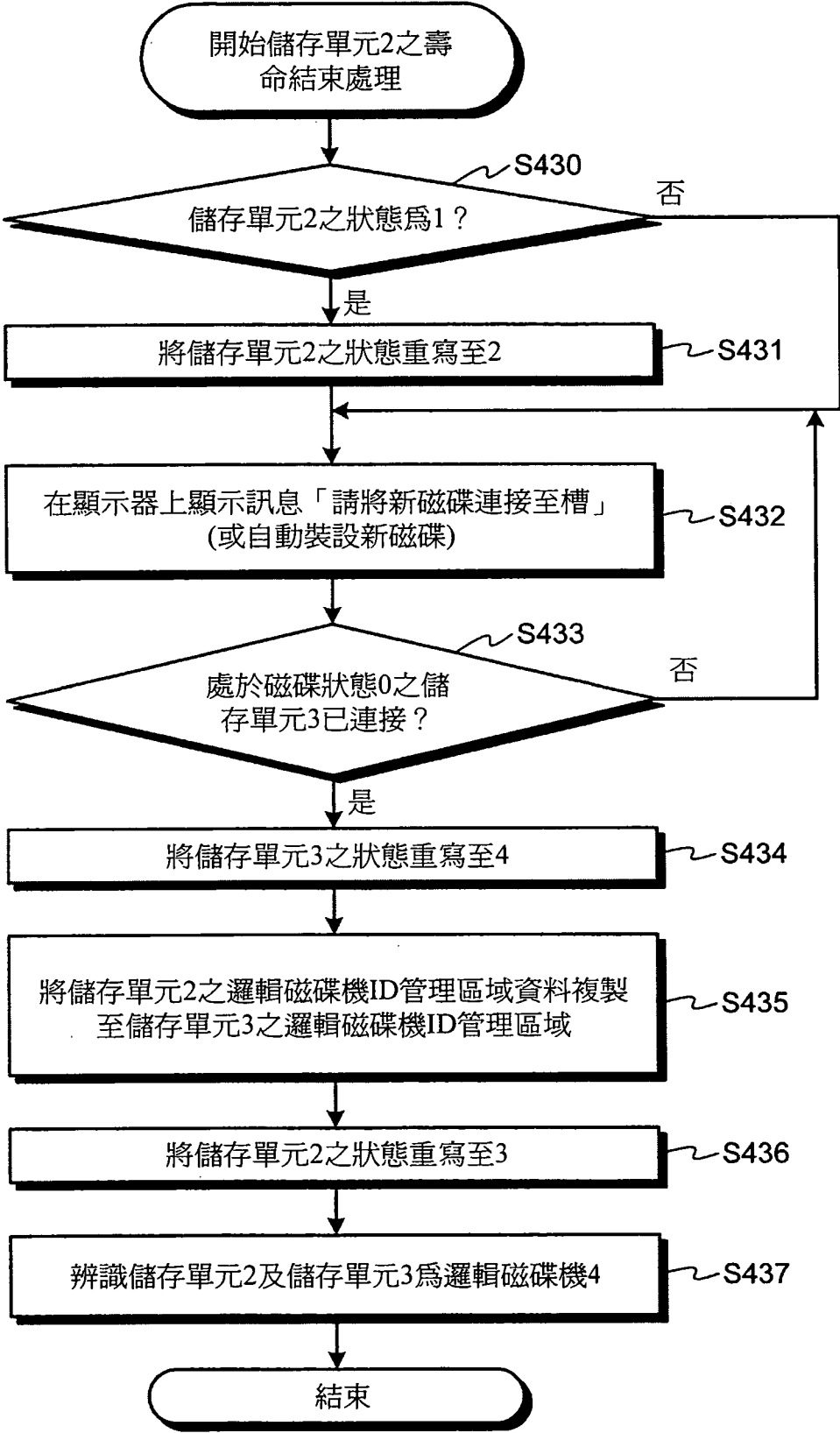


圖52

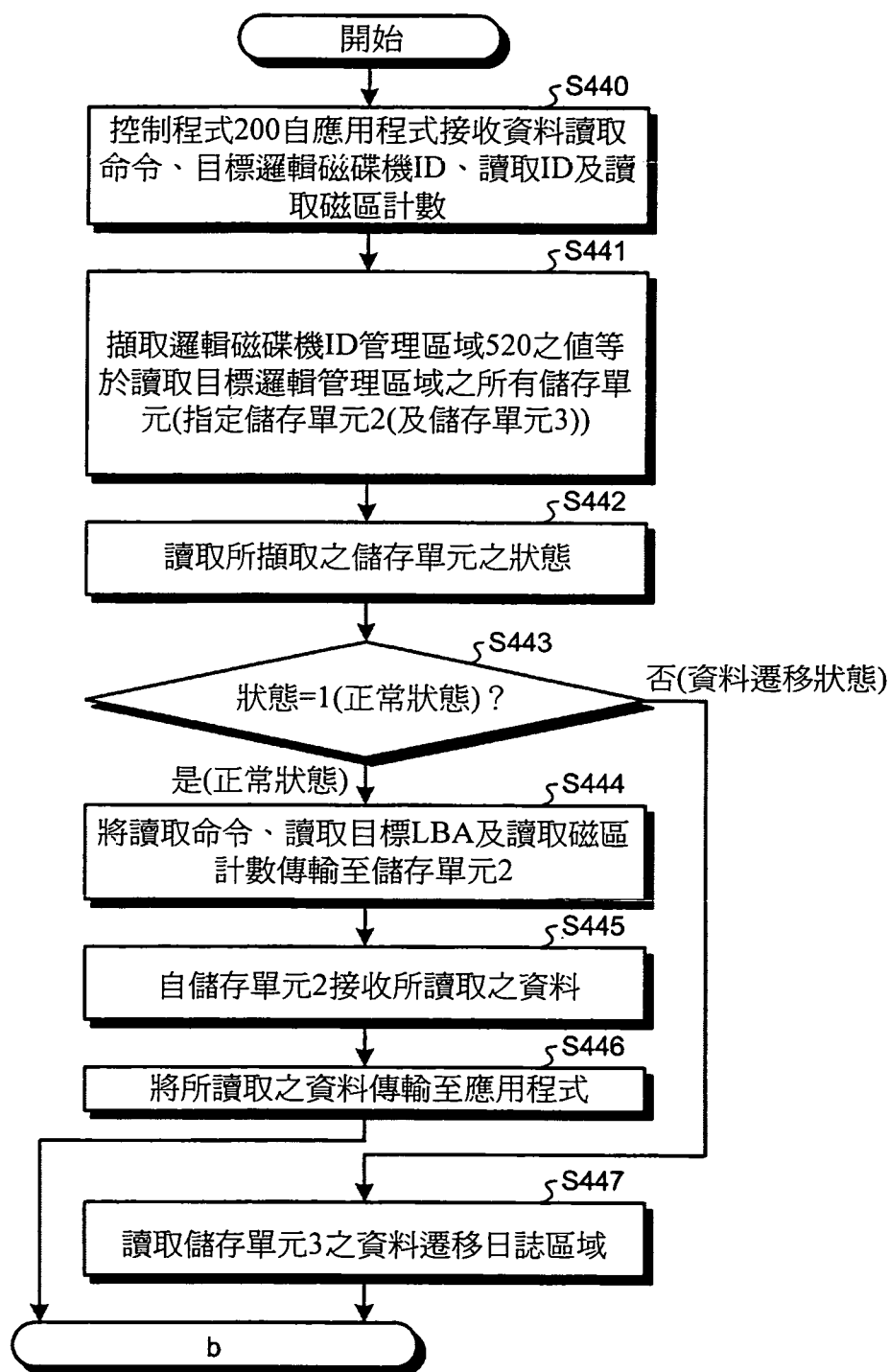


圖53A

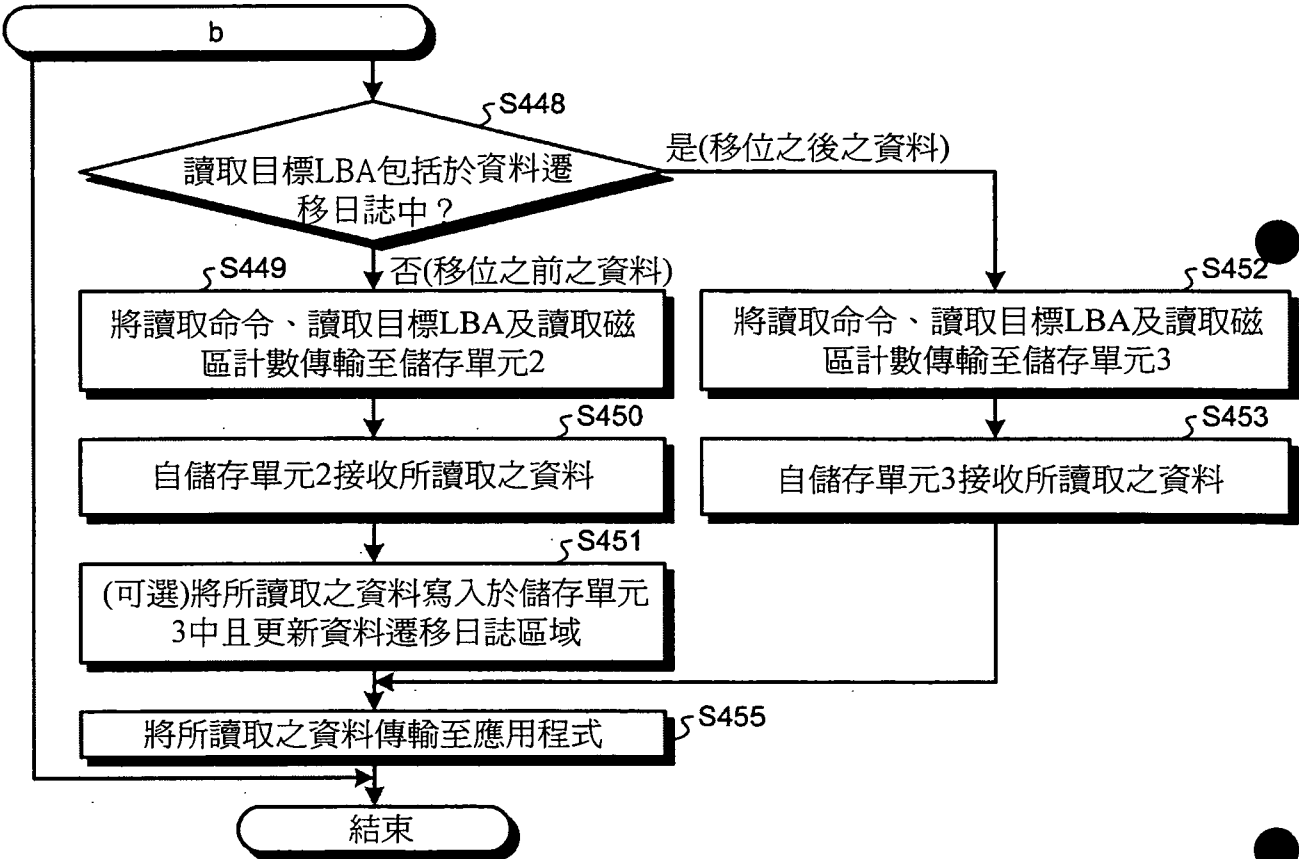


圖53B

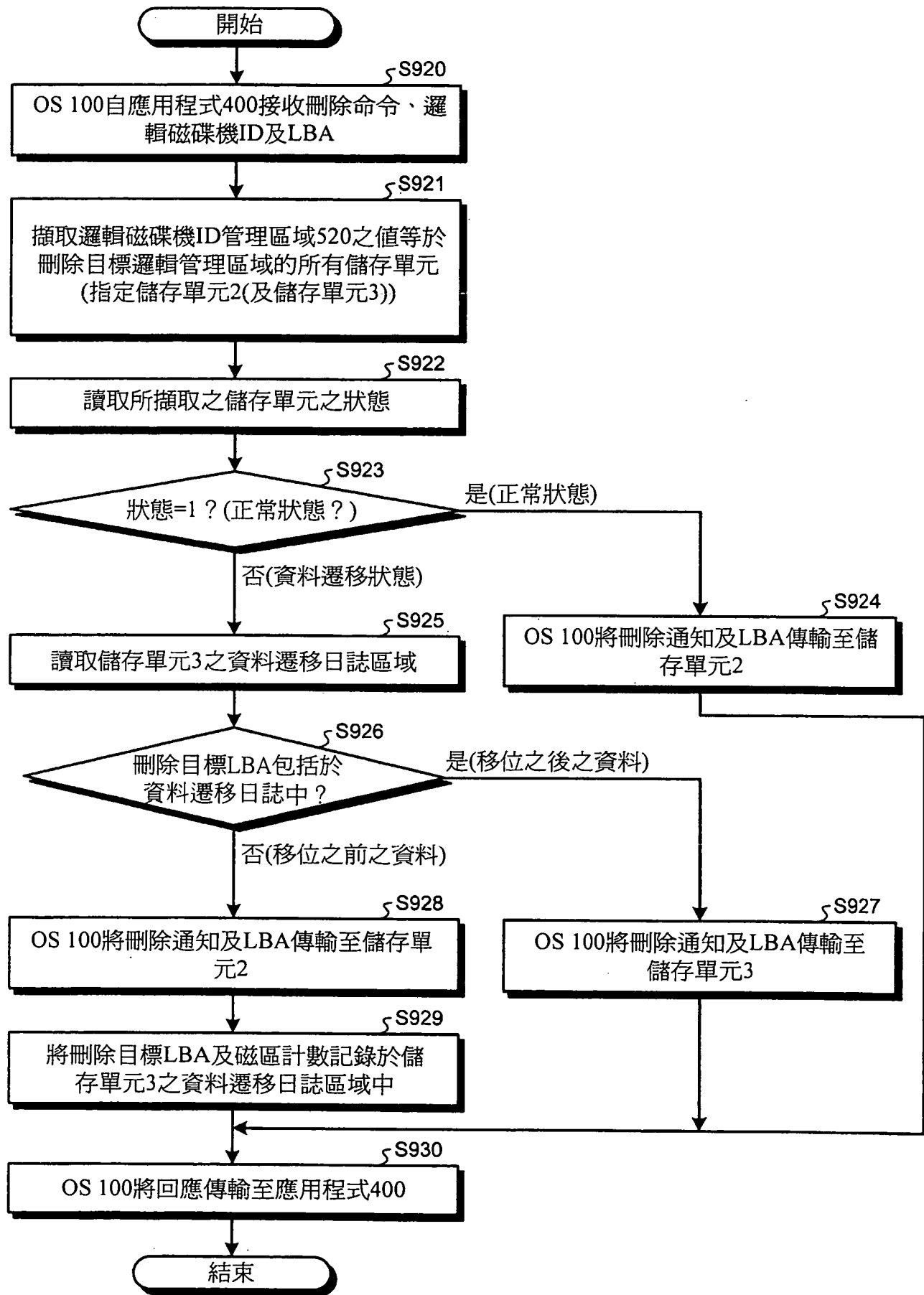


圖54

