

(21) 申請案號：098121993

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 30 日

(51) Int. Cl. : **G06F13/38 (2006.01)**

(30) 優先權：2008/09/05 美國 61/191,037  
2009/04/02 美國 12/384,291

(71) 申請人：L S I 公司 (美國) LSI CORPORATION (US)  
美國

(72) 發明人：麥克卡迪 克里斯多福 MCCARTY, CHRISTOPHER (US) ; 強森 史帝芬 B  
JOHNSON, STEPHEN B. (US)

(74) 代理人：桂齊恆；閻啟泰

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：12 共 53 頁

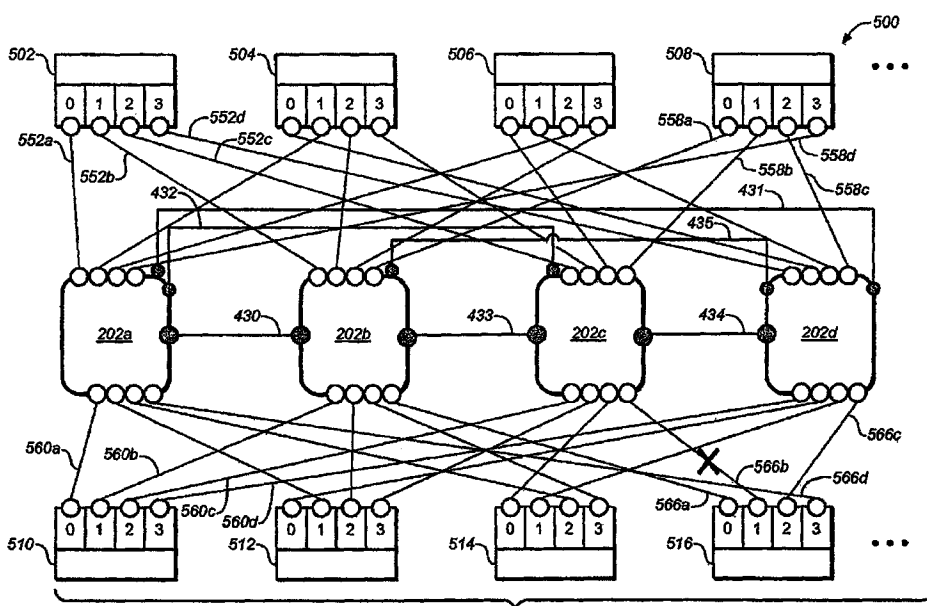
(54) 名稱

提供用於處理多個序列附接式小電腦系統介面擴展器為單一序列附接式小電腦系統介面擴展器的通道失效轉移之方法

METHOD FOR PROVIDING PATH FAILOVER FOR MULTIPLE SAS EXPANDERS OPERATING AS A SINGLE SAS EXPANDER

(57) 摘要

在第一 SAS 擴展器與一裝置之間偵測一已失效連結線。透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸會被重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器。該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。



- 202a...d : SAS 擴展器
- 430~435 : 擴展器間連結線 (IEL)
- 500 : 接合式 SAS 擴展器
- 502~508 : 輸入埠
- 510~516 : 輸出埠
- 522a...d~558a...d : 連結線
- 560a...d~566a...d : 連結線



(21)申請案號：098121993

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 06 月 30 日

(51)Int. Cl. : **G06F13/38 (2006.01)**

(30)優先權：2008/09/05 美國 61/191,037  
2009/04/02 美國 12/384,291

(71)申請人：L S I 公司 (美國) LSI CORPORATION (US)  
美國

(72)發明人：麥克卡迪 克里斯多福 MCCARTY, CHRISTOPHER (US) ; 強森 史帝芬 B  
JOHNSON, STEPHEN B. (US)

(74)代理人：桂齊恆；閻啟泰

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：12 共 53 頁

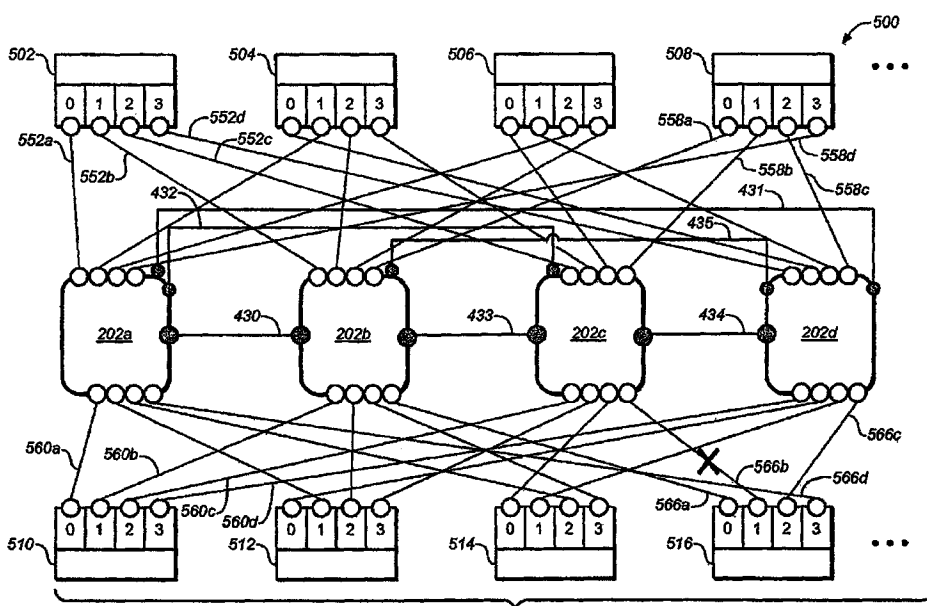
(54)名稱

提供用於處理多個序列附接式小電腦系統介面擴展器為單一序列附接式小電腦系統介面擴展器的通道失效轉移之方法

METHOD FOR PROVIDING PATH FAILOVER FOR MULTIPLE SAS EXPANDERS OPERATING AS A SINGLE SAS EXPANDER

(57)摘要

在第一 SAS 擴展器與一裝置之間偵測一已失效連結線。透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸會被重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器。該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。



- 202a...d : SAS 擴展器
- 430~435 : 擴展器間連結線 (IEL)
- 500 : 接合式 SAS 擴展器
- 502~508 : 輸入埠
- 510~516 : 輸出埠
- 522a...d~558a...d : 連結線
- 560a...d~566a...d : 連結線

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體上係關於序列附接式小電腦系統介面 (Serial Attached SCSI, SAS) 的領域；且更明確地說，係關於在多個 SAS 擴展器操作成單一不分區 SAS 擴展器時提供通道失效轉移。

相關申請案交叉參考

本申請案在美國專利法第 35 卷第 119(e) 條的規範下主張於 2008 年 9 月 5 日提申的美國專利臨時申請案序號第 61/191,037 號的權利，本文以引用的方式將其併入。本申請案和下面共同待審的申請案有關：由發明人 Stephen B. Johnson, Timothy E. Hoglund, 及 Louis H. Odenwald, Jr. 在和本申請案相同的日期所提申的「結合多個序列附接式小電腦系統介面擴展器以提供單一序列附接式小電腦系統介面擴展器功能 (COMBING MULTIPLE SAS EXPANDERS TO PROVIDE SINGLE SAS EXPANDER FUNCTIONALITY) (法律檔案編號 08-1075；快遞郵件編號 EM 260723514 US)」；由發明人 Stephen B. Johnson 及 Christopher McCarty 在和本申請案相同的日期所提申的「指明用於序列附接式小電腦系統介面寬埠連接的通道 (SPECIFYING LANES FOR SAS WIDE PORT CONNECTIONS) (法律檔案編號 08-1461；快遞郵件編號 EM 260723505 US)」；以及由發明人 Stephen B. Johnson,

William Petty，及 Owen Parry 在和本申請案相同的日期所提申的「序列附接式小電腦系統介面對消去路徑(SAS PAIRED SUBSTRUCTIVE ROUTING)(法律檔案編號 08-1513；快遞郵件編號 EM 260723528 US)」。本文以引用的方式將該些申請案全部併入。

### 【先前技術】

序列附接式小電腦系統介面(SAS)一詞係表示被設計成用以在電腦裝置之間施行資料傳輸的各種技術。SAS 協定係一種序列式接續器，用以接續至並列式小電腦系統介面 (Small Computer System Interface)。在 SAS 協定中，所有的 SAS 裝置均係一起始器裝置、一目標裝置、或是一擴展器裝置。起始器裝置為開始進行 SAS 資料傳輸的裝置；而目標裝置為起始器裝置將資料傳輸所至的裝置。起始器裝置和目標裝置合在一起則稱為末端裝置。

SAS 擴展器係有助於在多個起始器裝置和多個目標裝置之間進行資料傳輸的裝置。SAS 協定運用一種點對點匯流排拓樸。所以，倘若需要用到一起始器裝置來連接至多個目標裝置的話，便必須在該起始器裝置與每一個個別目標裝置之間進行直接連接，以便幫助在該起始器裝置與每一個個別目標裝置之間進行每一個個別的資料傳輸。SAS 擴展器會管理多個起始器裝置與多個目標裝置之間的連接及資料傳輸。SAS 擴展器可能含有多個 SAS 裝置。

### 【發明內容】

一種在結合多個序列附接式小電腦系統介面 (Serial

Attached Small Computer System Interface, SAS)擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時提供通道失效轉移的方法，其可能包含，但是並不限於：偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該 SAS 擴展器。

一種系統，其包含，但是並不限於：用以結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器的構件；用以偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線的構件；以及用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該 SAS 擴展器。

一種電腦可讀取的媒體，其具有電腦可執行的指令，用以實施一種在結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時提供通道失效轉移的方法，該方法包含，但是並不限於：偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能

能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

應該瞭解的係，前面的一般性說明和下面的詳細說明均僅係示範性與解釋性，而並未必限制本發明。被併入本說明書之中且構成本說明書一部分的隨附圖式則圖解本發明的主要內容。所有說明及圖式則一起解釋本發明的原理。

### 【實施方式】

現在將詳細說明本文所揭露的主要內容，其已圖解在隨附圖式之中。

所顯示的係根據本揭示一示範性實施例的 SAS 拓樸，其特徵為具有單一接合式 SAS 擴展器。拓樸 100 可包含透過窄埠 115a...d 連接至擴展器 120 的起始器 110。擴展器 120 可能會透過窄埠 125a...d 連接至單一接合式 SAS 擴展器 200。單一接合式 SAS 擴展器 200 可能含有複數個實體上分離的 SAS 擴展器 202a...d。SAS 擴展器 202a...d 可能會被配置成用以共用一相同的 SAS 位址，以便結合多個窄埠 125a...d，讓它們的表現如同單一共同寬埠 150。如 SAS 拓樸 100 中所示，窄埠 125a...d 可以結合而產生一 x4-寬埠 150。SAS 擴展器 202a...d 可能會透過窄埠 135a...d 連接至擴展器 130。擴展器 130 可能會透過窄埠 145a...d 連接至目標裝置 140。SAS 規格要求所有連接必須為點對點。不過，SAS 拓樸 100 具有 SAS 規格相容性，因為寬埠 150 係一真

