

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96116619

906F 3/06

※申請日期：96.5.10

※IPC 分類：906F 12/00

906F 1/32

一、發明名稱：(中文/英文)

包含快閃式介面的硬碟驅動器之可調整儲存系統 /
ADAPTIVE STORAGE SYSTEM INCLUDING HARD
DISK DRIVE WITH FLASH INTERFACE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

邁威爾世界貿易有限公司 / Marvell World Trade Ltd.

代表人：(中文/英文)

史帝文 派克 / Steven Parker

住居所或營業所地址：(中文/英文)

巴貝多國 BB14027 聖麥可市布靈頓山莊砲台路 L 層 /

L'Horizon, Gunsite Road, Brittons Hill, St. Michael, Barbados BB14027

國籍：(中文/英文)

巴貝多 / Barbados

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

1. 塞哈 史達佳 / Sehat Sutardja

2. 楊雲 / Yun Yang

國籍：(中文/英文)

1~2. 美國 / USA

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國、2006年5月10日、60/799,151
2. 美國、2006年7月31日、60/820,867
3. 美國、2006年8月11日、11/503,016

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬技術領域】

本發明涉及資料儲存系統，更具體地而言，涉及低功率資料儲存系統。

【先前技術】

膝上型電腦使用有線電源和電池電源二者供電。膝上型電腦的處理器、圖形處理器、記憶體、以及顯示器在操作期間消耗大量的電力。膝上型電腦的一個重要限制是關於該膝上型電腦在不重新充電的情況下使用電池可以操作的時間數量。膝上型電腦的相當高的功率耗散對應於相當短的電池壽命。

現在參考第 1A 圖，其顯示此典型電腦結構 4 包括處理器 6，處理器 6 具有諸如快取之類的記憶體 7。處理器 6 與輸入/輸出 (I/O) 介面 8 通信。揮發性記憶體 9 (例如，隨機存取記憶體 (RAM) 10 及/或其他合適的電子資料儲存體) 亦與介面 8 通信。圖形處理器 11 和諸如快取之類的記憶體 12 增加圖形處理的速度和性能。

諸如鍵盤 13 和點選裝置 14 (例如，滑鼠及/或其他合適的裝置) 之類的一個或更多個 I/O 裝置與介面 8 通信。高功率碟驅動器 (HPDD) 15 (例如具有一個或更多個直徑大於 1.8" 的碟片的碟驅動器) 提供非揮發性記憶體，儲存資料並且與介面 8 通信。HPDD 15 一般在操作期間消耗相當大的功率。在使用電池操作時，頻繁使用 HPDD 15 將大幅縮短電池壽命。電腦結構 4 更包括顯示器 16、諸如音訊揚聲器之類的音頻輸出裝置 17 及/或一般辨識為 18 的其他輸入/輸出裝置。

現在參考第 1B 圖，典型電腦結構 20 包括：處理器晶片組 22 和 I/O 晶片組 24。例如，該電腦結構可以是北橋/南橋結構 (具有與北橋晶片組相對應的處理晶片組和與南橋晶片組相對應的 I/O 晶片組) 或者其他類似的結構。處理晶片組 22 經由匯流排系統 27 與處理器 25 和圖形處理器 26 通信。處理晶片組 22 控制與揮發性記憶體 28 (例如，外部 DRAM 或者其他記憶體)、週邊元件互連 (PCI) 匯流排 30 及/或位準 2 快取記憶體 32 的交互作用。位準 1 快取記憶體 33 和 34 可以分別被與處理器 25 及/或圖形處理器

26 相關聯。在替代實施例中，加速圖形埠 (AGP) (未示出) 與處理晶片組 22 通信，而不與圖形處理器 26 通信，及/或還與圖形處理器 26 通信。處理晶片組 22 典型但無須使用多個晶片執行。PCI 槽 36 對 PCI 匯流排 30 形成介面。

I/O 晶片組 24 對基本形式的輸入/輸出 (I/O) 進行管理。I/O 晶片組 24 經由工業標準結構 (ISA) 匯流排 44 與通用串列匯流排 (USB) 40、音頻裝置 41、鍵盤 (KBD) 及/或點選裝置 42、以及基本輸入/輸出系統 (BIOS) 43 通信。不同於處理晶片組 22，I/O 晶片組 24 典型 (但無須) 使用單個晶片執行，該晶片被連接到 PCI 匯流排 30。諸如硬碟驅動器之類的 HPDD 50 也與 I/O 晶片組 24 通信。HPDD 50 儲存由處理器 25 執行的全功能作業系統 (OS)，例如，Windows XP®、Windows 2000®、Linux 和依據 MAC® 的 OS。

【發明內容】

一種用於具有高功率和低功率模式的裝置的碟驅動器系統，包括低功率碟驅動器 (LPDD) 和高功率碟驅動器 (HPDD)。LPDD 和 HPDD 中的至少一個經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信。

在其他特徵中，控制模組包括辨識 LPDD 中的最少使用區塊 (LUB) 的 LUB 模組，並且在接收到資料儲存請求和資料擷取請求中的至少一個時，在低功率模式期間有將 LUB 選擇地傳送到 HPDD。在寫資料的儲存請求期間，如果對於該寫資料 LPDD 上有足夠的空間可用，則控制模組將寫資料傳送到該 LPDD。如果在 LPDD 上沒有可用於寫資料的足夠空間，則控制模組電力啟動 HPDD，並且將 LUB 從 LPDD 傳送到 HPDD，然後將寫資料傳送到 LPDD。控制模組包括調整式儲存模組，所述調整式儲存模組在 LPDD 上沒有可用於寫資料的足夠空間時，判斷該寫資料是否有可能在 LUB 之前被使用。如果寫資料有可能在 LUB 之後被使用，則控制模組將寫資料儲存到 HPDD 上。如果寫資料有可能在 LUB 之前被使用，則控制模組電力啟動 HPDD，並且將 LUB 從 LPDD 傳送到該 HPDD，然後將寫資料傳送到 LPDD。

在其他特徵中，在讀資料的所述資料擷取請求期間，如果該讀資料被儲存在 LPDD 中，則控制模組從 LPDD 擷取該讀資料。控制模組包括調整式儲存模組，其在讀資料不位於 LPDD 上時，該調整式儲存模組判斷該讀資料是否有可能將被使用一次，並且如果讀資料可能將被使用一次，則控制模組從 HPDD 擷取該讀資料。如果調整式儲存模組判斷讀資料有可能將被使用多於一次，則如果對於該讀資料在 LPDD 上有足夠的空間可用，控制模組則將該讀資料從 HPDD 傳送到 LPDD。如果調整式儲存模組判斷讀資料有可能將被使用多於一次，則如果對於該讀資料在 LPDD 上沒有足夠的空間可用，控制模組則將 LUB 從 LPDD 傳送到 HPDD，並且將該讀資料從 HPDD 傳送到 LPDD。如果對於讀資料在 LPDD 上有足夠的空間可用，則控制模組將讀資料從 HPDD 傳送到 LPDD。如果對於讀資料在 LPDD 上沒有足夠的空間可用，則控制模組將 LUB 從 LPDD 傳送到 HPDD，然後將讀資料從 HPDD 傳送到該 LPDD。如果讀資料不位於 LPDD 上，則控制模組從 HPDD 擷取該讀資料。

在其他特徵中，HPDD 包括一個或更多個碟片，其中這一個或更多個碟片具有大於 1.8”的直徑，並且 LPDD 包括一個或更多個碟片，其中這一個或更多個碟片具有小於等於 1.8”的直徑。HPDD 和 LPDD 經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信。控制模組與 LPDD 和 HPDD 通信。在低功率模式中寫資料的儲存請求期間，控制模組判斷對於寫資料在 LPDD 上是否存在足夠的空間可用，並且如果有足夠的空間可用，則將寫資料傳送到 LPDD。HPDD 和 LPDD 經由非揮發性半導體記憶體介面與裝置通信。如果沒有足夠的空間可用，則控制模組將寫資料儲存到 HPDD 上。控制模組更包括 LPDD 維護模組，該 LPDD 維護模組在高功率模式期間將資料檔案從 LPDD 傳送到 HPDD 來增加 LPDD 上的可用碟空間。LPDD 維護模組依據年齡、大小和在低功率模式中將來使用的可能性中的至少一個傳送資料檔案。

在其他特徵中，HPDD 包括一個或更多個碟片，其中這一個或更多個碟片具有大於 1.8”的直徑，並且其中 LPDD 包括一個或更多個碟片，其中這一個或更多個碟片具有小於等於 1.8”的直徑。

一種用於對用於具有高功率模式和低功率模式的裝置的碟驅動器系統進行操作的方法，包括：提供低功率碟驅動器（LPDD）和高功率碟驅動器（HPDD）；以及經由非揮發性半導體記憶體介面在 LPDD 和 HPDD 中的至少一個與該裝置之間通信。

在其他特徵中，該方法包括：辨識 LPDD 中的 LUB；以及在接收到資料儲存請求和資料擷取請求中的至少一個時，在低功率模式期間有選擇地將 LUB 傳送到 HPDD。該方法包括在寫資料的儲存請求期間，如果對於寫資料 LPDD 上有足夠的空間可用，則將該寫資料傳送到 LPDD。該方法包括如果在 LPDD 上沒有可用於寫資料的足夠空間，則對 HPDD 提供電力，並且將 LUB 從 LPDD 傳送到該 HPDD，然後將寫資料傳送到 LPDD。該方法更包括在 LPDD 上沒有可用於寫資料的足夠空間時，判斷寫資料是否有可能在 LUB 之前被使用。該方法包括如果寫資料有可能在 LUB 之後被使用，則將寫資料儲存到 HPDD 上。該方法包括如果寫資料有可能在 LUB 之前被使用，則啓動 HPDD，並且將 LUB 從 LPDD 傳送到該 HPDD，然後將該寫資料傳送到該 LPDD。該方法包括在讀資料的資料擷取請求期間，如果該讀資料被儲存在 LPDD 中，則從該 LPDD 擷取該讀資料。該方法包括在讀資料不位於 LPDD 上時判斷該讀資料是否有可能將被使用一次；如果該讀資料可能將被使用一次，則控制模組從 HPDD 擷取該讀資料。

在其他特徵中，該方法包括如果讀資料有可能將被使用多於一次，則如果對於該讀資料在 LPDD 上有足夠的空間可用，則將該讀資料從 HPDD 傳送到 LPDD。該方法包括如果讀資料有可能將被使用多於一次，則如果對於該讀資料在 LPDD 上沒有足夠的空間可用，則將 LUB 從該 LPDD 傳送到 HPDD，並且將該讀資料從該 HPDD 傳送到該 LPDD。該方法包括如果對於讀資料在 LPDD 上有足夠的空間可用，則將該讀資料從 HPDD 傳送到該 LPDD。該方法包括如果對於讀資料在 LPDD 上沒有足夠的空間可用，則將 LUB 從該 LPDD 傳送到 HPDD，並且將讀資料從該 HPDD 傳送到該 LPDD。該方法包括如果讀資料不位於 LPDD 上，則從 HPDD 擷取該讀資料。HPDD 和 LPDD 經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信。該方法包括判斷對於寫資料在 LPDD 上是否有足夠的空間可用，並且如果在低功率模式中

在寫資料的儲存請求期間有足夠的空間可用，則將寫資料傳送到該 LPDD。

在其他特徵中，HPDD 和 LPDD 經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信。該方法包括如果沒有足夠的空間可用則將寫資料儲存到 HPDD 上。該方法包括在高功率模式期間將資料檔案從 LPDD 傳送到 HPDD 來增加該 LPDD 上的可用碟空間。該方法包括依據年齡、大小和在低功率模式中將來使用的可能性中的至少一個傳送資料檔案。

一種用於具有高功率模式和低功率模式的裝置的碟驅動器系統，包括：非揮發性半導體記憶體介面裝置，用於介面此記憶體；低功率碟驅動器 (LPDD)；和高功率碟驅動器 (HPDD)，其中該 LPDD 和 HPDD 中的至少一個經由該非揮發性半導體記憶體介面裝置與該裝置通信。

在其他特徵中，用於控制的控制裝置包括用於辨識 LPDD 中的最少使用區塊 (LUB) 的 LUB 裝置。該控制裝置在接收到資料儲存請求和資料擷取請求中的至少一個時，在低功率模式期間有選擇地將 LUB 傳送到 HPDD。在寫資料的儲存請求期間，如果對於該寫資料在 LPDD 上有足夠的空間可用，則控制裝置將寫資料傳送到該 LPDD。如果在 LPDD 上沒有可用於寫資料的足夠空間，則控制裝置提供電力給 HPDD，並且將 LUB 從 LPDD 傳送到 HPDD，且將寫資料傳送到該 LPDD。控制裝置包括調整式儲存裝置，所述調整式儲存裝置在 LPDD 上沒有可用於寫資料的足夠空間時，判斷該寫資料是否有可能在 LUB 之前被使用。如果寫資料有可能在 LUB 之後被使用，則控制裝置將寫資料儲存到 HPDD 上。如果寫資料有可能在 LUB 之前被使用，則控制裝置提供電力給 HPDD，並且將 LUB 從 LPDD 傳送到該 HPDD，然後將寫資料傳送到 LPDD。在讀資料的資料擷取請求期間，如果該讀資料被儲存在 LPDD 中，則控制裝置從 LPDD 擷取該讀資料。控制裝置包括調整式儲存裝置，在讀資料不位於 LPDD 上時，該調整式儲存裝置判斷該讀資料是否有可能將被使用一次，並且，其中如果讀資料可能將被使用一次，則控制裝置從 HPDD 擷取該讀資料。

在其他特徵中，如果調整式儲存裝置判斷讀資料有可能將被使用多於一次，則如果對於該讀資料在 LPDD 上有足夠的空間可用，控制裝置則將該讀資料從 HPDD 傳送到 LPDD。如果調整式儲存裝置判斷讀資料有可能

將被使用多於一次，則如果對於該讀資料在 LPDD 上沒有足夠的空間可用，控制裝置則將 LUB 從 LPDD 傳送到 HPDD，並且將該讀資料從 HPDD 傳送到 LPDD。如果對於讀資料在 LPDD 上有足夠的空間可用，則控制裝置將讀資料從 HPDD 傳送到 LPDD。如果對於讀資料在 LPDD 上沒有足夠的空間可用，則控制裝置將 LUB 從 LPDD 傳送到 HPDD，且將讀資料從 HPDD 傳送到該 LPDD。如果讀資料不位於 LPDD 上，則控制裝置從 HPDD 擷取該讀資料。HPDD 包括一個或更多個碟片，其中這一個或更多個碟片具有大於 1.8”的直徑，並且 LPDD 包括一個或更多個碟片，其中這一個或更多個碟片具有小於等於 1.8”的直徑。

在其他特徵中，HPDD 和 LPDD 經由非揮發性半導體記憶體介面裝置與該裝置通信。用於控制的控制裝置與 LPDD 和 HPDD 通信。在低功率模式中寫資料的儲存請求期間，控制裝置判斷對於寫資料在 LPDD 上是否存在足夠的空間可用，並且如果有足夠的空間可用則將寫資料傳送到 LPDD。HPDD 和 LPDD 經由非揮發性半導體記憶體介面裝置與該裝置通信。如果沒有足夠的空間可用，則控制裝置將寫資料儲存到 HPDD 上。控制裝置更包括 LPDD 維護裝置，該 LPDD 維護裝置在高功率模式期間將資料檔案從 LPDD 傳送到 HPDD 來增加 LPDD 上的可用碟空間。

在其他特徵中，LPDD 維護裝置依據年齡、大小和在低功率模式中將來使用的可能性中的至少一個傳送資料檔案。HPDD 包括一個或更多個碟片，其中這一個或更多個碟片具有大於 1.8”的直徑，並且其中 LPDD 包括一個或更多個碟片，其中這一個或更多個碟片具有小於等於 1.8”的直徑。

一種用於包括高功率模式和低功率模式的裝置的資料儲存系統，包括：低功率 (LP) 非揮發性記憶體，該 LP 非揮發性記憶體包括具有非揮發性半導體記憶體介面的 LP 快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD。LP HDD 經由該非揮發性半導體記憶體介面與所述裝置通信。高功率 (HP) 非揮發性記憶體與該裝置通信。

在其他特徵中，快取控制模組與該 LP 和 HP 非揮發性記憶體通信，並且包括調整式儲存模組。當寫資料要被寫到 LP 和 HP 非揮發性記憶體之一時，調整式儲存模組產生選擇該 LP 和 HP 非揮發性記憶體之一的調整式儲

存決定。HP 非揮發性記憶體包括經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信的 HP HDD。該調整式決定是依據與寫資料的在先使用相關聯的功率模式、寫資料的大小、寫資料的最近使用日期和該寫資料的手工超控狀態中的至少一個的。LP HDD 包括一個或更多個碟片。該一個或更多個碟片具有小於等於 1.8”的直徑。HP 非揮發性記憶體包括具有一個或更多個碟片的硬碟驅動器。這一個或更多個碟片具有大於 1.8”的直徑。

在其他特徵中，快取控制模組與 LP 和 HP 非揮發性記憶體通信，並且包括驅動器功率降低模組。當讀資料在低功率模式期間被從 HP 非揮發性記憶體讀取、並且該讀資料包括依序存取資料檔案時，該驅動器功率降低模組計算從該 HP 非揮發性記憶體到 LP 非揮發性記憶體的讀資料的區段的傳送突發期間。HP 非揮發性記憶體包括經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信的 HP HDD。驅動器功率降低模組選擇突發期間，來在低功率模式期間重播讀資料時降低功率消耗。HP 非揮發性記憶體包括高功率碟驅動器 (HPDD)。突發期間是依據 LP HDD 的自旋啟動時間、HPDD 的自旋啟動時間、LP HDD 的功率消耗、HPDD 的功率消耗、讀資料的重播長度、以及 LP HDD 的容量中的至少之一。

在其他特徵中，作業系統與 LP 和 HP 非揮發性記憶體通信，並且包括驅動器功率降低模組。當讀資料在低功率模式期間被從 HP 非揮發性記憶體讀取、並且該讀資料包括依序存取資料檔案時，該驅動器功率降低模組計算：從該 HP 非揮發性記憶體到 LP 非揮發性記憶體的讀資料的區段的傳送突發期間。HP 非揮發性記憶體包括：與非揮發性半導體記憶體介面通信的 HP HDD。驅動器功率降低模組選擇突發期間，來在低功率模式期間重播讀資料時降低功率消耗。HP 非揮發性記憶體包括高功率碟驅動器 (HPDD)。突發期間是依據 LP HDD 的自旋啟動時間、HPDD 的自旋啟動時間、LP HDD 的功率消耗、HPDD 的功率消耗、讀資料的重播長度、以及 LP HDD 的容量中的至少一個的。

在其他特徵中，主機控制模組與 LP 和 HP 非揮發性記憶體通信，並且包括調整式儲存模組。在寫資料要被寫到 LP 和 HP 非揮發性記憶體之一時，調整式儲存模組產生調整式儲存決定，選擇 LP 和 HP 非揮發性記憶體

之一。HP 非揮發性記憶體包括：與非揮發性半導體記憶體介面通信的 HP HDD。該調整式決定是依據與寫資料的在先使用相關聯的功率模式、寫資料的大小、寫資料的最近使用日期、以及該寫資料的手工超控狀態中之至少之一。

在其他特徵中，主機控制模組與 LP 和 HP 非揮發性記憶體通信，並且包括驅動器功率降低模組。當讀資料在低功率模式期間被從 HP 非揮發性記憶體讀取、以及該讀資料包括依序存取資料檔案時，該驅動器功率降低模組計算從該 HP 非揮發性記憶體到 LP 非揮發性記憶體的讀資料的區段的傳送突發期間。HP 非揮發性記憶體包括：與非揮發性半導體記憶體介面通信的 HP HDD。驅動器功率降低模組選擇突發期間，來在低功率模式期間重播讀資料時降低功率消耗。HP 非揮發性記憶體包括高功率碟驅動器 (HPDD)。突發期間是依據 LP HDD 的自旋啟動時間、HPDD 的自旋啟動時間、LP HDD 的功率消耗、HPDD 的功率消耗、讀資料的重播長度、以及 LP HDD 的容量中之至少之一。

在其他特徵中，作業系統與 LP 和 HP 非揮發性記憶體通信，並且包括調整式儲存模組。在寫資料要被寫到 LP 和 HP 非揮發性記憶體之一時，調整式儲存模組產生調整式儲存決定，且選擇 LP 和 HP 非揮發性記憶體之一。HP 非揮發性記憶體包括：與非揮發性半導體記憶體介面通信的 HP HDD。該調整式決定是依據與寫資料的在先使用相關聯的功率模式、寫資料的大小、寫資料的最近使用日期、以及該寫資料的手工超控狀態中之至少之一。

一種用於對用於包括高功率模式和的功率模式的裝置的資料儲存系統之操作方法，包括：提供低功率 (LP) 非揮發性記憶體，該 LP 非揮發性記憶體包括具有非揮發性半導體記憶體介面的 LP 快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD，其中該 LP HDD 經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信；提供高功率 (HP) 非揮發性記憶體；以及依據所選擇的裝置的功率模式，選擇 LP 非揮發性記憶體和 HP 非揮發性記憶體中的至少之一。

在其他特徵中，該方法包括在寫資料要被寫到 LP 和 HP 非揮發性記憶體之一時，產生選擇該 LP 和 HP 非揮發性記憶體之一的調整式儲存決定。

HP 非揮發性記憶體包括經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信的 HP HDD。該調整式決定是依據與寫資料的在先使用相關聯的功率模式、寫資料的大小、寫資料的最近使用日期、以及和該寫資料的手工超控狀態中之至少之一。該方法包括在讀資料在低功率模式期間被從 HP 非揮發性記憶體讀取、且該讀資料包括依序存取資料檔案時，計算從該 HP 非揮發性記憶體到 LP 非揮發性記憶體的讀資料的區段的傳送突發期間。HP 非揮發性記憶體包括經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信的 HP HDD。該方法包括選擇突發期間，來在低功率模式期間重播讀資料時降低功率消耗。HP 非揮發性記憶體包括高功率碟驅動器 (HPDD)。

在其他特徵中，突發期間是依據 LP HDD 的自旋啟動時間、HPDD 的自旋啟動時間、LP HDD 的功率消耗、HPDD 的功率消耗、讀資料的重播長度、以及 LP HDD 的容量中之至少之一。該方法包括當讀資料在低功率模式期間被從 HP 非揮發性記憶體讀取、且該讀資料包括依序存取資料檔案時，計算從該 HP 非揮發性記憶體到 LP 非揮發性記憶體的讀資料的區段的傳送突發期間。HP 非揮發性記憶體包括：與非揮發性半導體記憶體介面通信的 HP HDD。該方法包括選擇突發期間，來在低功率模式期間重播讀資料時降低功率消耗。HP 非揮發性記憶體包括高功率碟驅動器 (HPDD)。突發期間是依據 LP HDD 的自旋啟動時間、HPDD 的自旋啟動時間、LP HDD 的功率消耗、HPDD 的功率消耗、讀資料的重播長度、以及 LP HDD 的容量中之至少之一。

一種用於包括高功率模式和低功率模式的裝置的資料儲存系統，包括：用於儲存資料的低功率 (LP) 非揮發性儲存裝置，該 LP 非揮發性儲存裝置包括具有用於介面之非揮發性半導體記憶體介面裝置的 LP 快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD，其中 LP HDD 經由非揮發性半導體記憶體介面裝置與該裝置通信；以及與該裝置通信的用於儲存資料的高功率 (HP) 非揮發性儲存裝置。

在其他特徵中，用於對快取進行控制的快取控制裝置與該 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置通信，並且包括調整式儲存裝置，所述調整式儲存裝置用於在寫資料要被寫到 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置之一時，產生選擇該 LP

和 HP 非揮發性儲存裝置之一的調整式儲存決定。HP 非揮發性儲存裝置包括經由非揮發性半導體記憶體介面裝置與該裝置通信的 HP HDD。該調整式決定是依據與寫資料的在先使用相關聯的功率模式、寫資料的大小、寫資料的最近使用日期、以及該寫資料的手工超控狀態中的至少一個的。LP HDD 包括一個或更多個碟片。該一個或更多個碟片具有小於等於 1.8”的直徑，並且 HP 非揮發性儲存裝置包括具有一個或更多個碟片的硬碟驅動器，其中，這一個或更多個碟片具有大於 1.8”的直徑。

在其他特徵中，快取控制裝置與 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置通信，並且包括驅動器功率降低裝置，該驅動器功率降低裝置用於在讀資料在低功率模式期間被從 HP 非揮發性儲存裝置讀取、且該讀資料包括依序存取資料檔案時，計算從該 HP 非揮發性儲存裝置到 LP 非揮發性儲存裝置的讀資料的區段傳送之突發期間。HP 非揮發性儲存裝置包括：經由非揮發性半導體記憶體介面裝置與該裝置通信的 HP HDD。驅動器功率降低裝置選擇突發期間，來在低功率模式期間重播讀資料時降低功率消耗。HP 非揮發性儲存裝置包括高功率碟驅動器 (HPDD)。突發期間是依據 LP HDD 的自旋啟動時間、HPDD 的自旋啟動時間、LP HDD 的功率消耗、HPDD 的功率消耗、讀資料的重播長度、以及 LP HDD 的容量中之至少之一。

在其他特徵中，作業系統與 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置通信，並且包括驅動器功率降低裝置，該驅動器功率降低裝置用於在讀資料在低功率模式期間被從 HP 非揮發性儲存裝置讀取、且該讀資料包括依序存取資料檔案時，計算從該 HP 非揮發性儲存裝置到 LP 非揮發性儲存裝置的讀資料的區段傳送之突發期間。HP 非揮發性儲存裝置包括：與非揮發性半導體儲存裝置介面通信的 HP HDD。驅動器功率降低裝置選擇突發期間，來在低功率模式期間重播讀資料時降低功率消耗。HP 非揮發性儲存裝置包括高功率碟驅動器 (HPDD)。突發期間是依據 LP HDD 的自旋啟動時間、HPDD 的自旋啟動時間、LP HDD 的功率消耗、HPDD 的功率消耗、讀資料的重播長度、以及 LP HDD 的容量中之至少之一。

在其他特徵中，主機控制裝置用於控制與 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置通信，並且包括調整式儲存裝置，該調整式儲存裝置用於在寫資料要被寫

到 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置之一時，產生調整式儲存決定，該調整式儲存決定選擇 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置之一。HP 非揮發性儲存裝置包括：與非揮發性半導體儲存裝置介面通信的 HP HDD。該調整式決定是依據與寫資料的在先使用相關聯的功率模式、寫資料的大小、寫資料的最近使用日期、以及該寫資料的手工超控狀態中之至少之一。

在其他特徵中，主機控制裝置用於控制與 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置通信，並且包括驅動器功率降低裝置，該驅動器功率降低裝置用於當讀資料在低功率模式期間被從 HP 非揮發性儲存裝置讀取、且該讀資料包括依序存取資料檔案時，計算從該 HP 非揮發性儲存裝置到 LP 非揮發性儲存裝置的讀資料的區段傳送之突發期間。HP 非揮發性儲存裝置包括：與非揮發性半導體儲存裝置介面通信的 HP HDD。驅動器功率降低裝置選擇突發期間，來在低功率模式期間重播讀資料時降低功率消耗。HP 非揮發性儲存裝置包括高功率碟驅動器 (HPDD)。突發期間是依據 LP HDD 的自旋啟動時間、HPDD 的自旋啟動時間、LP HDD 的功率消耗、HPDD 的功率消耗、讀資料的重播長度、以及 LP HDD 的容量中之至少之一。

在其他特徵中，作業系統與 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置通信，並且包括調整式儲存裝置，該調整式儲存裝置用於在寫資料要被寫到 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置之一時，產生調整式儲存決定，該調整式儲存決定選擇 LP 和 HP 非揮發性儲存裝置之一。HP 非揮發性儲存裝置包括：與非揮發性半導體儲存裝置介面通信的 HP HDD。該調整式決定是依據與寫資料的在先使用相關聯的功率模式、寫資料的大小、寫資料的最近使用日期、以及該寫資料的手工超控狀態中之至少之一。