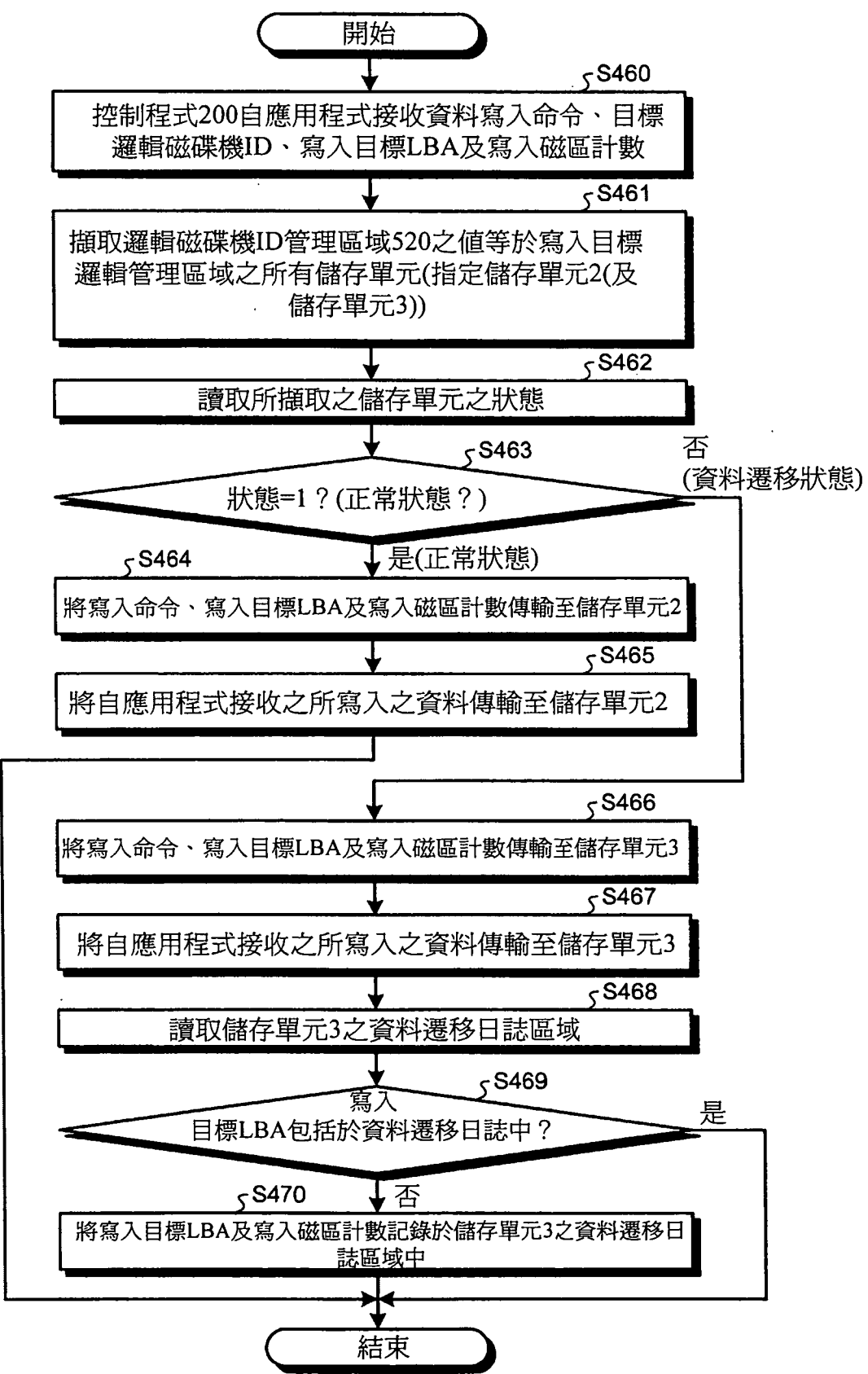


圖55

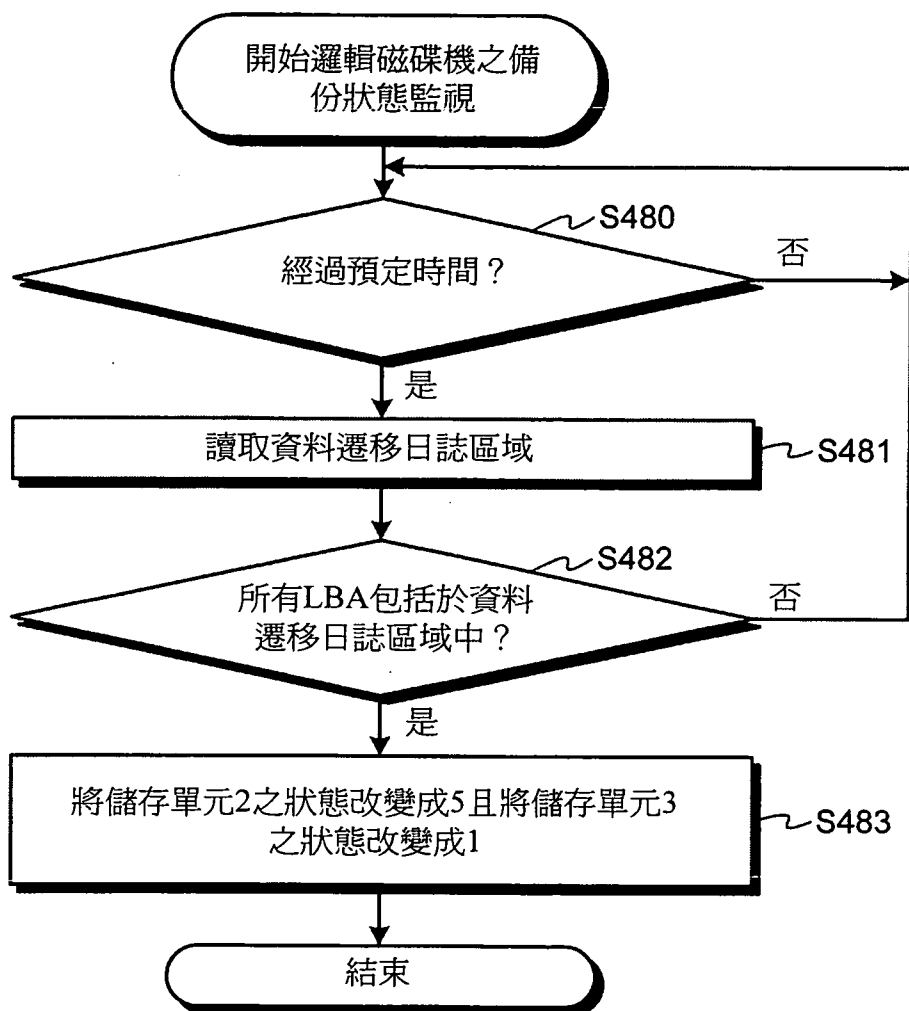


圖56

步驟	邏輯磁碟機4		狀態
	儲存單元2	儲存單元3	
1	1	未連接	在可靠性劣化之前
2	2	未連接	請求連接儲存單元3
3	2	0	隨後連接儲存單元3
4	3	4	處於資料遷移
5	5	1	資料遷移完成