實的 SAS 寬埠。

現在參考圖 2A 至 2E，接合式 SAS 擴展器 200 含有複數個實體上分離的 SAS 擴展器 202a...h。SAS 擴展器 202a...h 可能會透過連結線 255a...h 至 294a...h 連接至輸出埠 205 至 244。本揭示涵蓋各種不同配置的單一接合式 SAS 擴展器，其相依於 SAS 擴展器 202a...h 的數量、SAS 擴展器 202a...h 的埠數量、輸出埠 205 至 244 的數量、輸出埠 205 至 244 的寬度、以及連結線 255a...h 至 294a...h 之中所使用的 SAS 擴展器埠的數量。

輸出埠 205 至 244 可能為寬埠。輸出埠 205 至 244 可能會被配置成用以共用一相同的 SAS 位址。在 SAS 規格的規範下，這會將輸出埠 205 至 244 界定為相同擴展器的單一寬埠。輸出埠 205 至 244 之中的每一者皆可能會被連接至每一個 SAS 擴展器 202a...h(圖中未顯示)。輸出埠 205 至 244 的寬度可能會相依於連結線 255a...h 至 294a...h 之中用以連接至輸出埠 205 至 244 中每一者所使用的 SAS 擴展器埠的數量。SAS 擴展器 202a...h 之中的每一者皆可能具有被連接至輸出埠 205 至 244 中每一者的多個 SAS 擴展器埠。舉例來說，倘若單一接合式 SAS 擴展器 200 含有利用一個 SAS 擴展器埠透過連結線 255a...h 至 294a...h 連接至輸出埠 205 至 244 中每一者的兩個 SAS 擴展器 202a...h 的話，那麼，輸出埠 205 至 244 便為一 x2 寬埠。再者，倘若單一接合式 SAS 擴展器 200 含有利用兩個 SAS 擴展器埠透過連結線 255a...h 至 294a...h 連接至輸出埠 205 至 244 中每一者的

兩個 SAS 擴展器 202a...h 的話，那麼，輸出埠 205 至 244 便為一 x4 寬埠。該些配置允許以全埠頻寬的方式讓單一接合式 SAS 擴展器 200 之中的任何埠來同步存取任何其它埠。

提供單一接合式 SAS 擴展器 300 的刀鋒中心切換器配置 301。現在參考圖 3，多個 CPU 刀鋒 302 可能會被連接至輸入埠 305 至 320。輸入埠 305 至 320 可能係寬埠。輸入埠 305 至 320 可能會被配置成用以共用一相同的 SAS 位址。在 SAS 規格的規範下，這會將輸入埠 305 至 320 界定為相同擴展器的單一寬埠。輸入埠 305 至 320 之中的每一者皆可能會透過連結線 355a...b 至 375a...b(圖中未顯示)連接至每一個 SAS 擴展器 202a...h。如刀鋒中心切換器配置 301 中所示，輸入埠 305 至 320 係利用一個 SAS 擴展器埠透過連結線 355a...b 至 375a...b 連接至兩個 SAS 擴展器 202a...b 的 x2 寬埠；不過，本發明亦涵蓋其它所有配置。每一個 SAS 擴展器 202a...b 皆可能會透過連結線 255a...b 至 268a...b(圖中未顯示)連接至每一個輸出埠 205 至 218。如刀鋒中心切換器配置 301 中所示，輸出埠 205 至 218 係利用兩個 SAS 擴展器埠透過連結線 255a...b 至 268a...b 連接至兩個 SAS 擴展器 202a...b 的 x4 寬埠；不過，本發明亦涵蓋其它所有配置。輸出埠 205 至 218 可能會被連接至多個資料儲存裝置 303。

SAS 擴展器 202a...h 可能會被配置成用以共用一相同的 SAS 位址。在 SAS 規格的規範下，這會將 SAS 擴展器 202a...h 界定為單一擴展器。韌體可以在每一個 SAS 擴展器



202a...h 上執行，俾使 SAS 擴展器 202a...h 的表現和響應如同單一接合式 SAS 擴展器。如圖 4 中所示，每一個 SAS 擴展器 202a...h 可能會透過擴展器間連結線 (inter-expander link, IEL) 430 至 435 連接至 202a...h 中的每一者。擴展器間連結線 430 至 435 可以讓 SAS 擴展器 202a...h 在通訊及協調的表現和響應如同單一接合式 SAS 擴展器。擴展器間連結線 430 至 435 可能會透過 SAS 管理協定 (SAS Management Protocol, SMP) 或是其它通訊方法 (例如積體電路匯流排間協定 (I2C)、增強型並列埠 (EPP)、乙太網路、共用記憶體、以及類似方法) 來進行通訊。擴展器間連結線 430 至 435 可以允許從主要切換域 410 劃分出擴展器間連結線域 420 的區域。廣播可能會在擴展器間連結線 430 至 435 之中被禁能，以便消除任何 SAS 規格不相容的迴路問題。擴展器間連結線 430 至 435 可能會使用多個 SAS 擴展器埠。對該主要切換域來說，擴展器間連結線 430 至 435 之中所使用的實體通道可能會完全被隱蔽。SAS 擴展器 202a...h 的主要切換域之中所使用的實體通道的編號方式可以再映射至單一邏輯編號方式。擴展器間連結線 430 至 435 可以允許任何組合的 SAS 擴展器 202a...h 失效，同時又讓任何有功能的 SAS 擴展器 202a...h 之間的保持連接作用。進一步言之，倘若並非每一個 SAS 擴展器 202a...h 皆失效的話，所有輸入埠 305 至 320 及輸出埠 205 至 244 可以較小的頻寬來保持連接作用。SAS 管理協定目標處理可以由單一接合式 SAS 擴展器 200 的單一主 SAS 擴展器來操控。

送往單一接合式 SAS 擴展器 200 的連接要求可能會透過擴展器間連結線 430 至 435 被傳送至該單一主 SAS 擴展器。SAS 擴展器 202a...h 可以共享 SAS 管理協定目標處理。

大體上參考圖 6，圖中所示的係用以結合多個 SAS 擴展器的方法。舉例來說，該方法可能會施行如下文所述(且如圖 1、2A 至 2E、3、以及 4 中所示)之用以連接及結合多個 SAS 擴展器的技術。方法 600 可能包含下面步驟：將第一 SAS 擴展器的至少一第一編號的實體通道連同和該第一 SAS 擴展器實體上分離的第二 SAS 擴展器的至少一第二編號的實體通道聚集成至少一共同的 SAS 寬埠 602。舉例來說，聚集成至少一共同的 SAS 寬埠(205 至 244)可能包含分配一相同的 SAS 位址給該至少一共同的寬埠(205 至 244)。

方法 600 可能進一步包含下面步驟：分配一相同的 SAS 位址給該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器 604。分配一相同的 SAS 位址給該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器可以讓該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器的表現和響應如同單一接合式 SAS 擴展器 200。該分配作業可以透過在該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器上執行的韌體來實施。進一步言之，該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器的實體通道編號方式可以被再映射成彷彿單一接合式 SAS 擴展器的單一邏輯排序式實體通道編號方式。舉例來說，該第一 SAS 擴展器的第一編號實體通道可以被再映射而落在該單一邏輯排序式編號方式的第一範圍之中，而該第二 SAS 擴展器的第二編號實體通道則可以被再映射而落

在該單一邏輯排序式編號方式的第二範圍之中。

方法 600 可能進一步包含下面步驟：將該第一 SAS 擴展器直接連接至該第二 SAS 擴展器用以達成擴展器間通訊 606。該擴展器間通訊可能會運用到 SAS 管理協定(SMP)通訊或是其它通訊方法，例如積體電路匯流排間協定(I2C)、增強型並列埠(EPP)、乙太網路、共用記憶體、以及類似方法。於額外的實施例中，該第一 SAS 擴展器與該第二 SAS 擴展器之間用以達成擴展器間通訊的連接(430 至 435)可以透過該第一 SAS 擴展器的實體通道與該第二 SAS 擴展器的實體通道來實施。進一步言之，對該單一接合式 SAS 擴展器的主要切換域(410)來說，用以達成擴展器間通訊的第一 SAS 擴展器的實體通道及用以達成擴展器間通訊的第二 SAS 擴展器的實體通道可能會被隱蔽。第一 SAS 擴展器的至少兩個實體通道及第二 SAS 擴展器的至少兩個實體通道可能會被用來達成該第一 SAS 擴展器與該第二 SAS 擴展器之間的擴展器間通訊。進一步言之，倘若該單一接合式 SAS 擴展器裡面的至少一 SAS 擴展器仍保持操作的話(舉例來說，在 SAS 擴展器失效期間)，那麼，全部共同的 SAS 寬埠便仍會保持操作，其會讓全部共同的 SAS 寬埠操作在較小的頻寬處。

單一接合式 SAS 擴展器 500 可被配置成用以於該單一接合式 SAS 擴展器裡面某一內部連結線失效時提供通道失效轉移。參考圖 5，且如上面所述，輸入埠 502 至 508 可能會透過連結線 552a...d 至 558a...d 連接至每一個 SAS 擴展器

202a...d。進一步言之，輸入埠 502 至 508 可能係 SAS 寬埠。輸出埠 510 至 516 可能會透過連結線 560a...d 至 566a...d 連接至每一個 SAS 擴展器 202a...d。進一步言之，輸出埠 510 至 516 可能係 SAS 寬埠。每一個 SAS 擴展器 202a...d 可以透過 SAS 擴展器埠來相互連接，用以達成擴展器間通訊。如單一接合式 SAS 擴展器 500 中所示，SAS 擴展器 202c 與輸出埠 516 之間的連結線 566b 可能會失效。舉例來說，實體性缺陷可能會造成連結線 566b 失效。以進一步範例來說，連結線 566b 可能會因為邏輯性問題的關係而失效。

意欲透過已失效連結線 566b 所傳送的資料傳輸可能會重新改變路徑至被連接至輸出埠 516 的另一 SAS 擴展器。此資料傳輸可能會透過用於在其與另一 SAS 擴展器之間達成擴展器間通訊的實體通道重新改變路徑至該另一 SAS 擴展器。如單一接合式 SAS 擴展器 500 中所示，透過已失效連結線 566b 在 SAS 擴展器 202c 與輸出埠 516 之間進行的資料傳輸可能會透過擴展器間通訊連結線 434 重新改變路徑通過 SAS 擴展器 202d。該資料傳輸可能會透過連結線 566c 從 SAS 擴展器 202d 處重新改變路徑至輸出埠 516。因此，輸出埠 516 可如原來預期般地接收該資料傳輸；不過，卻可能在不同的實體通道上接收該資料傳輸。進一步言之，倘若 SAS 擴展器 202d 已經有一條連接至輸出埠 516 的有作用連結線的話，SAS 擴展器 202c 便可以利用如同透過 SAS 管理協定所提供的行進中仲裁訊息 (arbitration in progress, AIP) 來答覆該 SAS 起始器。該 SAS 起始器可能

會在從 SAS 擴展器 202c 處收到 AIP 或是 OPEN REJECT (RETRY) SAS 管理協定答覆之後的稍晚時間處嘗試進行該資料傳輸。

於本發明的進一步觀點中，於該等 SAS 擴展器上執行的韌體可以重新編程 SAS 擴展器路徑表格，以便經由擴展器間通訊連結線(430 至 435)來重新改變連接路徑，取代通過該等已失效的連結線。進一步言之，被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的一 SAS 起始器可能會藉由收到一 CHANGE 原指令而得知連結線 566b 已經失效。舉例來說，SAS 管理協定會提供一 CHANGE 原指令。接著，該 SAS 起始器便可以實施如同透過 SAS 管理協定所提供的 SAS 探索。進一步言之，該 SAS 起始器可能會注意連接至目標裝置之剩餘的有作用連接線的數量，並且可能僅會起始和連接至目標裝置之剩餘的有作用連接線的數量相等的數個同步資料傳輸。