一種操作於低功率模式和高功率模式中的裝置，包括：揮發性記憶體；非揮發性記憶體，該非揮發性記憶體包括具有非揮發性半導體記憶體介面的低功率 (LP) 快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 和具有非揮發性記憶體介面的高功率 HDD；以及作業系統，該作業系統包括虛擬記憶體調節模組，該虛擬記憶體調節模組使得能夠指定非揮發性記憶體的至少一部分，用於分頁檔案來增加該裝置系統的虛擬記憶體。

一種處理裝置，具有高功率模式和低功率模式，並且包括：與該處理

裝置通信的第一非揮發性記憶體，其儲存在高功率模式期間由該處理裝置執行的第一作業系統；以及與該處理裝置通信的第二非揮發性記憶體，其儲存在低功率模式期間由該處理裝置執行的第二作業系統，其中第二非揮發性記憶體包括：具有非揮發性半導體記憶體介面的低功率（LP）快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD。

在其他特徵中，第一非揮發性記憶體包括：與非揮發性半導體記憶體介面通信、並且儲存該第一作業系統的高功率（HP）HDD。主要處理裝置與該第一非揮發性記憶體通信，並且在高功率模式期間執行第一作業系統。次要處理裝置與第二非揮發性記憶體通信，並且在低功率模式期間執行第二作業系統。第一作業系統是全功能作業系統，並且第二系統是功能受限作業系統。主要圖形處理裝置在高功率模式期間與第一非揮發性記憶體通信，並且支援全功能圖形處理；並且次要圖形處理裝置在低功率模式期間與第二非揮發性記憶體通信，並且支援功能受限圖形處理。全功能作業系統和功能受限作業系統共用共同資料格式。

一種操作於低功率模式和高功率模式中的裝置，包括：用於儲存資料的揮發性儲存裝置；用於儲存資料的非揮發性儲存裝置，包括具有用於介面的非揮發性半導體記憶體介面裝置的低功率（LP）快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD、以及具有用於介面的非揮發性半導體記憶體介面裝置的高功率 HDD 中之至少之一；以及作業系統，該作業系統包括虛擬儲存調節裝置，用於使得能夠將非揮發性儲存裝置的至少一部分指定用於分頁檔案來增加該裝置系統的虛擬儲存。

一種具有高功率模式和低功率模式的處理裝置，包括：用於儲存資料的第一非揮發性儲存裝置，其與處理裝置通信，並且儲存在高功率模式期間由該處理裝置執行的第一作業系統；以及用於儲存資料的第二非揮發性儲存裝置，其與處理裝置通信，並且儲存在低功率模式期間由該處理裝置執行的第二作業系統，其中該第二非揮發性儲存裝置包括、具有用於介面的非揮發性半導體記憶體介面裝置的低功率（LP）快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD。

在其他特徵中，第一非揮發性儲存裝置包括：與非揮發性半導體記憶

體介面裝置進行通信、並且儲存第一作業系統的高功率 (HP) HDD。主要處理裝置與第一非揮發性儲存裝置通信，用於在高功率模式期間執行第一作業系統。次要處理裝置與第二非揮發性儲存裝置通信，用於在的功率模式期間執行第二作業系統。第一作業系統是全功能作業系統，第二作業系統是功能受限作業系統。

在其他特徵中，主要圖形處理裝置與在高功率模式期間與第一非揮發性記憶體通信，用於支援全功能圖形處理。次要圖形處理裝置在低功率模式期間與第二非揮發性儲存裝置通信，用於支援功能受限圖形處理。全功能作業系統和功能受限作業系統共用共同資料格式。

一種用於在低功率模式和高功率模式中操作裝置的方法，包括：提供揮發性記憶體和非揮發性記憶體，該非揮發性記憶體包括具有、非揮發性半導體記憶體介面的低功率 (LP) 快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD、以及具有非揮發性半導體記憶體介面的高功率 HDD 中的至少一個；以及使用作業系統使得能夠指定非揮發性記憶體的至少一部分、用於分頁檔案來增加該裝置的虛擬記憶體。

一種用於操作具有高功率模式和低功率模式的處理裝置的方法，包括：提供與處理裝置通信的第一非揮發性記憶體；將第一作業系統儲存到該第一非揮發性記憶體中；在高功率模式期間使用處理裝置執行該第一作業系統；提供與處理裝置通信的第二非揮發性記憶體；將第二作業系統儲存到該第二非揮發性記憶體中；在低功率模式期間使用處理裝置執行該第二作業系統。該第二非揮發性記憶體包括：具有非揮發性半導體記憶體介面的低功率 (LP) 快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD。

在其他特徵中，第一非揮發性記憶體包括：與非揮發性半導體記憶體介面進行通信、並且儲存第一作業系統的高功率 (HP) HDD。該方法包括提供主要處理裝置，該主要處理裝置與第一非揮發性記憶體通信並且在高功率模式期間執行第一作業系統；以及提供次要處理裝置，該次要處理裝置與第二非揮發性記憶體通信，並且在低功率模式期間執行第二作業系統。第一作業系統是全功能作業系統，並且第二作業系統是功能受限作業系統。該方法包括：提供與第一非揮發性記憶體通信並且在高功率模式期

間支援全功能圖形處理的主要圖形處理裝置；以及提供與第二非揮發性記憶體通信、並且在低功率模式期間支援功能受限圖形處理的次要圖形處理裝置。該方法包括在全功能作業系統和功能受限作業系統之間共用共同資料格式。

在任何前述執行方式中，具有非揮發性半導體記憶體介面的 HDD 包括非揮發性半導體記憶體介面，其中該非揮發性半導體記憶體介面包括：與控制模組通信的介面信號線。緩衝器記憶體儲存從控制模組和 LPDD 接收到的資料。快閃記憶體控制器使用藉由非揮發性半導體記憶體介面上模擬 LPDD 的資料傳送協定。記憶體包裝器與介面控制器和緩衝器控制器通信。記憶體包裝器根據控制模組和 HDD 的資料傳送速率控制緩衝器記憶體。

在其他特徵中，快閃記憶體控制器對介面信號線進行控制來執行對 HDD 的隨機讀取，並且對介面信號線進行控制來執行 HDD 的隨機寫。快閃記憶體控制器對介面信號線進行控制來執行 HDD 的依序讀取，並且對介面信號線進行控制來執行 HDD 的依序寫。快閃記憶體控制器對介面信號線進行控制，來執行在控制模組和 HDD 之間的指令傳送。

在其他特徵中，快閃記憶體控制器將一組 HDD 指令映射到相應的一組快閃記憶體指令。暫存器記憶體經由處理器匯流排與介面控制器和 HDD 處理器通信。暫存器記憶體儲存由 HDD 處理器和控制模組規劃的指令。快閃記憶體控制器將從 HDD 讀取的資料儲存到緩衝器記憶體中，來對控制模組和 HDD 之間的資料傳送速率差進行補償，並且將資料就緒信號發送到控制模組來指示在記憶體暫存器中存在資料。快閃記憶體控制器將來自控制模組的寫資料儲存到緩衝器記憶體中，以對控制模組和 HDD 之間的資料傳送速率差進行補償，並且向控制模組發送資料就緒信號，來指示在記憶體緩衝器中存在資料。非揮發性半導體記憶體介面是 NAND 型非揮發性半導體記憶體介面。

在其他特徵中，非揮發性半導體記憶體介面包括快閃記憶體介面。非揮發性半導體記憶體介面裝置包括快閃記憶體介面。

本發明應用之其他範圍將從以下所提供之詳細說明而為明顯。然而，應瞭解，此等詳細說明與特定例，雖然顯示本發明較佳實施例，但是其用

意之目的僅為說明，而其用意並非限制本發明之範圍。

【實施方式】

本發明將由以下詳細說明並參考所附圖式而獲得更完整瞭解。

此等較佳實施例之以下說明之性質僅為典範，其用意並非在於限制本發明之應用與使用。為了清楚目的，在此等圖中使用相同的參考號碼以稱呼類似元件。如同在此所使用，此名詞模組及/或裝置是指：特殊應用積體電路(ASIC)、電子電路、執行一個或更多個軟體或韌體程式之處理器(共用的、專用的或群組)與記憶體、組合邏輯電路，及/或提供上述功能的其他適當元件。

如同在此所使用，此術語“高功率模式”指主機裝置的主機處理器及/或主要圖形處理器的活性操作。此術語“低功率模式”指在次要處理器和次要圖形處理器可操作時，主要處理器及/或主要圖形處理器的低功率休眠模式、關機模式及/或非回應模式。“關機模式”指主要和次要處理器都關機的情形。

此術語“低功率碟驅動器”或 LPDD 指：具有一個或更多個直徑小於等於 1.8”的碟片的碟驅動器及/或微驅動器。此術語“高功率碟驅動器”或者說 HPDD 指：具有一個或更多個直徑大於 1.8”的碟片的硬碟驅動器。LPDD 典型地較 HPDD 具有較低的儲存容量，並且消耗較少的功率。LPDD 亦較 HPDD 以較高的速度旋轉。例如，LPDD 可以達成 10,000-20,000RPM 或者更高的旋轉速度。

此術語具有非揮發性記憶體介面(IF)的 HDD 是指：一硬碟驅動器，其經由主機的標準半導體記憶體介面可連接到該主機裝置。例如，半導體記憶體介面可以是快閃記憶體介面。

具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD，使用非揮發性記憶體介面協定，經由非揮發性記憶體介面與主機通信。由主機和具有非揮發性記憶體介面的 HDD，使用的非揮發性記憶體介面，可以包括：具有快閃記憶體介面的快閃記憶體、具有 NAND 快閃記憶體介面、或者任何其他型式的半導體記憶體介面的 NAND 快閃記憶體介面。具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 可以是 LPDD 及/或 HPDD。以下與第 27 與 28 圖一起進一步說明具有非揮發性記

憶體 IF 的 HDD。與具有快閃記憶體 IF 的 HDD 的操作有關的額外細節可在 2005 年 12 月 29 日申請的美國專利申請第 11/322,447 號中找到，該申請併入作為參考。在下面闡釋的每種執行方式中，LPDD 可以使用具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD（執行為 HPDD 及/或 LPDD）執行。以替代方式，具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 可以是除了所揭示的 LPDD 及/或 HPDD 之外所使用的 LPDD 及/或 HPDD。

根據本發明的電腦結構包括：主要處理器、主要圖形處理器、以及主要記憶體（結合第 1A 與 1B 圖所述的），其在高功率模式期間操作。次要處理器和次要圖形處理器在低功率模式期間操作。次要處理器和次要圖形處理器可以被連接到電腦的各種元件，如同以下說明。主要揮發性記憶體在低功率模式期間由次要處理器和次要圖形處理器使用。或者，可以使用諸如 DRAM 之類次要揮發性記憶體及/或諸如嵌入式 DRAM 之類的嵌入式次要揮發性記憶體，如同以下說明。

主要處理器和主要圖形處理器在操作在高功率模式中時消耗相對較高的功率。主要處理器和主要圖形處理器執行需要相當大量外部記憶體的全功能作業系統（OS）。主要處理器和主要圖形處理器支援高性能操作，包括複雜的計算和進階圖形處理。全功能 OS 可以是依據 Windows® 的 OS，例如 Windows XP®、依據 Linux 的 OS、依據 MAC® 的 OS 等。全功能 OS 被儲存在 HPDD 15 及/或 50 中。

次要處理器和次要圖形處理器在低功率模式期間消耗（比主要處理器和主要圖形處理器）較少的功率。次要處理器和次要圖形處理器操作需要相當少外部揮發性記憶體的功能受限的作業系統（OS）。次要處理器和次要圖形處理器也可以使用與主要處理器相同的 OS。例如，可以使用全功能 OS 的簡化版本。次要處理器和次要圖形處理器支援低性能操作、較低的計算速率、以及較不進階的圖形處理。例如，功能受限 OS 可以是 Windows CE® 或任意其他合適的功能受限 OS。功能受限 OS 較佳儲存在非揮發性記憶體中，例如：快閃記憶體、具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD、HPDD 及/或 LPDD。在較佳實施例中，全功能和功能受限 OS 共用共同資料格式以降低複雜度。

主要處理器及/或主要圖形處理器較佳包括電晶體，其使用具有相當小

的特徵尺寸之製造過程而執行。在一種執行方式中，這些電晶體是使用進階 CMOS 製造技術執行的。主要處理器及/或主要圖形處理器中執行的電晶體具有相當高的待機漏電 (standby leakage)、相當短的溝道，以及用於高速之尺寸。主要處理器和主要圖形處理器較佳主要採用動態邏輯。換句話說，其無法關閉。這些電晶體以低於約 20% 的負載週期切換，較佳以低於約 10% 的負載週期切換，雖然也可以使用其他負載週期。

相反的，次要處理器及/或次要圖形處理器較佳包括電晶體，其使用具有比用於主要處理器及/或主要圖形處理器的製程的特徵尺寸大的特徵尺寸之製程而執行。在一種執行方式中，這些電晶體是使用常規 CMOS 製造過程執行的。在次要處理器及/或次要圖形處理器中執行的這些電晶體具有相對較低的待機漏電，相對較長的通道，並且適於低功率耗散之尺寸。次要處理器和次要圖形處理器較佳主要採用靜態邏輯，而不是動態邏輯。這些電晶體以大於 80% 的負載週期切換，較佳以大於 90% 的負載週期切換，雖然可以使用其他負載週期。

主要處理器和主要圖形處理器在操作於高功率模式時消耗相當高的功率。次要處理器和次要圖形處理器在操作於低功率模式時消耗相對較低的功率。但是，在低功率模式中，與操作在高功率模式時相比，電腦結構能夠支援較少的特徵和計算，以及較不複雜的圖形處理。熟習此技術人士瞭解，存在許多執行根據本發明的電腦結構的方法。因此，技術人員將瞭解到下面結合第 2A-4C 圖描述的結構本質上僅是典型的，而並非限制。

現在參考第 2A 圖，該圖說明第一典型電腦結構 60。主要處理器 6、揮發性記憶體 9 和主要圖形處理器 11 與介面 8 通信，並且在高功率模式期間支援複雜的資料和圖形處理。次要處理器 62 和次要圖形處理器 64 與介面 8 通信，並且在低功率模式期間支援較不複雜的資料和圖形處理。可選的非揮發性記憶體 65 (例如，LPDD 66 及/或快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 69) 與介面 8 通信，並且在低功率及/或高功率模式期間提供資料之低功率非揮發性儲存體。具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 可以是 LPDD 及/或 HPDD。HPDD 15 提供高功率/容量非揮發性記憶體。使用非揮發性記憶體 65 及/或 HPDD 15 在低功率模式期間儲存功能受限的 OS 及/或

其他資料和檔案。

在本實施例中，次要處理器 62 和次要圖形處理器 64 當在低功率模式中操作時，採用揮發性記憶體 9（或者主要記憶體）。為達此目的，介面 8 的至少一部分在低功率模式期間被提供電力以支援：與主要記憶體之間的通信、及/或與在低功率模式期間被提供電力的元件之間的通信。例如，鍵盤 13、點選裝置 14 和主要顯示器 16 可以在低功率模式期間被提供電力並被使用。在與第 2A-4C 圖一起說明的所有實施例中，亦可以提供具有減少能力的次要顯示器（例如，單色顯示器）、及/或次要輸入/輸出裝置，且在低功率模式期間使用。

現在參考第 2B 圖，其顯示與第 2A 圖中的結構類似的第二典型電腦結構 70。在本實施例中，次要處理器 62 和次要圖形處理器 64 與次要揮發性記憶體 74 及/或 76 通信。次要揮發性記憶體 74 和 76 可以是 DRAM 或其他合適的記憶體。在低功率模式期間，次要處理器 62 和次要圖形處理器 64 還分別使用次要揮發性記憶體 74 及/或 76，以及及/或替代第 2A 圖中顯示與說明的主要揮發性記憶體 9。

現在參考第 2C 圖，其顯示與第 2A 圖所示類似的第三典型電腦結構 80。次要處理器 62 及/或次要圖形處理器 64 分別包括埋設式揮發性記憶體 84 和 86。在低功率模式期間，次要處理器 62 和次要圖形處理器 64 分別使用埋設式揮發性記憶體 84 及/或 86，以及補充及/或替代主要揮發性記憶體。在一個實施例中，嵌入式揮發性記憶體 84 和 86 是埋設式 DRAM（eDRAM），雖然也可以使用其他型式的埋設式揮發性記憶體。

現在參考第 3A 圖，其顯示根據本發明的第四典型電腦結構 100。主要處理器 25、主要圖形處理器 26、以及主要揮發性記憶體 28 與處理器晶片組 22 通信，並且在高功率模式期間支援複雜資料和圖形處理。當電腦處於低功率模式中時，次要處理器 104 和次要圖形處理器 108 支援較不複雜的資料和圖形處理。在本實施例中，次要處理器 104 和次要圖形處理器 108 在低功率模式操作時，採用主要揮發性記憶體 28。為達此目的，處理晶片組 22 在低功率模式期間操作時，可以被全部及/或部分提供電力，以方便其間的通信。HPDD 50 可以在低功率模式期間被提供電力，以供應高功率揮

發性記憶體。低功率非揮發性記憶體 109 (LPDD 110、及/或快閃記憶體、及/或具有非揮發性 IF 的 HDD 113) 被連接到處理晶片組 22、I/O 晶片組 24，或者在另一個位置中，並且儲存用於低功率模式的功能受限作業系統。具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 可以是 LPDD 及/或 HPDD。

處理晶片組 22 可以被全部及/或部分提供電力，以支援將在低功率模式期間使用的 HPDD 50、LPDD 110 及/或其他元件的操作。例如，鍵盤及/或點選裝置 42、以及主要顯示器可以在低功率模式期間使用。

現在參考第 3B 圖，其顯示與第 3A 圖類似的第五典型電腦結構 150。次要揮發性記憶體 154 和 158 分別被連接到次要處理器 104 及/或次要圖形處理器 108。在低功率模式期間，次要處理器 104 和次要圖形處理器 108 分別使用次要揮發性記憶體 154 和 158，替代及/或補充主要揮發性記憶體 28。處理晶片組 22 和主要揮發性記憶體 28 如果需要的話在低功率模式期間可以被關閉。次要揮發性記憶體 154 和 158 可以是 DRAM 或其他合適的記憶體。

現在參考第 3C 圖，其顯示與第 3A 圖類似的第六典型電腦結構 170。次要處理器 104 及/或次要圖形處理器 108 分別包括埋設式記憶體 174 和 176。在低功率模式期間，次要處理器 104 和次要圖形處理器 108 分別使用埋設式記憶體 174 和 176，替代及/或以及主要揮發性記憶體 28。在一個實施例中，埋設式揮發性記憶體 174 和 176 是埋設式 DRAM (eDRAM)，雖然也可以使用其他型式的埋設式記憶體。

現在參考第 4A 圖，其顯示根據本發明的第七典型電腦結構 190。次要處理器 104 和次要圖形處理器 108 與 I/O 晶片組 24 通信，並且在低功率模式期間採用主要揮發性記憶體 28 作為揮發性記憶體。處理晶片組 22 在低功率模式期間保持完全及/或部分提供電力，以允許存取主要揮發性記憶體 28。

現在參考第 4B 圖，其顯示與第 4A 圖類似的第八典型電腦結構 200。次要揮發性記憶體 154 和 158 被分別連接到次要處理器 104 和次要圖形處理器 108，並且在低功率模式期間被用來替代及/或補充主要揮發性記憶體 28。處理晶片組 22 和主要揮發性記憶體 28 在低功率模式期間可以被關閉。

現在參考第 4C 圖，其顯示與第 4A 圖類似的第九典型電腦結構 210。埋設式揮發性記憶體 174 和 176 分別被提供用於次要處理器 104 及/或次要圖形處理器 108，用於替代/或補充主要揮發性記憶體 28。在該實施例中，處理晶片組 22 和主要揮發性記憶體 28 在低功率模式期間可以被關閉。

現在參考第 5 圖，其顯示用於第 2A-4C 圖中顯示的電腦結構的快取記憶體層級 250。HP 非揮發性記憶體 HPDD 50 位於該快取記憶體層級 250 的最下層 254 處。層 254 在 HPDD 50 被去能的情況下在低功率模式期間可以使用或不使用，以及在低功率模式期間在 HPDD 50 被致能的情況下使用。LP 非揮發性記憶體（例如，LPDD 110、快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 113）位於快取記憶體層級 250 的上一層 258 處。取決於配置，諸如主要揮發性記憶體、次要揮發性記憶體及/或次要埋設式記憶體之類的外部揮發性記憶體是快取記憶體層級 250 的上一層 262。級 2 或者說次要快取記憶體包括快取記憶體層級 250 的上一層 266。級 1 快取記憶體是快取記憶體層級 250 的上一層 268。CPU（主要及/或次要）是快取層級結構的最上層 270。主要和次要圖形處理器使用類似的層級。

根據本發明的電腦結構提供了支援較不複雜的處理和圖形的低功率模式。因此，可以大幅地降低電腦的功率耗散。對於膝上型應用，可以延長電池壽命。

現在參考第 6 圖，用於多碟驅動器系統的驅動控制模組 300 或者主機控制模組包括最少使用區塊（LUB）模組 304、適應性儲存模組 306、及/或 LPDD 維護模組 308。驅動控制模組 300 部分依據 LUB 資訊，控制諸如硬碟驅動器之類的高功率碟驅動器（HPDD）310、與諸如微驅動器之類的低功率碟驅動器（LPDD）312 之間的儲存和資料傳送。驅動控制模組 300 藉由在高功率模式和低功率模式期間管理 HPDD 和 LPDD 之間的資料儲存和傳送，從而降低功率消耗。從第 6 圖可見，具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 317 可以被用作 LPDD 及/或補充 LPDD。驅動控制模組 300 經由主機非揮發性記憶體 IF 315 和主機 313 與具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 317 通信。驅動控制模組 300 可以與主機 313 及/或主機非揮發性記憶體 IF 315 整合。

最少使用區塊模組 304 跟蹤 LPDD 312 中的最少使用的資料區塊。在低

功率模式期間，最少使用區塊模組 304 辨識出 LPDD 312 中的最少使用的資料區塊（例如檔案及/或程式），使得在需要時其可以被替代。某些資料區塊或檔案可以免除最少使用區塊監控，例如，僅與功能受限作業系統相關的檔案、手工設定被儲存在 LPDD 312 中的區塊、及/或僅在低功率模式期間被操作的其他檔案和程式。也可以使用其他標準來挑選要被覆寫的資料區塊，如同以下說明。

在低功率模式期間，在資料儲存請求期間，適應性儲存模組 306 判斷寫資料是否更可能在最少使用區塊之前被使用。適應性儲存模組 306 還判斷在資料擷取請求期間的低功率模式期間讀資料是否可能僅被使用一次。LPDD 維護模組 308 在高功率模式期間及/或其他情況下（下面將描述）將舊資料從 LPDD 傳送到 HPDD。

現在參考第 7A 圖，其顯示由驅動控制模組 300 執行的步驟。控制開始於步驟 320，在步驟 324 中，驅動控制模組 300 判斷是否存在資料儲存請求。如果步驟 324 為“是”，則驅動控制模組 300 在步驟 328 中判斷在 LPDD 312 上是否存在足夠的空間可用。如果“否”，則驅動控制模組 300 在步驟 330 中對 HPDD 310 提供電力。在步驟 334 中，驅動控制模組 300 將最少使用資料區塊傳送到 HPDD 310。在步驟 336 中，驅動控制模組 300 判斷在 LPDD 312 上是否存在足夠可用空間。如果“否”，則控制回路到步驟 334。否則，驅動控制模組 300 繼續到步驟 340，然後關閉 HPDD 310。在步驟 344 中，要被儲存的資料（例如，來自主機的）被傳送到 LPDD 312。

如果步驟 324 為“否”，則驅動控制模組 300 繼續到步驟 350，並且判斷是否存在資料擷取請求。如果“否”，則控制返回到步驟 324。否則，控制繼續到步驟 354，並且判斷資料是否位於 LPDD 312 中。如果步驟 354 為“是”，則驅動控制模組 300 在步驟 356 中從 LPDD 312 擷取資料，然後繼續到步驟 324。否則，驅動控制模組 300 在步驟 360 中對 HPDD 310 提供電力。在步驟 364 中，驅動控制模組 300 判斷在 LPDD 312 上是否存在可用於所請求的資料的足夠空間。如果“否”，則驅動控制模組 300 在步驟 366 中將最少使用資料區塊傳送到 HPDD 310，然後繼續到步驟 364。在步驟 364 為“是”時，驅動控制模組 300 將資料傳送到 LPDD 312，然後在步驟 368 中從 LPDD 312

擷取資料。在步驟 370 中，當到 LPDD 312 的資料完成傳送時，控制關閉 HPDD 310。

現在參考第 7B 圖，在該圖中，使用此與第 7A 圖中顯示的方法類似的經修改的方法，並且包括一個或更多個由適應性儲存模組 306 執行的調整式步驟。當在步驟 328 中在 LPDD 上存在足夠的空間可用時，控制在步驟 372 中判斷要被儲存的資料是否可能在由最少使用區塊模組辨識出的一個或更多個最少使用區塊中的資料之前被使用。如果步驟 372 為“否”，則驅動控制模組 300 在步驟 374 中將資料儲存到 HPDD 上，然後控制繼續到步驟 324。藉由如此執行，節省了用於將最少使用區塊傳送到 LPDD 所消耗的功率。如果步驟 372 為“是”，則控制如上面關於第 7A 圖所述繼續到步驟 330。

當在資料擷取請求期間步驟 354 為“否”時，控制繼續到步驟 376，然後判斷資料是否可能被使用一次。如果步驟 376 為“是”，則驅動控制模組 300 在步驟 378 中從 HPDD 擷取資料，然後繼續到步驟 324。藉由如此執行，節省了將資料傳送到 LPDD 本應消耗的功率。如果步驟 376 為“否”，則控制繼續到步驟 360。如同可以瞭解，如果該資料可能將被使用一次，則無需將該資料移動到 LPDD。然而，HPDD 的功率耗散不能避免。

現在參考第 7C 圖，在低功率操作期間也可以執行更簡化形式之控制。在高功率及/或低功率模式期間也可以執行維護步驟（使用 LPDD 維護模組 308）。在步驟 328 中，當在 LPDD 上存在足夠的可用空間時，資料在步驟 344 中被傳送到 LPDD，然後控制返回到步驟 324。否則，在步驟 328 為“否”時，資料在步驟 380 中被儲存到 HPDD 上，並且控制返回到步驟 324。可以瞭解，第 7C 圖中顯示的方法在容量可用時使用 LPDD，並且在 LPDD 容量不可用時使用 HPDD。熟習此技術人士瞭解，可以採用使用第 7A-7D 圖的步驟的各種組合而採用混合方法。

在第 7D 圖中，在返回到高功率模式之後及/或在其他時刻由驅動控制模組 300 執行維護步驟，來檢刪除儲存在 LPDD 上的未使用的或者較少使用的檔案。這種維護步驟也可以在諸如碟充滿事件之類的事件發生時及/或在其他情形中在使用低功率模式期間周期性地被執行。控制開始於步驟 390。在步驟 392 中，控制判斷是否正在使用高功率模式。如果“否”，則控

制回路回至步驟 7D。如果步驟 392 為“是”，則控制在步驟 394 中判斷最近的模式是否是低功率模式。如果“否”，則控制返回到步驟 392。如果步驟 394 為“否”，則控制在步驟 396 中執行維護，例如，將過期的檔案或較少使用的檔案從 LPDD 移動到 HPDD。可以關於哪些檔案將來可能要被使用來執行調整式決定，這種調整式決定例如是使用上述標準執行的，下面將結合第 8A-10 圖描述。