圖57

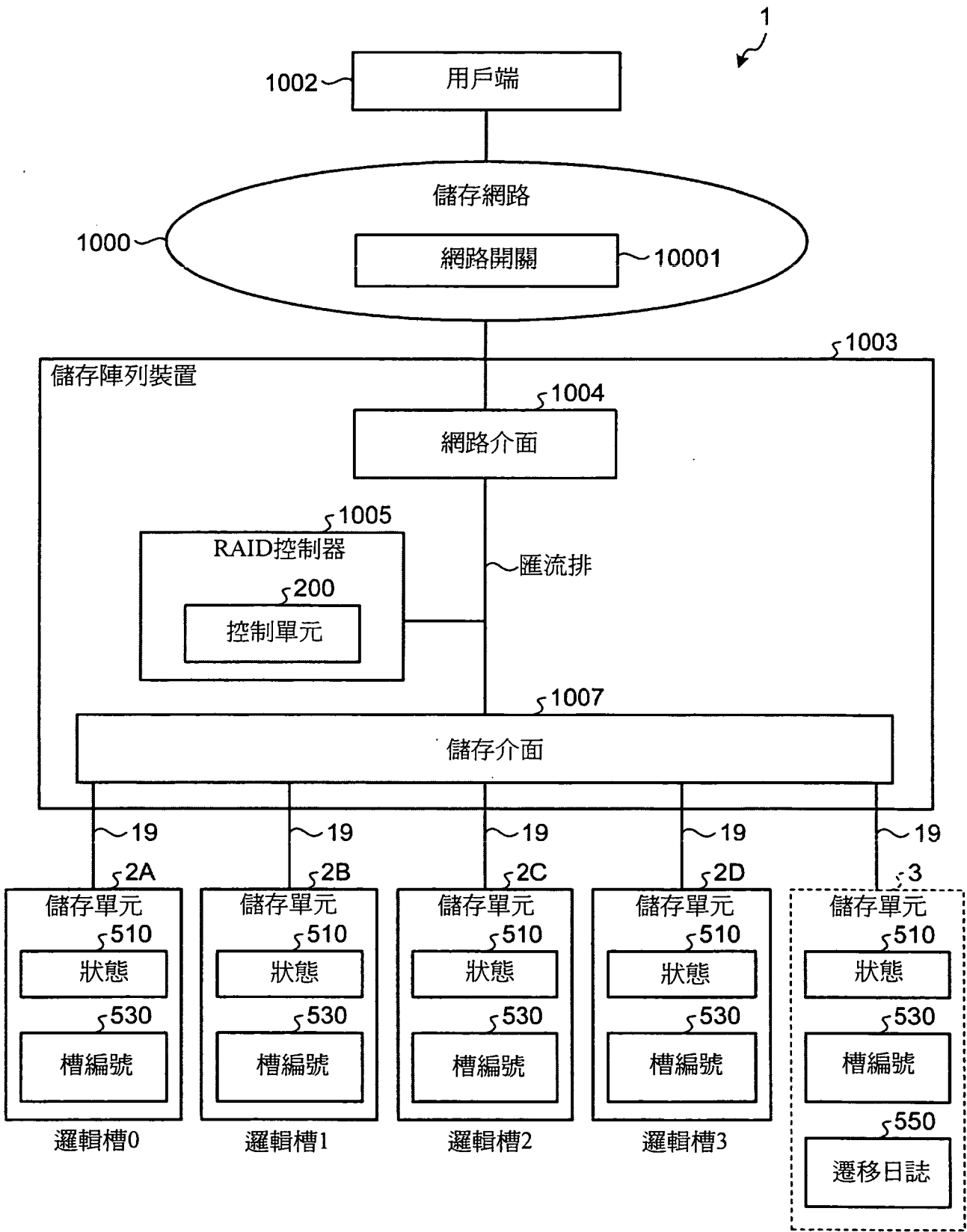


圖58

	邏輯槽0	邏輯槽1	邏輯槽2	邏輯槽3
儲存單元LBA	儲存單元2A	儲存單元2B	儲存單元2C	儲存單元2D
0	D(0)	D(1)	D(2)	P(0, 2)
1	D(3)	D(4)	P(3, 5)	D(5)
2	D(6)	P(6, 8)	D(7)	D(8)
3	P(9, 11)	D(9)	D(10)	D(11)
4	D(12)	D(13)	D(14)	P(12, 14)
5	D(15)	D(16)	P(15, 17)	D(17)
...	...	...	...	...

圖59

	邏輯槽0	邏輯槽1	邏輯槽2	邏輯槽3	邏輯槽1
儲存單元LBA	儲存單元2A	儲存單元2B	儲存單元2C	儲存單元2D	儲存單元3
0	D(0)	D(1)	D(2)	P(0, 2)	-
1	D(3)	D(4)	P(3, 5)	D(5)	-
2	D(6)	P(6, 8)	D(7)	D(8)	-
3	P(9, 11)	D(9)	D(10)	D(11)	-
4	D(12)	D(13)	D(14)	P(12, 14)	-
...	...	...	...	...	...

圖60

550

遷移日誌	
儲存單元LBA	磁區計數
...	...
...	...
...	...
...	...