大體上參考圖 7，圖中所示的係在結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時用以提供通道失效轉移的方法。舉例來說，該方法可能會施行如圖 5 中所示的技術。在本發明的本實施例中，方法 700 可能包含下面步驟：偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線 702。舉例來說，該被偵測到的已失效連結線可能會因為實體性問題的關係而失效。該被偵測到的已失效連結線可能會因為邏輯性問題的關係而失效。

方法 700 可能進一步包含下面步驟：將透過該已失效

連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器 704。舉例來說，該單一接合式 SAS 擴展器的該已失效連結線可能會因為該已失效連結線裡面的實體性問題的關係而失效。於另一範例中，該已失效連結線可能會因為邏輯性問題的關係而失效。該第一 SAS 擴展器可能會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。於進一步的實施例中，將透過該已失效連結線連接至一裝置的一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器可能係透過用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道來進行。於示範性實施例中，重新改變資料傳輸的路徑可能包含重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格，以便透過用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於它們之間的其它連結線。舉例來說，重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格可以透過在該第一 SAS 擴展器上執行的軟體來實施。

透過用於達成擴展器間通訊的一連結線將資料傳輸的路徑從該單一接合式 SAS 擴展器裡面的一已失效的連結線重新改變至一第二 SAS 擴展器的步驟可能並不會向被連接

至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器及 SAS 目標裝置表明此重新改變路徑作業正在進行中。不過，倘若該第二 SAS 擴展器目前已有一連接至該裝置的有作用連結線且資料的傳送路徑係從該已失效連結線重新改變至該第二 SAS 擴展器的話，那麼，透過該已失效連結線連接至該裝置的第一 SAS 擴展器便可以利用一 AIP 答覆訊息來答覆。於此情況中，接收該 AIP 答覆訊息的 SAS 起始器可能會在稍晚時間處重試該資料傳輸。被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的一 SAS 起始器可以透過接收一 CHANGE 原指令而被告知該已失效的連結線。在收到一 CHANGE 原指令時，該 SAS 起始器便可以實施 SAS 探索。舉例來說，SAS 管理協定會提供一 SAS 探索訊息，其包含一 SAS 探索與一 SAS 探索答覆。

提供一種 SAS 起始器指明的資料連接配置 800。現在參考圖 8，SAS 起始器 810 可能會透過 SAS 寬埠 880 連接至 SAS 擴展器 820。SAS 擴展器 830 的至少一實體通道及 SAS 擴展器 840 的至少一實體通道可能會被結合成共同的 SAS 寬埠 890。為了讓 SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840 如同單一接合式 SAS 擴展器般地操作，SAS 擴展器 830 可能會和 SAS 擴展器 840 共用一相同的 SAS 位址。SAS 擴展器 820 可能會透過 SAS 寬埠 890 連接至 SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840。SAS 擴展器 830 亦可能會透過經由 SAS 擴展器 830 的實體通道及 SAS 擴展器 840 的實體通道所達成的一擴展器間通訊連結線直接連接至 SAS 擴展器 840。

SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840 可以不如同單一接合式 SAS 擴展器般地操作，而可能具有級聯式配置。複數個 SAS 擴展器目標裝置 850 至 875 可能會透過一 SAS 窄埠被連接至 SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840。目標裝置 850 至 875 的數量可能大於 SAS 擴展器 830 或 SAS 擴展器 840 之上的實體通道的數量。舉例來說，SAS 目標裝置 850 至 875 可能係一硬碟陣列，例如集束磁碟 (JBOD, Just a Bunch of Disks) SAS 陣列。

SAS 起始器 810 可以指明寬埠 880、890 之中要被用來從 SAS 起始器 810 至 SAS 目標裝置 850 至 875 之中其中一者創造資料連接的通道。指明寬埠 880、890 中的通道可用於進行公平控制 (fairness control)，其中，寬埠 880、890 中的某些通道可以被用來存取 SAS 目標裝置 850 至 875，而寬埠 880、890 中的其它通道可以被用來貫穿 SAS 配置的其它部分。SAS 起始器 810 可能還會進一步在一連接要求的 OPEN 訊框裡面指明該等通道。此 OPEN 訊框可以透過一 SAS 管理協定連接要求來提供。SAS 起始器 810 可能透過實施一標準的 SAS 探索過程已經獲知用以從 SAS 起始器 810 至 SAS 目標裝置 850 至 875 之中其中一個產生資料連接的最佳通道。SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840，連同 SAS 目標裝置 850 至 875，可能會被配置成用以透過 SAS 管理協定探索答覆訊息來答覆用以從 SAS 起始器 810 至 SAS 目標裝置 850 至 875 之中其中一個產生資料連接的最佳通道。介於 SAS 起始器 810 和 SAS 目標裝置 850 至 875



之中其中一個之間的資料連接之中的每一個 SAS 擴展器均可以檢查來自 SAS 起始器 810 的連接要求的 OPEN 訊框之中可用於進行資料連接的允許通道並且僅會在該些被指明的通道上產生資料連接。

大體上參考圖 9，圖中所示的係根據本發明的一示範性實施例可在 SAS 域中用來在一 SAS 寬埠之中指明可用於在一 SAS 起始器和一 SAS 目標裝置之間進行資料連接的允許通道的方法。於本發明的一現行實施例中，方法 900 包含下面步驟：探索至少一 SAS 寬埠中用於進行資料連接的最佳通道 902。舉例來說，SAS 起始器 810 可能透過實施一標準的 SAS 探索過程來探索用於進行資料連接的最佳通道。進一步言之，SAS 管理協定探索答覆訊息可以被用來將用於進行資料連接的最佳通道傳達給 SAS 起始器 810。

方法 900 可能還進一步包含下面步驟：指明該 SAS 域的每一層級的 SAS 寬埠裡面可用於進行資料連接的允許通道 904。舉例來說，可以透過一 SAS 起始器要求來指明該等可用於進行資料連接的允許通道。該等可用於進行資料連接的允許通道可能會進一步於一 SAS 起始器連接要求的一 OPEN 訊框裡面被指明。

方法 900 可能還進一步包含下面步驟：檢查可用於進行資料連接的該等經指明的允許通道 906。舉例來說，當一 SAS 擴展器(820 至 840)接收到一 SAS 起始器連接要求的 OPEN 訊框時，該 SAS 擴展器便可能會檢查可用於進行資料連接的該等經指明的允許通道。

方法 900 可能還進一步包含下面步驟：創造該等經指明的允許通道的資料連接 908。舉例來說，一 SAS 擴展器可以在該等經指明的允許通道上創造該資料連接。進一步言之，該 SAS 擴展器可能會在檢查該 SAS 起始器連接要求的 OPEN 訊框之中的該等經指明的允許通道之後才創造該資料連接。

提供一種運用配對式消去路徑的 SAS 級聯式拓樸。為運用配對式消去路徑，SAS 拓樸 1000 中的 SAS 裝置可能會參照引用供應商特有的 SAS 管理協定功能。SAS 起始器 1002 至 1004 可能會如同透過 SAS 管理協定所提供般地檢查 SAS 管理協定報告製造資訊 (SMP REPORT MANUFACTURE INFORMATION) 答覆，以便察看是否支援該供應商特有的 SAS 管理協定功能。若支援的話，SAS 起始器 1002 至 1004 便可以使用該供應商特有的 SAS 管理協定功能來要求一份由具有已修正之路徑屬性以便運用配對式消去路徑的 SAS 擴展器 1010 至 1024 之實體通道所組成的清單。舉例來說，SAS 起始器 1002 至 1004 可能會發出 SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單要求 (SMP REPORT MODIFIED PHY ROUTING ATTRIBUTE LIST Request) 1100 給 SAS 拓樸 1000 中的每一個 SAS 擴展器 1010 至 1024。於收到 SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單要求 1100 時，每一個 SAS 擴展器 1010 至 1024 均可透過 SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單答覆 (SMP REPORT MODIFIED PHY ROUTING ATTRIBUTE

LIST Response)1120 來答覆一份由具有已修正路徑屬性的實體通道所組成的清單。在操作中，SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單答覆 1120 可能含有數個已修正路徑描述符 1140。每一個已修正路徑描述符 1140 可能會表明 SAS 擴展器 1010 至 1024 的單一實體通道以及該單一實體通道的已修正路徑屬性 1160。舉例來說，已修正路徑屬性 1160 可能會確定某一實體通道為下面其中一者：自我組態設定 (SC, Self Configured)、唯表格起始器輸入 (TIOI, Table Initiator Only IN)、唯表格起始器輸出 (TIOO, Table Initiator Only OUT)。唯表格起始器輸入可能僅會以被列在某一輸入實體通道的路徑表格之中的 SAS 起始器來確定該實體通道。唯表格起始器輸出可能僅會以被列在某一輸出實體通道的路徑表格之中的 SAS 起始器來確定該實體通道。

倘若 SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單答覆 1120 確定某一實體通道的已修正路徑屬性 1160 的話，SAS 起始器 1002 至 1004 便可以不理會由 SAS 管理協定探索答覆所提供之該實體通道的路徑屬性。於本揭示的一實施例中，該項供應商特有的 SAS 管理協定功能可能僅會報告已修正路徑屬性：唯表格起始器輸入、唯表格起始器輸出、以及自我組態設定。SAS 擴展器 1010 至 1024 可能會有具有某些處理標準路徑屬性 (D、S、T) 及某些處理已修正路徑屬性 (唯表格起始器輸入、唯表格起始器輸出、自我組態設定) 的複數個埠。

SAS 擴展器 1010 至 1024 可能會被配置成具有一主要消去埠，其會被定義為一 IN 與一 OUT 對。該消去埠中的該輸入埠與該輸出埠可能會需要用到該埠的路徑表格之中 SAS 起始器 1002 至 1004 的位址。進一步言之，SAS 擴展器可能會為直接附接裝置增加一附屬消去埠。舉例來說，倘若在該輸入埠上所收到的一 OPEN 的 DEST(如同透過 SAS 管理協定所提供般)並非一直接附接裝置(舉例來說，被附接至具有 D 路徑屬性之埠的裝置)或者倘若該 OPEN 的 DEST 並不在該輸入埠的路徑表格之中的話，那麼，該 OPEN 便可能會被發送到該消去埠的輸出埠外面。舉例來說，倘若在該輸出埠上所收到的一 OPEN 的 DEST 並非一直接附接裝置(舉例來說，被附接至具有 D 路徑屬性之埠的裝置)或者倘若該 OPEN 的 DEST 並不在該輸出埠的路徑表格之中的話，那麼，該 OPEN 便可能會被發送到該消去埠的輸入埠外面。已修正路徑屬性中的唯表格起始器輸入可能表示一消去埠中的輸入埠。已修正路徑屬性中的唯表格起始器輸出可能表示一消去埠中的輸出埠。OPEN 可能一直為該主要消去埠的內定命令。