現在參考第 8A 和 8B 圖，其顯示儲存控制系統 400-1、400-2 和 400-3。在第 8A 圖中，儲存控制系統 400-1 包括具有調整性儲存控制模組 414 的快取控制模組 410。調整性儲存控制模組 414 對檔案及/或程式的使用進行監控、來判斷它們是否有可能在低功率模式或者高功率模式中將被使用。快取控制模組 410 與一條或多條資料匯流排 416 通信，匯流排 410 又與揮發性記憶體 422 通信，所述揮發性記憶體 422 例如是 L1 快取記憶體、L2 快取記憶體、諸如 DRAM 之類的揮發性 RAM 及/或其他揮發性電子資料儲存體。匯流排 416 還與低功率非揮發性記憶體 424（例如，快閃記憶體、具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 及/或 LPDD）及/或高功率非揮發性記憶體 426（例如，HPDD 426）通信。在第 8B 圖中，全功能及/或功能受限作業系統 430 顯示為包括調整性儲存控制模組 414。適當的介面及/或控制器（未示出）位於資料匯流排和 HPDD 及/或 LPDD 之間。

在第 8C 圖中，主機控制模組 440 包括調整性儲存控制模組 414。主機控制模組 440 與 LPDD 424' 和快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 426' 通信。主機控制模組 440 可以是驅動控制模組、整合式裝置電子器件（IDE）、ATA、串列 ATA（SATA）或其他控制器。如第 8C 圖可見，具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 431 可以被用作 LPDD，並且/或者補充 LPDD。主機控制模組 440 經由主機非揮發性記憶體 IF 429 與具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 431 通信。主機控制模組 440 可以被與主機非揮發性記憶體 IF 429 相整合。

現在參考第 9 圖，其顯示由第 8A-8C 圖中的儲存控制系統實施的步驟。在第 9 圖中，控制開始於步驟 460。在步驟 462 中，控制判斷是否存在對非揮發性記憶體的資料儲存的請求。如果“否”，在控制回路回至步驟 462。

否則，調整性儲存控制模組 414 在步驟 464 中判斷資料是否有可能在低功率模式中被使用。如果步驟 464 為“否”，資料則在步驟 468 中被儲存在 HPDD 中。如果步驟 464 為“是”，則該資料在步驟 474 中被儲存到非揮發性記憶體 444 中。

現在參考第 10 圖，其顯示用於判斷資料區塊是否有可能在低功率模式中被使用的一種方法。表 490 包括資料區塊描述器欄位 492、低功率計數器欄位 493、高功率計數器欄位 494、大小欄位 495、最近使用欄位 496 及/或手工超控 (manual override) 欄位 497。當在低功率或者高功率模式期間特定的程式或檔案被使用時，計數器欄位 493 及/或 494 被遞增。當要求將程式或檔案儲存到非揮發性記憶體時，存取表 492。臨界值百分比及/或計數值可以被用於評估。例如，如果檔案或程式大於百分之 80 的時間在低功率模式中被使用，則該檔案可以被儲存在低功率非揮發性記憶體中，例如，快閃記憶體、具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD、及/或微驅動器。如果未達到臨界值，則檔案或程式被儲存在高功率非揮發性記憶體中。

如同可以瞭解，在預定次採樣之後（換句話說，提供捲動窗口）及/或使用任何其他標準，計數器可以被周期性地重置。此外，可能性可以被加權、以其他方式修改，及/或用大小欄位 495 替代。換句話說，隨著檔案大小增加，所要求的臨界值也可以被增加，這是因為 LPDD 的容量有限。

對使用者決定的可能性的進一步修改可以依據從最近使用欄位 496 記錄的檔案最近被使用的時間作出。臨界值日期可以被使用，並且/或者從最近使用起的時間可以被用作可能性判斷中的一個因素。雖然第 10 圖顯示一個表格，但是所使用的一個或更多個欄位也可以被儲存在其他位置及/或其他資料結構中。可以使用兩個或更多個欄位的經加權採樣及/或演算法。

使用手工超控欄位 497 允許使用者及/或作業系統手工超控使用判斷的可能性。例如，手工超控欄位可以允許用於 LPDD 中的內定儲存的 L 狀態，用於 HPDD 中的內定儲存的 H 狀態、及/或用於自動儲存決定的 A 狀態（如上所述）。也可以定義其他手工超控種類。除了上述標準之外，於 LPDD 中操作的電腦的當前功率位準可以被用以調整決定。熟習此技術人士瞭解，在本發明的教導中存在用於判斷檔案或程式將被用在高功率及/或低功

率模式中的可能性的其他方法。

現在參考第 11A 和 11B 圖，其顯示驅動器功率降低系統 500-1、500-2 和 500-3（總地稱為 500）。驅動器功率降低系統 500 將較大依序存取檔案的多個分段（例如但不限於音頻及/或視頻檔案）周期性地或者依據其他基礎突發儲存到低功率非揮發性記憶體中。在第 11A 圖中，驅動器功率降低系統 500-1 包括快取控制模組 520，該快取控制模組 520 具有驅動功率降低控制模組 522。快取控制模組 520 與一條或多條資料匯流排 526 通信，資料匯流排 526 又與揮發性記憶體 530、非揮發性記憶體 534 以及 HPDD 538 通信，所述揮發性記憶體 530 例如是 L1 快取記憶體、L2 快取記憶體、諸如 DRAM 之類的揮發性記憶體及/或其他揮發性電子資料儲存之揮發性 RAM，所述非揮發性記憶體 534 例如是快閃記憶體、具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD、及/或 LPDD。在第 11B 圖中，驅動器功率降低系統 500-2 包括全功能及/或功能受限作業系統 542，作業系統 542 具有驅動功率降低控制模組 522。適當的介面及/或控制器（未示出）位於資料匯流排和 HPDD 及/或 LPDD 之間。

在第 11C 圖中，驅動器功率降低系統 500-3 包括主機控制模組 560，該主機控制模組 560 具有驅動功率降低控制模組 522。主機控制模組 560 與一條或多條資料匯流排 564 通信，資料匯流排 564 又與 LPDD 534' 和快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 538' 通信。主機控制模組 560 可以是驅動控制模組、整合式裝置電子器件 (IDE)、ATA、串列 ATA (SATA)、及/或其他控制器或介面。從第 11C 圖可見，具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 531 可以被用作 LPDD，以及/或者補充 LPDD。主機控制模組 560 經由主機非揮發性記憶體 IF 529、與具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 531 通信。主機控制模組 560 可以被與主機非揮發性記憶體 IF 529 整合到一起。

現在參考第 12 圖，其顯示由第 11A-11C 圖中的驅動器功率降低模組 500 執行的步驟。控制開始於步驟 582。在步驟 584 中，控制判斷系統是否處於低功率模式中。如果“否”，則控制回路回步驟 584。如果步驟 584 為“是”，則控制繼續到步驟 586，其中在步驟 586 中控制判斷是否從 HPDD 典型地請求了大資料區塊存取。如果“否”，則控制回路回步驟 584。如果步驟

586 為“是”，則控制前進到步驟 590，並且判斷該資料區塊是否是被依序存取的。如果“否”，則控制回路回步驟 584。如果步驟 590 為“是”，則控制前進到步驟 594，並且判斷重播長度。在步驟 598 中，控制判斷從高功率非揮發性記憶體到低功率非揮發性記憶體的資料傳送的突發期間和頻率。

在一個實施例中，突發期間和頻率被最適化，以降低功率消耗。突發期間和頻率較佳是依據 HPDD 及/或 LPDD 的自旋啟動 (spin-up) 時間、非揮發性記憶體的容量、重播速率、HPDD 及/或 LPDD 的自旋啟動和穩定狀態功率消耗及/或依序資料區塊的重播長度。

例如，高功率非揮發性記憶體是 HPDD，其在操作期間消耗 1-2W，自旋啟動時間為 4-10 秒，並且容量典型大於 20Gb。低功率非揮發性記憶體是微驅動器，其在操作期間消耗 0.3-0.5W，自旋啟動時間為 1-3 秒，容量為 1-6Gb。如同可以瞭解，對於其他執行方式前面的性能值及/或容量會改變。HPDD 可以具有 1Gb/s 的到微驅動器的資料傳送速率。重播速率可以是 10Mb/s (例如，對於視頻檔案)。如同可以瞭解，在突發期間時間乘以 HPDD 的傳送速率不應當超過微驅動器的容量。突發之間的期間應當大於自旋啟動時間加上突發期間。在這些參數中，系統的功率消耗可以被最適化。在低功率模式中，如果 HPDD 被操作來播放完整的視頻 (例如電影)，則消耗相當大的功率。使用上述方法，藉由以非常高的速率 (例如，100×重播速率) 在按照固定間隔隔開的多個突發區段中，有選擇地將資料從 HPDD 傳送到 LPDD，從而可以極大幅地降低功率消耗，並且然後可以將 HPDD 關閉。可以容易地達成大於 50% 的功率節省。

現在參考第 13 圖，其顯示根據本發明的多碟驅動系統 640，該多碟驅動系統 640 包括驅動控制模組 650、一個或更多個 HPDD 644 和一個或更多個 LPDD 648。驅動控制模組 650 經由主機控制模組 651 與主機裝置通信。對於主機，多碟驅動系統 640 將 HPDD 644 和 LPDD 648 作為單一的碟驅動器來有效地操作，以降低複雜度、改善性能表現、降低功率消耗，如同以下說明。主機控制模組 651 可以是 IDE、ATA、SATA 及/或其他控制模組或介面。

現在參考第 14 圖，在一種執行方式中，驅動控制模組 650 包括用來對

LPDD 及/或 HPDD 之一或者二者進行控制的硬碟控制器 (HDC) 653。緩衝器 656 儲存與對 HPDD 及/或 LPDD 的控制相關聯的資料,並且/或者積極緩衝去往及/或來自 HPDD 及/或 LPDD 的資料,以藉由最適化資料區塊大小來增加資料傳送速率。處理器 657 執行與 HPDD 及/或 LPDD 的操作相關的處理。

HPDD 648 包括一個或更多個碟片 652,碟片 652 具有儲存磁場的磁性塗層。碟片 652 由在 654 處概要顯示之轉軸馬達旋轉。一般而言,轉軸馬達 654 在讀/寫操作期間使碟片 652 以固定的速度旋轉。一個或更多個讀/寫臂 658 相對碟片 652 移動來從碟片 652 讀取資料及/或向碟片 652 寫入資料。由於 HPDD 648 具有比 LPDD 更大的碟片,所以轉軸馬達 654 要求更多的功率來自旋啓動 HPDD,並且將 HPDD 維持在一定的速度。通常,HPDD 的自旋啓動時間也較長。

讀/寫裝置 659 被定位在接近讀/寫臂 658 的末端附近。讀/寫裝置 659 包括產生磁場的寫元件,例如,電感器。讀/寫裝置 659 更包括感測碟片 652 上的磁場的讀元件(例如,磁阻(MR)元件)。前置放大電路 660 對類比讀/寫信號進行放大。

當讀資料時,前置放大電路 660 對來自讀元件的低電平信號放大,然後將放大後的信號輸出到讀/寫通道裝置。在寫資料時,產生寫電流,該寫電流流過讀/寫裝置 659 的寫元件,並且被切換以產生具有正和負極性的磁場。正或負極性被碟片 652 儲存,並且被用來代表資料。HPDD 644 也包括一個或更多個碟片 662、轉軸馬達 664、一個或更多個讀/寫臂 668、讀/寫裝置 669 和前置放大電路 670。

HDC 653 與主機控制模組 651、第一轉軸/音圈馬達(VCM)驅動器 672、第一讀/寫通道電路 674、第二轉軸/VCM 驅動器 676、以及第二讀/寫通道電路 678 通信。主機控制模組 651 和驅動控制模組 650 可由晶片上系統(SOC) 684 執行。如同可以瞭解,轉軸 VCM 驅動器 672 和 676 及/或讀/寫通道電路 674 和 678 可以被組合。轉軸/VCM 驅動器 672 和 676 對轉軸馬達 654 和 664 進行控制,轉軸馬達 654 和 664 分別使碟片 652 和 662 旋轉。轉軸/VCM 驅動器 672 和 676 還產生控制信號,所述控制信號例如使用音圈致動器、

步進式馬達或任何其他合適的致動器分別對讀/寫臂 658 和 668 進行定位。

現在參考第 15-17 圖，其多碟驅動器系統的其他變化形式。在第 15 圖中，驅動控制模組 650 可以包括直接介面 680，直接介面 680 用於提供到一個或更多個 LPDD 682 的外部連接。在一種執行方式中，直接介面是週邊元件互連 (PCI) 匯流排、PCI Express (PCI-X) 匯流排及/或任何其他合適的匯流排或介面。

在第 16 圖中，主機控制模組 651 與 HPDD 644 和 LPDD 648 二者通信。低功率碟驅動控制模組 650LP 和高功率碟驅動控制模組 650HP 直接與主機控制模組通信。LP 及/或 HP 碟驅動控制模組中的零個、一個或二者可以作為 SOC 執行。在第 16 圖中可見，具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 695 可以被用作為 LPDD 及/或補充 LPDD。主機控制模組 651 經由主機非揮發性記憶體 IF 693 與具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 695 通信。主機控制模組 651 可以被與主機非揮發性記憶體 IF 693 整合。

在第 17 圖中，其顯示一個典型 LPDD 682，該典型 LPDD 682 包括支援與直接介面 680 通信的介面 690。如上所述。介面 680 和 690 可以是週邊元件互連 (PCI) 匯流排、PCI Express (PCI-X) 匯流排及/或任何其他適當的匯流排或介面。LPDD 682 包括 HDC 692、緩衝器 694 及/或處理器 696。LPDD 682 更包括轉軸/VCM 驅動器 676、讀/寫通道電路 678、碟片 662、轉軸馬達 665、讀/寫臂 668、讀元件 669 和前置放大電路 670，如上所述。以替代方式，HDC 653、緩衝器 656 和處理器 658 可以被組合並用於兩種驅動器。類似地，轉軸/VCM 驅動器和讀通道電路也可以可選地被組合。在第 13-17 圖中的實施例中，對 LPDD 的積極緩衝被用於改善性能表現。例如，緩衝器被用於使資料區塊的大小最適化，用於在主機資料匯流排上的最適速度。

在傳統電腦系統中，分頁檔案是 HPDD 或者 HP 非揮發性記憶體上的隱藏檔案，該檔案被作業系統用來保存不適於在該電腦的揮發性記憶體中的部分程式及/或資料檔案。分頁檔案和物理記憶體 (或者說 RAM) 定義了電腦的虛擬記憶體。作業系統按需將資料從分頁檔案傳送到記憶體，並且將資料從揮發性記憶體返回到分頁檔案來為新資料騰出空間。分頁檔案也

被稱作交換 (swap) 檔案。

現在參考第 18-20 圖，本發明使用 LP 非揮發性記憶體 (例如，LPDD、具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD、及/或快閃記憶體) 來增提供電力腦系統的虛擬記憶體。在第 18 圖中，作業系統 700 允許使用者定義虛擬記憶體 702。在操作期間，作業系統 700 經由一條或多條匯流排 704 定址該虛擬記憶體 702。虛擬記憶體 702 包括：揮發性記憶體 708、和 LP 非揮發性記憶體 710，LP 非揮發性記憶體 710 例如是快閃記憶體、具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 及/或 LPDD。

現在參考第 19 圖，作業系統允許使用者將 LP 非揮發性記憶體 710 的一些或者全部分配作為分頁記憶體來增加虛擬記憶體。在步驟 720 中，控制開始。在步驟 724 中，作業系統判斷是否額外的分頁記憶體被請求。如果“否”，則控制回路回至步驟 724。否則，在步驟 728 中，作業系統將 LP 非揮發性記憶體的一部分分配用於分頁檔案使用以增加虛擬記憶體。

在第 20 圖中，作業系統使用額外的 LP 非揮發性記憶體作為分頁記憶體。控制開始於步驟 740。在步驟 744 中，控制判斷作業系統是否正請求資料寫操作。如果“是”，則控制繼續到步驟 748，並且判斷是否超出揮發性記憶體的容量。如果“否”，則在步驟 750 中揮發性記憶體被用於寫操作。如果步驟 748 為“真”，則在步驟 754 中資料被儲存到 LP 非揮發性記憶體中的分頁檔案中。如果步驟 744 為“否”，則控制繼續到步驟 760，並且判斷資料讀是否被請求。如果“否”，則控制回路回至步驟 744。否則，在步驟 764 中，控制判斷位址是否對應於 RAM 位址。如果步驟 764 為“真”，則控制在步驟 766 中從揮發性記憶體讀出資料，然後繼續到步驟 744。如果步驟 764 為“否”，則控制在步驟 770 中從 LP 非揮發性記憶體中的分頁檔案中讀出資料，然後繼續到步驟 744。

如同可以瞭解，與採用 HPDD 的系統相比，使用 LP 非揮發性記憶體 (例如，快閃記憶體、具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD、及/或 LPDD) 來增加虛擬記憶體的大小將提高電腦的性能表現。此外，功率消耗將比使用 HPDD 作為分頁檔案的系統為低。由於其增加之尺寸，HPDD 須要額外的啟動時間，其與沒有自旋啟動等待時間的快閃記憶體、及/或自旋啟動時間較短並

且功率耗散較低的 LPDD 或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 相比，會增加資料存取時間。

現在參考第 21 圖，其顯示獨立碟冗餘陣列 (RAID) 系統 800，系統 800 包括與碟陣列 808 通信的一個或更多個伺服器及/或客戶端 804。該一個或更多個伺服器及/或客戶端 804 包括：碟陣列控制器 812、及/或陣列管理模組 814。碟陣列控制器 812 及/或陣列管理模組 814 接收資料，並且執行該資料到碟陣列 808 的邏輯到物理位址映射。碟陣列典型地包括複數個 HPDD 816。

多個 HPDD 816 提供容錯 (冗餘度) 及/或提高的資料存取速率。RAID 系統 800 提供了一種方法用於存取多個個別的 HPDD，如同碟陣列 808 是一個大硬碟驅動器一樣。總體看來，碟陣列 808 可以提供數百 Gb 到數十到數百 Tb 的資料儲存體。資料以各種方式被儲存到多個 HPDD 816 上，以減少如果一個驅動器故障則丟失所有資料的風險，並且改善資料存取時間。

將資料儲存到 HPDD 816 上的方法典型地被稱為 RAID 位準。存在多種 RAID 位準，包括 RAID 位準 0 或者說碟分割 (disk striping)。在 RAID 位準 0 系統中，資料被寫入跨多個驅動器的區塊中，以允許一個驅動器在下一個區塊正在尋找其下一個區塊的同時寫入或讀出資料區塊。碟分割的優點包括：較高的存取速率和對陣列容量的完全使用。缺點是不存在容錯。如果一個驅動器故障，則該陣列的整個內容變為不可存取。

RAID 位準 1 或者說磁片鏡像藉由寫入兩次 (關於每個驅動器各寫入一次) 來提供冗餘性。如果一個驅動器故障，但是另一個包含此資料的準確複本，從而 RAID 系統可以切換來使用該鏡像驅動器，而不存在使用者可存取性誤失。缺點包括缺乏資料存取速度之改善，以及由於須要增加了驅動器 (2N) 的數目而導致的較高的成本。然而，RAID 位準 1 提供最佳的資料保護，因為陣列管理軟體將在 HPDD 之一故障時將所有應用請求引導到所存留的 HPDD。

RAID 位準 3 使用專用於用於糾錯/恢復的奇偶校驗的額外驅動器將資料在多個驅動器之間分割。RAID 位準 5 提供分割，也提供用於錯誤恢復的奇偶校驗。在 RAID 位準 5 中，奇偶區塊被分佈在陣列的多個驅動器之間，

該陣列提供了在驅動器之間的更均衡的存取負載。奇偶校驗資訊被用在如果一個驅動器發生故障的情況下恢復資料。缺點是相對較慢的寫周期（對於寫入的每個區塊要求 2 個讀和 2 個寫）。陣列容量為 $N-1$ ，同時要求最少 3 個驅動器。

RAID 位準 0+1 涉及分割和鏡像，而無奇偶校驗。優點是快速資料存取（如同 RAID 位準 0）和單個驅動器容錯（如同 RAID 位準 1）。RAID 位準 0+1 仍要求碟數目加倍（如同 RAID 位準 1）。如同可以瞭解，可以存在其他 RAID 位準及/或方法，用於在將資料儲存到陣列 808 上。

現在參考第 22A 與 22B 圖，根據本發明的 RAID 系統 834-1 包括碟陣列 836 和碟陣列 838，碟陣列 836 包括 X 個 HPDD，並且碟陣列 838 包括 Y 個 LPDD。一個或更多個客戶端及/或伺服器 840 包括碟控制器 842 及/或陣列管理模組 844。雖然顯示各別的器件 842 和 844，但是如果想要的話，可以將這些裝置整合。如同可以瞭解， X 大於等於 2，並且 Y 大於等於 1。 X 可以大於 Y 、小於 Y 及/或等於 Y 。例如，第 22B 圖顯示 RAID 系統 834-1'，其中 $X=Y=Z$ 。

現在參考第 23A、23B、24A 和 24B 圖，其顯示 RAID 系統 834-2 和 834-3。在第 23A 圖中，LPDD 碟陣列 838 與伺服器/客戶端 840 通信，並且 HPDD 碟陣列 836 與 LPDD 碟陣列 838 通信。RAID 系統 834-2 可以包括管理旁通，該管理旁通有選擇地繞開 LPDD 碟陣列 838。如同可以瞭解， X 大於等於 2， Y 大於等於 1。 X 可以大於 Y 、小於 Y 及/或等於 Y 。例如，第 23B 圖說明 RAID 系統 834-2'，其中 $X=Y=Z$ 。在第 24A 圖中，HPDD 碟陣列 836 與伺服器/客戶端 840 通信，並且 LPDD 碟陣列 838 與 HPDD 碟陣列 836 通信。RAID 系統 834-2 可以包括由虛線 846 顯示的管理旁通，該管理旁通選擇地繞開 LPDD 碟陣列 838。如同可以瞭解， X 大於等於 2， Y 大於等於 1。 X 可以大於 Y 、小於 Y 及/或等於 Y 。例如，第 24B 圖顯示 RAID 系統 834-3'，其中 $X=Y=Z$ 。第 23A-24B 圖中所採用的策略可以包括寫過及/或寫回。

陣列管理模組 844 及/或碟控制器 842 使用 LPDD 碟陣列 838 來降低 HPDD 碟陣列 836 的功率消耗。典型地，第 21 圖中的傳統 RAID 系統中的

HPDD 碟陣列 808 在操作期間的所有時間中都保持開機(on)，以支援所要求的資料存取時間。如同可以瞭解，HPDD 碟陣列 808 消耗相當大量的功率。此外，由於大量的資料被儲存在 HPDD 碟陣列 808 中，所以 HPDD 的碟片典型地盡可能大，這須要較高容量的轉軸馬達，並且由於讀/寫臂平均移動較遠所以增加了資料存取時間。

根據本發明，上面結合第 6-17 圖描述的技術被有選擇地應用在第 22B 圖中顯示的 RAID 系統 834 中，以降低功率消耗並且減少資料存取時間。雖然在第 22A 和 23A-24B 圖中未顯示，但是根據本發明的其他 RAID 系統也可以使用這些技術。換句話說，在第 6 圖和第 7A-7D 圖中描述的 LUB 模組 304、適應性儲存模組 306 及/或 LPDD 維護模組有選擇地由碟控制器 842 及/或陣列管理控制器 844 執行來有選擇地將資料儲存到 LPDD 碟陣列 838 上，以減少功率消耗和資料存取時間。在第 8A-8C、9 和 10 圖中描述的調整性儲存控制模組 414、也可以由碟控制器 842 及/或陣列管理控制器 844 有選擇地執行來減少功率消耗和資料存取時間。第 11A-11C 和 12 圖中描述的驅動功率降低模組 522 也可以由碟控制器 842 及/或陣列管理控制器 844 執行，來減少功率消耗和資料存取時間。此外，第 13-17 圖中顯示的多驅動器系統及/或直接介面可以使用 HPDD 碟陣列 836 中的一個或更多個 HPDD 來執行以增加功能性，並且減少功率消耗和存取時間。

現在參考第 25 圖，其顯示根據習知技術的網路裝附儲存 (NAS) 系統 850，該網路裝附儲存系統 850 包括儲存裝置 854、儲存請求者 858、檔案伺服器 862 和通信系統 866。儲存裝置 854 典型地包括碟驅動器、RAID 系統、帶驅動器、帶庫、光學驅動器、自動唱片點唱機、以及要被共用的任何其他儲存裝置。儲存裝置 854 較佳但無須面向物件的裝置。儲存裝置 854 可以包括用於請求者 858 儲存和擷取資料的 I/O 介面。請求者 858 典型地包括共用及/或直接存取儲存裝置 854 的伺服器及/或客戶端。

檔案伺服器 862 執行管理和安全性功能，例如，請求認證和資源定位。儲存裝置 854 根據用於管理定向的檔案伺服器 862，同時請求者 858 被免除儲存管理至此程度，以至於檔案伺服器 862 承擔此責任。在較小的系統中，可能不想要有專用檔案伺服器。在這種情形中，請求者可以承擔監視 NAS

系統 850 的操作的責任。如此，檔案伺服器 862 和請求者 858 二者分別包括管理模組 870 和 872，但是也可以提供一個或者其他及/或兩者。通信系統 866 是物理基礎設施，藉由該物理基礎設施 NAS 系統 850 之元件進行通信。其較佳具有網路和通道二者的性質，具有連接網路中的所有元件的能力，並且具有典型地在通道中發現的低等待時間。

在 NAS 系統 850 開機時，儲存裝置 854 彼此辨識，或者對於共同參考點（例如，檔案伺服器 862、一個或更多個請求者 858 及/或、通信系統 866）辨識。通信系統 866 典型地提供用於此的網路管理技術，藉由連接到與通信系統相連接的媒體可以存取這些技術。儲存裝置 854 和請求者 858 登錄到該媒體上。想要判斷操作組態的任何元件可以使用媒體服務來辨識所有其他元件。從檔案伺服器 862，請求者 858 得知其可能存取的儲存裝置 854 的存在，而儲存裝置 854 得知其需要定位另一個裝置或者調用例如備份之類的管理服務時去向何處。類似地，檔案伺服器 862 可以從媒體服務得知儲存裝置 854 的存在。取決於特定設施的安全性，可以拒絕請求者對一些設備的存取。從此組可存取儲存裝置，請求者然後可以辨識出可用的檔案、資料庫和自由空間。

同時，每個 NAS 元件可以向檔案伺服器 862 辨識其想知道的任何特定考慮。可以將任何裝置位準服務屬性一次傳輸至檔案伺服器 862，而所有其他元件都可以得知。例如，請求者可能希望在開機後被告知額外儲存體的導入，這是在請求者登錄到檔案伺服器 862 上時使用屬性集觸發的。檔案伺服器 862 可以在任何時候只要新的儲存裝置被添加到組態時自動執行此操作，包括傳送重要特性，例如，其為 RAID 5、鏡像的等。

在請求者必須打開一個檔案時，其可能能夠直接到儲存裝置 854 或者其可能必須到檔案伺服器獲得許可和位置資訊。檔案伺服器 854 對儲存裝置的存取的控制程度是設施的安全需求的函數。

現在參考第 26 圖，其顯示根據本發明的網路裝附儲存(NAS)系統 900，包括：儲存裝置 904、請求器 908、檔案伺服器 912、以及通信系統 916。儲存裝置 904 包括：RAID 系統 834、及/或多碟驅動器系統 930，如上面在第 6-19 圖中所述。如上所述，儲存裝置 904 典型地還可以包括：碟驅動器、

RAID 系統、帶驅動器、帶庫、光學驅動器、自動唱片點唱機、及/或任何其他將被共用的儲存裝置，如上所述。如同可以瞭解，使用改進的 RAID 系統及/或多碟驅動器系統 930 將可降低 NAS 系統 900 的功率消耗和資料存取時間。

現在參考第 27 圖，其顯示一種結合了非揮發性記憶體和碟驅動器介面控制器的碟驅動器控制器。換句話說，第 27 圖的 HDD 具有非揮發性記憶體介面（以下稱作具有非揮發性記憶體介面（IF）的 HDD）。第 27 圖的裝置允許 HDD 被連接到主機裝置的現有非揮發性記憶體介面（IF），來提供額外的非揮發性儲存體。