圖61

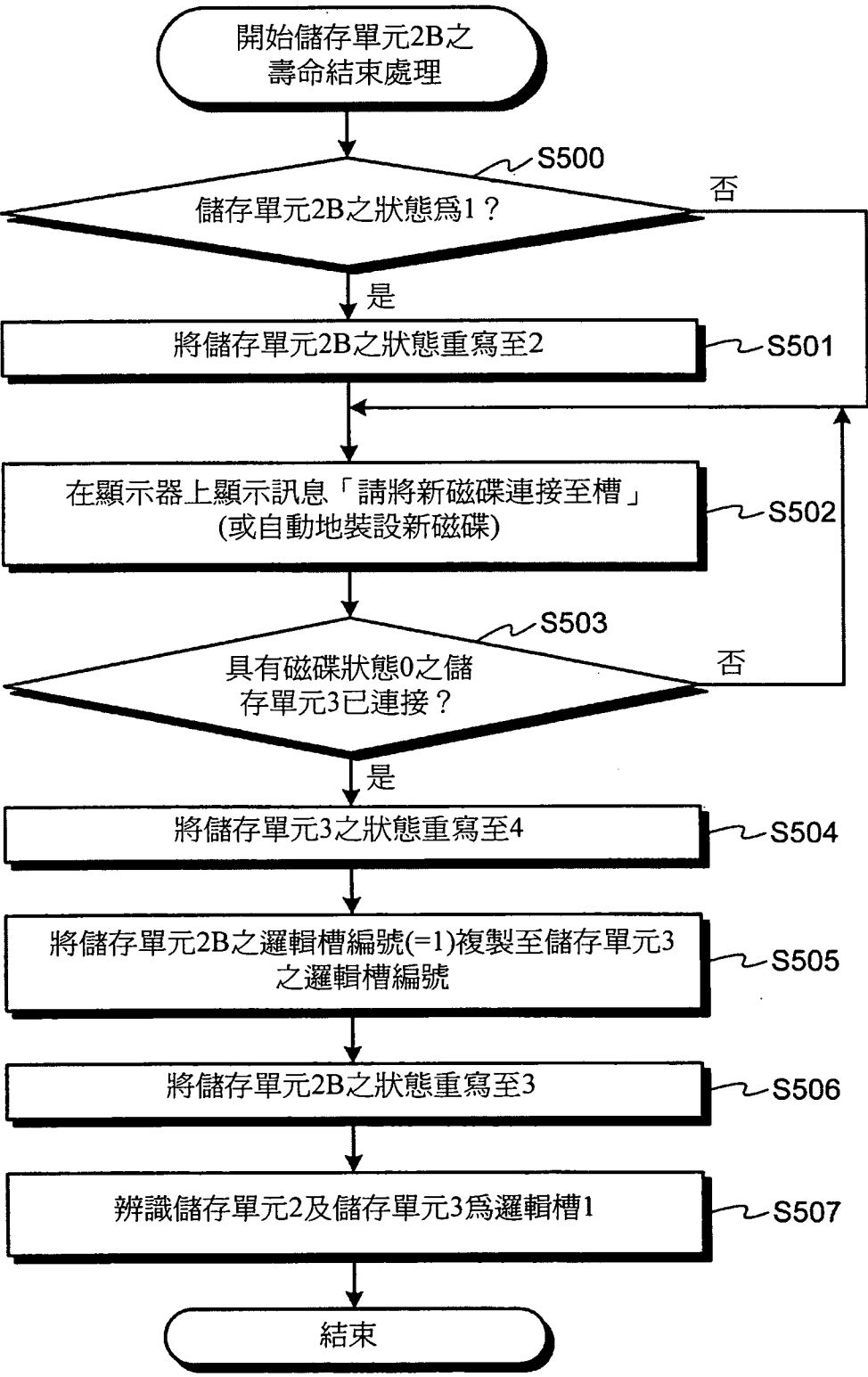


圖62

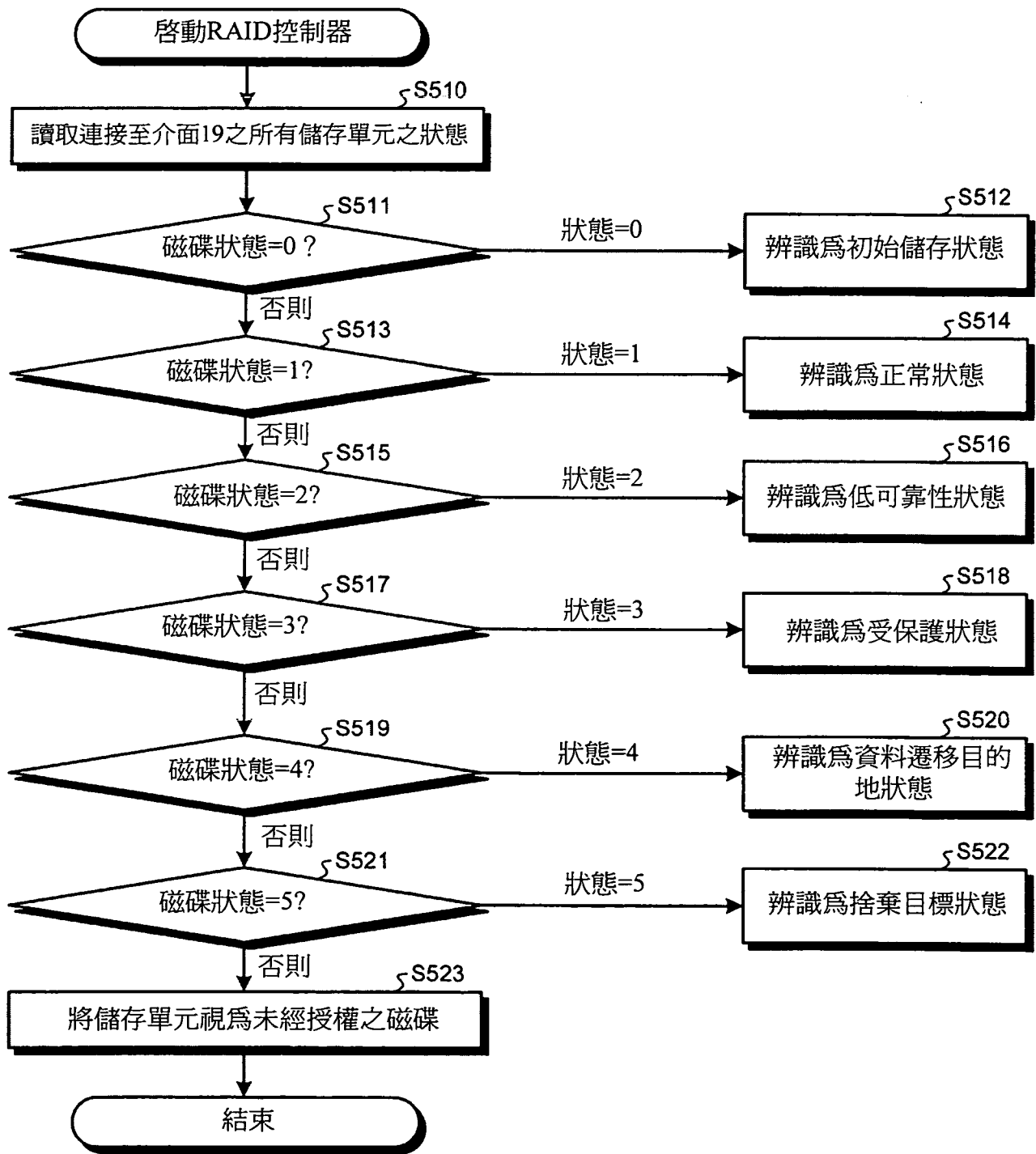


圖63

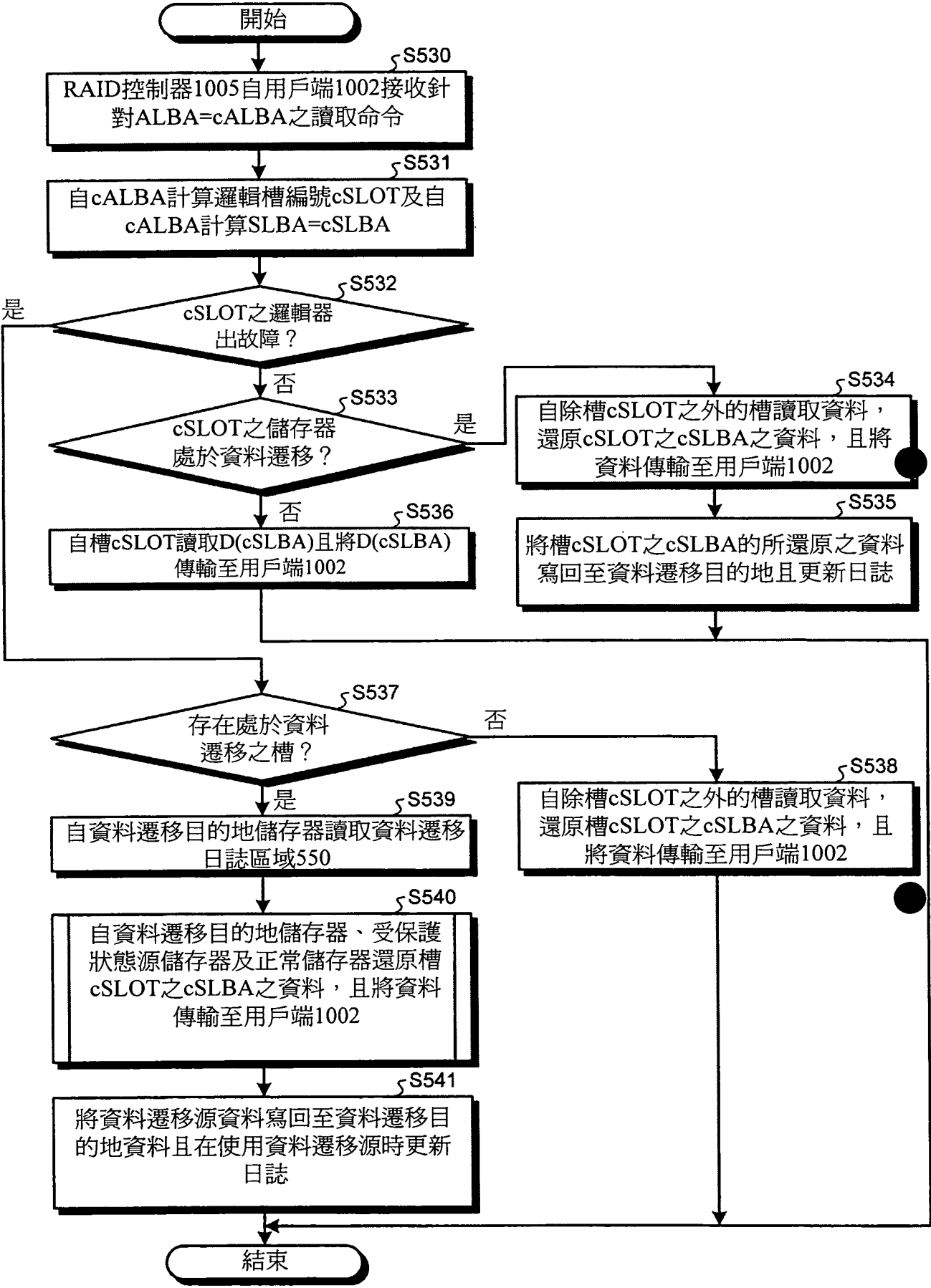


圖64

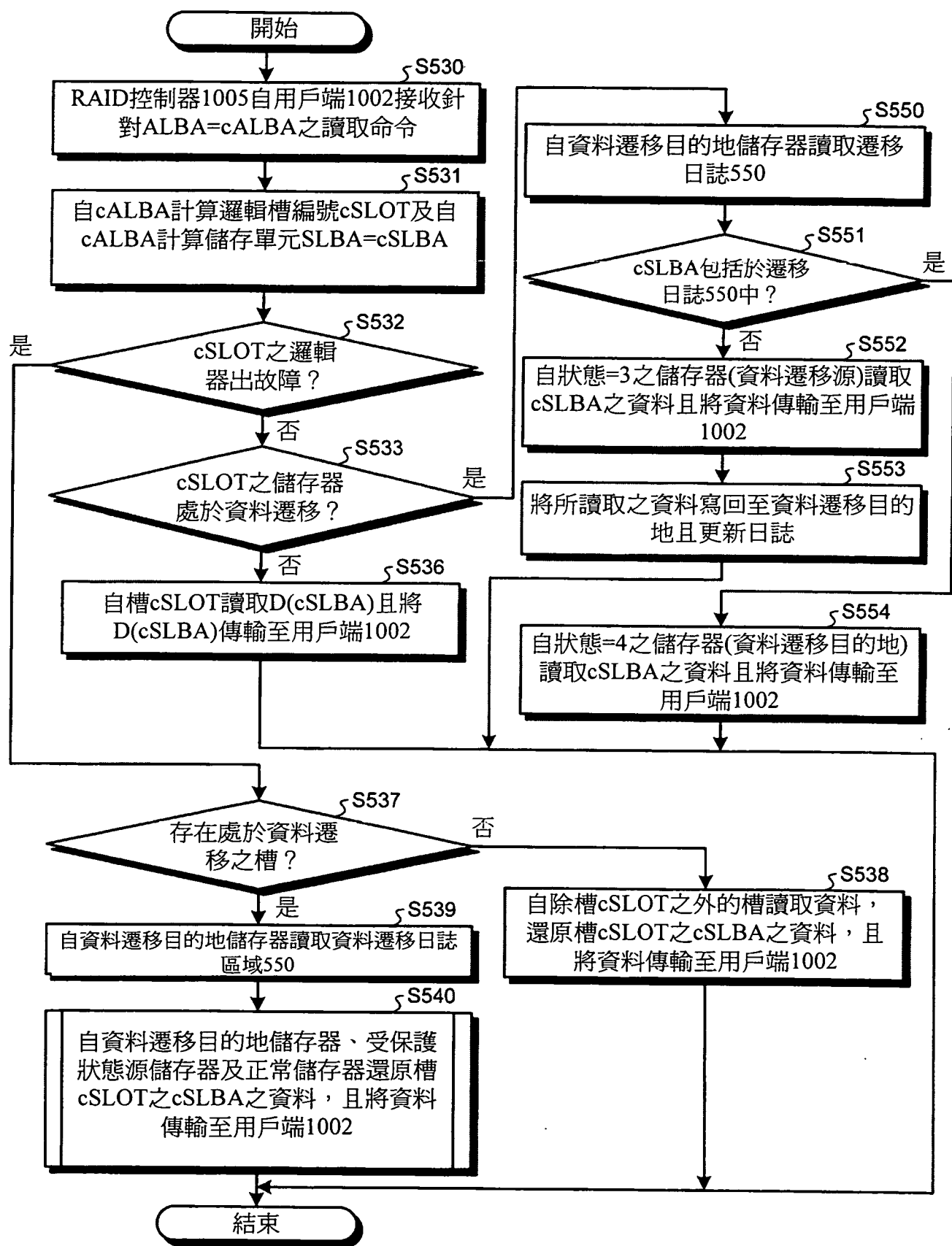


圖65

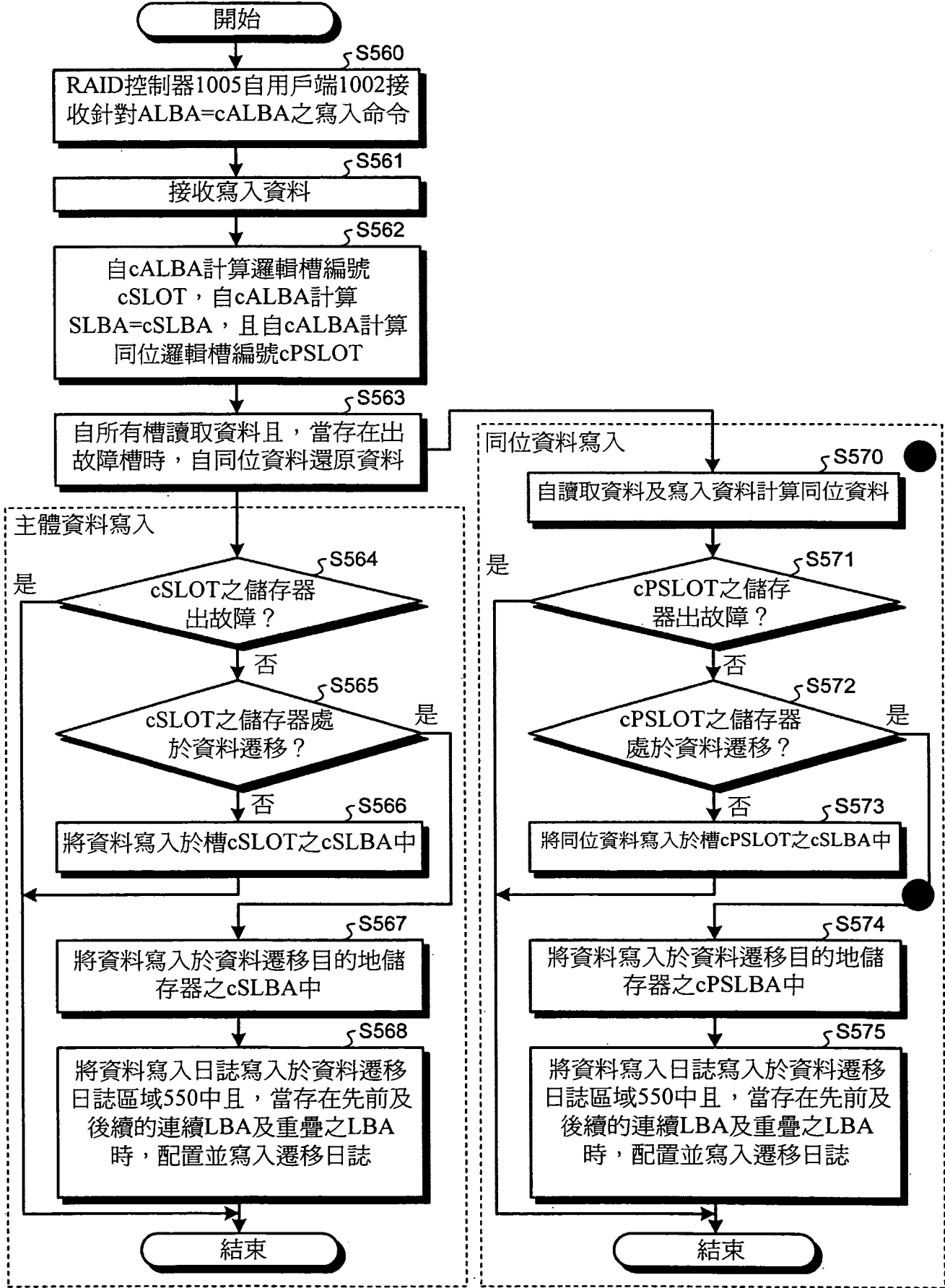


圖66

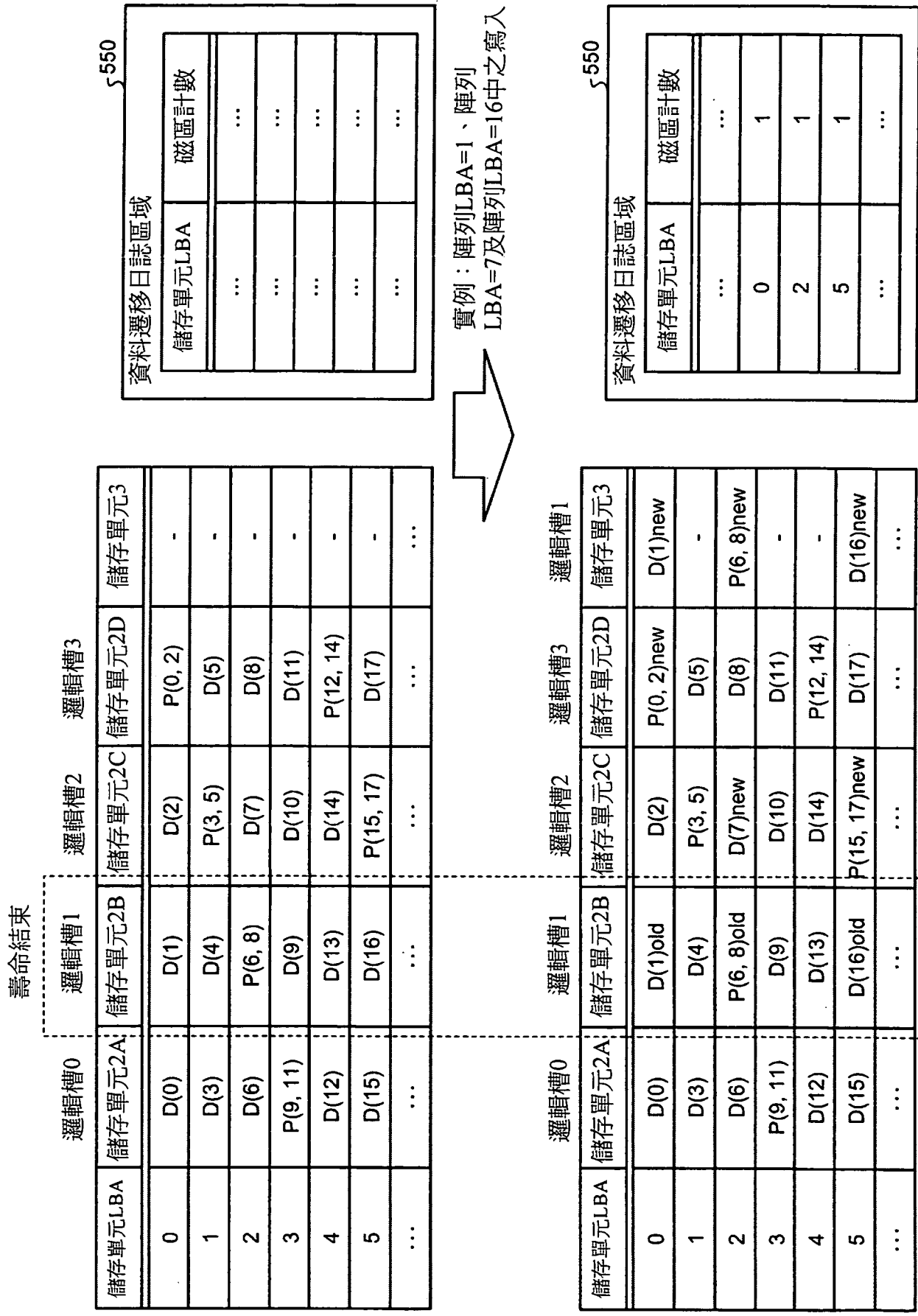


圖67

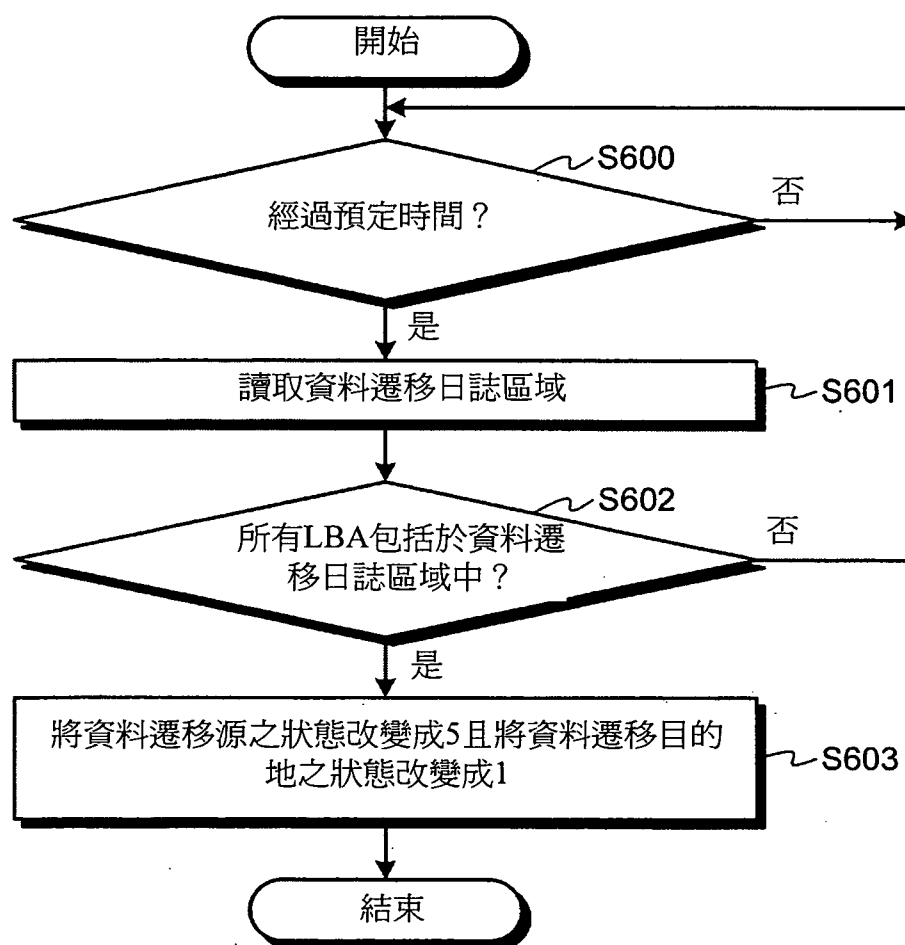


圖68

步驟	邏輯槽0		邏輯槽1		邏輯槽2		邏輯槽3		邏輯槽1		狀態
	儲存單元2A	儲存單元2B	儲存單元2C	儲存單元2D	儲存單元3	儲存單元3	儲存單元3	儲存單元3	儲存單元3	儲存單元3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	未連接	未連接	在可靠性劣化之前
2	1	2	1	1	1	1	1	1	未連接	未連接	請求連接儲存單元3
3	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	隨後連接儲存單元3
4	1	3	1	1	1	1	1	1	4	4	在資料遷移中，優先地執行自儲存單元2A/2C/2D之讀取，且在適當時自同位資料還原儲存單元2B之LBA資料
5	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	資料遷移完成

圖69

可靠劣化之資料遷移源
新磁碟資料遷移目的地

編輯槽0		編輯槽1		編輯槽2		編輯槽3		編輯槽1		在讀取期間之行爲
儲存單元 LBA	儲存單元 2A	儲存單元 2B	儲存單元 2C	儲存單元 2D(故障)	儲存單元 2E	儲存單元 2F(故障)	儲存單元 2G	儲存單元 2H	儲存單元 2I	
0	D(0)	D(1)old	D(2)	P(0, 2)new (故障)			D(1)new			D(0)、D(2)不需要還原，自資料遷移目的地 儲存單元3讀取D(1)
1	D(3)	D(4)	P(3, 5)	D(5) (故障)			-			D(3)、D(4)不需要還原，藉由對D(3)、D(4) 及P(3,5)進行互斥或而還原D(5)
2	D(6)	P(6, 8)old	D(7)new	D(8) (故障)			P(6, 8)new			D(6)、D(7)不需要還原，藉由對D(6)、D(7)new 及P(6,8)new進行互斥或而還原D(8)
3	P(9, 11)	D(9)	D(10)	D(11) (故障)			-			D(9)、D(10)不需要還原，藉由對D(9)、D(10)及 P(9,11)進行互斥或而還原D(11)
4	D(12)	D(13)	D(14)	P(12, 14) (故障)			-			不需要還原