SAS 起始器 1002 至 1004 可能位於級聯式 SAS 拓樸 1000 的頂端或是底部。SAS 起始器 1002 至 1004 可能僅會將它們自己的 SAS 位址編程至級聯式 SAS 拓樸 1000 的 SAS 擴展器 1010 至 1024 的唯表格起始器輸入埠 1060 和唯表格起始器輸出埠 1050 的路徑表格之中。進一步言之，SAS 起始器 1002 至 1004 可能僅會將它們自己的 SAS 位址編程至

級聯式 SAS 拓樸 1000 的 SAS 擴展器 1010 至 1024 的唯表格起始器輸入埠 1060 或唯表格起始器輸出埠 1050 的路徑表格之中，端視級聯式 SAS 拓樸 1000 裡面的 SAS 起始器 1002 至 1004 的位置。SAS 擴展器 1010 至 1024 可能會執行韌體，用以在將位址編程至 SAS 擴展器路徑表格之中時防止 SAS 起始器 1002 至 1004 相互踩踏(舉例來說，位置相依的路徑表格編程)。

SAS 目標裝置 1070 可能會發送一 OPEN 給 SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者。SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者可能會將該 OPEN 的 DEST 位址放置在 SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者的路徑表格之中。該 OPEN 可能會被發送至由該 DEST 位址所表示的 SAS 起始器。於另一實施例中，SAS 起始器 1002 至 1004 中的其中一者可能會發送一 OPEN 給 SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者。SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者可能會先在任何直接附接裝置中搜尋該 OPEN 的 DEST 位址。倘若發現到的話，該 OPEN 便會被發送到該合宜的直接附接裝置。倘若沒有在任何直接附接裝置中發現到該 OPEN 的 DEST 位址的話，SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者接著便可能會在 SAS 擴展器路徑表格中搜尋該 OPEN 的 DEST 位址。倘若發現到的話，該 OPEN 便會被傳送到該合宜的 SAS 起始器。倘若沒有在 SAS 擴展器路徑表格中發現到該 OPEN 的 DEST 位址的話，SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者接著便可能會將該 OPEN 發送到其配對式消去埠外面。

進一步言之，為在 SAS 級聯式拓樸 1000 之中實施區域劃分 (zoning)，僅有該拓樸中的末端擴展器可能需要檢查。末端擴展器可能會比較直接附接裝置的實體通道的 DEST 和該 OPEN 命令中的來源分區群。該比較作用的表現如同消去作用，其會一直進行到抵達該分區的末端裝置擴展器為止。

大體上參考圖 12，圖中所示的係用於在 SAS 級聯式拓樸中實施配對式消去路徑的方法的流程圖。方法 1200 包含下面步驟：將一輸入埠分配給一 SAS 擴展器裝置 1210。方法 1200 可能進一步包含下面步驟：將一輸出埠分配給該 SAS 擴展器裝置 1220。於示範性實施例中，方法 1200 可能進一步包含下面步驟：將該輸出埠與該輸入埠定義為相互配對，以便讓它們如同一配對式消去埠般來操作 1230。此外，方法 1200 可能還包含為該 SAS 擴展器裝置增加一第二輸入埠及一第二輸出埠。該第二輸入埠及該第二輸出埠可能會被相互配對成一次級消去埠。

於示範性實施例中，方法 1200 可能進一步包含下面步驟：在接收到被送入該輸入埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該 SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該輸出埠外面 1250。方法 1200 可能進一步包含下面步驟：在接收到被送入該輸出埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該

SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該輸入埠外面 1260。此外，在接收到被送入該輸入埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該 SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該輸出埠外面 1250。方法 1200 可能進一步包含下面步驟：在接收到被送入該第二輸出埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該 SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該第二輸入埠外面。方法 1200 可能進一步包含下面步驟：在接收到被送入該第二輸出埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該 SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該第二輸入埠外面。進一步言之，該次級消去埠可以操作用以和該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置進行通訊。此外，OPEN 命令可能為該主要消去埠的內定命令。

於示範性實施例中，方法 1200 可能進一步包含下面步驟：透過一供應商特有的 SAS 管理協定功能的一已修正路徑屬性來指明該 SAS 擴展器的消去埠。進一步言之，倘若該等消去埠有一已修正路徑屬性存在的話，該 SAS 起始器便可以不理會該等消去埠的 SAS 管理協定探索答覆屬性並且可以使用一供應商特有的 SAS 管理協定的已修正路徑屬性。

於示範性實施例中，方法 1200 可能進一步包含下面步驟：僅編程 SAS 擴展器的路徑表格中的一 SAS 起始器位址 1240。舉例來說，僅編程 SAS 擴展器的路徑表格中的一 SAS 起始器位址的步驟 1240 可以由 SAS 擴展器來實施。進一步言之，被該 SAS 擴展器編程之該 SAS 擴展器的路徑表格可能係一自我組態設定指明的埠。僅編程 SAS 擴展器的路徑表格中的一 SAS 起始器位址的步驟 1240 可以由該 SAS 路徑拓樸中的每一個 SAS 起始器來實施，每一個 SAS 起始器僅會編程該 SAS 擴展器的路徑表格中用於該 SAS 起始器的 SAS 位址。進一步言之，每一個 SAS 起始器可能僅會編程該 SAS 擴展器之其中一種類型的已修正路徑屬性埠的路徑表格中用於該 SAS 起始器的 SAS 位址。該 SAS 擴展器的已修正路徑屬性埠的類型可以由該 SAS 起始器在該 SAS 路徑拓樸中的位置來決定。SAS 起始器可能會位於該 SAS 路徑拓樸的頂端或是底部。

於本揭示中，本文所揭露的方法可以被設計成可由某一裝置來讀取的指令集或軟體。此軟體可能係一運用一包含已儲存電腦碼之電腦可讀取儲存媒體的電腦程式產品，該已儲存電腦碼會被用來編程一電腦，用以實施本發明所揭示的功能與處理。該電腦可讀取儲存媒體可能包含，但是並不限於任何類型的習知軟磁碟片、光碟片、CD-ROM、磁碟片、硬碟機、磁光碟片、ROM、RAM、EPROM、EEPROM、磁卡或光學卡、或是適合用於儲存電子指令的任何其它媒體。進一步言之，應該瞭解的係，本文中所揭示



之方法中的特定步驟順序或階層僅為示範性方式的範例。應該瞭解的係，方法中的特定步驟順序或階層可以依照喜好來重新排列，並且仍會保持落在本文所揭示的主要內容裡面。本文伴隨的方法主張某種樣本順序之各項步驟的既有要件，而未必意謂著受限於該種特定順序或階層。

咸信，藉由前面的說明便會瞭解本發明及眾多其伴隨的優點，且要明白的係，可以對該等元件的形式、構造、以及排列進行各種變化，其並不會脫離本文所揭示的主要內容或是犧牲所有其重要優點。本文所述的形式僅為解釋性，下面的申請專利範圍希望涵蓋且包含所有此等變化。

#### 【圖式簡單說明】

熟習本技術的人士參考隨附圖式便可更瞭解本發明的眾多優點，其中：

圖 1 所示的係用以圖解單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 拓樸的方塊圖；

圖 2A 至 2E 所示的係單一接合式 SAS 擴展器之各種配置的方塊圖；

圖 3 所示的係單一接合式 SAS 擴展器之刀鋒中心切換器配置的方塊圖；

圖 4 所示的係單一接合式 SAS 擴展器之擴展器間連結的方塊圖；

圖 5 所示的係單一接合式 SAS 擴展器裡面的一已失效之內部連結的方塊圖；

圖 6 所示的係用以結合多個 SAS 擴展器以便當作單一

接合式 SAS 擴展器來操作的方法的流程圖；

圖 7 所示的係用以在單一接合式 SAS 擴展器裡面一連結失效時提供通道失效轉移的方法的流程圖；

圖 8 所示的係用以選擇 SAS 寬埠之中用於和單一接合式 SAS 擴展器進行資料連接的通道的方塊圖；

圖 9 所示的係用以指明 SAS 寬埠之中用於和單一接合式 SAS 擴展器進行資料連接的通道的方法的流程圖；

圖 10 所示的係被配置成用以實施配對式消去路徑的級聯式 SAS 拓樸的方塊圖；

圖 11A 至 11C 所示的係用於配對式消去埠之供應商特有的功能、命令、以及描述符；以及

圖 12 所示的係用於在級聯式 SAS 拓樸中實施配對式消去路徑的方法的流程圖。

**【主要元件符號說明】**

無

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98121993

※申請日：98.6.30

※IPC 分類：G06F13/38

## 一、發明名稱：(中文/英文)

提供用於處理多個序列附接式小電腦系統介面擴展器為單一序列附接式小電腦系統介面擴展器的通道失效轉移之方法

METHOD FOR PROVIDING PATH FAILOVER FOR MULTIPLE SAS EXPANDERS OPERATING AS A SINGLE SAS EXPANDER

## 二、中文發明摘要：

在第一 SAS 擴展器與一裝置之間偵測一已失效連結線。透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸會被重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器。該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

## 三、英文發明摘要：

A failed link is detected between a first SAS expander and a device. A data transfer of the first SAS expander

connected to the device via the failed link is re-routed to a second SAS expander connected to the device via a functional link. The first SAS expander is connected to the second SAS expander via the phys of the first SAS expander and the phys of the second SAS expander for inter-expander communications.

## 七、申請專利範圍：

1.一種在結合多個序列附接式小電腦系統介面(SAS)擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時，提供通道失效轉移的方法，其包括：

偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及

將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線進一步包含：

偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間因為實體性或邏輯性問題中其中一者所造成的已失效連結線。

3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實

體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道將被連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器。

4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格，以便將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線。

5.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中，該重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格以便將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線進一步包含：

重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格，以便將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達

成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線，

其中，該重新編程係透過該第一 SAS 擴展器上的韌體來實施。

6.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，並不會向被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器及 SAS 目標裝置表明此重新改變路徑作業正在進行中。

7.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器進一步包含：

倘若透過一有功能的內部連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話，則利用來自透過該已失效之內部連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆。

8.如申請專利範圍第 7 項之方法，其中，該倘若透過一

有功能的內部連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話則利用來自透過該已失效之內部連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆進一步包含：

由要求該已重新改變路徑之資料傳輸且接收該 AIP 答覆訊息的 SAS 起始器在稍晚時間處重試該已重新改變路徑之資料傳輸。

9.如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含：

其中，一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器會透過接收一 CHANGE 原指令來接收一通知訊息，以便得知該已失效連結線的存在。

10.如申請專利範圍第 9 項之方法，其中，一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器會在收到該 CHANGE 原指令時實施 SAS 探索。

11.一種系統，其包括：

用以結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器的構件；

用以偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線的構件；以及

用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連



接至該第二 SAS 擴展器。

12.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線的構件進一步包含：

用以偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間因為實體性或邏輯性問題中其中一者所造成的已失效連結線的構件。

13.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

用以透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道將被連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器的構件。

14.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴

展器，進一步包含：

用以重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格的構件，以便將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線。

15.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，並不會向被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器及 SAS 目標裝置表明此重新改變路徑作業正在進行中。

16.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

倘若透過一有功能的內部連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話則

利用來自透過該已失效之內部連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆的構件。

17.如申請專利範圍第 16 項之系統，其中，該倘若透過一有功能的內部連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話則利用來自透過該已失效之內部連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆的構件，進一步包含：