碟驅動控制器 1100 與主機 1102 和碟驅動器 1104 通信。具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD 包括該碟驅動控制器 1100 和碟驅動器 1104。碟驅動器 1104 典型地具有 ATA、ATA-CE 或 IDE 型介面。耦接到該碟驅動控制器 1100 的還有輔助非揮發性記憶體 1106，該輔助非揮發性記憶體 1106 儲存用於碟驅動器控制器的韌體碼。在這種情形中，主機 1102 雖然被示作單個區塊，但是典型地包括作為相關元件的工業標準非揮發性記憶體插槽（連接器），其型式用於連接到商場可獲得之非揮發性記憶體，其又被連接到主機中的標準非揮發性記憶體控制器。該插槽典型地符合例如以下標準型式之一：MMC（多媒體卡）、SD（安全資料）、作為 SD 和 MMC 的組合的 SD/MMC、HS-MMC（高速 MMC）、作為 SD 和 HS-MMC 組合的 SD/HS-MMC、以及記憶體桿。該列表並非作為限制。

典型的應用是可攜式電腦或者消費電子裝置，例如，MP3 音樂播放器或者蜂巢電話手機，其具有一個應用處理器，該應用處理器藉由非揮發性記憶體介面與嵌入的非揮發性記憶體通信。非揮發性記憶體介面可以包括快閃記憶體介面、NAND 快閃記憶體介面、及/或其他合適的非揮發性半導體記憶體介面。根據本說明書，不採用非揮發性半導體記憶體，而是提供硬碟驅動器或其他型式的碟驅動器，來替代非揮發性半導體記憶體，並且使用其介面信號。所揭示的方法提供了非揮發性記憶體類似介面用於碟驅動器，這使得更容易地將碟驅動器結合到這種：正常情況下僅接受快閃記憶體的主機系統中。碟驅動器與作為儲存裝置的快閃記憶體相比的一個優

點為：對於特定的成本更大的儲存容量。

在主機中僅需對非揮發性記憶體控制器韌體和軟體作出最小的改變就可以使用所揭示的介面控制器結合碟驅動器。另外，提供了最小的指令負擔。有益地，就在主機和碟驅動器之間傳送的邏輯區塊的數目而言，對於任何特定的讀或寫操作，都存在末端開啟式（open-ended）的資料傳送。而且，主機不需要提供對碟驅動器的區段計數。

在某些實施例中，碟驅動器 1104 可以是小形狀因數（small form factor, SFF）硬碟驅動器，其典型地具有 650×15×70mm 的物理尺寸。這種 SSF 硬碟驅動器的典型資料傳送速率是 25M 位元組/每秒。

下面進一步說明第 27 圖的碟驅動控制器 1100 的功能。該碟驅動控制器 1100 包括介面控制器 1110，對於主機系統 1102 其表現為具有 14 線匯流排的快閃記憶體控制器。介面控制器 1110 還執行主機指令解釋和主機 1102 與緩衝器管理器 1112 之間的資料流程控制的功能。緩衝器管理器電路 1112 經由記憶體控制器 1116 控制實際緩衝器（記憶體），該緩衝器可以是 SRAM 或者 DRAM 緩衝器 1118，其可以被包括作為與碟驅動控制器 1100 相同的晶片的一部分或者可以在分離的晶片上。緩衝器管理器提供下面將進一步描述的緩衝器特徵。

緩衝器管理器 1112 還被連接到處理器介面/伺服和 ID-Less/缺陷管理器（MPIF/SAIL/DM）電路 1122，該電路執行軌迹格式產生和缺陷管理功能。MPIF/SAIL/DM 電路 1122 又連接到進階高性能匯流排（AHB）1126。被連接到 AHB 匯流排 1126 的是線快取 1128 和處理器 1130；緊密耦接記憶體（TCM）1134 被與處理器 1130 相連接。處理器 1130 可以使用嵌入式處理器或者微處理器執行。線快取 1128 的目的是減少代碼執行等待時間。其可以被耦接到外部快閃記憶體 1106。

碟驅動控制器 1100 中的剩餘模組執行功能來支援碟驅動器，並且包括伺服控制器 1140、碟格式化器和糾錯電路 1142，以及讀通道電路 1144，讀通道電路 1144 連接到碟驅動器 1104 中的前置放大電路。具有 8 條線（0-7）的 14 線平行匯流排可以承載雙向入/出（I/O）資料。其餘的線可以分別承載指令 CLE、ALE、/CE、/RE、/WE 和 R/B。

現在參考第 28 圖，該圖更詳細地顯示第 27 圖的介面控制器。介面控制器 1110 包括：快閃記憶體控制器 (flash_ctl) 區塊 1150、快閃記憶體暫存器 (flash_reg) 區塊 1152、快閃記憶體 FIFO 包裝器 (flash_fifo_wrapper) 區塊 1154、以及快閃記憶體系統同步 (flash_sys_syn) 區塊 1156。

快閃記憶體暫存器區塊 1152 被用於暫存器存取。其儲存由處理器 1130 和主機 1102 規劃的指令。快閃記憶體控制器 1150 中的快閃記憶體狀態機 (未示出) 對從主機 1102 進入的指令進行解碼，並且提供碟驅動控制器 1100 的控制。快閃記憶體 FIFO 包裝器 1154 包括 FIFO，其可以使用 32×32 雙向非同步 FIFO 來執行。其產生用於經由緩衝器管理器介面 (BMIF) 將資料傳送到緩衝器管理器 1112 和接收來自緩衝器管理器 1112 的資料和控制信號。FIFO 的傳送方向可使用儲存在快閃記憶體暫存器 1152 中的指令來控制。快閃記憶體系統同步區塊 1156 在介面控制器和緩衝器管理器介面之間對控制信號進行同步。其還產生用於快閃記憶體 FIFO 包裝器 1154 的計數器清除脈衝 (clk2_clr)。

快閃記憶體控制器 1150 可以對介面信號線進行控制，來執行 LPDD 的隨機讀取。快閃記憶體控制器 1150 可以對介面信號線進行控制，來執行 LPDD 的隨機寫。快閃記憶體控制器 1150 可以對介面信號線進行控制，來執行 LPDD 的依序讀取，並且可以對介面信號線進行控制，來執行 LPDD 的依序寫。快閃記憶體控制器 1150 可以對介面信號線進行控制來執行控制模組和 LPDD 之間的指令傳送。快閃記憶體控制器 1150 可以將一組 LPDD 指令映射到對應的一組快閃記憶體指令。

暫存器記憶體 1152 經由處理器匯流排、與介面控制器和 LPDD 處理器通信。暫存器記憶體 1152 儲存由 LPDD 處理器和控制模組規劃的指令。快閃記憶體控制器 1150 可以將從 LPDD 讀取資料儲存到緩衝器記憶體中，以對控制模組和 LPDD 之間的資料傳送速率差進行補償，並且可以將資料就緒信號發送到控制模組，來顯示記憶體緩衝器中存在資料。

快閃記憶體控制器 1150 可以將來自控制模組的寫資料儲存到緩衝器記憶體中，以對控制模組和 LPDD 之間的資料傳送速率差進行補償。快閃記憶體控制器 1150 可以將資料就緒信號發送到控制模組，來顯示在緩衝器記

憶體中存在資料。

現在參考第 29 圖，在 1200 一般顯示具有快閃記憶體界面的多碟驅動器系統的功能方塊圖。雖然前面的討論涉及使用具有快閃記憶體界面的單碟驅動器（例如，低功率或高功率碟驅動器），但是多碟驅動器也可以經由快閃記憶體界面被連接。特定而言，具有快閃記憶體界面的多碟驅動器系統 1200 包括：與主機 1202 的快閃記憶體界面通信的主機快閃記憶體界面 1206。主機快閃記憶體界面 1206 如上所述操作。驅動控制模組 1208 有選擇地操作 HPDD 1220 和 LPDD 1222 中的 0 個、一個或者兩個。以上關於低功率和高功率模式的操作描述的控制技術可由驅動控制模組 1208 執行。在一些執行方式中，主機快閃記憶體界面 1206 感測主機的功率模式並且/或者接收辨識主機 1202 的功率模式的資訊。

現在參考第 30 圖，其說明由第 29 圖的多碟驅動器所實施的步驟的流程圖。控制開始於步驟 1230。在步驟 1232 中，控制判斷主機是否開機。如果步驟 1232 為“是”，則控制在步驟 1234 中判斷主機是否處於高功率模式。如果步驟 1234 為“是”，則控制在步驟 1236 中按需要將 LPDD 1222 及/或 HPDD 1220 開機。如果步驟 1234 為“否”，則控制在步驟 1238 中判斷主機是否處於低功率模式中。如果步驟 1238 為“是”，則控制將 HPDD 關機，並且在步驟 1240 中按需要操作 LPDD 以節省電力。控制從步驟 1238（如果“否”）和步驟 1240 繼續到步驟 1232。

如同可以瞭解，上述具有快閃記憶體界面的 HDD 可以使用上述具有快閃記憶體界面的多碟驅動器。此外，上面關於具有 LPDD 和 HPDD 的系統描述的任何控制技術、可以被使用在第 29 圖中顯示的具有快閃記憶體界面的多碟驅動器中。在上述任何實施例中，LPDD 或 HPDD 可以被任何型的低功率非揮發性記憶體替代。例如，LPDD 或 HPDD 可以被任何適當的非揮發性固態記憶體取代，例如但不限於快閃記憶體。類似地，在上述任何實施例中描述的低功率非揮發性記憶體可以被低功率碟驅動器替代。雖然在上面的一些實施例中描述了快閃記憶體，但是可以使用任何型的非揮發性半導體記憶體。

由以上說明熟習此技術人士可以瞭解，本發明廣泛之教示可以各種形

式實施。因此，雖然本發明是有關於其特殊例子說明，本發明之真實範圍並不受限於此。這是由於在研讀了此等圖式、說明書、以及以下申請專利範圍之後，其他修正對於熟習此技術人士為明顯。

【圖式簡單說明】

第 1A 與 1B 圖說明根據習知技術的典型電腦結構；

第 2A 圖說明根據本發明的第一典型電腦結構，該電腦結構具有主要處理器、主要圖形處理器和主要揮發性記憶體，它們在高功率模式期間操作；以及與主要處理器通信的次要處理器和次要圖形處理器，它們在低功率模式下操作並且在低功率模式期間採用主要揮發性記憶體；

第 2B 圖說明根據本發明的第二典型電腦結構，該電腦結構與第 2A 圖的類似，並且包括被連接到次要處理器及/或次要圖形處理器的次要揮發性記憶體；

第 2C 圖說明根據本發明的第三典型電腦結構，該電腦結構與第 2A 圖類似，並且包括與次要處理器及/或次要圖形處理器相連接的嵌入式揮發性記憶體；

第 3A 圖說明根據本發明的第四典型電腦結構，該電腦結構具有主要處理器、主要圖形處理器和主要揮發性記憶體，其高功率模式期間操作；以及與處理晶片組通信的次要處理器和次要圖形處理器，其在低功率模式下操作，並且在低功率模式期間採用主要揮發性記憶體；

第 3B 圖說明根據本發明的第五典型電腦結構，該電腦結構與第 3A 圖類似，並且包括連接到次要處理器及/或次要圖形處理器的次要揮發性記憶體；

第 3C 圖說明根據本發明的第六典型電腦結構，該電腦結構與第 3A 圖類似，並且包括與次要處理器及/或次要圖形處理器相連接的嵌入式揮發性記憶體；

第 4A 圖說明根據本發明的第七典型電腦結構，該電腦結構具有與 I/O 晶片組通信的次要處理器和次要圖形處理器，並且在低功率模式期間操

作，在該低功率模式期間採用主要揮發性記憶體；

第 4B 圖說明根據本發明的第八典型電腦結構，該電腦結構與第 4A 圖類似，並且包括連接到次要處理器及/或次要圖形處理器的次要揮發性記憶體；

第 4C 圖說明根據本發明的第九電腦結構，該電腦結構與第 4A 圖類似，並且包括與次要處理器及/或次要圖形處理器相連接的嵌入式揮發性記憶體；以及

第 5 圖說明根據本發明的用於第 2A 圖-4C 的電腦結構的快取層級結構；

第 6 圖為包括最少使用區塊 (LUB) 模組的驅動控制模組的功能方塊圖，該驅動控制模組管理此低功率碟驅動器 (LPDD) 和高功率碟驅動器 (HPDD) 之間的資料儲存和傳送；

第 7A 圖為流程圖、其說明由第 6 圖的驅動控制模組所實施之步驟；

第 7B 圖為流程圖、其說明由第 6 圖的驅動控制模組所實施之替代步驟；

第 7C 與 7D 圖為為流程圖、其說明由圖 6 的驅動控制模組所實施的替代步驟；

第 8A 圖說明快取控制模組、其包括調整式快取儲存控制模組、並且控制 LPDD 和 HPDD 之間的資料儲存和傳送；

第 8B 圖說明作業系統、其包括調整式儲存控制模組並且控制 LPDD 和 HPDD 之間的資料儲存和傳送；

第 8C 圖說明主機控制模組、其包括調整式儲存控制模組並控制對 LPDD 和 HPDD 之間的資料儲存和傳送；

第 9 圖說明由第 8A-8C 圖的調整式儲存控制模組所實施的步驟；

第 10 圖為典型表、用於判斷在低功率模式期間程式或檔案將被使用的可能性；

第 11A 圖說明包括碟驅動器功率降低模組的快取控制模組；

第 11B 圖說明包括碟驅動器功率降低模組的作業系統；

第 11C 圖說明包括碟驅動器功率降低模組的主機控制模組；

第 12 圖說明由第 11A-11C 圖的碟驅動器功率降低模組所實施的步驟；

第 13 圖說明包括高功率碟驅動器 (HPDD) 和低功率碟驅動器 (LPDD)

的多碟驅動器系統；

第 14-17 圖說明第 13 圖的多碟驅動器系統的其他典型實現方式；

第 18 圖說明使用低功率非揮發性記憶體（例如，快閃記憶體）或者低功率碟驅動器（LPDD）來增提供電力腦的虛擬記憶體；

第 19 與 20 圖說明由作業系統實施以分配和使用第 18 圖的虛擬記憶體的步驟；

第 21 圖為根據習知技術的獨立碟冗餘陣列（RAID）系統的功能方塊圖；

第 22A 圖為根據本發明的典型 RAID 系統的功能方塊圖，該系統具有包括 X HPDD 的碟陣列和包括 Y LPDD 的碟陣列；

第 22B 圖為第 22A 圖的 RAID 系統的功能方塊圖，其中 X 和 Y 都等於 Z；

第 23A 圖為根據本發明的另一個典型 RAID 系統的功能方塊圖，該系統具有包括 Y LPDD 的碟陣列，該碟陣列與包括 X HPDD 的碟陣列通信；

第 23B 圖為第 23A 圖的 RAID 系統的功能方塊圖，其中 X 和 Y 都等於 Z；

第 24A 圖為根據本發明的又一個典型 RAID 系統的功能方塊圖，該系統具有包括 X HPDD 的碟陣列，該碟陣列與包括 Y LPDD 的碟陣列通信；

第 24B 圖為第 24A 圖的 RAID 系統的功能方塊圖，其中 X 和 Y 都等於 Z；

第 25 圖為根據習知技術的網路裝附儲存（NAS）系統的功能方塊圖；

第 26 圖為根據本發明的網路裝附儲存（NAS）系統的功能方塊圖，該系統包括第 22A、22B、23A、23B、24A 及/或 24B 圖的 RAID 系統，及/或根據第 6-17 圖的多驅動器系統；

第 27 圖為結合快閃記憶體和碟驅動器介面控制器的碟驅動器控制器的功能方塊圖；

第 28 圖為第 27 圖的介面控制器的功能方塊圖；

第 29 圖為具有快閃記憶體介面的多碟驅動器系統的功能方塊圖；以及

第 30 圖說明由第 29 圖的多碟驅動器執行的步驟的流程圖。

【主要元件符號說明】

4	電腦結構
6	處理器
7	記憶體
8	輸入/輸出介面
9	揮發性記憶體
11	圖形處理器
12	記憶體
13	鍵盤
14	點選裝置
15	高功率碟驅動器(HPDD)
16	顯示器
17	音頻輸出裝置
18	其他輸入/輸出(I/O)裝置
20	電腦結構
22	處理晶片組
24	輸入/輸出(I/O)晶片組
25	處理器
26	圖形處理器
27	匯流排系統
28	主要揮發性記憶體
30	週邊元件互連(PCI)匯流排
32、33、34	快取記憶體
36	PCI 槽
40	通用串列匯流排
41	音頻裝置
42	選擇裝置
43	基本輸入/輸出系統(BIOS)

44	工業標準結構(ISA)匯流排
50	高功率碟驅動器(HPDD)
60	電腦結構
62	次要處理器
64	次要圖形處理器
65	非揮發性記憶體
66	低功率碟驅動器(LPDD)
69	快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD
70	電腦結構
74、76	次要揮發性記憶體
80	電腦結構
84、86	埋設式揮發性記憶體
100	電腦結構
104	次要處理器
108	次要圖形處理器
109	低功率碟驅動器
110	低功率非揮發性記憶體
113	具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD
150	電腦結構
154、158	次要揮發性記憶體
170	電腦結構
174、176	埋設式記憶體
190、200、210	電腦結構
250	快取記憶體層級
254	最下層
258、262、266、268	上一層
270	最上層
300	驅動控制模組
304	最少使用區塊(LUB)模組

306	適應性儲存模組	
308	LPDD 維護模組	
310	高功率碟驅動器(HPDD)	
312	低功率碟驅動器(LPDD)	
313	主機	
315	非揮發性記憶體 IF	
317	具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD	
320、324、328、330、334、 336、340、344、350、354、 356、360、364、366、368、 370、372、374、376、378、 380、390、392、394、396		步驟
400-1	儲存控制系統	
410	快取控制模組	
414	調整性儲存控制模組	
416	資料匯流排	
422	揮發性記憶體	
424	低功率非揮發性記憶體	
426	高功率碟驅動器(HPDD)	
400-2	儲存控制系統	
430	作業系統	
400-3	儲存控制系統	
424'	低功率碟驅動器(LPDD)	
426'	硬碟驅動器(HDD)	
429	主機非揮發性記憶體	
431	具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD	
440	主機控制模組	
460、462、464、468、474		步驟
490	表	

492	表/欄位
493、494	計數器欄位
495	大小欄位
496	最近使用欄位
497	手工超控欄位
500-1	驅動器功率降低模組
500-2	驅動器功率降低模組
500-3	驅動器功率降低模組
520	快取控制模組
522	驅動功率降低控制模組
526	資料匯流排
529	主機非揮發性記憶體 IF
530	揮發性記憶體
531	具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD
534	非揮發性記憶體
534'	低功率碟驅動器(LPDD)
538	高功率碟驅動器(HPDD)
538'	硬碟驅動器(HDD)
542	作業系統
560	主機控制模組
580	方法
582、584、586、590、594、598	步驟
640	多碟驅動系統
644	高功率碟驅動器(HPDD)
648	低功率碟驅動器(LPDD)
650	驅動控制模組
650HP	高功率碟驅動控制模組
650LP	低功率碟驅動控制模組
651	主機控制模組

652	碟片
653	硬碟控制器(HDC)
654	轉軸馬達
655	具有快閃記憶體介面(IF)的 HDD
656	緩衝器
657	處理器
658	讀/寫臂
659	讀/寫裝置
660	前置放大電路
662	碟片
664	轉軸馬達
668	讀/寫臂
669	讀/寫裝置
670	前置放大電路
672	第一轉軸/音圈馬達(VCM)驅動器
674	第一讀/寫通道電路
676	第二轉軸/音圈馬達(VCM)驅動器
678	第二讀/寫通道電路
680	直接介面
682	低功率碟驅動器(LPDD)
684	晶片上系統(SOC)
690	介面
692	硬碟控制器(HDC)
693	主機快閃記憶體介面
694	緩衝器
695	具有快閃記憶體介面的 HDD
696	處理器
700	作業系統
702	虛擬記憶體

- 704 匯流排
- 708 揮發性記憶體
- 710 非揮發性記憶體
- 720、724、728、740、744、748、
750、754、760、764、766、770 步驟
- 800 獨立碟冗餘陣列(RAID)
- 804 客戶端
- 808 碟陣列
- 812 碟陣列控制器
- 814 陣列管理模組
- 816 高功率碟驅動器(HPDD)
- 834 RAID 系統
- 834-1、2、-3 RAID 系統
- 834-1' RAID 系統
- 834-2' RAID 系統
- 834-3' RAID 系統
- 836 HPDD 碟陣列
- 836-1、-2、-Z HPDD 碟陣列
- 838 LPDD 碟陣列
- 838-1、-2、-Z LPDD 碟陣列
- 840 伺服器
- 842 碟控制器
- 844 陣列管理模組(控制器)
- 846 虛線
- 850 網路裝附儲存系統
- 854 儲存裝置
- 858 儲存請求者
- 862 檔案伺服器
- 866 通信系統

870	管理模組
872	管理模組
900	網路裝附儲存系統
904	儲存裝置
908	請求器
912	檔案伺服器
916	通信系統
920	管理模組
922	管理模組
930	多碟驅動系統
1100	碟驅動控制器
1102	主機
1104	碟驅動器
1106	輔助非揮發性記憶體
1110	介面控制器
1112	緩衝器管理器
1116	記憶體控制器
1118	SRAM 或 DRAM 緩衝器
1122	ID-Less/缺陷管理器
1126	進階高性能匯流排
1128	線快取
1130	處理器
1134	緊密耦接記憶體
1140	伺服控制器
1142	糾錯電路
1144	讀通道電路
1150	快閃記憶體控制器(區塊)
1152	快閃記憶體暫存器(區塊)
1154	快閃記憶體 FIFO 包裝器(區塊)

- 1156 快閃記憶體系統同步區塊
- 1200 具有快閃式 IF 之多碟驅動系統
- 1202 主機
- 1203 快閃式 IF
- 1206 主機快閃記憶體介面
- 1208 驅動控制模組
- 1220 高功率碟驅動器(HPDD)
- 1222 低功率碟驅動器(LPDD)
- 1230、1232、1234、1236、1238、1240 步驟

五、中文發明摘要：

多種型式的資料儲存系統使用低功率碟驅動器，以快取去往/來自高功率碟驅動器的資料，以減少功率消耗和存取時間。這些碟驅動器中的一些可以經由諸如快閃記憶體介面之類的非揮發性半導體記憶體介面與主機裝置通信。

六、英文發明摘要：

Various types of data storage systems employ low power disk drives to cache data to/from high power disk drives to reduce power consumption and access times. Some of the disk drives may communicate with a host device via a non-volatile semiconductor interface such as a flash memory interface.

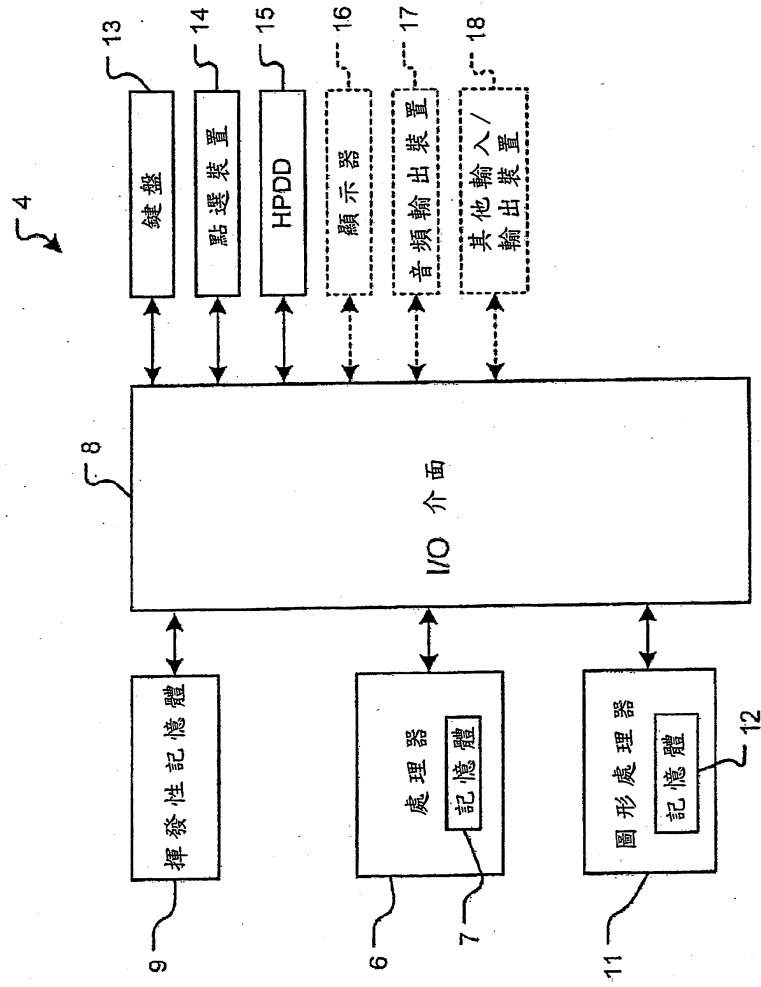
十、申請專利範圍：

1. 一種用於具有高功率模式與低功率模式的裝置之碟驅動器系統，包括：
 - 一低功率碟驅動器 (LPDD)；以及
 - 一高功率碟驅動器 (HPDD)，其中該 LPDD 和該 HPDD 中的至少一個經由非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之碟驅動器系統，更包括一控制模組，該控制模組包括一辨識該 LPDD 中的最少使用區塊 (LUB) 的 LUB 模組，並且在接收到資料儲存請求和資料擷取請求中的至少一個時，該控制模組在該低功率模式期間選擇地將該 LUB 傳送到該 HPDD。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之碟驅動器系統，其中在關於寫資料的該儲存請求期間，如果對於該寫資料在該 LPDD 上有足夠的空間可用，則該控制模組將該寫資料傳送到該 LPDD。
4. 如申請專利範圍第 2 項所述之碟驅動器系統，其中如果關於該寫資料在該 LPDD 上沒有足夠空間可供使用，則該控制模組提供電力給該 HPDD，並且將該 LUB 從該 LPDD 傳送到該 HPDD，然後將該寫資料傳送到該 LPDD。
5. 如申請專利範圍第 2 項所述之碟驅動器系統，其中該控制模組包括調整式儲存模組，該調整式儲存模組在該 LPDD 上沒有可用於該寫資料的足夠空間時，判斷該寫資料是否有可能在該 LUB 之前被使用。
6. 如申請專利範圍第 5 項所述之碟驅動器系統，其中如果該寫資料有可能在該 LUB 之後被使用，則該控制模組將該寫資料儲存到該 HPDD 上。