5	D(15)	D(16)old	P(15, 17)new	D(17) (故障)			D(16)new			D(15)不需要還原， 自資料遷移目的地儲存單元3B讀取D(16)，藉由 對D(15)、D(16)new及P(15,17)new進行互斥或而 還原D(17)
...	...	...	...	...			...			

圖70

可靠劣化之備份源
編輯槽0
可靠劣化之備份源
編輯槽1
可靠劣化之備份源
編輯槽2
新磁碟資料遷移目的地
編輯槽3
新磁碟資料遷移目的地
編輯槽2

儲存單元 LBA	儲存單元 2A	儲存單元 2B	儲存單元 2C	儲存單元 2D(故障)	儲存單元 3B	儲存單元 3C	在讀取期間之行爲
0	D(0)	D(1)old	D(2)	P(0, 2)new (故障)	D(1)new	-	D(0)、D(2)不需要還原，自資料遷移目的地3B讀取D(1)
1	D(3)	D(4)	P(3, 5)	D(5) (故障)	-	-	D(3)、D(4)不需要還原，藉由對D(3)、D(4)及P(3,5)進行互斥或而還原D(5)
2	D(6)	P(6, 8)old	D(7)old	D(8) (故障)	P(6, 8)new	D(7)new	D(6)不需要還原，自資料遷移目的地3C讀取D(7)，藉由對D(6)、D(7)new及P(6,8)new進行互斥或而還原D(8)
3	P(9, 11)	D(9)	D(10)	D(11) (故障)	-	-	D(9)、D(10)不需要還原，藉由對D(9)、D(10)及P(9,11)進行互斥或而還原D(11)
4	D(12)	D(13)	D(14)	P(12, 14) (故障)	-	-	不需要還原
5	D(15)	D(16)old	P(15, 17)old	D(17) (故障)	D(16)new	P(15, 17) new	D(15)不需要還原， 自資料遷移目的地儲存單元3B讀取D(16)，藉由對D(15)、D(16)new及P(15,17)new進行互斥或而還原D(17)
...	...	...	...	...	...	...	

圖71

資料遷移源
編輯槽0
資料遷移目的
編輯槽3
地編輯槽1

儲存單元 LBA	儲存單元2A	儲存單元2B	儲存單元2C	儲存單元2D	儲存單元3	在讀取期間之行爲
0	D(0)	D(1)old	D(2)UECC	P(0, 2)new	D(1)new	在讀取ALBA=2期間的無法進行ECC校正之 錯誤，→藉由對D(0)、D(1)new及P(0,2)new 進行互斥或而還原
1	D(3)	D(4)	P(3, 5)	D(5)	-	
2	D(6)	P(6, 8)old	D(7)new	D(8)UECC	P(6, 8)new	在讀取ALBA=7期間的無法進行ECC校正之 錯誤，→藉由對D(6)、D(7)new及P(6,8)new 進行互斥或而還原
3	P(9, 11)	D(9)UECC	D(10)	D(11)	-	在讀取ALBA=9期間的無法進行ECC校正之 錯誤，→藉由對D(10)、D(11)及P(9,11)進行 互斥或而還原
4	D(12)	D(13)	D(14)	P(12, 14)	-	
5	D(15)	D(16)old	P(15, 17)new	D(17)	D(16)new	
...	...	...	...	...	...	