由要求該已重新改變路徑之資料傳輸且接收該 AIP 答覆訊息的 SAS 起始器在稍晚時間處重試該已重新改變路徑之資料傳輸的構件。

18.如申請專利範圍第 11 項之系統，其進一步包含：

用於一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器的構件會透過接收一 CHANGE 原指令來接收一通知訊息，以便得知該已失效連結線的存在。

19.如申請專利範圍第 18 項之系統，其進一步包含：

於一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器在收到該 CHANGE 原指令時用以實施 SAS 探索的構件。

20.一種電腦可讀取的媒體，其具有電腦可執行的指令，用以實施一種在結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時提供通道失效轉移的方法，該方法包括：

偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及

將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連

接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

八、圖式：

(如次頁)

接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

八、圖式：

(如次頁)

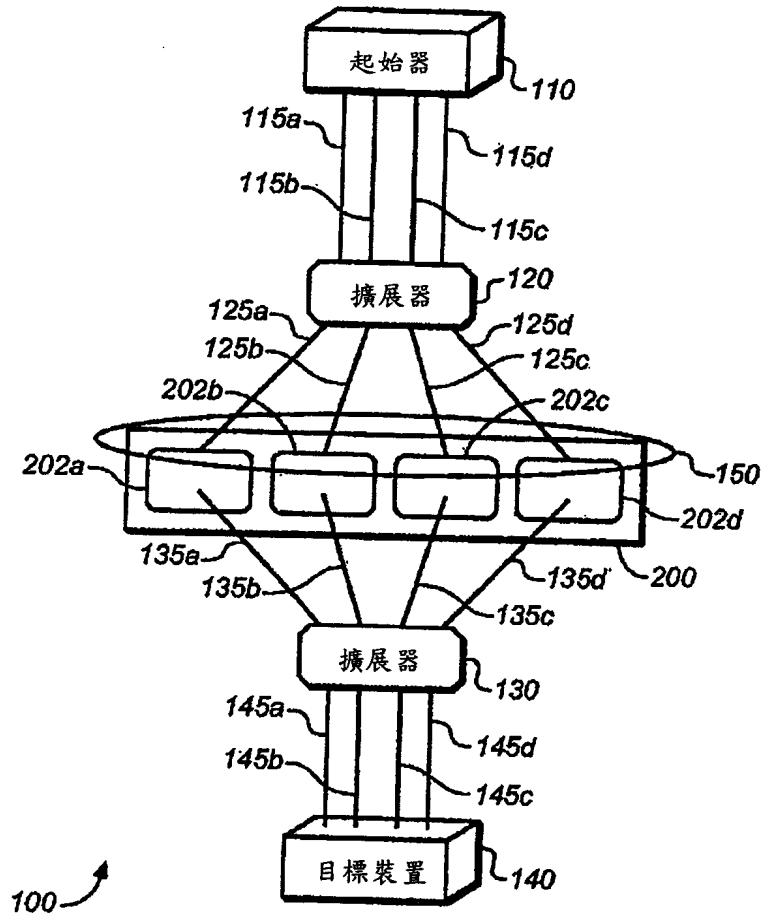


圖 1

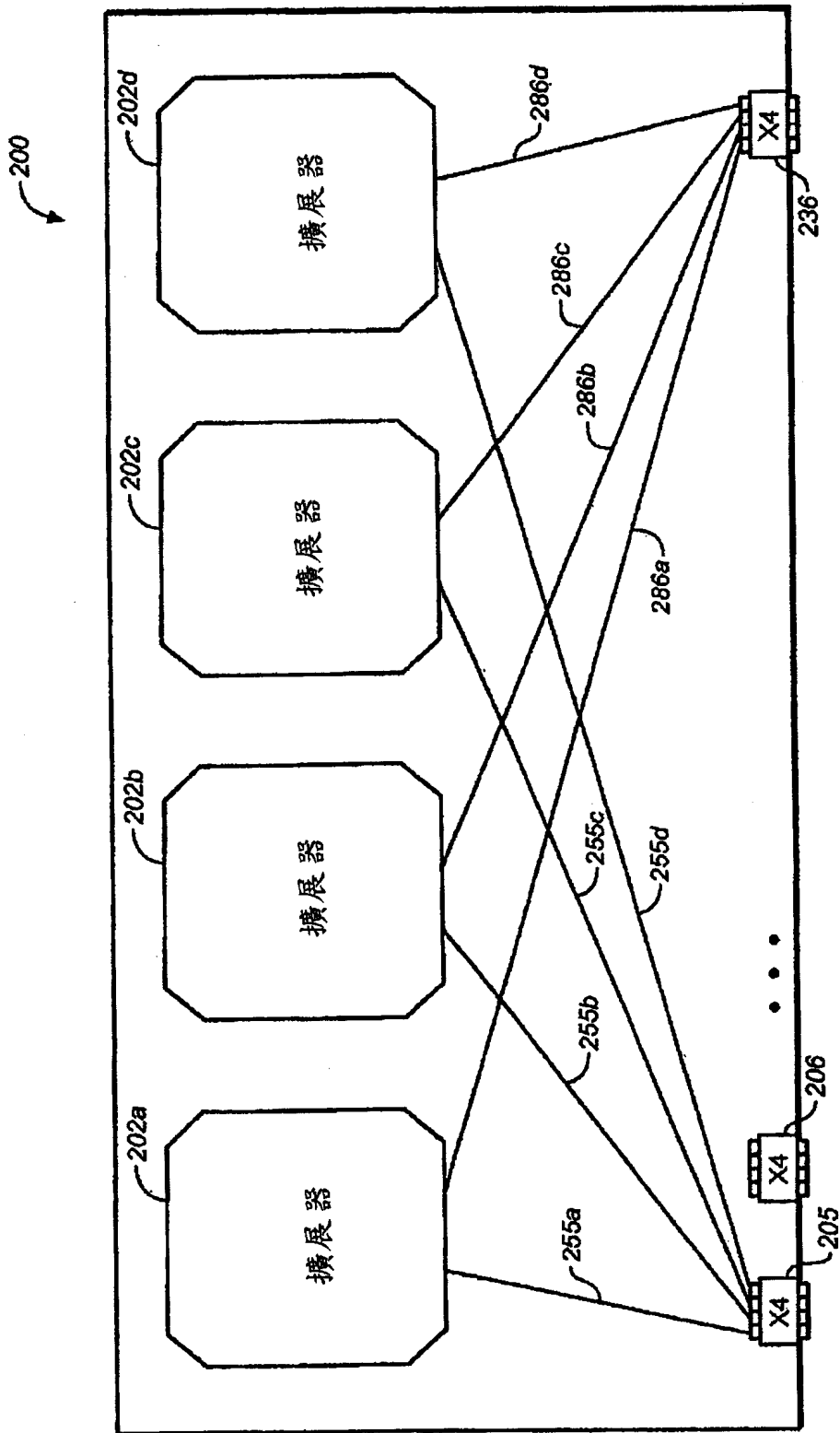


圖 2A

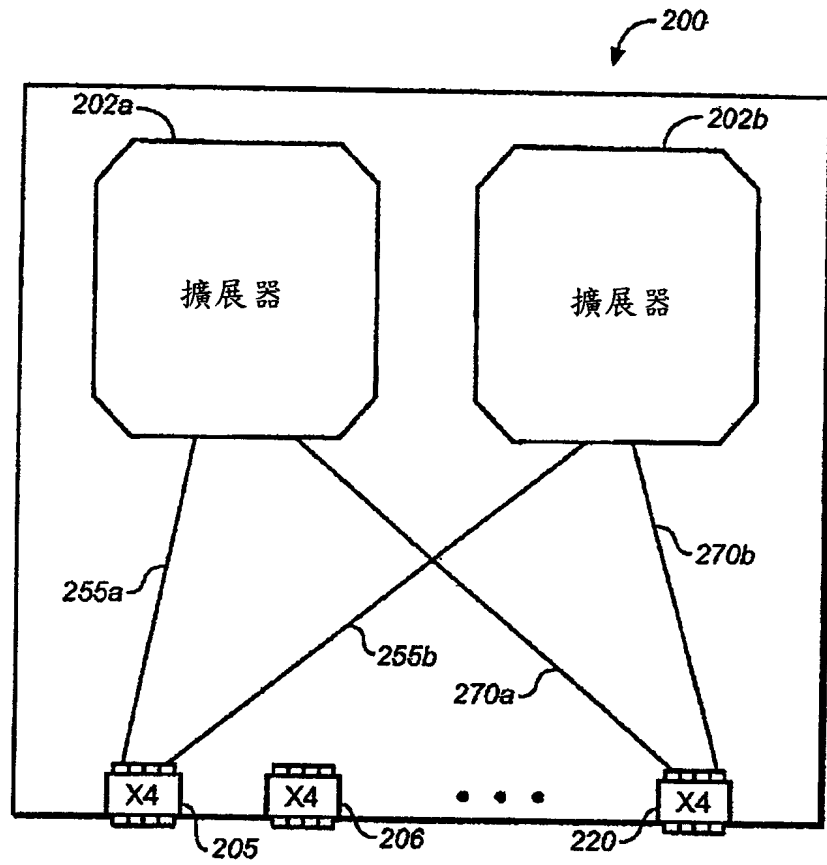


圖 2B



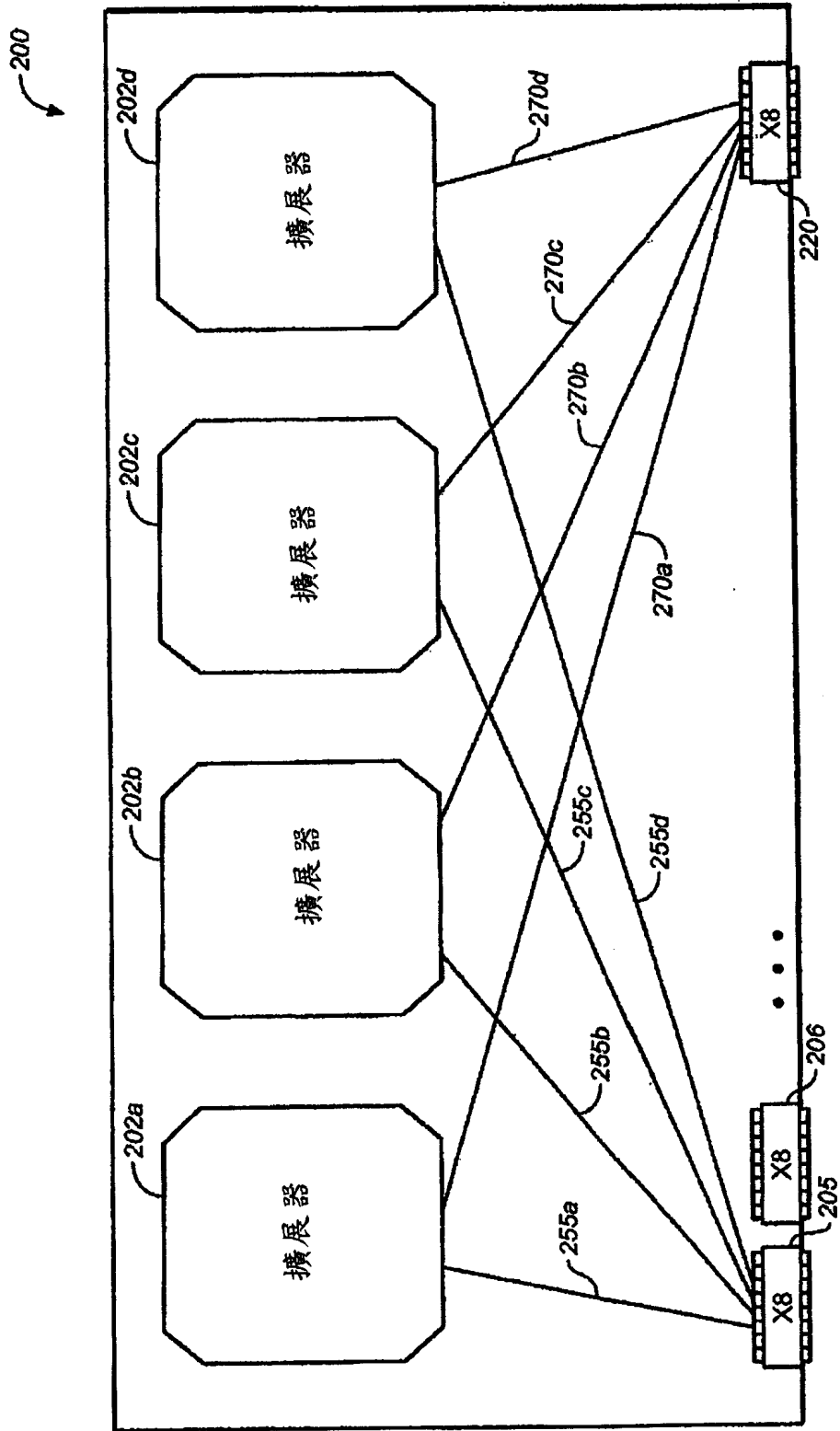


圖2C

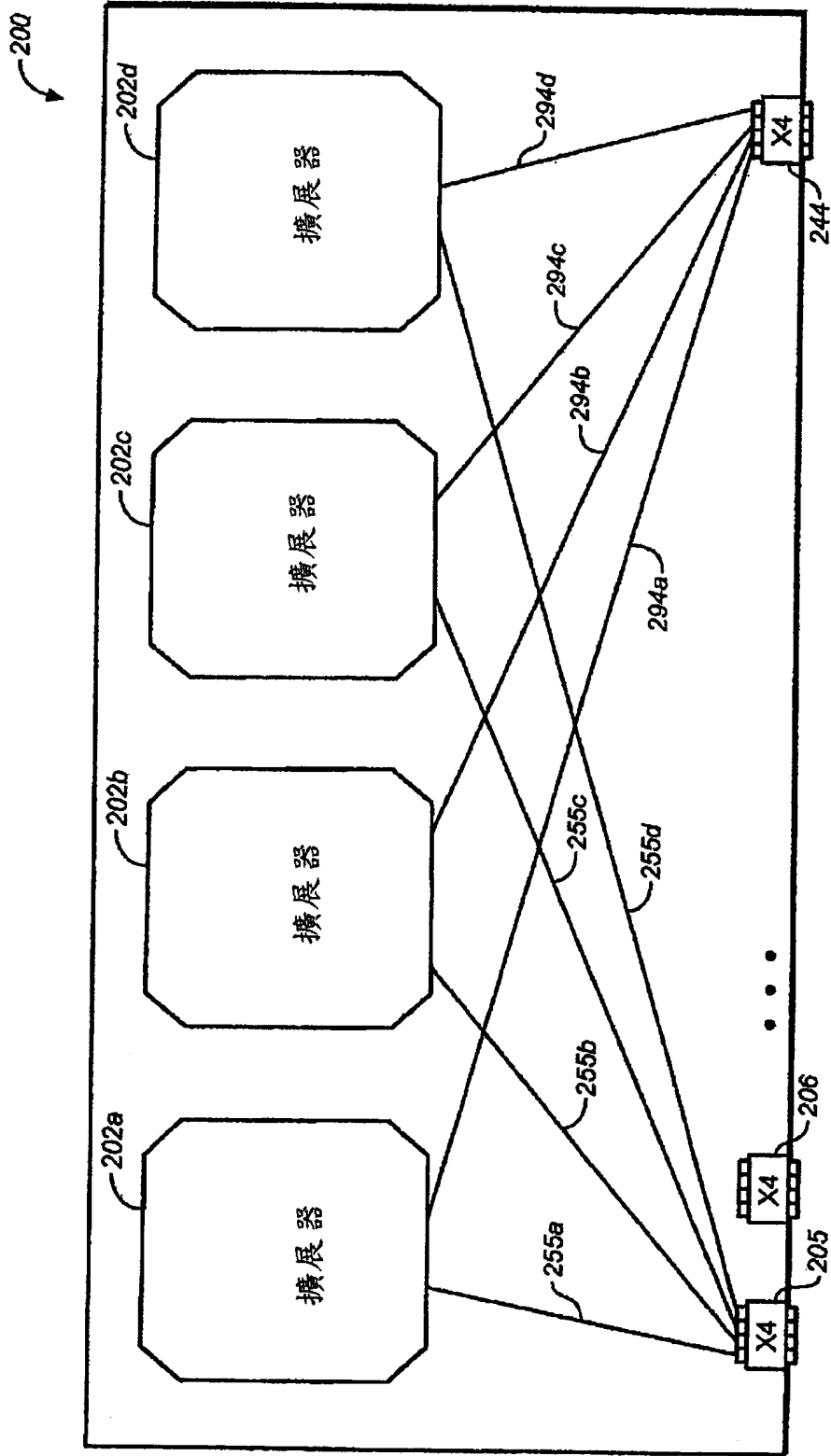


圖 2D

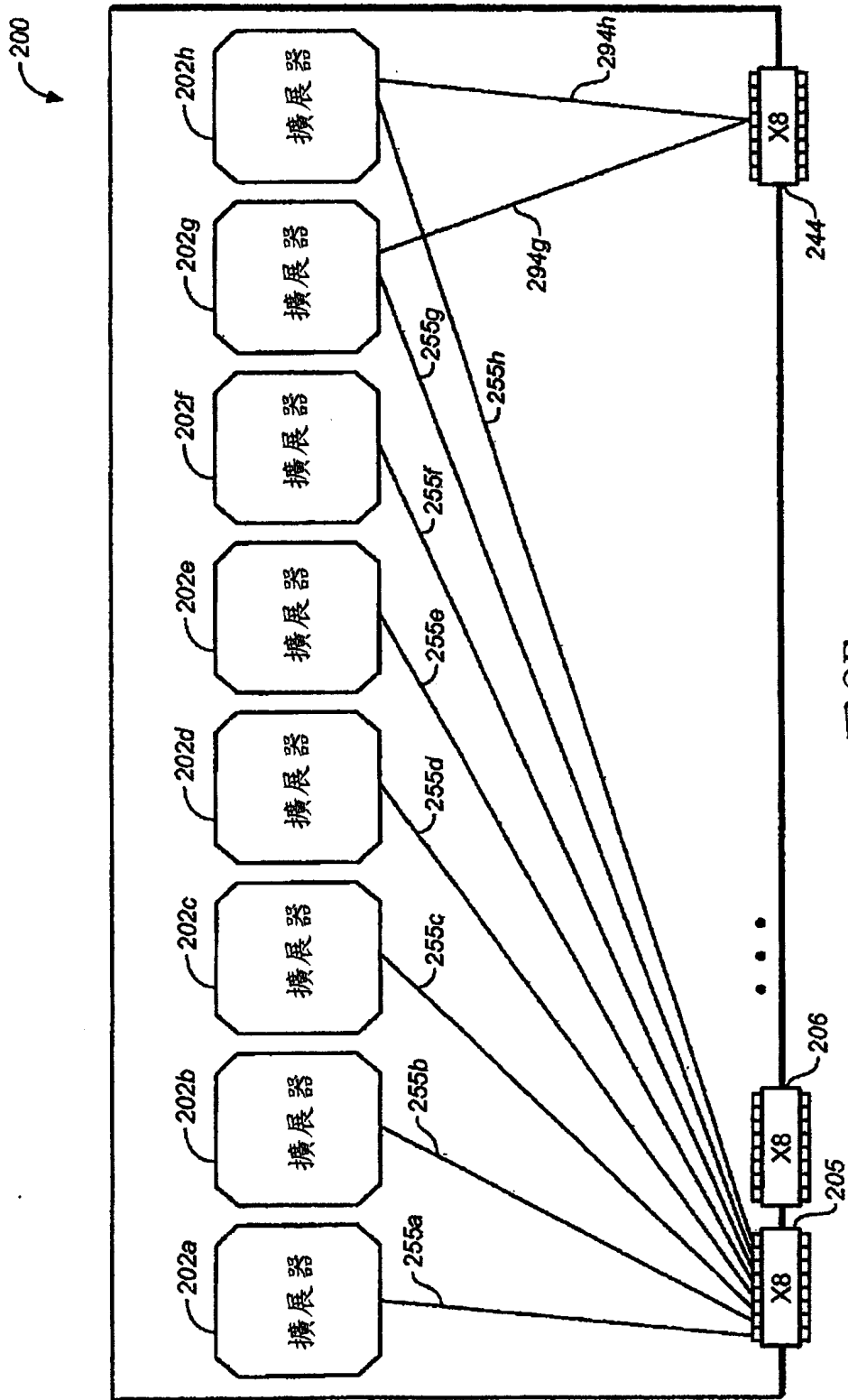


圖2E

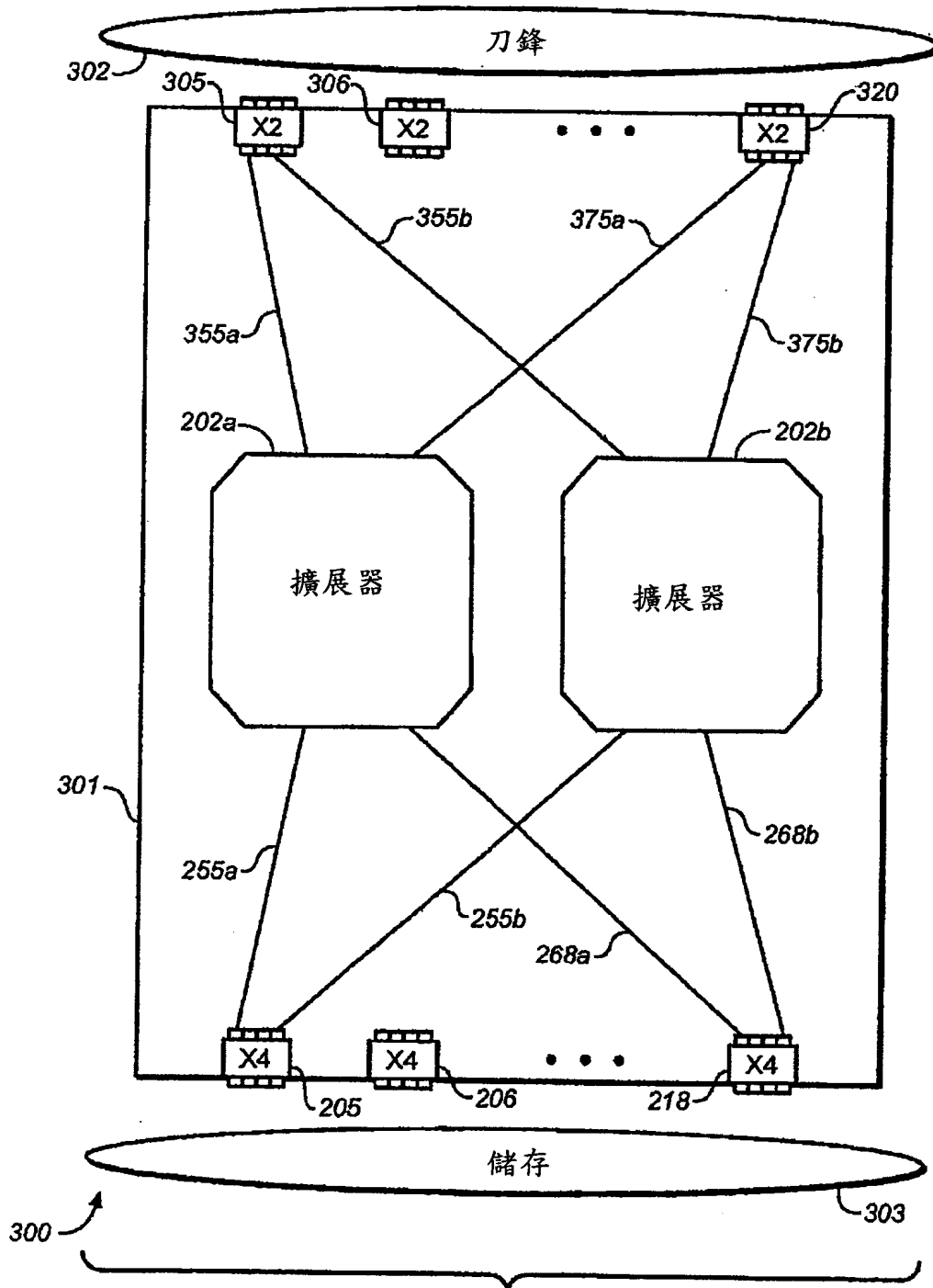


圖3

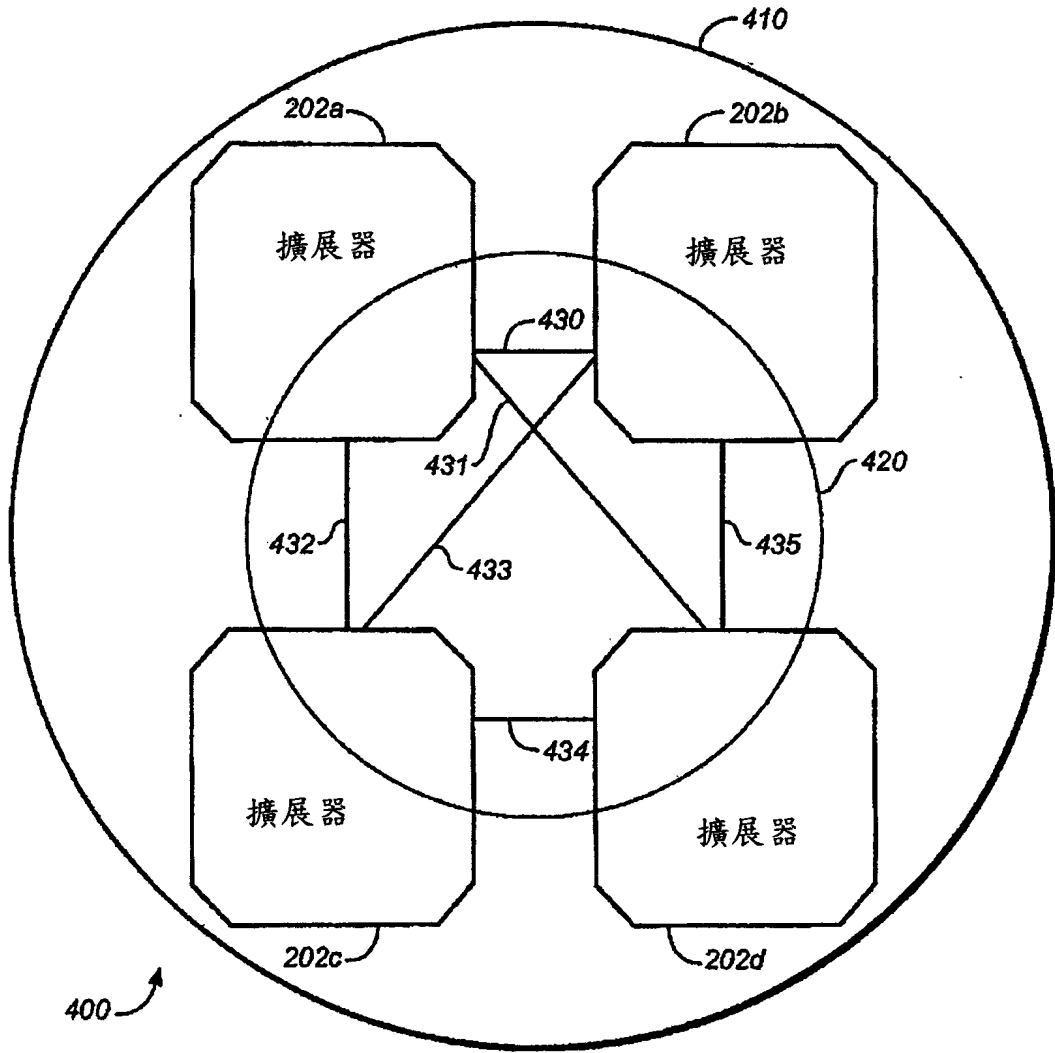


圖4