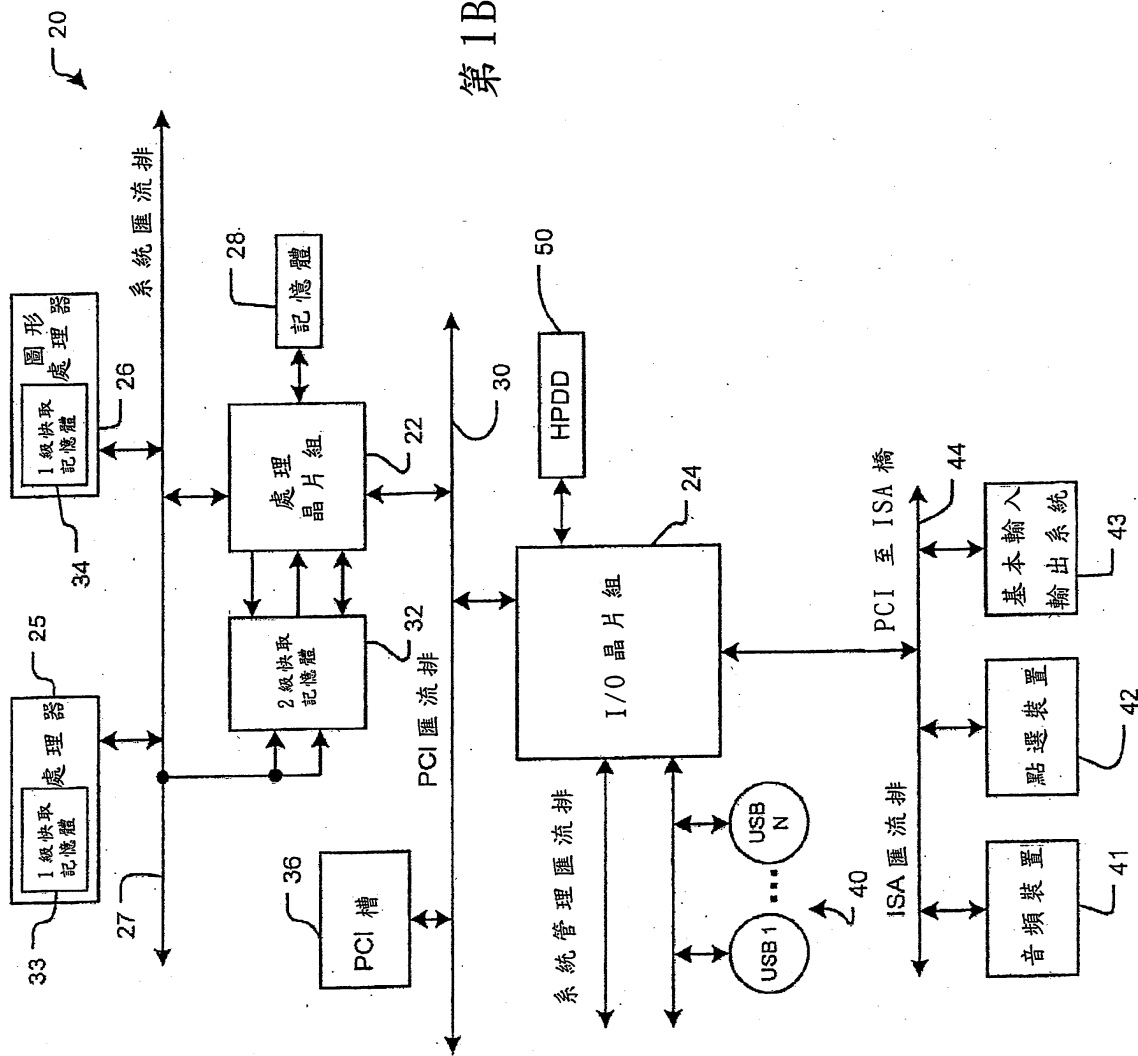
7. 如申請專利範圍第 5 項所述之碟驅動器系統，其中
如果該寫資料有可能在該 LUB 之前被使用，則該控制模組提供電力給該 HPDD，並且將該 LUB 從該 LPDD 傳送到該 HPDD，然後將該寫資料傳送到該 LPDD。
8. 如申請專利範圍第 2 項所述之碟驅動器系統，其中
在關於讀資料的該資料擷取請求期間，如果該讀資料被儲存在該 LPDD 中，則該控制模組從該 LPDD 擷取該讀資料。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之碟驅動器系統，其中
該控制模組包括一調整式儲存模組，當該讀資料不位於該 LPDD 上時，該調整式儲存模組判斷該讀資料是否有可能將被使用一次，以及其中該讀資料可能將被使用一次，則該控制模組從該 HPDD 擷取該讀資料。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之碟驅動器系統，其中
如果該調整式儲存模組判斷該讀資料有可能將被使用多於一次，以及如果對於該讀資料在該 LPDD 上有足夠的空間可用，則該控制模組則將該讀資料從該 HPDD 傳送到該 LPDD。
11. 如申請專利範圍第 9 項所述之碟驅動器系統，其中
如果該調整式儲存模組判斷該讀資料有可能將被使用多於一次，而如果對於該讀資料在該 LPDD 上沒有足夠的空間可用，則該控制模組將該 LUB 從該 LPDD 傳送到該 HPDD，以及將該讀資料從該 HDPP 傳送至該 LPDD。
12. 如申請專利範圍第 8 項所述之碟驅動器系統，其中
如果對於該讀資料在該 LPDD 上有足夠的空間可用，則該控制模組將該讀資料從該 HPDD 傳送到該 LPDD。

13. 如申請專利範圍第 8 項所述之碟驅動器系統，其中
如果對於該讀資料在該 LPDD 上沒有足夠的空間可用，則該控制模組則將該 LUB 從該 LPDD 傳送到該 HPDD，並且將該讀資料從該 HPDD 傳送到該 LPDD。
14. 如申請專利範圍第 8 項所述之碟驅動器系統，其中
如果該讀資料不位於該 LPDD 上，則該控制模組從該 HPDD 擷取該讀資料。
15. 如申請專利範圍第 1 項所述之碟驅動器系統，其中
該 HPDD 包括一個或更多個碟片，其中該一個或更多個碟片具有大於 1.8”的直徑，並且該 LPDD 包括一個或更多個碟片，其中該一個或更多個碟片具有小於或等於 1.8”的直徑。
16. 如申請專利範圍第 1 項所述之碟驅動器系統，其中
該 HPDD 和該 LPDD 經由該非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信。
17. 如申請專利範圍第 1 項所述之碟驅動器系統，更包括
一控制模組，該控制模組與該 LPDD 和該 HPDD 通信，其中在該低功率模式中關於寫資料的儲存請求期間，該控制模組判斷對於該寫資料在該 LPDD 上是否存在足夠的空間可用，並且如果有足夠的空間可用，則將該寫資料傳送到該 LPDD。
18. 如申請專利範圍第 17 項所述之碟驅動器系統，其中
該 HPDD 和該 LPDD 經由該非揮發性半導體記憶體介面與該裝置通信。

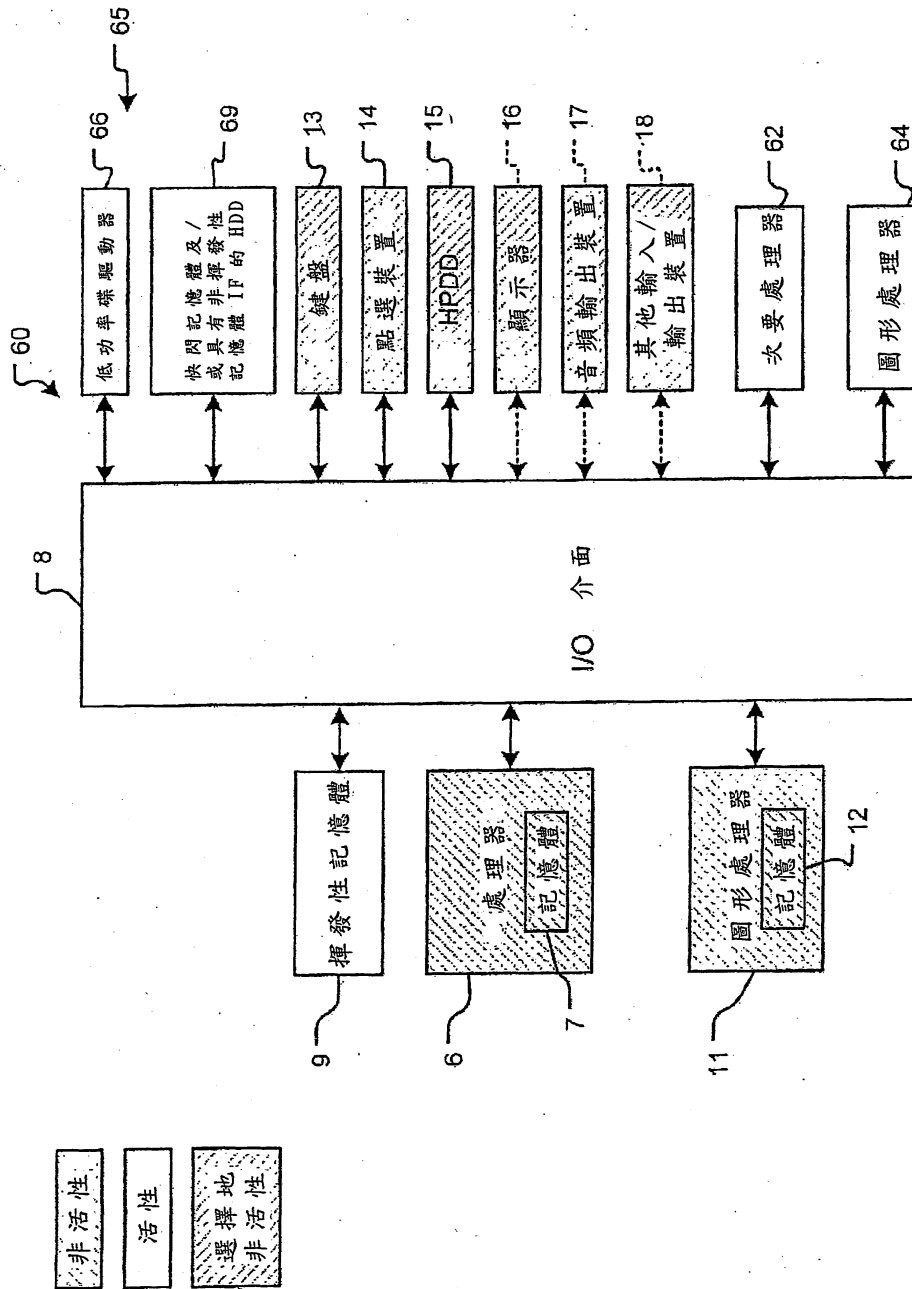
19. 如申請專利範圍第 17 項所述之碟驅動器系統，其中
如果沒有足夠的空間可用，則該控制模組將該寫資料儲存到該 HPDD
上。
20. 如申請專利範圍第 17 項所述之碟驅動器系統，其中
該控制模組更包括 LPDD 維護模組，該 LPDD 維護模組在該高功率模
式期間將資料檔案從該 LPDD 傳送到該 HPDD，以增加該 LPDD 上的
可用碟空間。
21. 如申請專利範圍第 20 項所述之碟驅動器系統，其中
該 LPDD 維護模組依據年齡、大小和在該低功率模式中將來使用的可
能性中的至少一個來傳送該資料檔案。
22. 如申請專利範圍第 17 項所述之碟驅動器系統，其中
該 HPDD 包括一個或更多個碟片，其中該一個或更多個碟片具有大於
1.8”的直徑，並且其中該 LPDD 包括一個或更多個碟片，其中該一個
或更多個碟片具有小於或等於 1.8”的直徑。
23. 如申請專利範圍第 1 項所述之碟驅動器系統，其中
該非揮發性半導體記憶體介面包括：快閃記憶體介面。