圖72

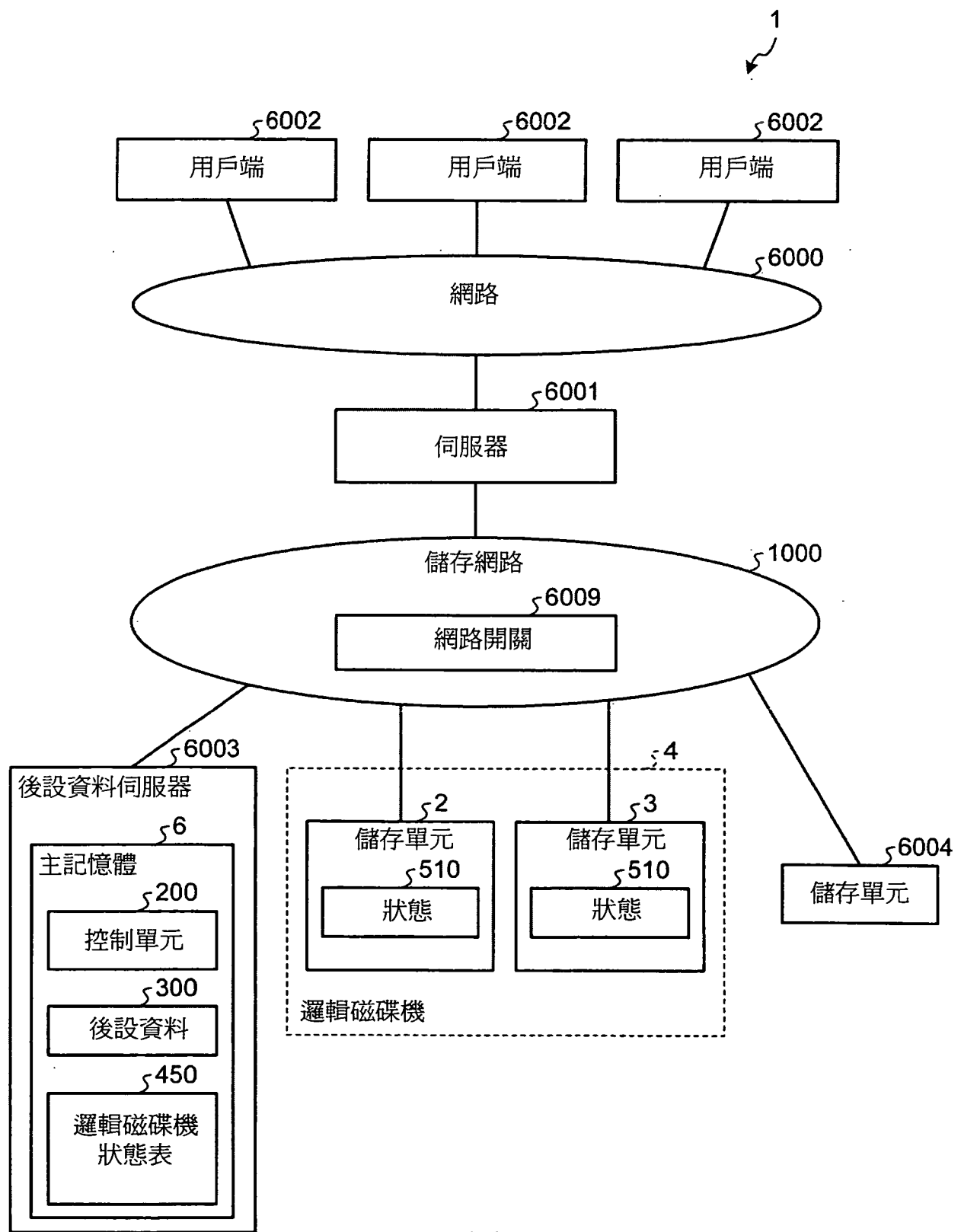


圖73

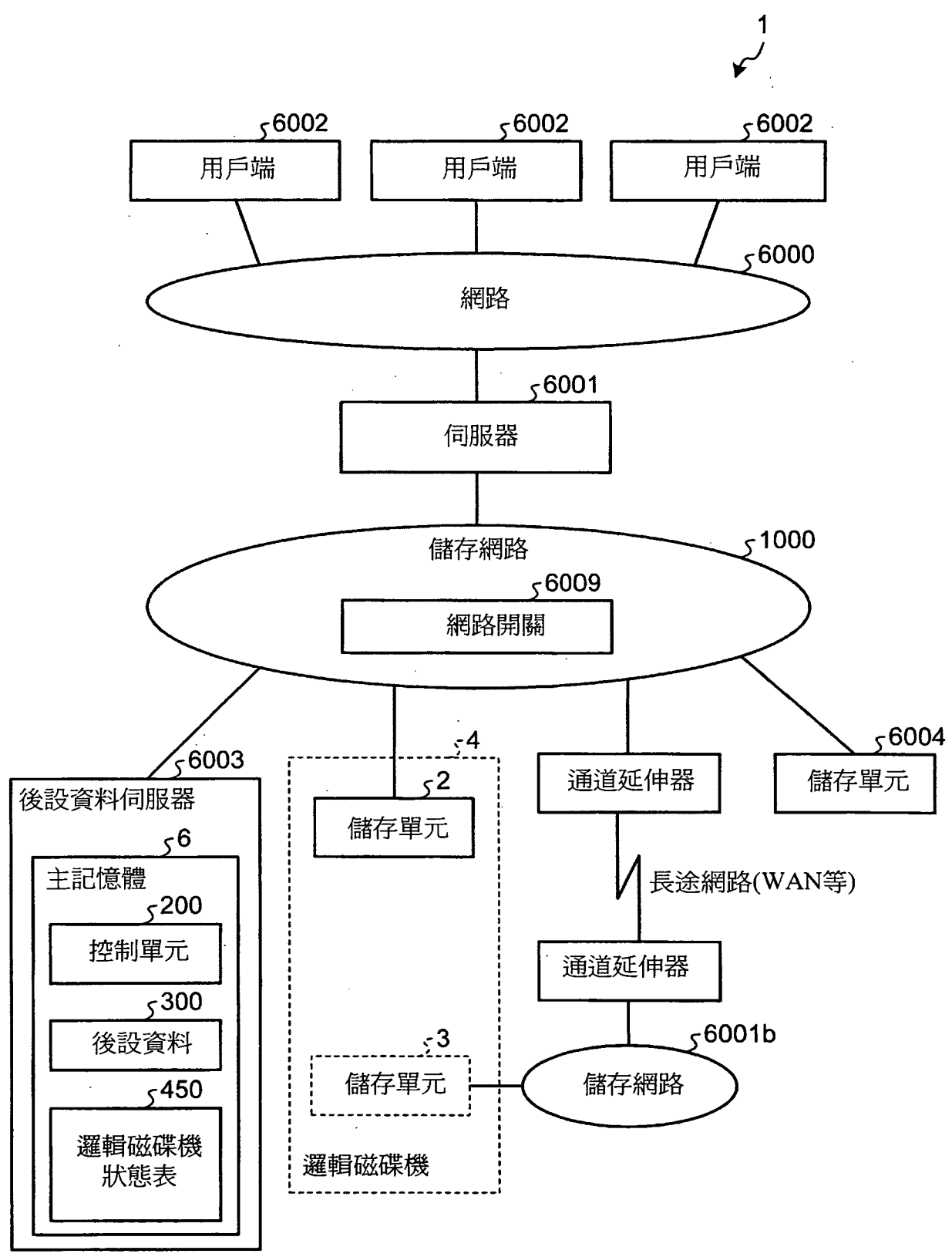


圖74

650

狀態表

邏輯磁碟機 位址	磁碟ID	邏輯磁碟機 狀態	磁碟狀態
A	a	正常狀態	1(正常狀態)
B	b1	處於資料遷移	3(資料遷移源)
B	b2	處於資料遷移	4(資料遷移目的地)
C	c	正常狀態	1(正常狀態)