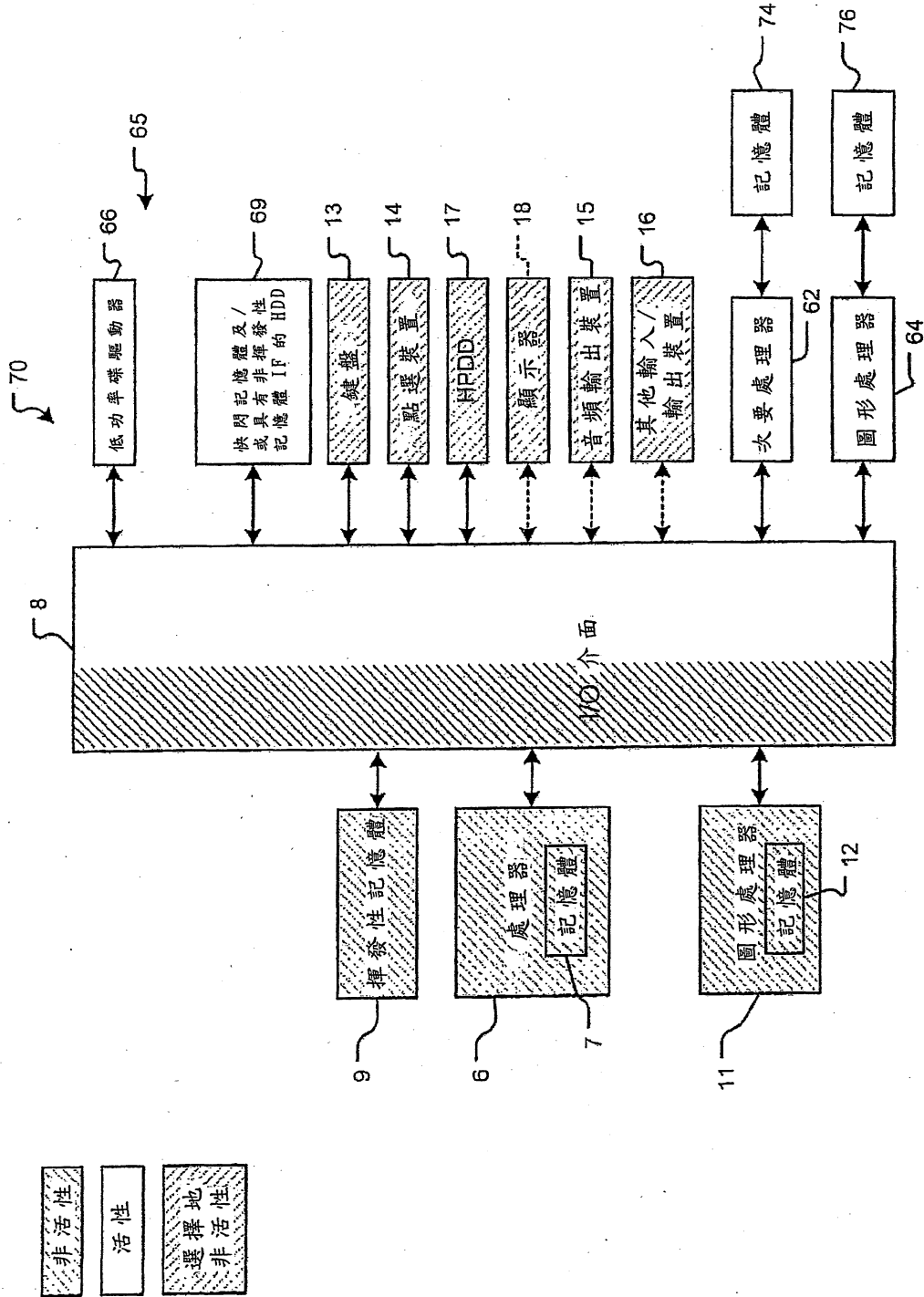
第1A圖



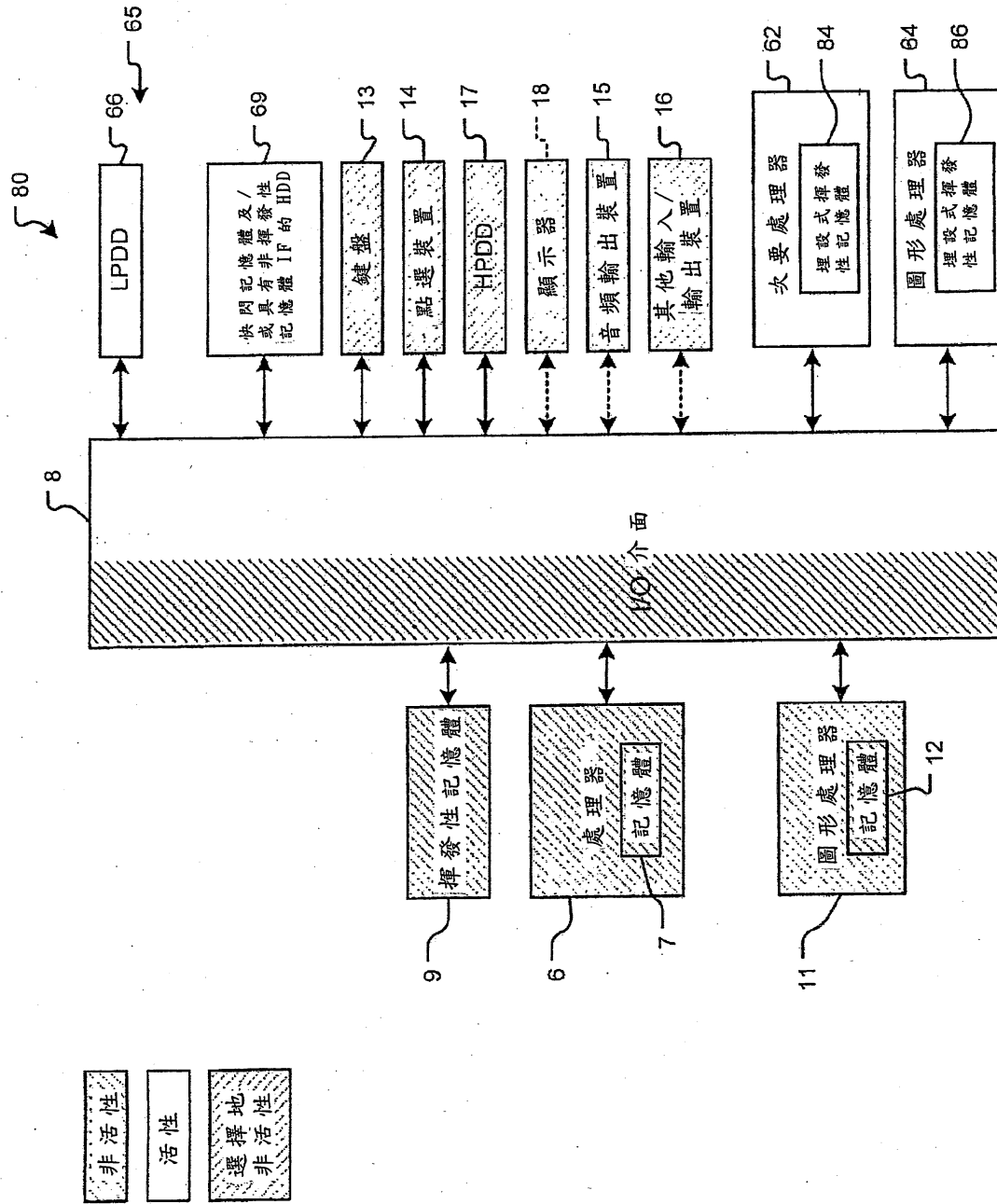
第1B圖



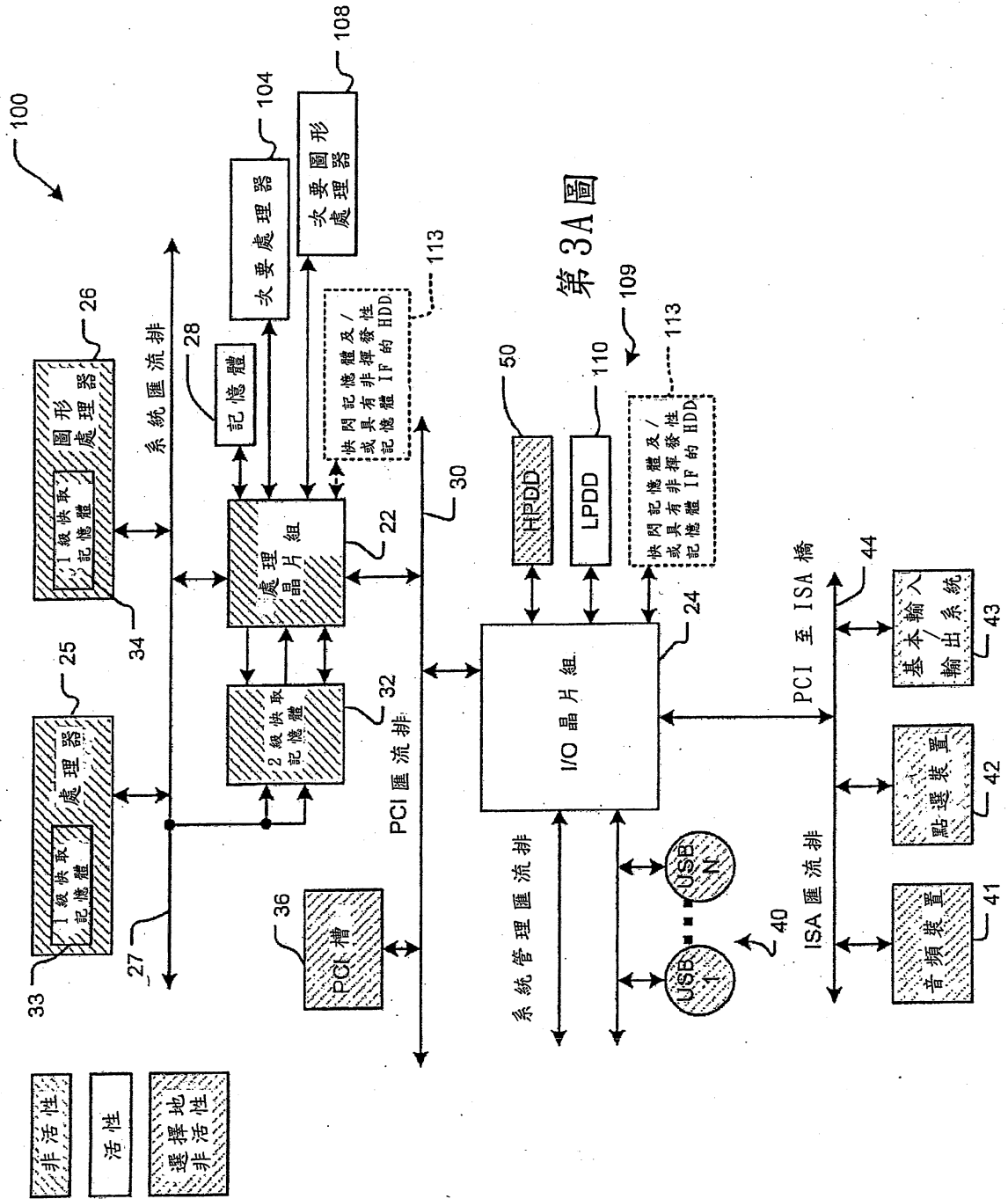
第2A圖



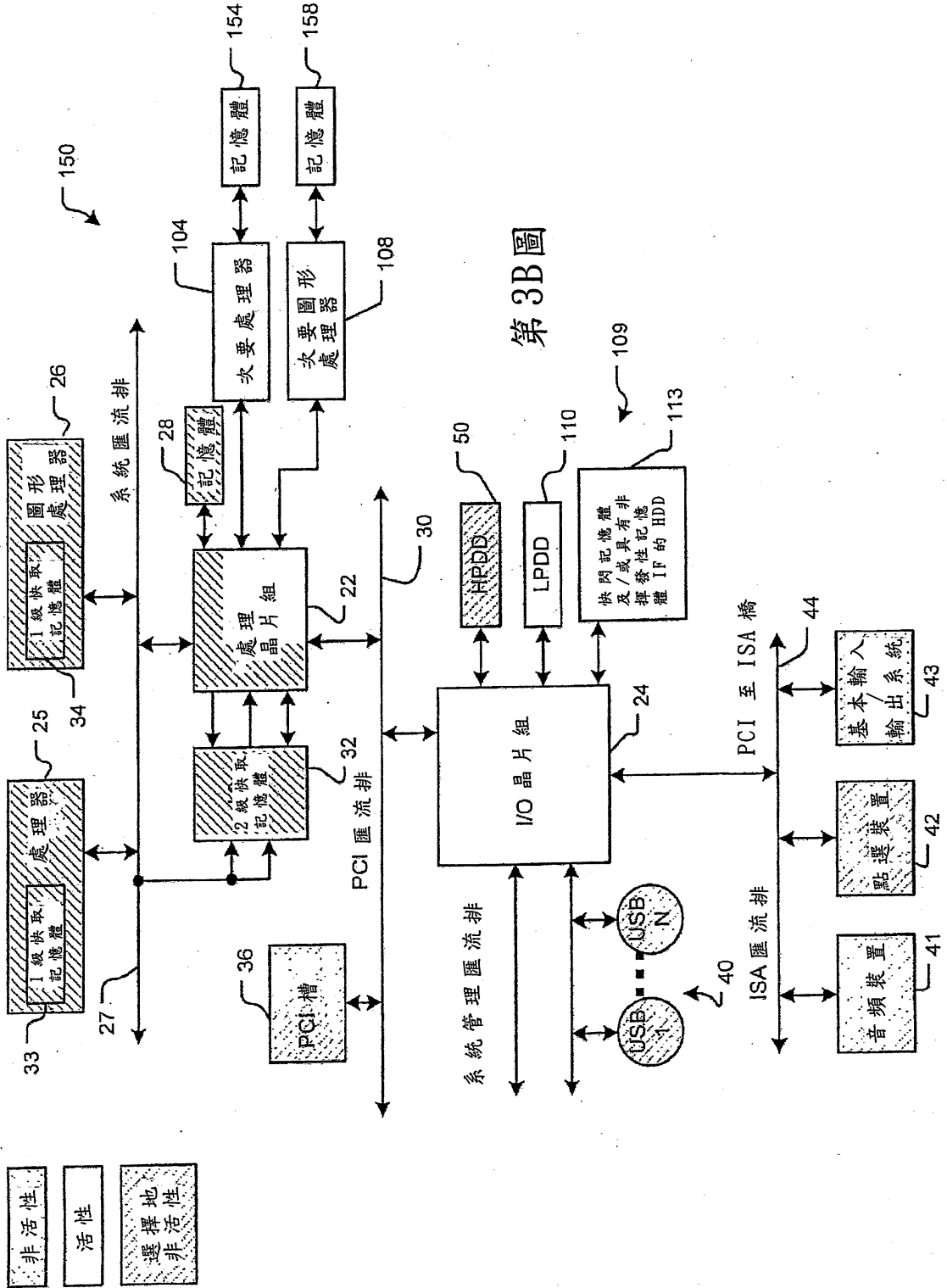
第2B圖

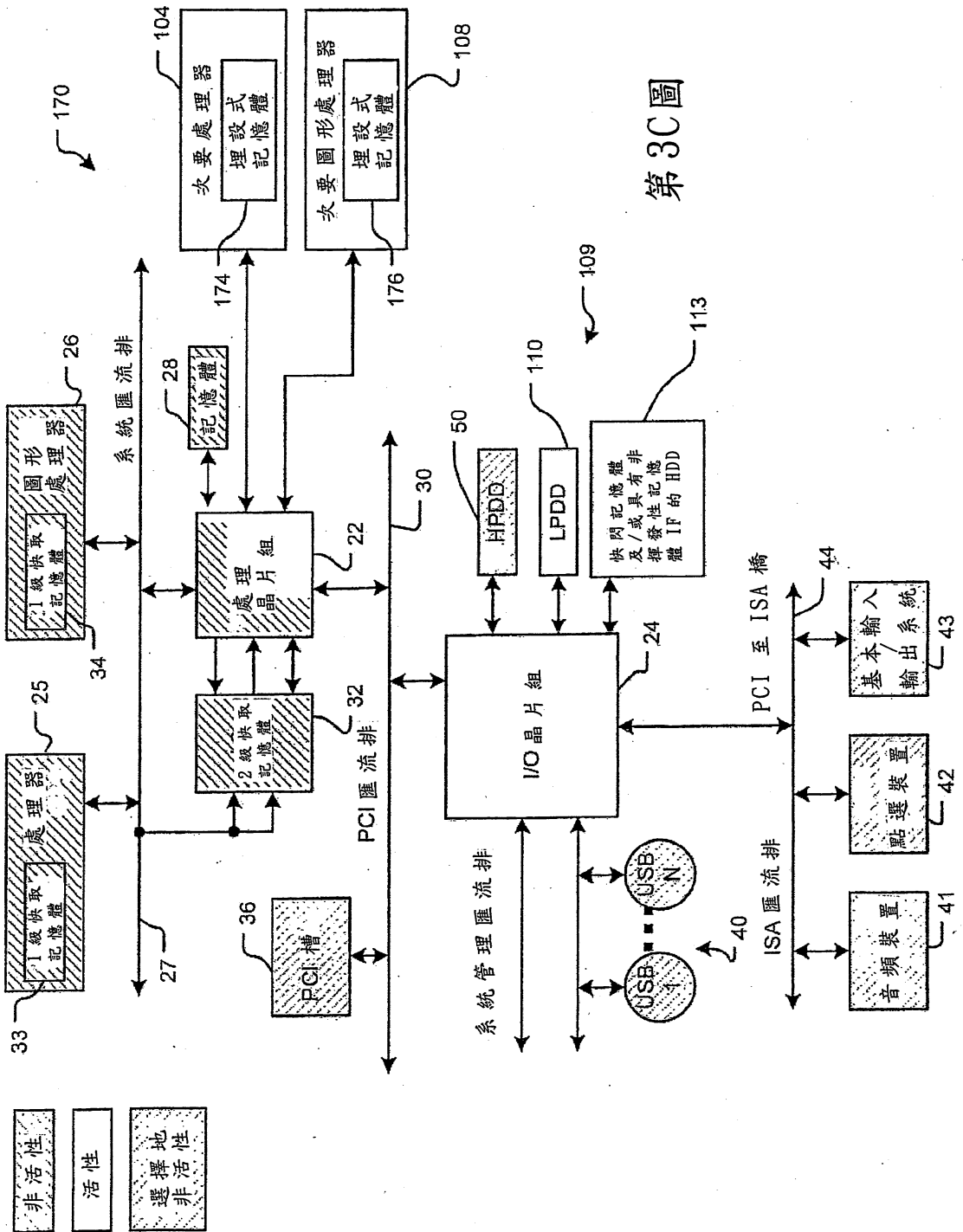


第20圖

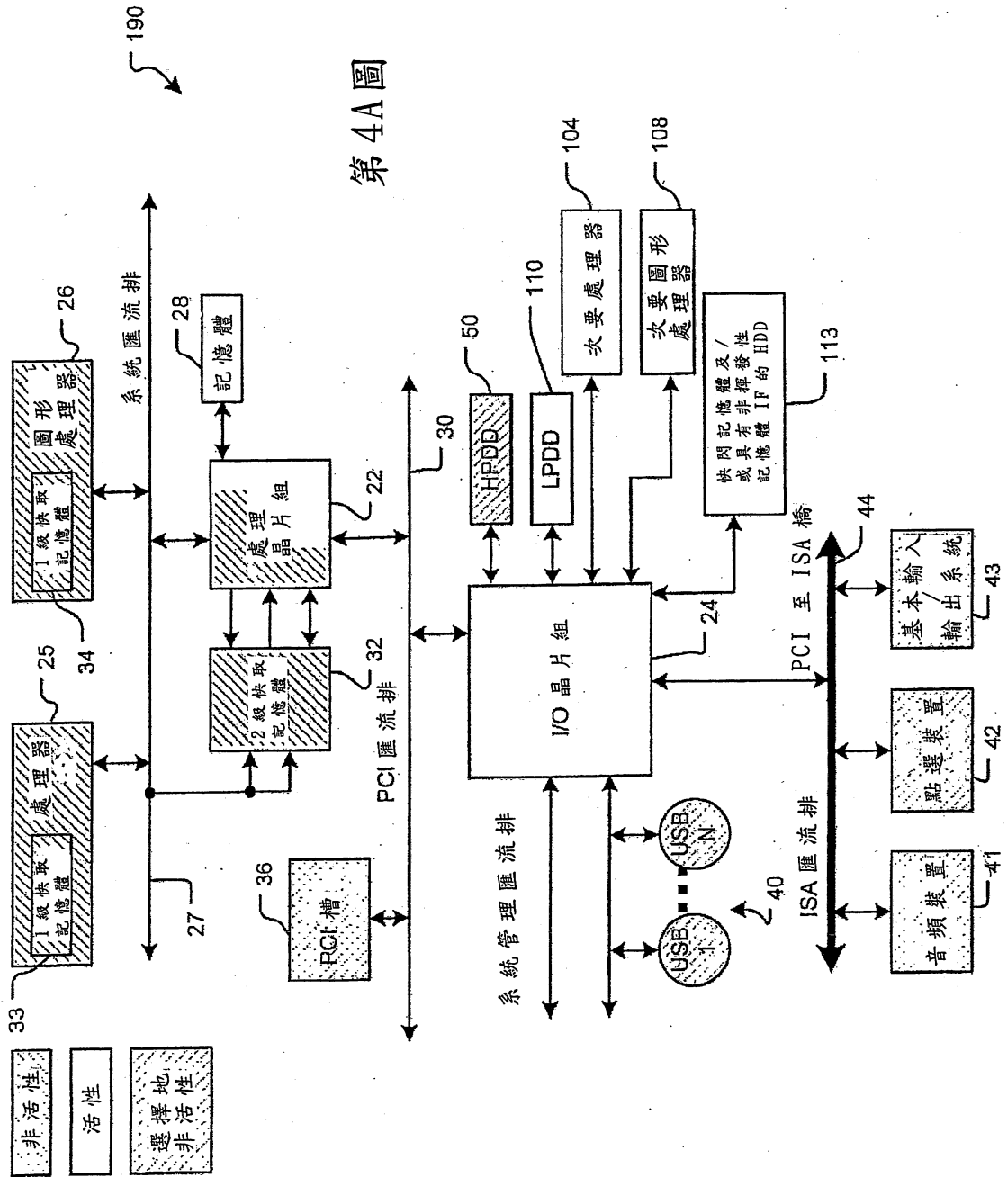


第3A圖

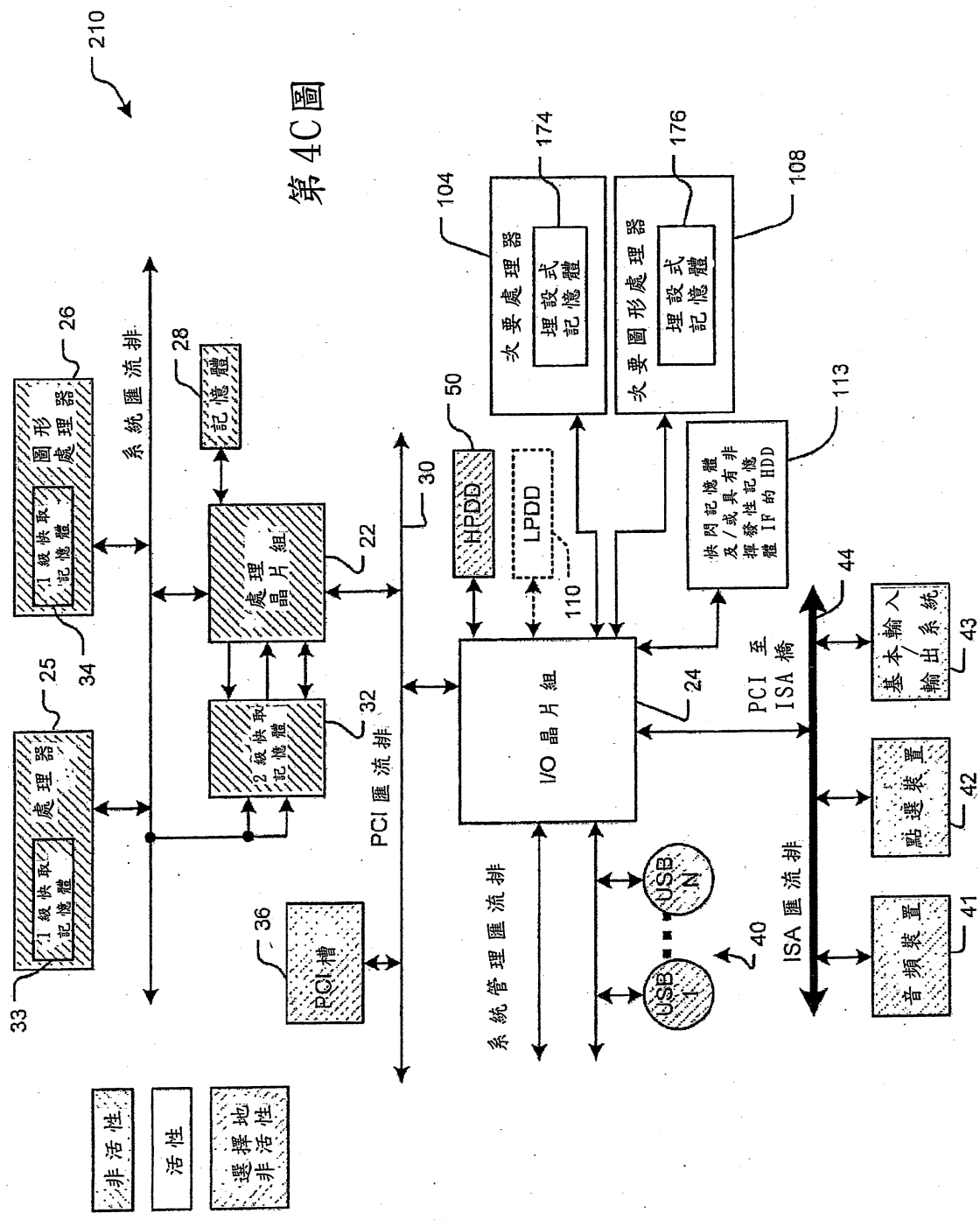




第3C圖



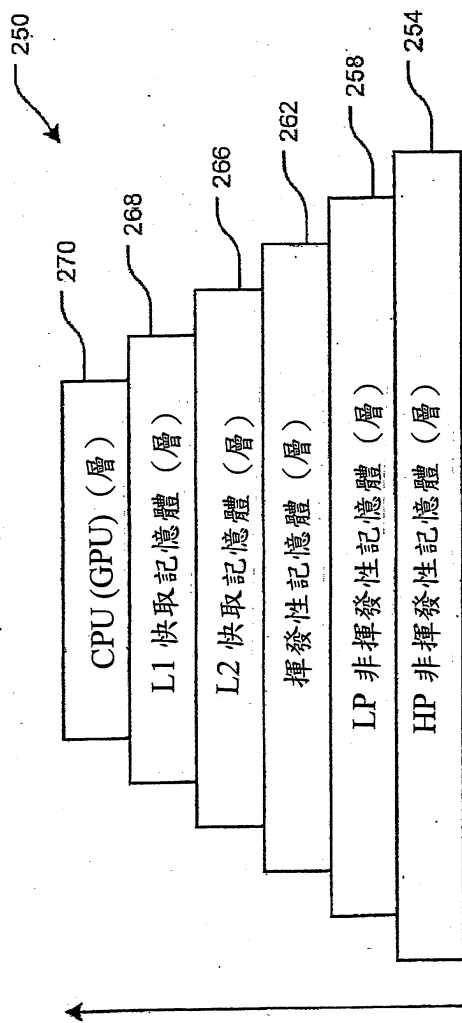
第4A圖



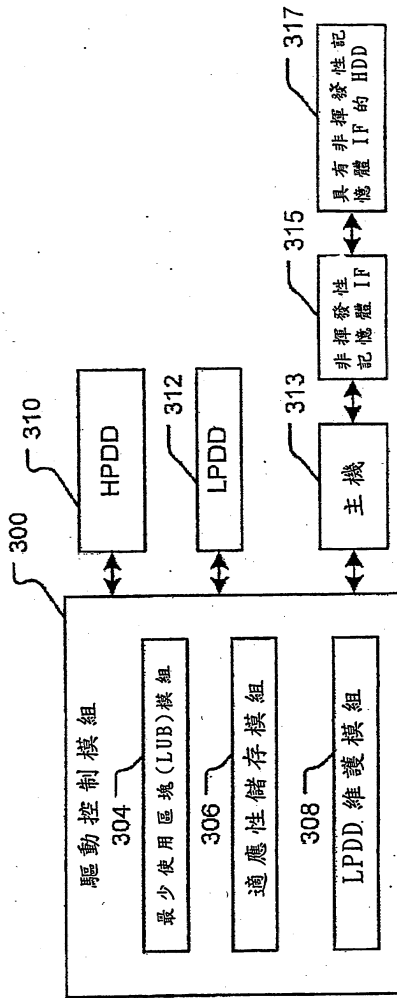
第4C圖

非活性
 活性
 選擇地非活性

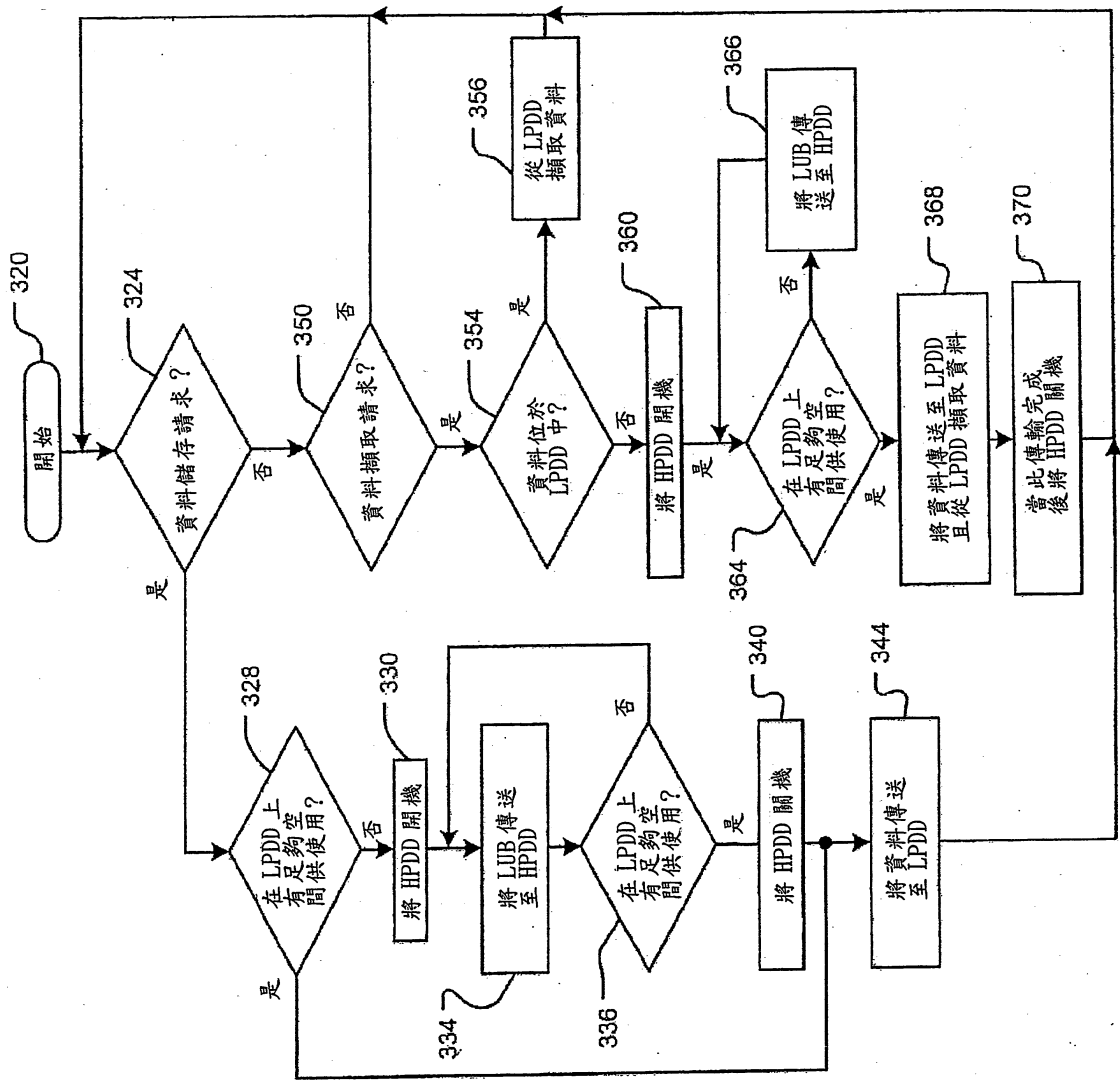
第5圖



快取記憶體層級

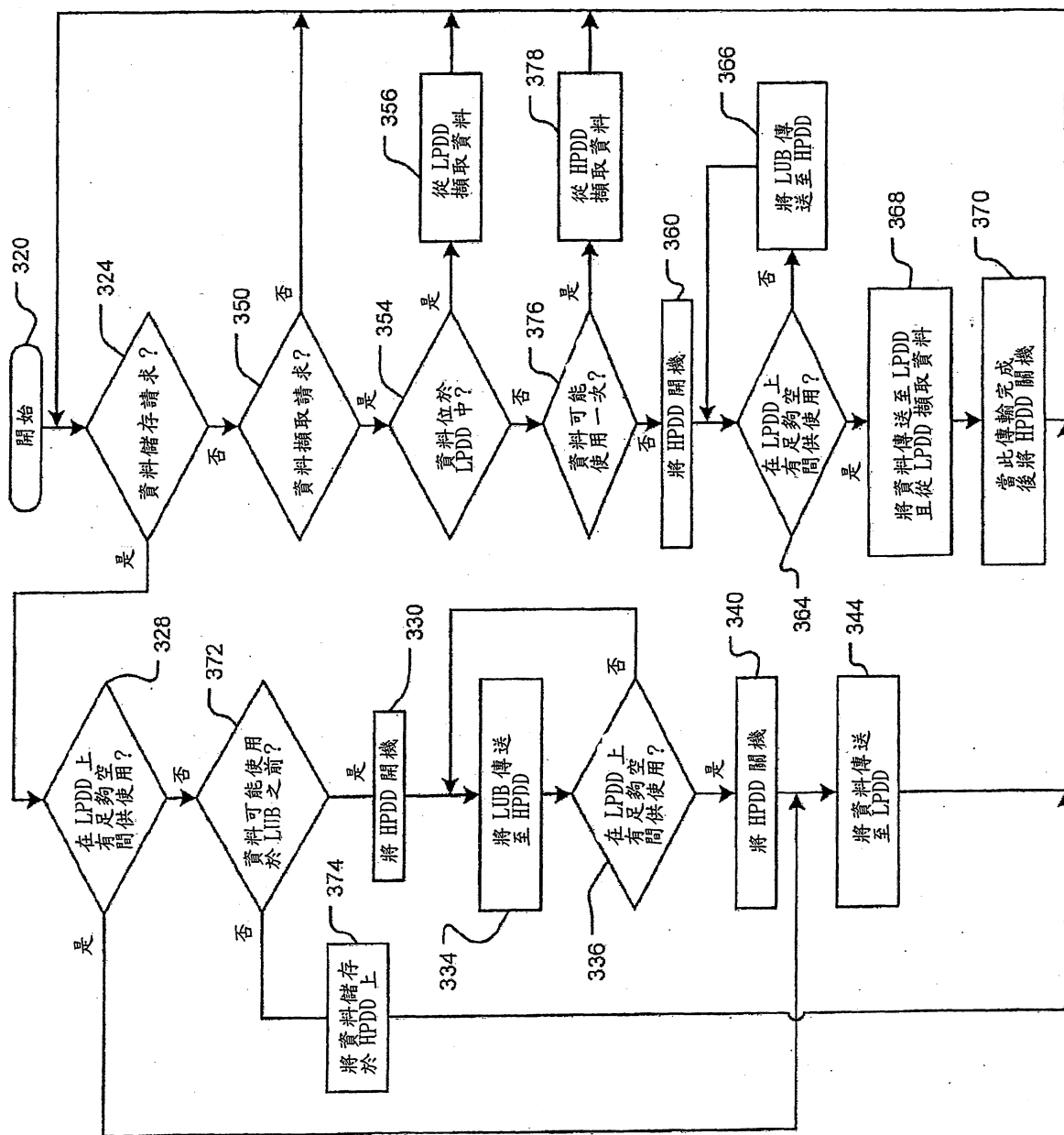


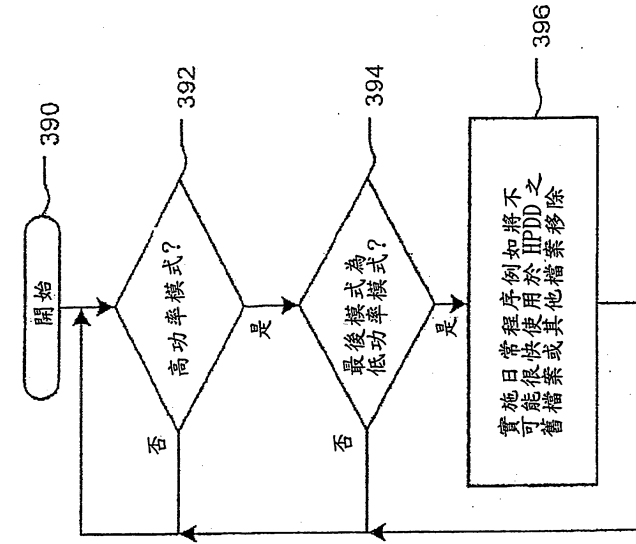
第6圖



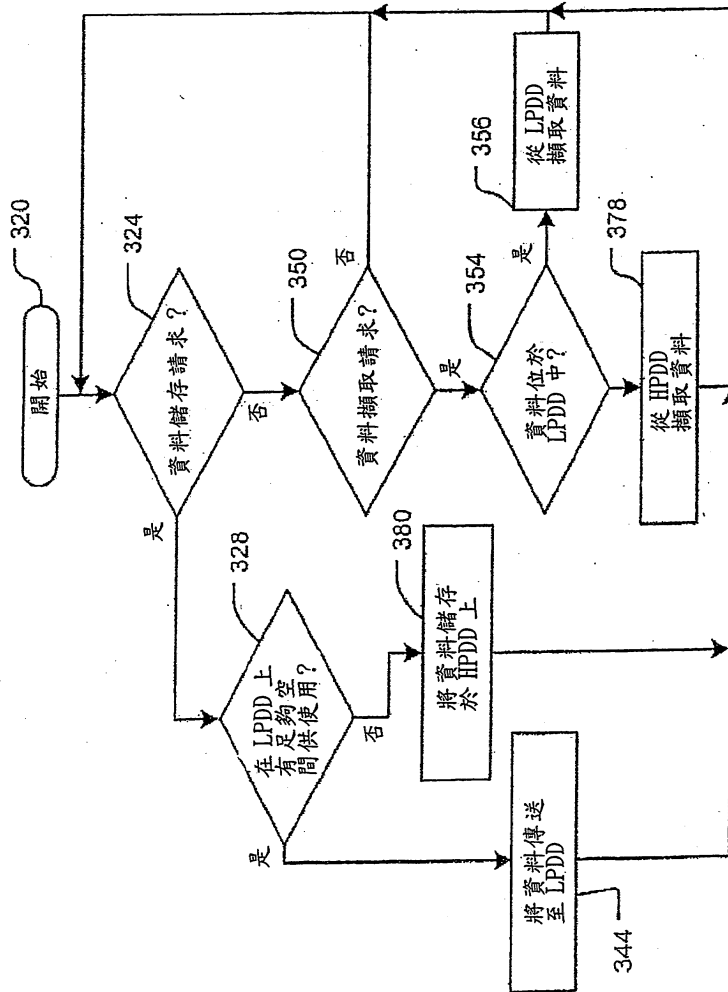
第7A圖

第7B圖

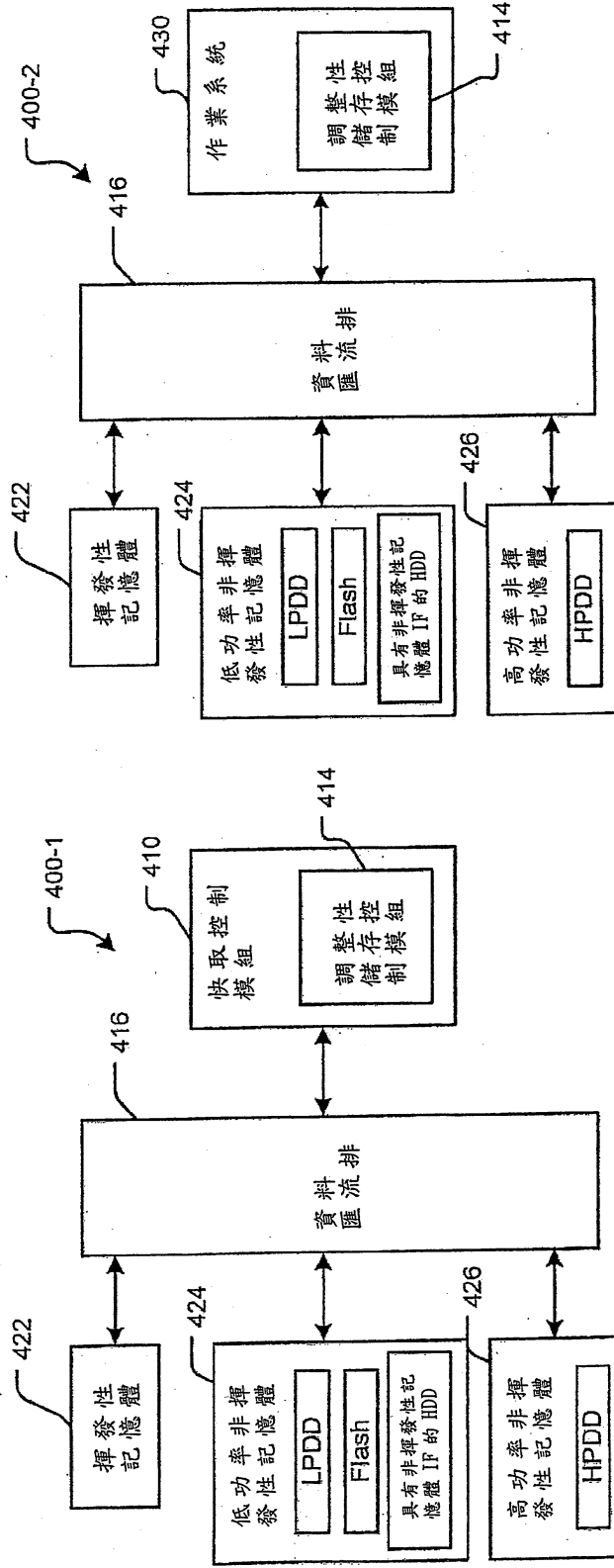