圖75

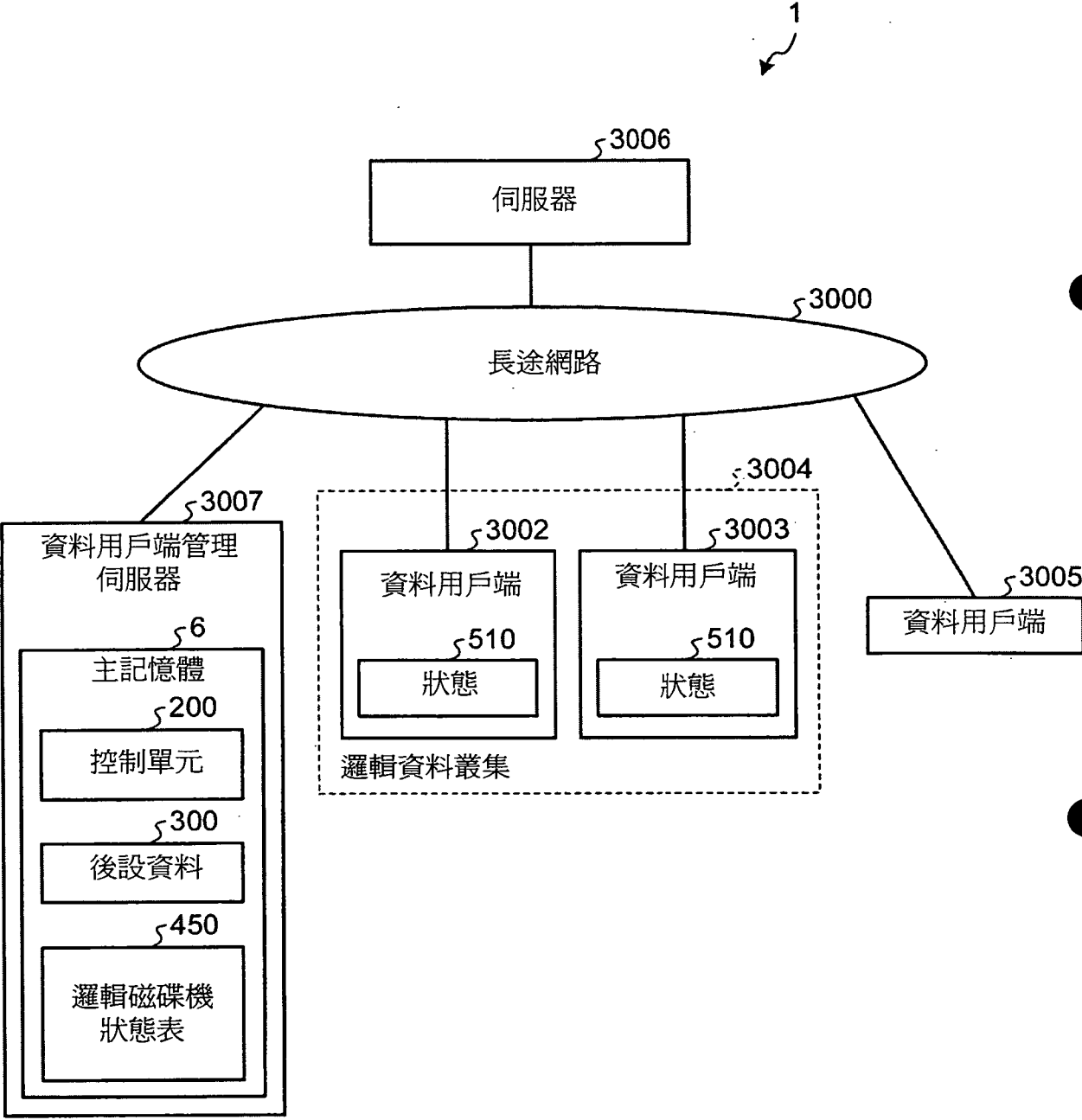


圖76

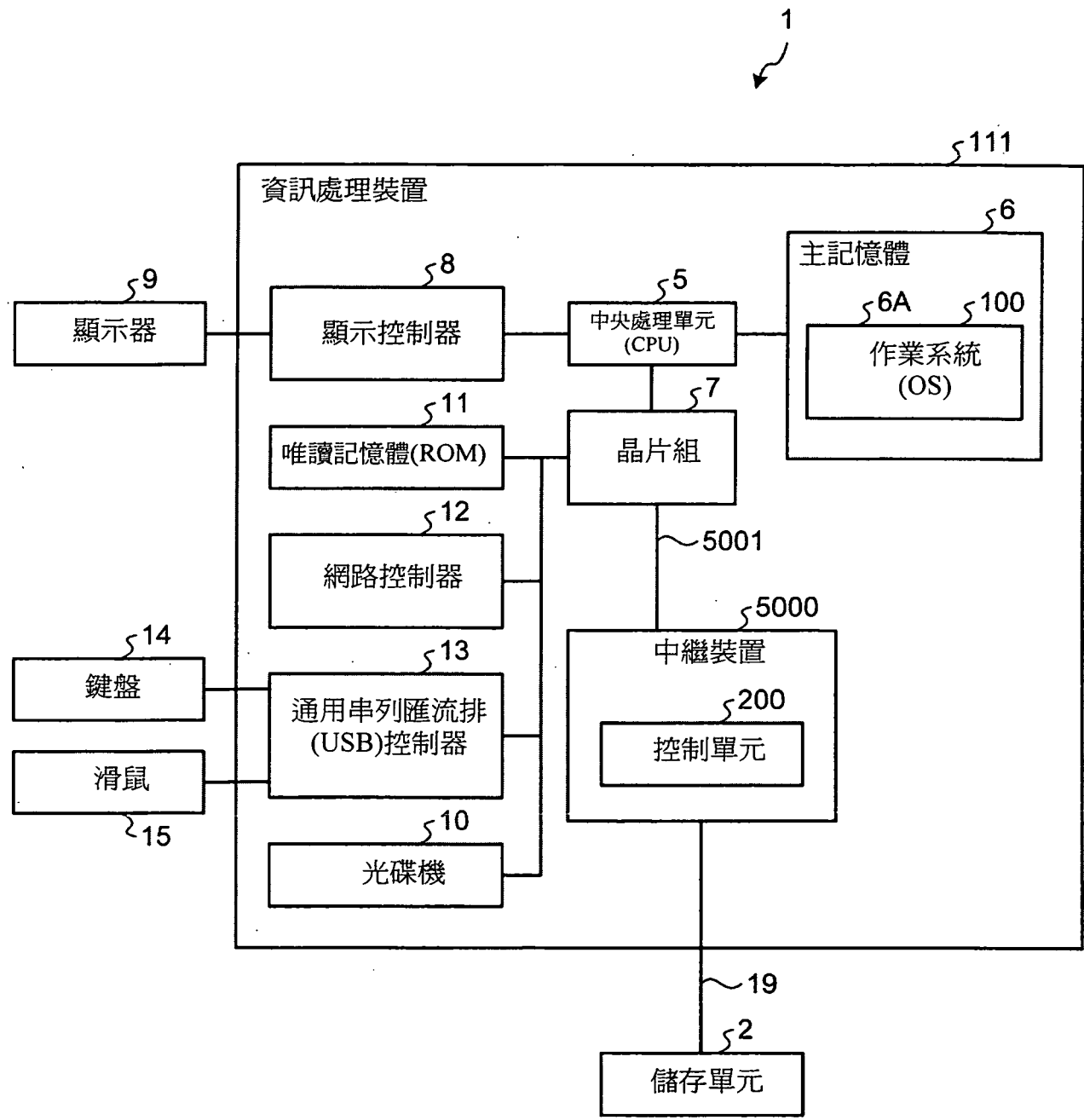


圖77

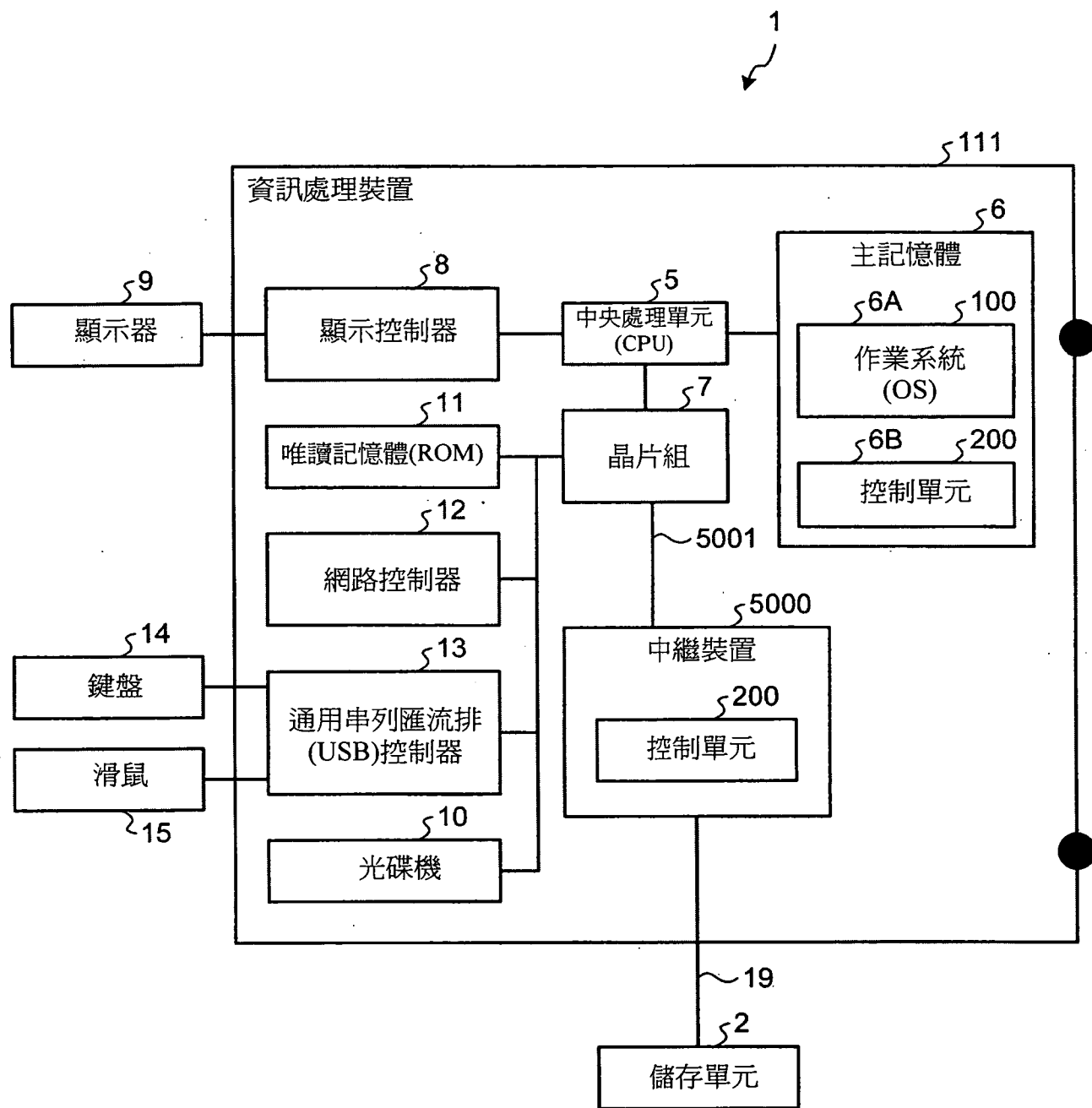


圖78

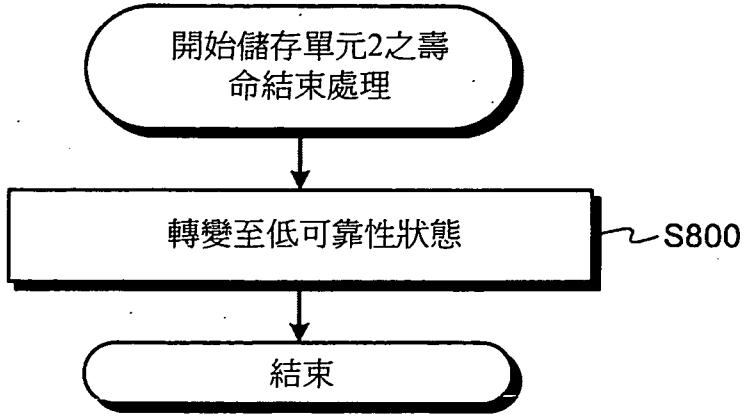


圖79

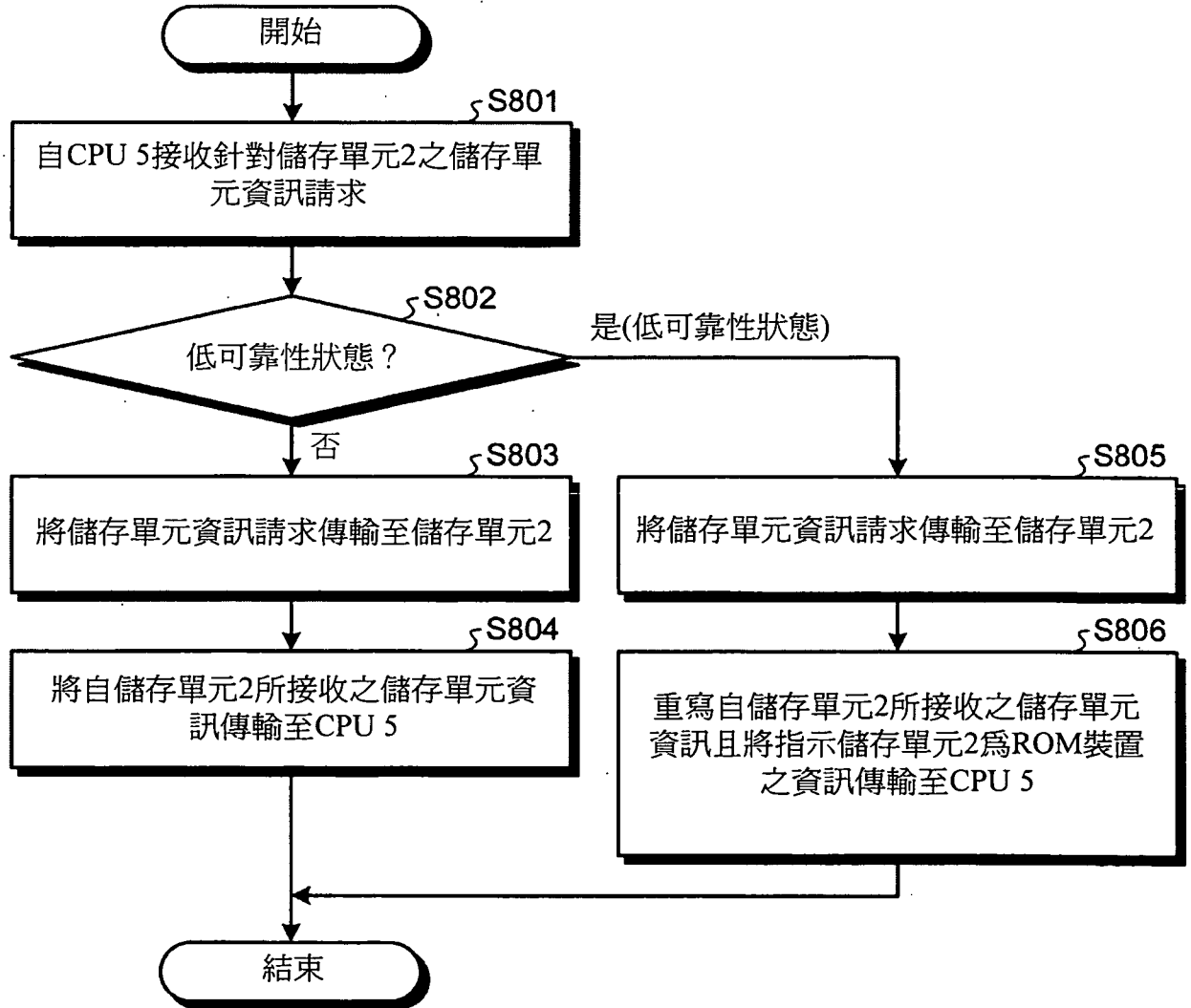


圖80

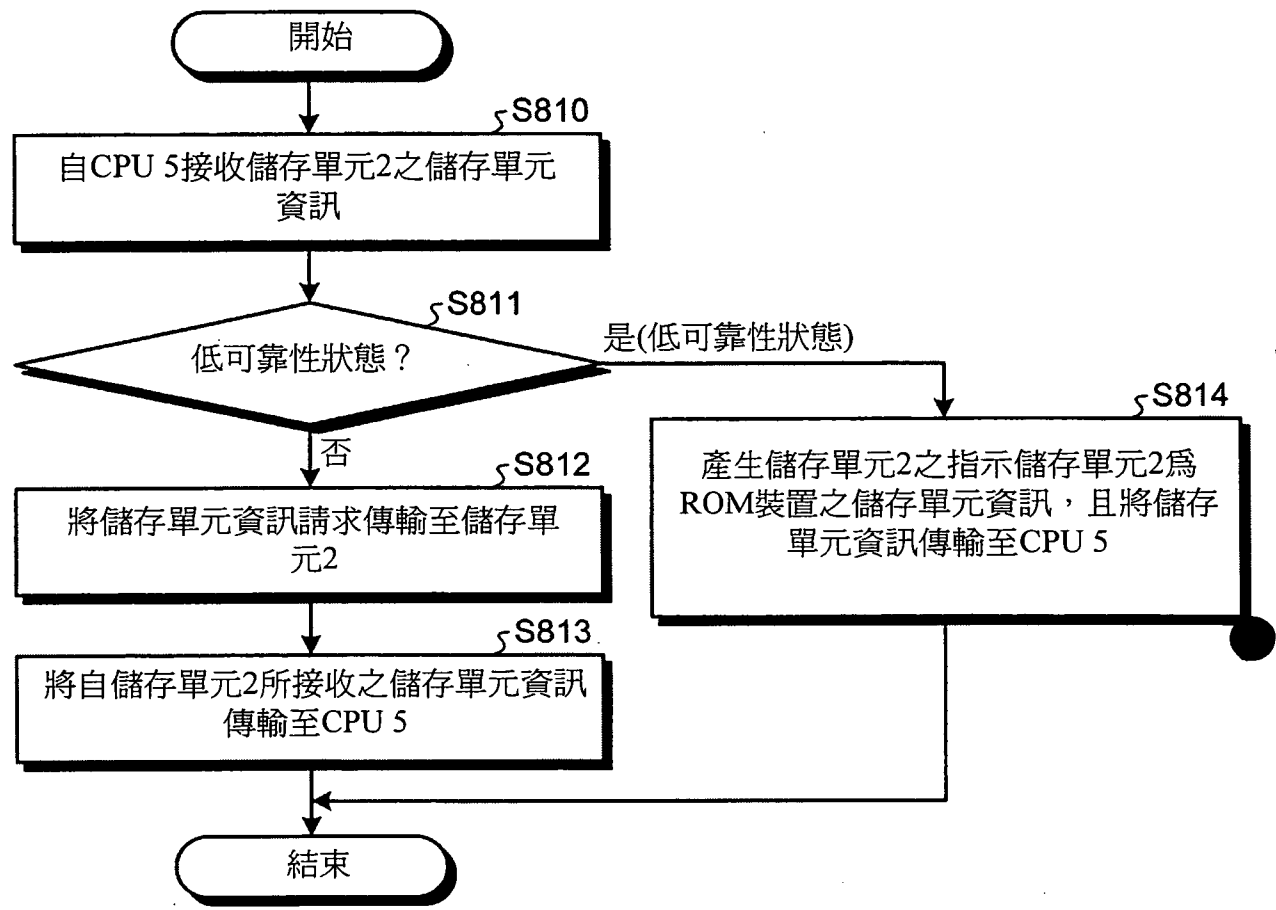


圖81

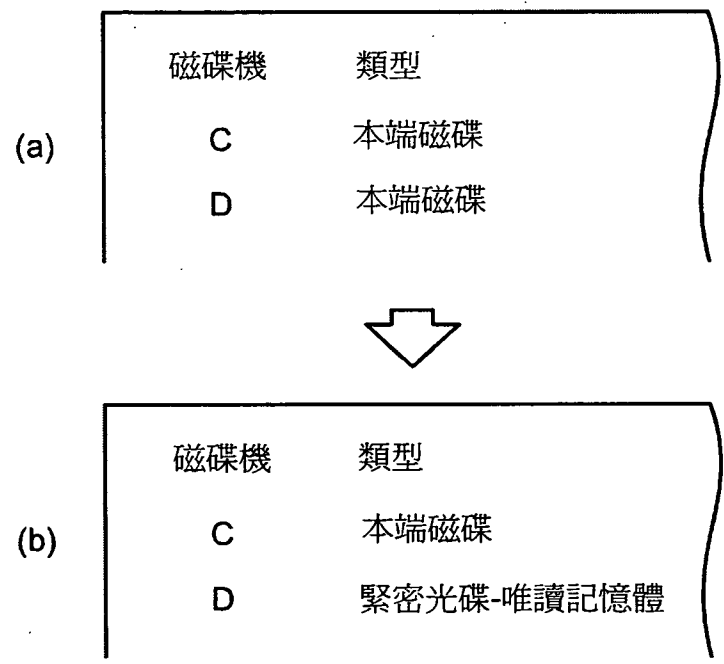


圖82

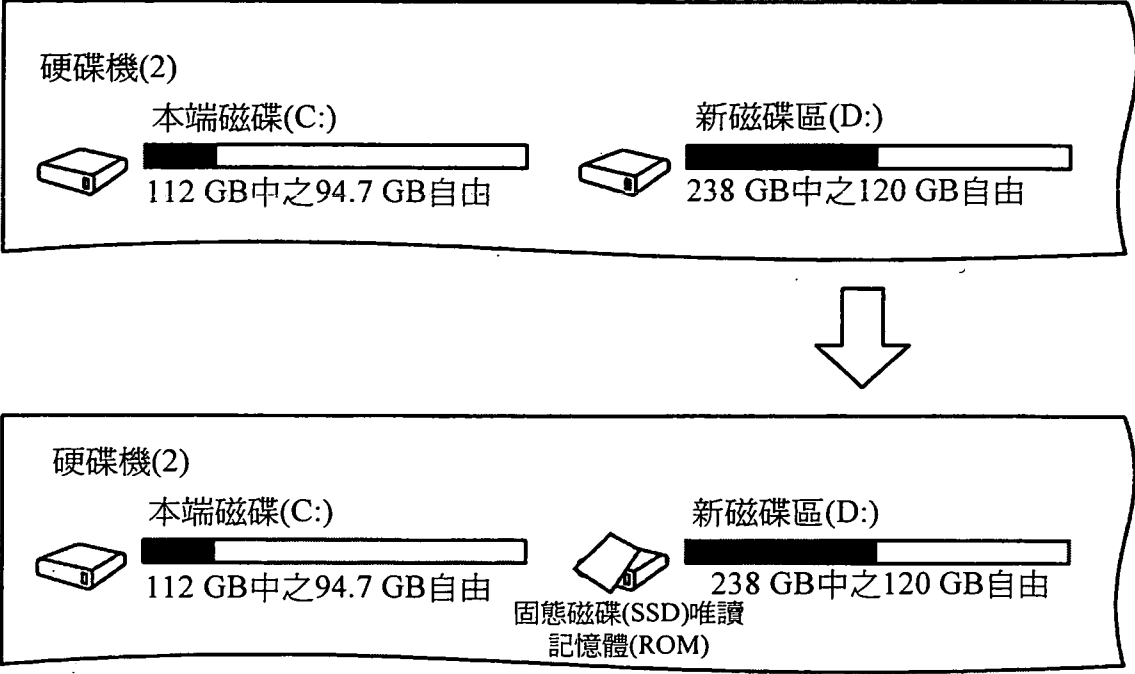


圖83

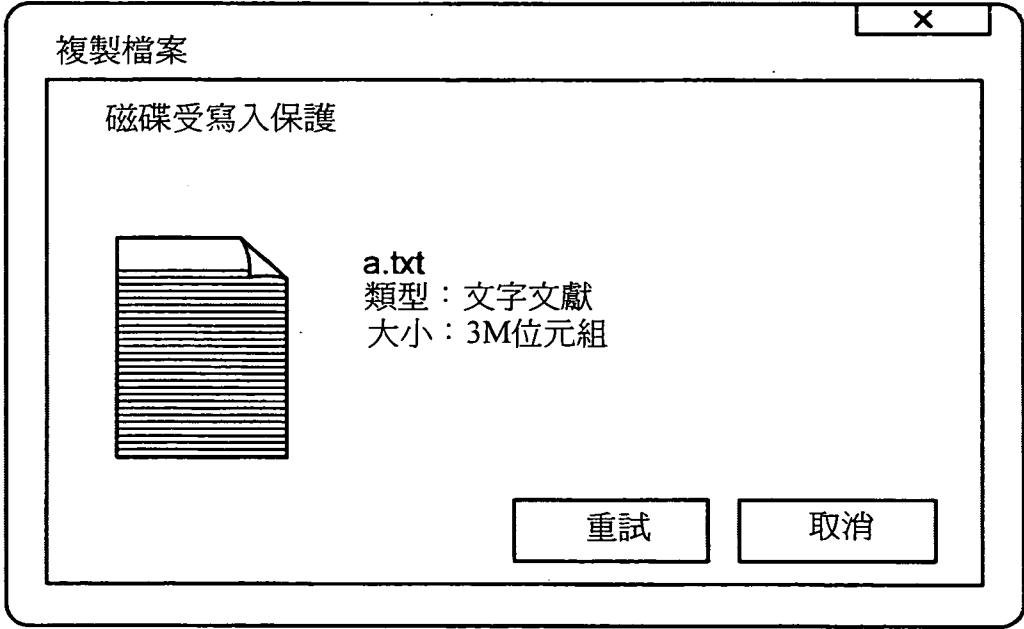


圖84

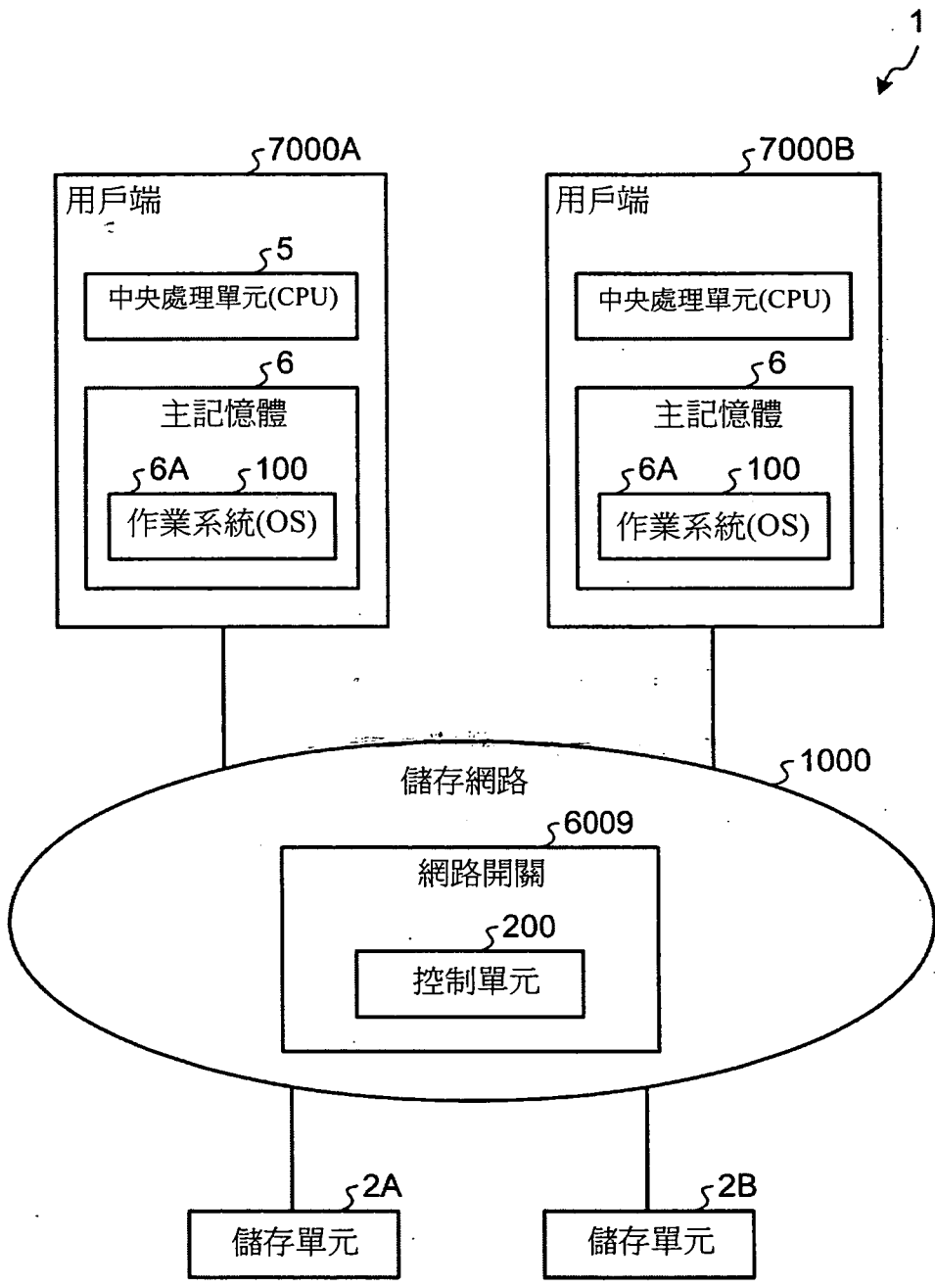


圖85