第7D圖

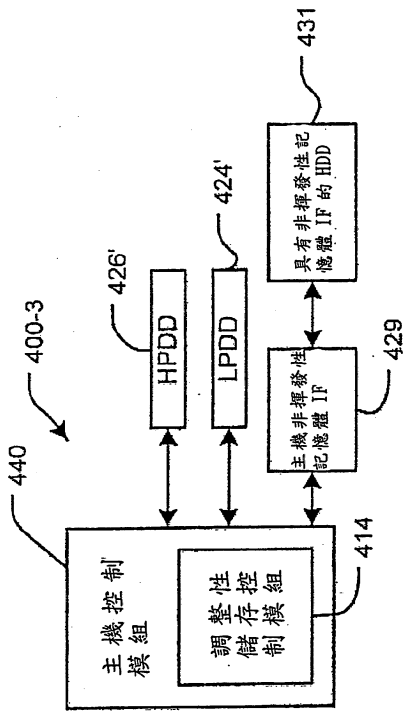


第7C圖

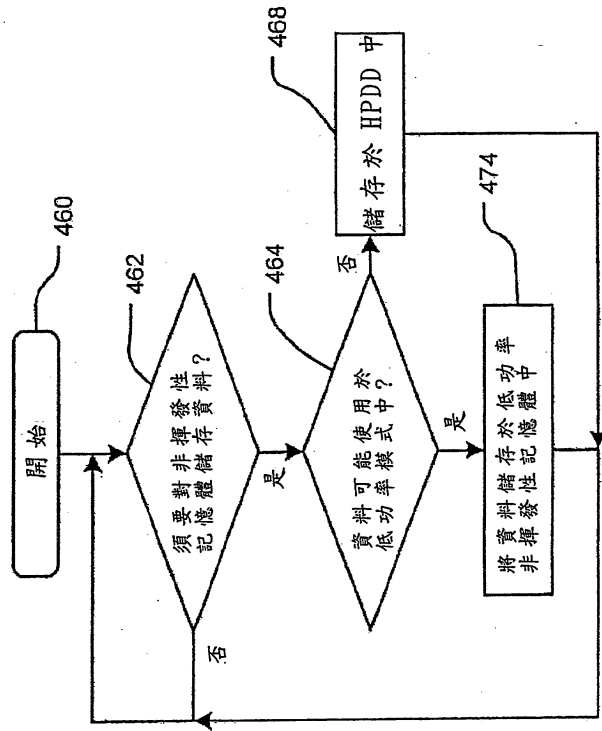


第8B圖

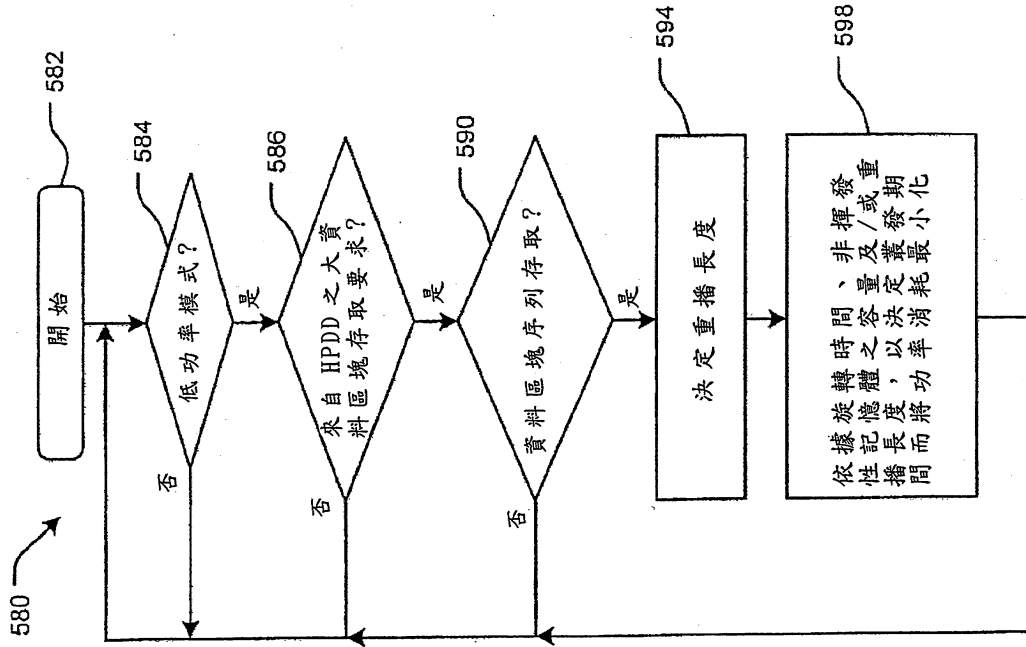
第8A圖



第8C圖



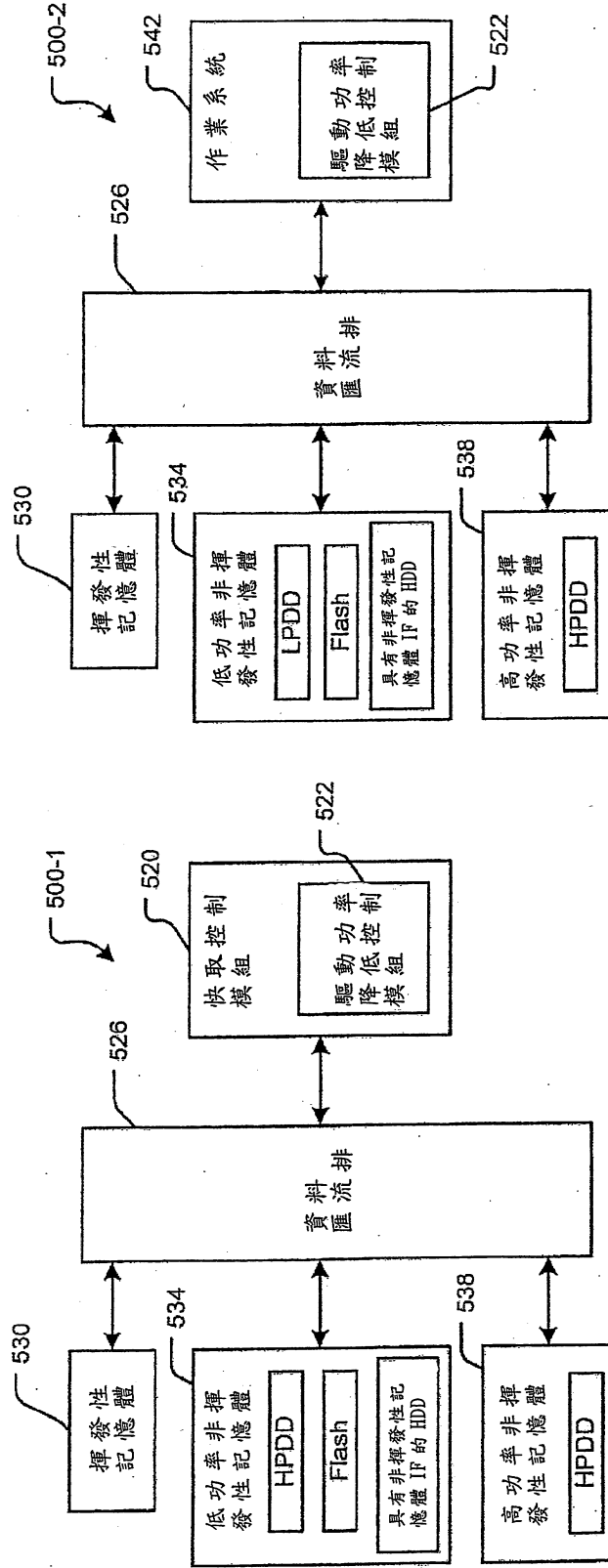
第9圖



第12圖

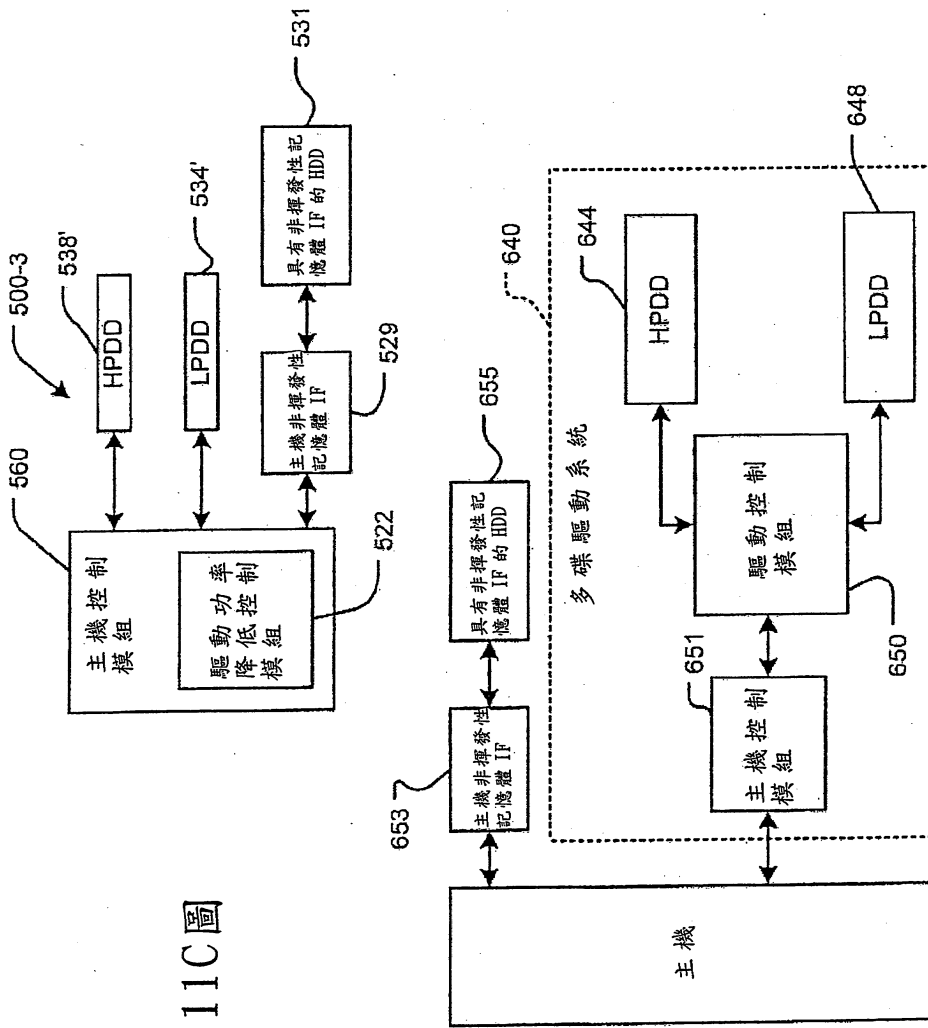
資料區塊描述器	LP_Ctr	HP_Ctr	尺寸	上次使用	手工
程式 A	10	1	10M	D1	L
程式 B	0	67	2G	D2	A
檔案 A	0	45	80M	D3	H
檔案 B	48	45	5G	D4	A

第10圖



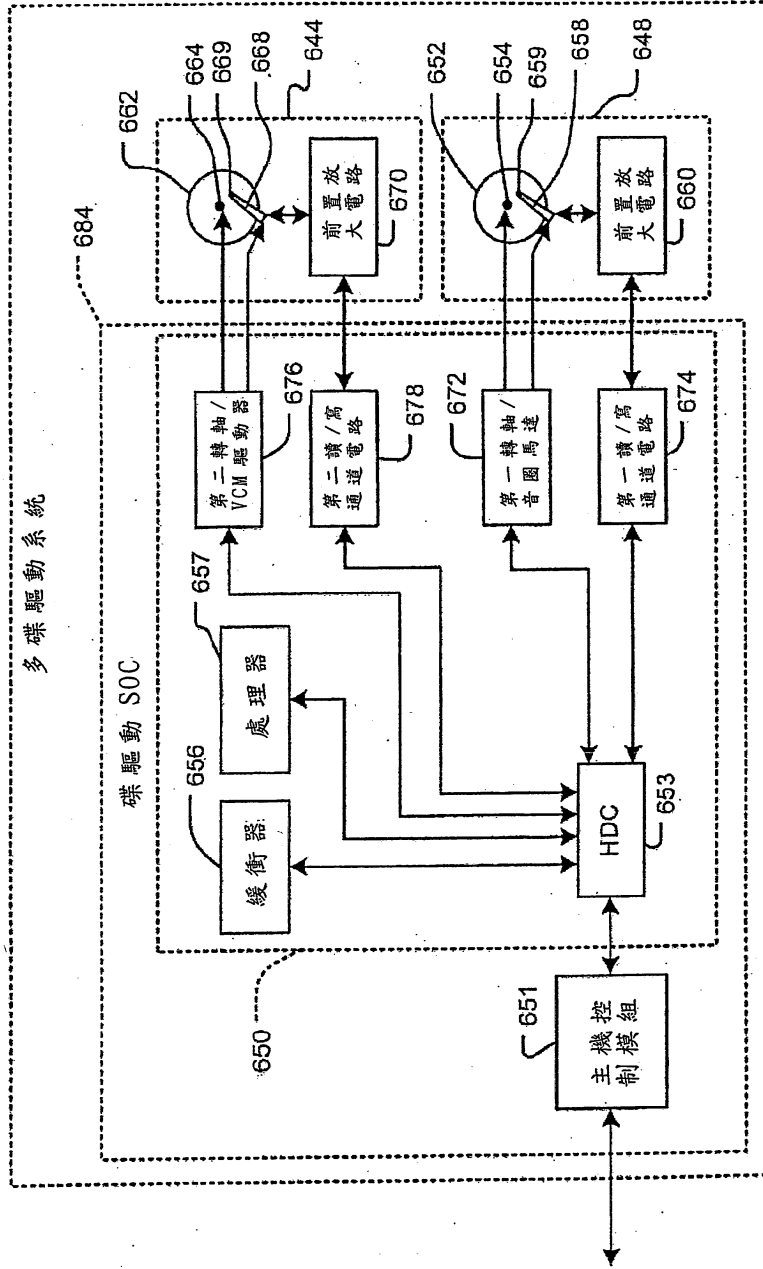
第 11B 圖

第 11A 圖

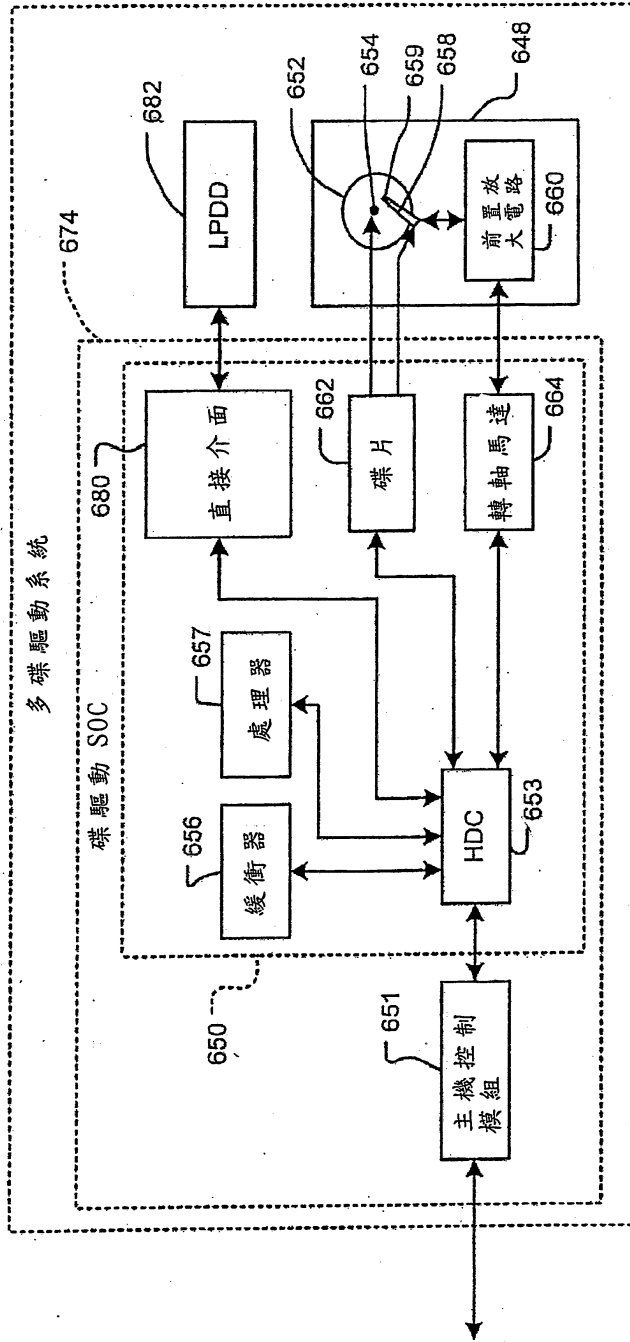


第11C圖

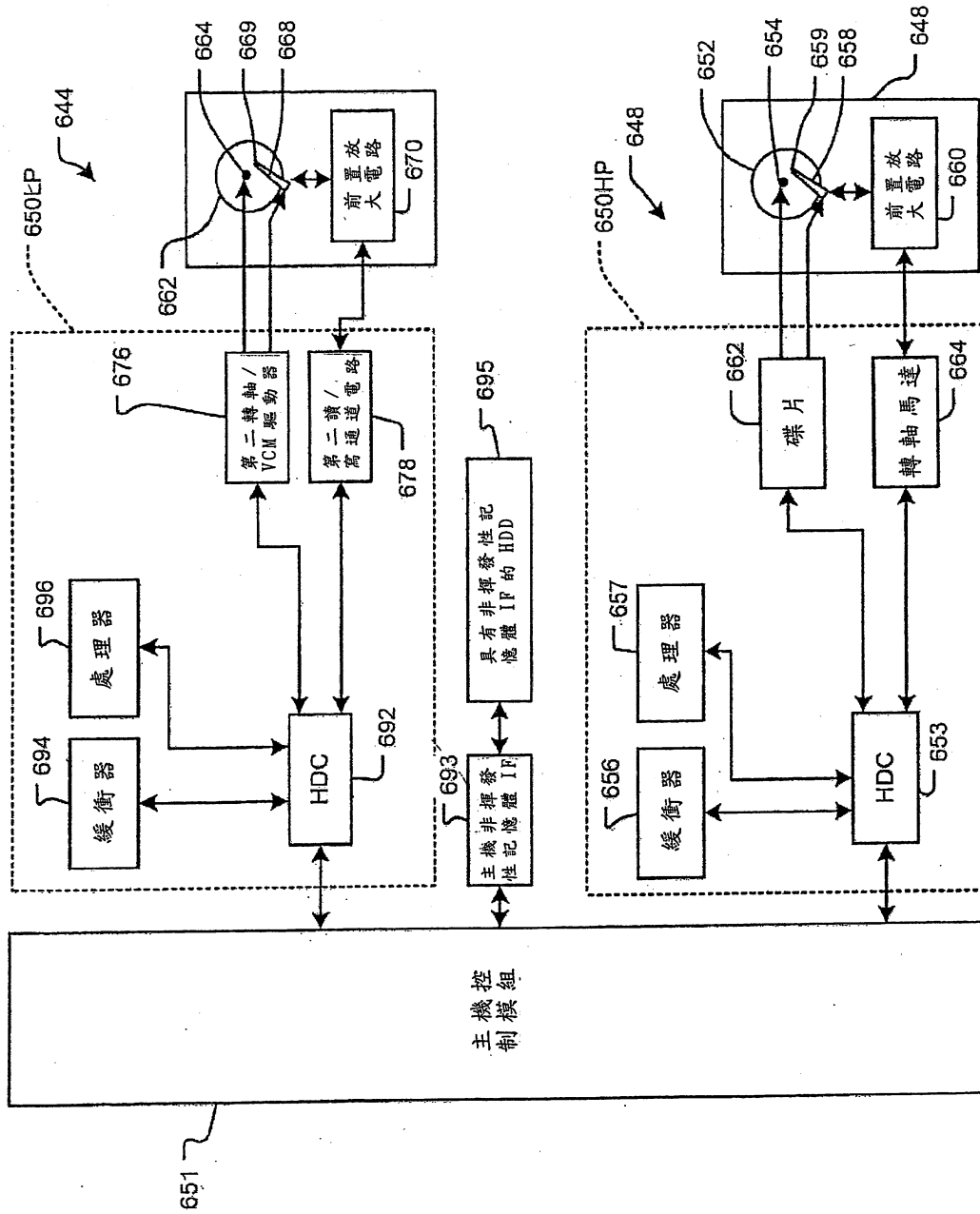
第13圖



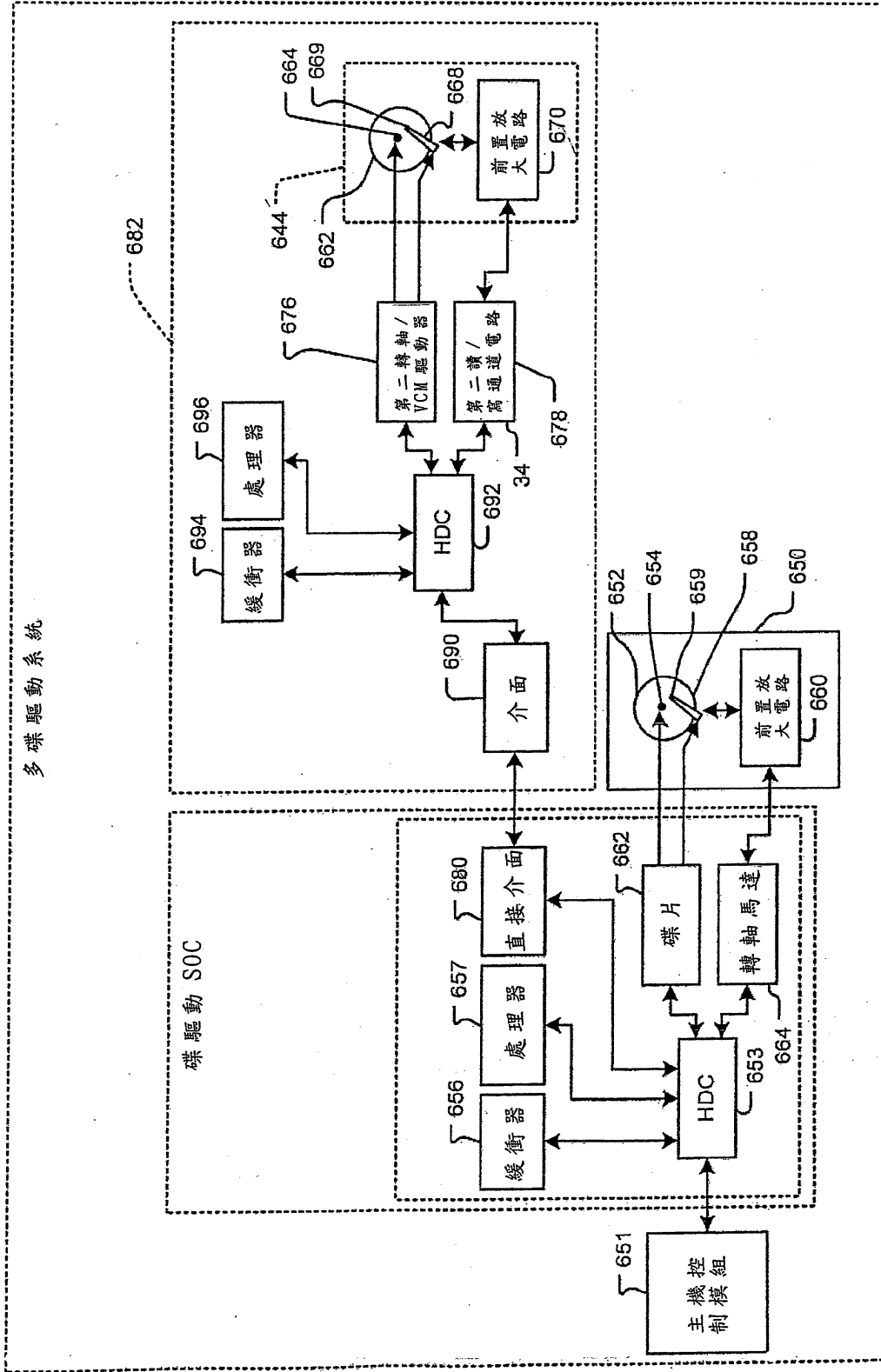
第14圖



第15圖

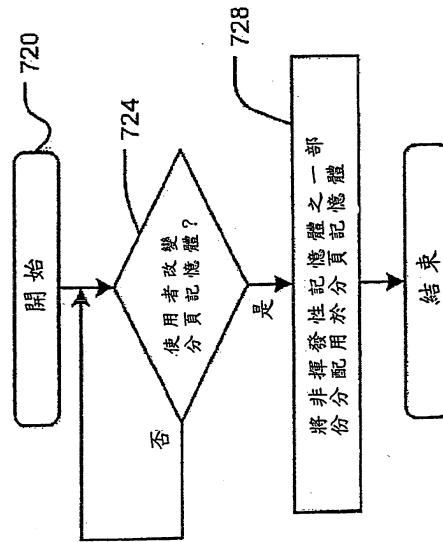
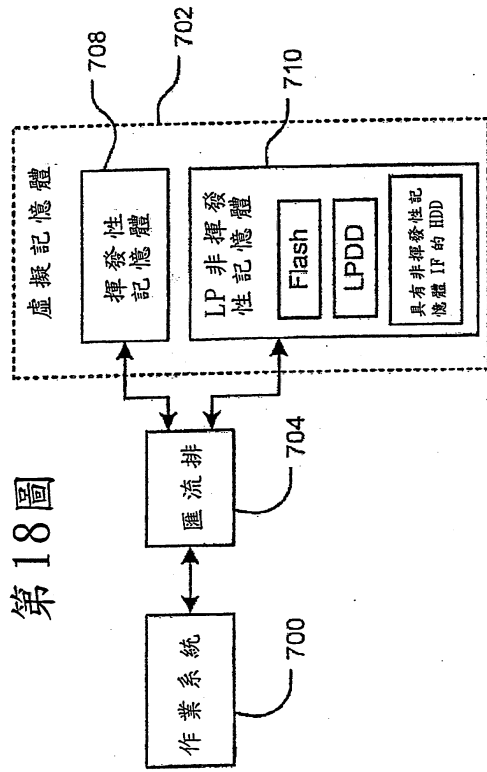


第 16 圖

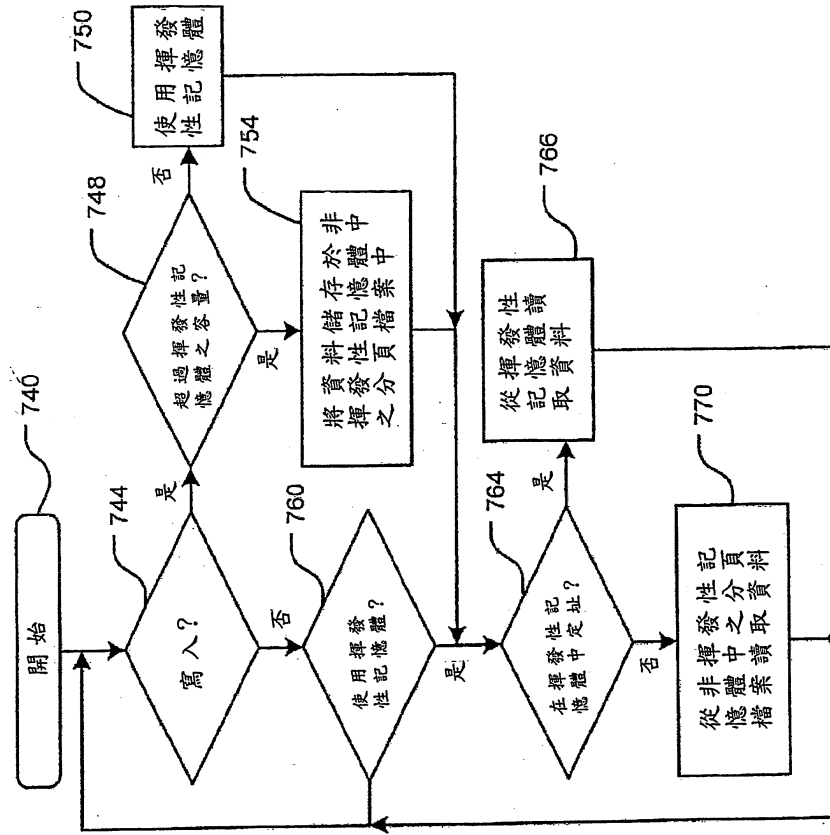


第17圖

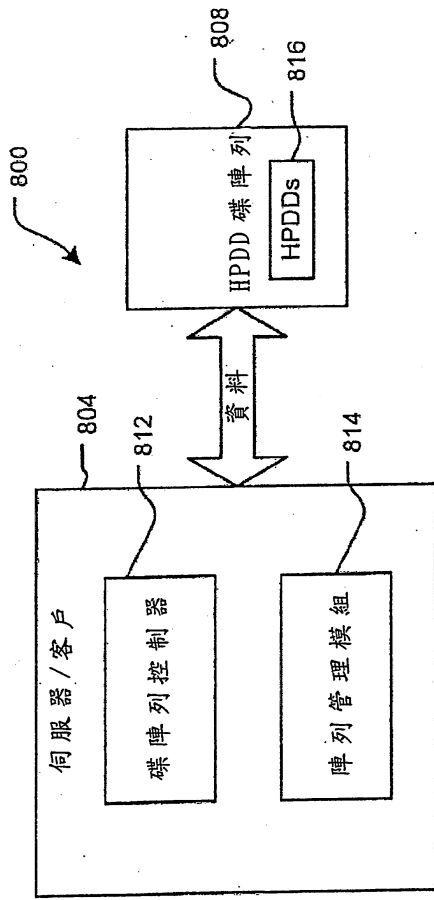
第18圖



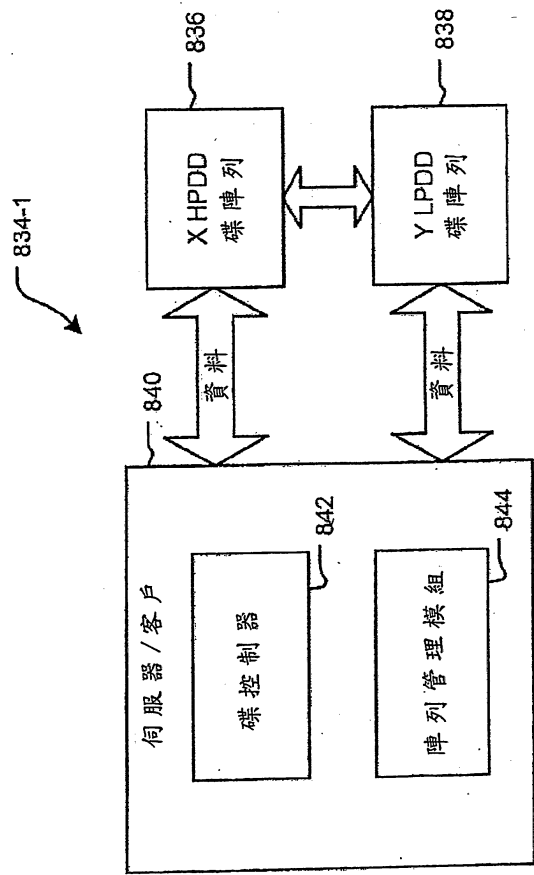
第19圖



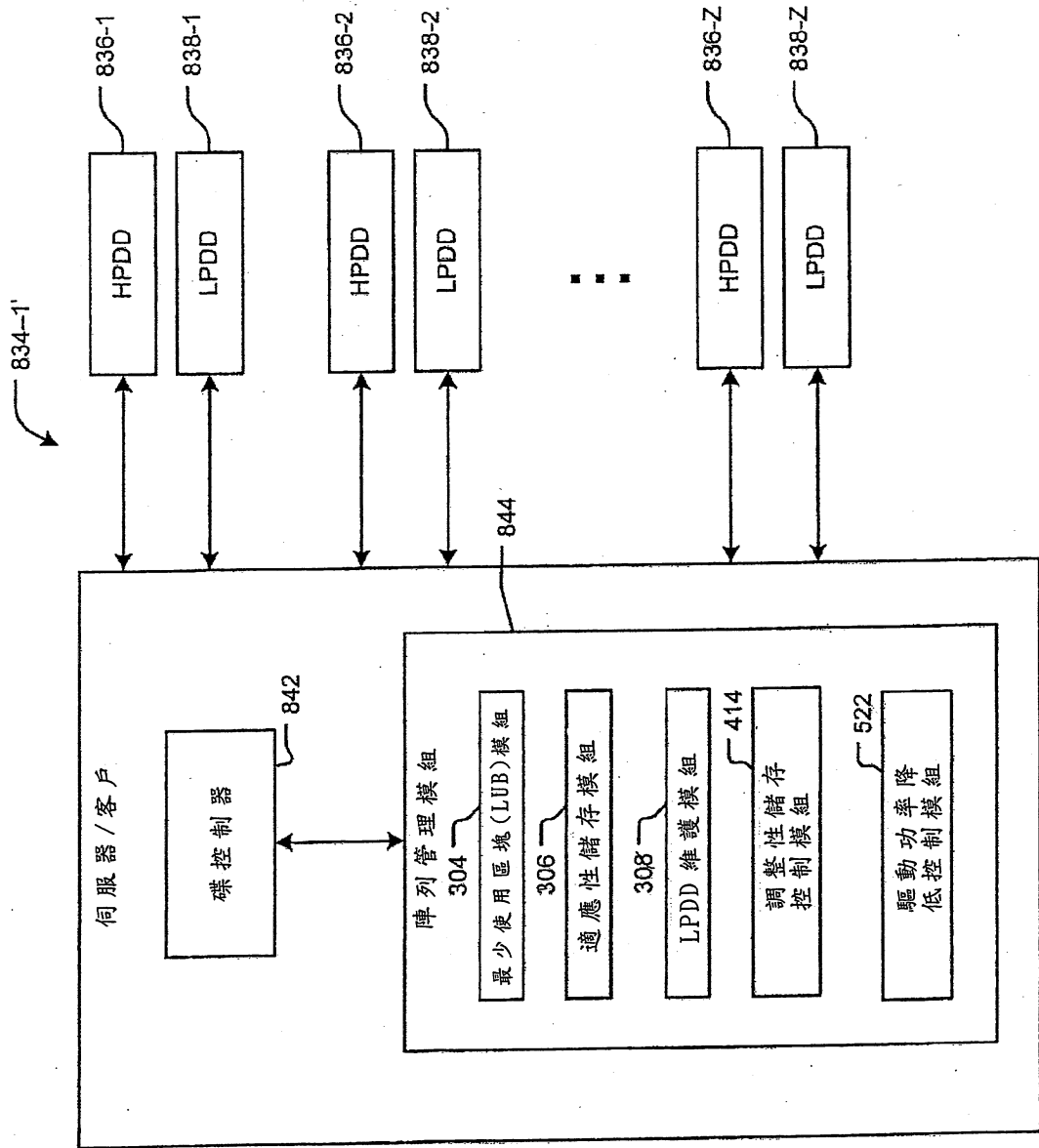
第20圖



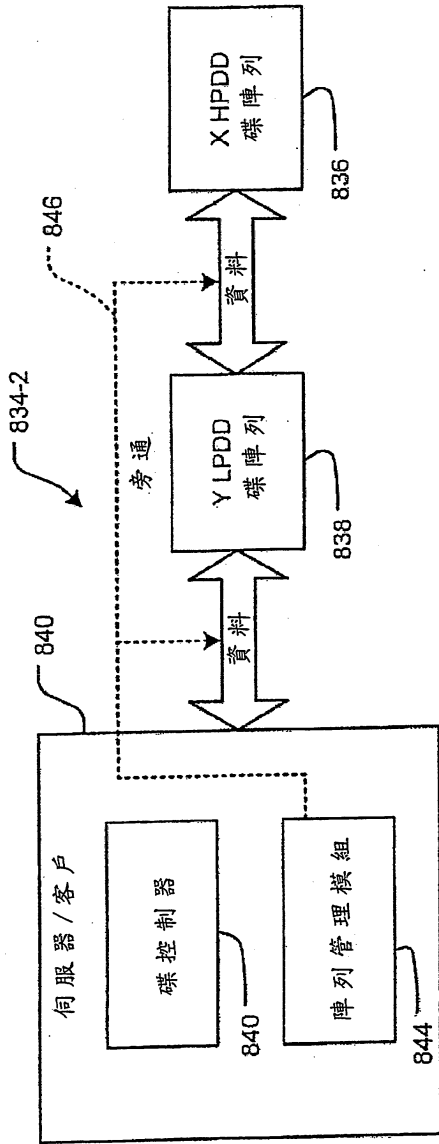
第21圖



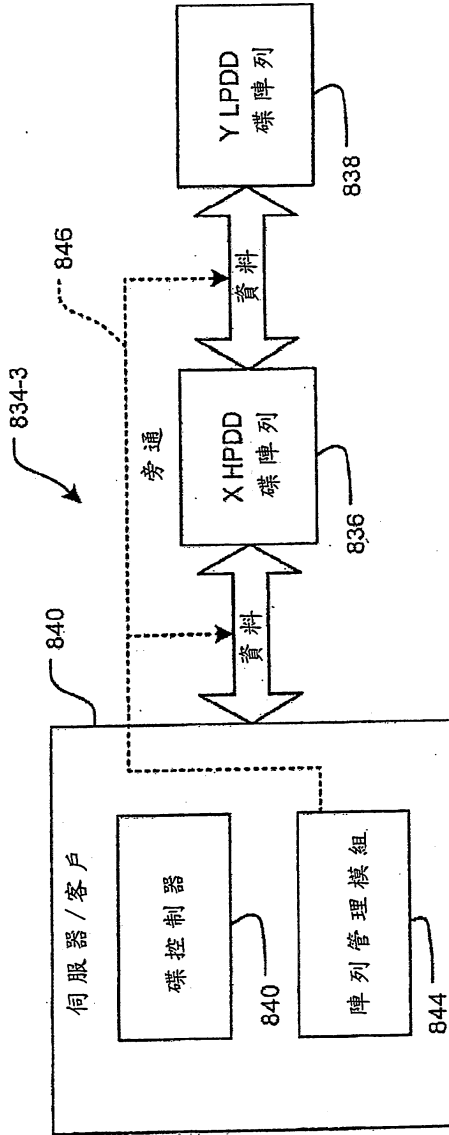
第22A圖



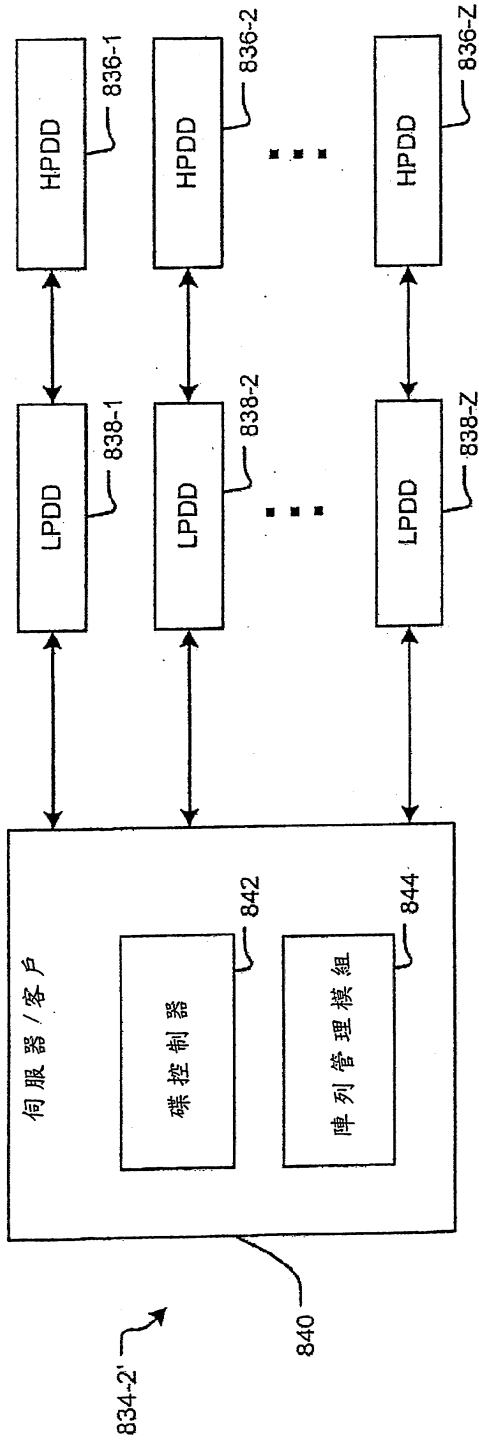
第22B圖



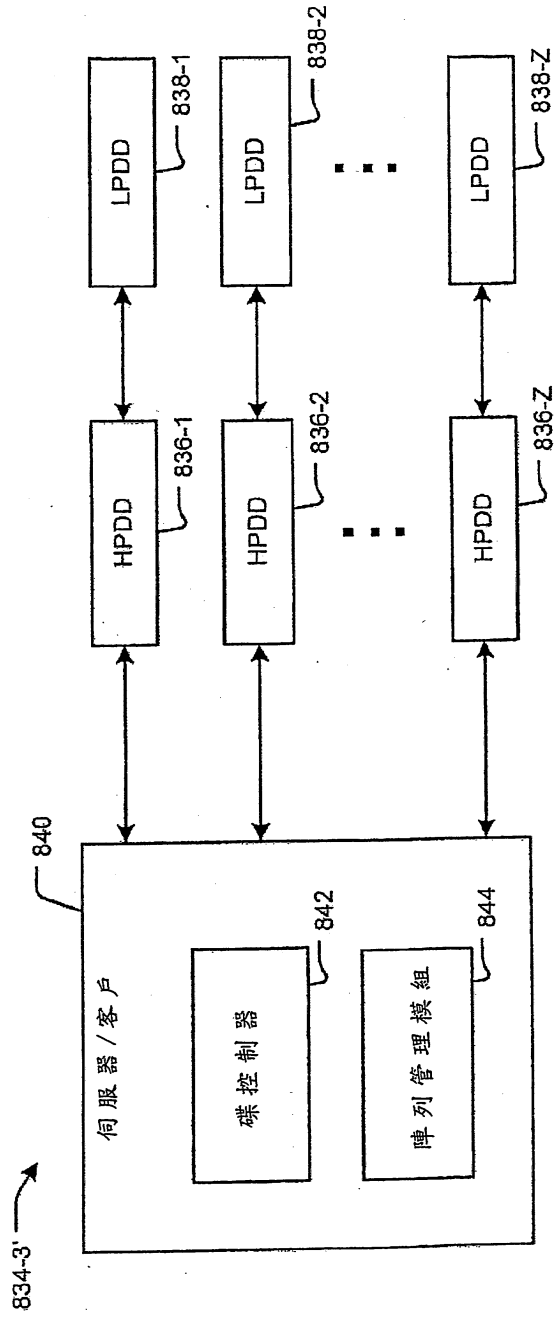
第23A圖



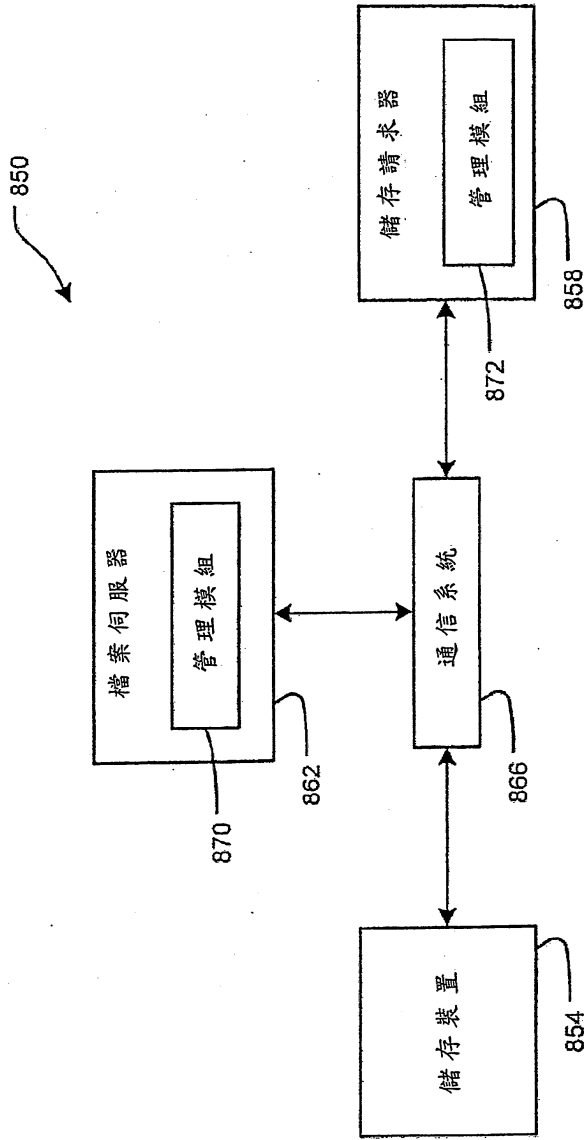
第24A圖



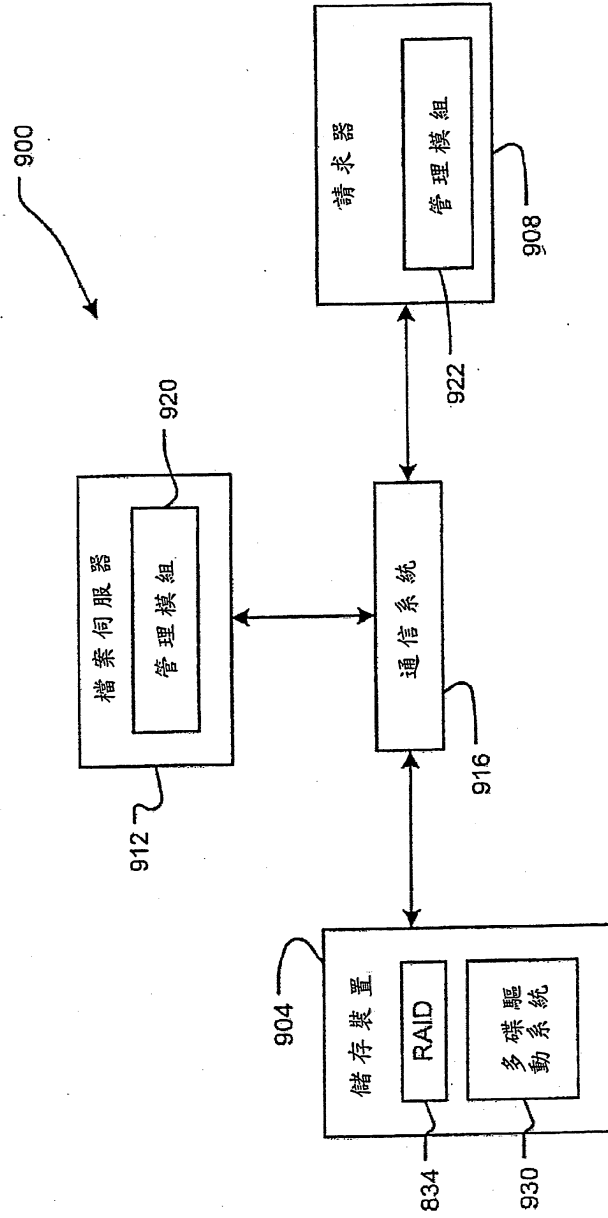
第23B圖



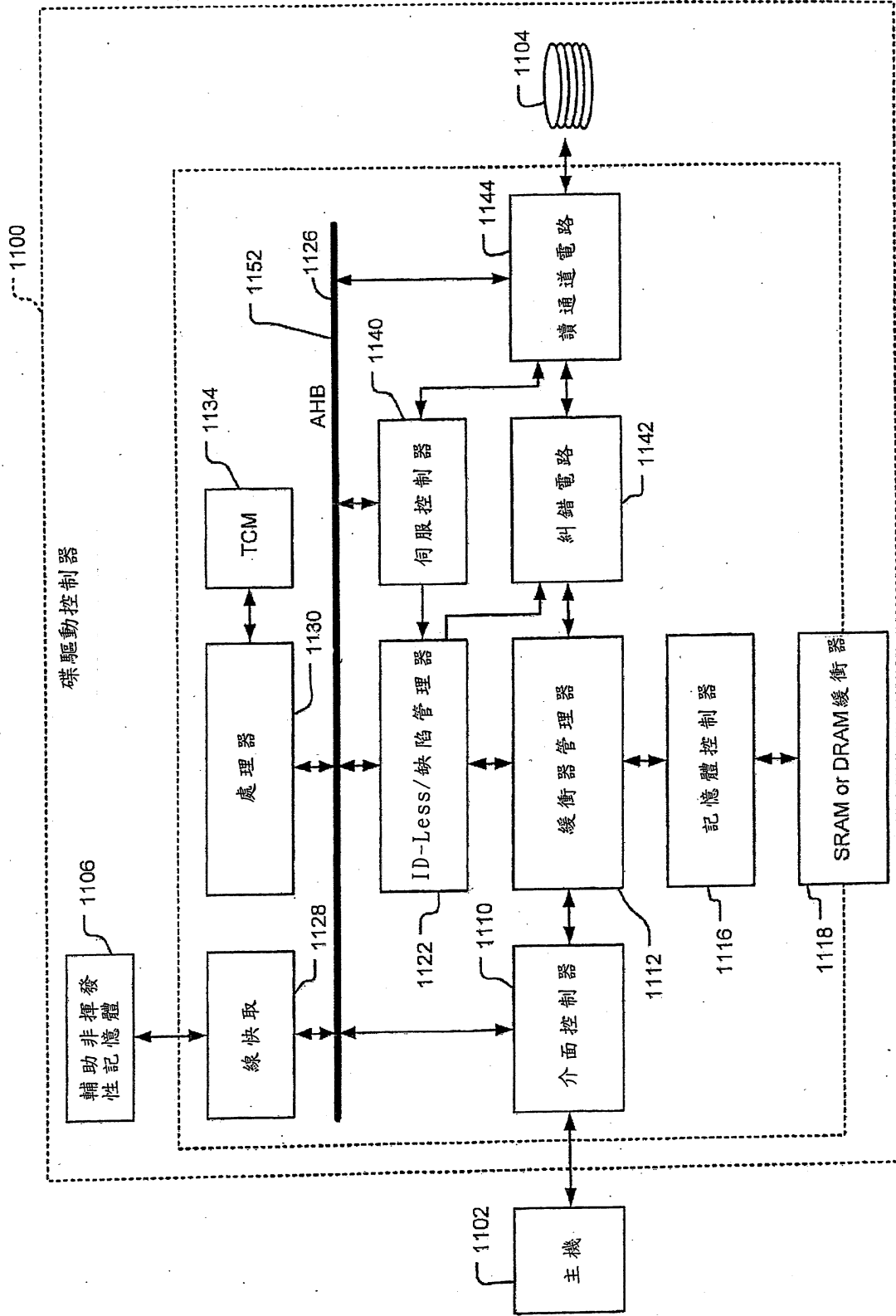
第24B圖



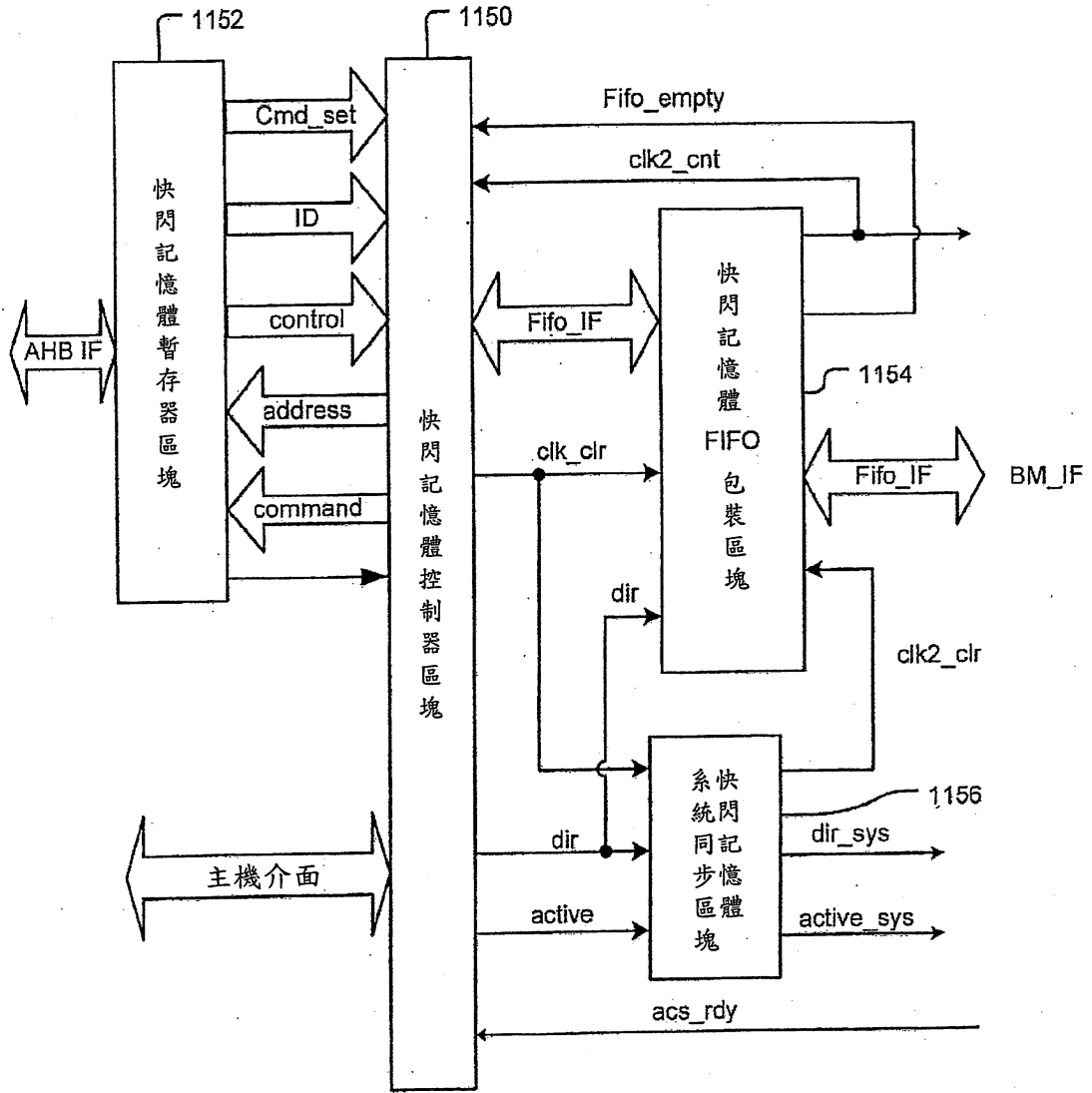
第25圖



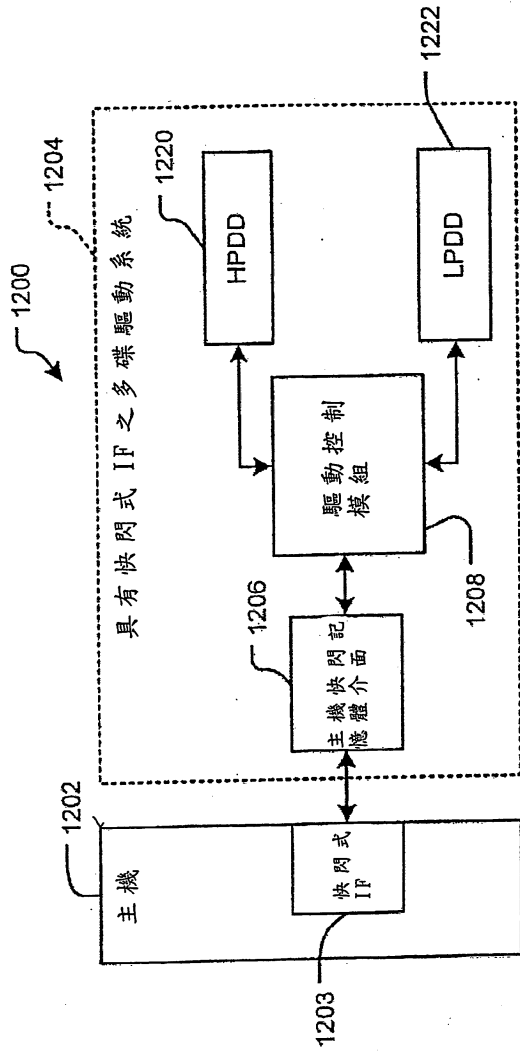
第26圖



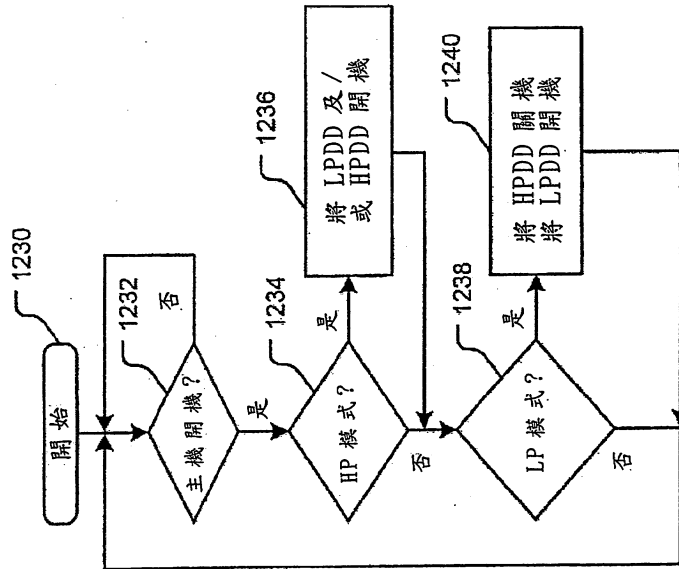
第27圖



第28圖



第 29 圖



第 30 圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

6	處理器
7	記憶體
8	輸入/輸出介面
9	揮發性記憶體
11	圖形處理器
12	記憶體
13	鍵盤
14	點選裝置
15	高功率碟驅動器(HPDD)
16	顯示器
17	音頻輸出裝置
18	其他輸入/輸出(I/O)裝置
60	電腦結構
62	次要處理器
64	次要圖形處理器
65	非揮發性記憶體
66	低功率碟驅動器(LPDD)
69	快閃記憶體及/或具有非揮發性記憶體 IF 的 HDD

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無