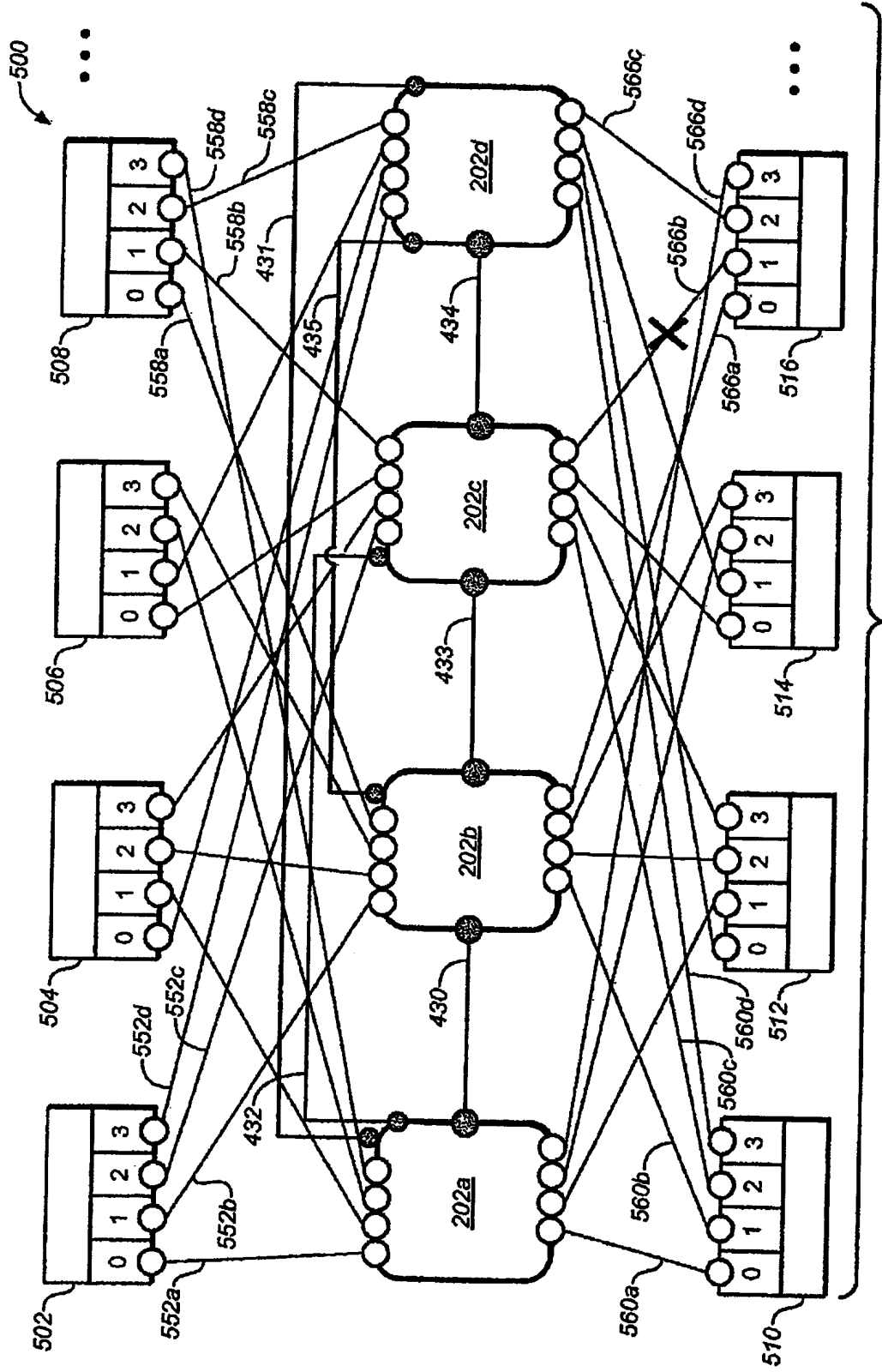


圖5

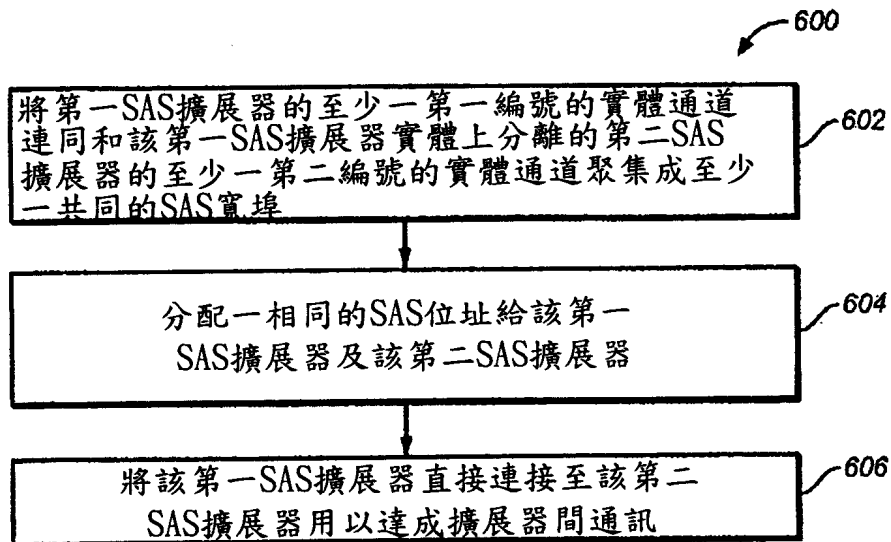


圖6

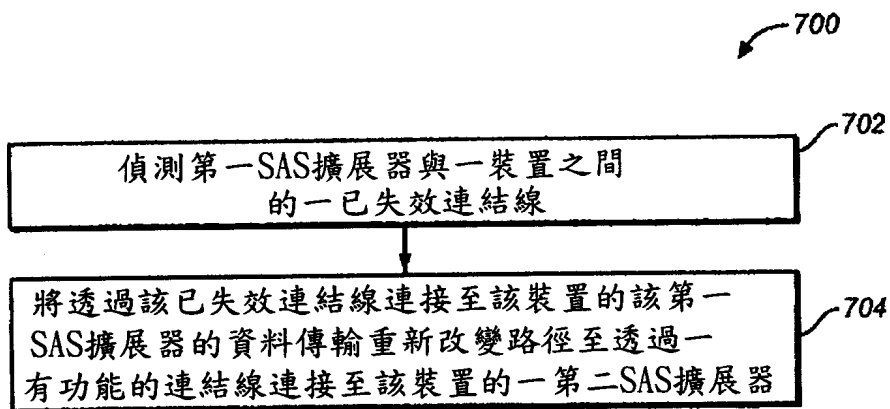


圖7

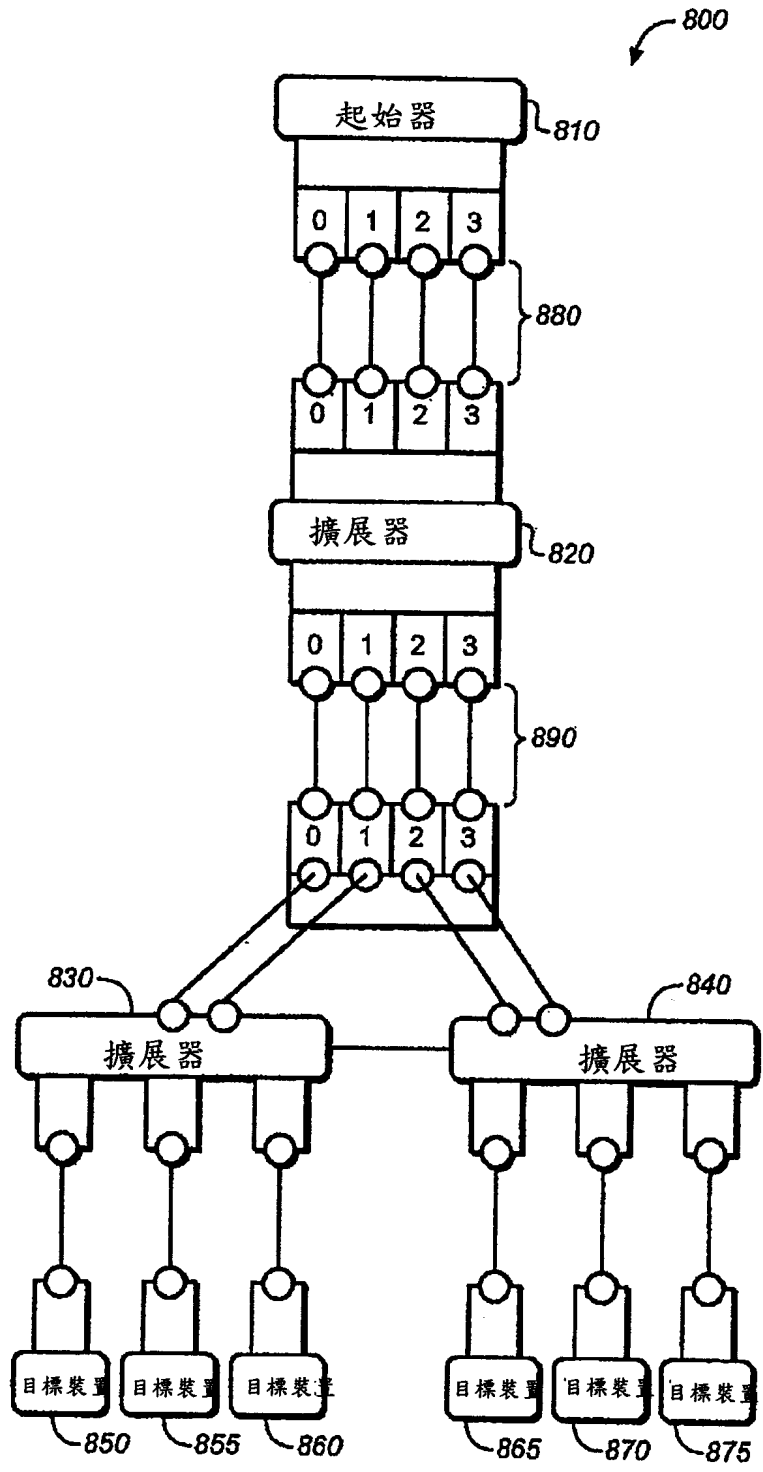


圖 8



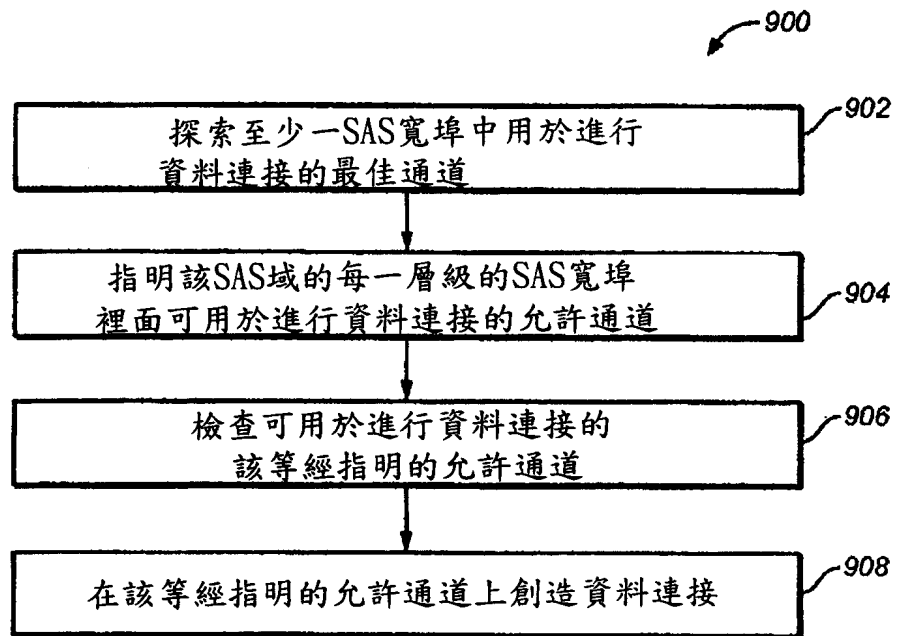


圖9

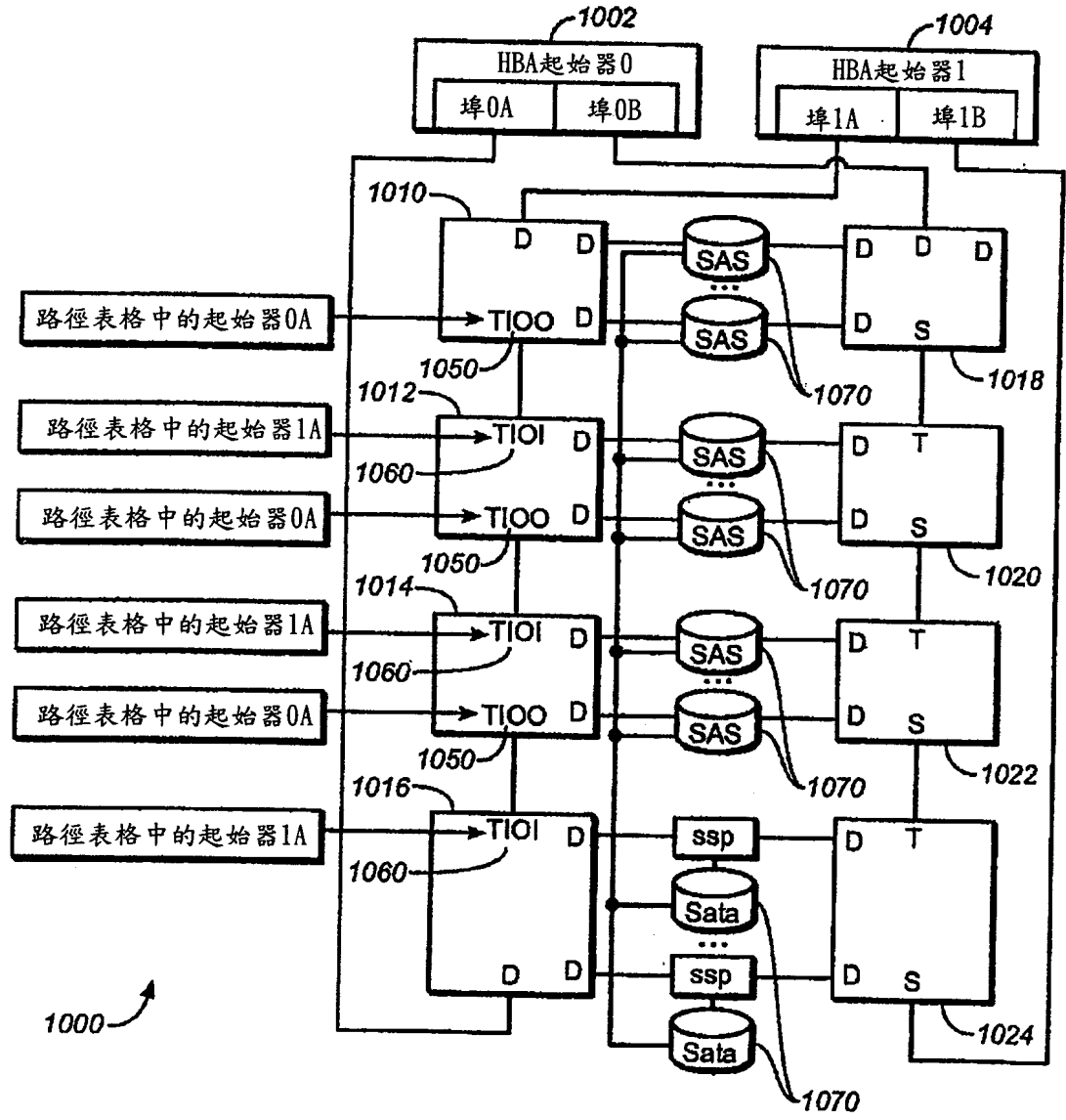


圖 10

SAS管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單要求

位元組/位元	7	6	5	4	3	2	1	0
0	SAS管理協定訊框類型(40h)							
1	函數(CCh)							
2	指派的答覆長度							
3	要求長度(01h)							
4	保留							
5								
6	起始描述符指標							
7	描述符的最大數量							

圖11A

SAS管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單答覆

位元組/位元	7	6	5	4	3	2	1	0
0	SAS管理協定訊框類型(41h)							
1	函數(CCh)							
2	函數結果							
3	答覆長度((n-7)/4)							
4	第一描述符指標							
5	保留							
6	描述符的數量							
7	保留							
8	描述符長度							
9	保留							
10								
11	描述符清單							
12	描述符(第一個)							
13								
14								
15	描述符(最後一個)							
16								
17								
18								
19								

圖11B

已修正路徑描述符

位元組/位元	7	6	5	4	3	2	1	0	1140
0	實體通道辨識符								
1	保留				已修正路徑屬性				1160
2	保留								
3	保留								

圖 11C

已修正路徑屬性	描述	1160
3	自我組態設定(SC)	
4	唯表格起始器輸入(TIOI)	
5	唯表格起始器輸出(TIOO)	
其它	保留	

圖 11D

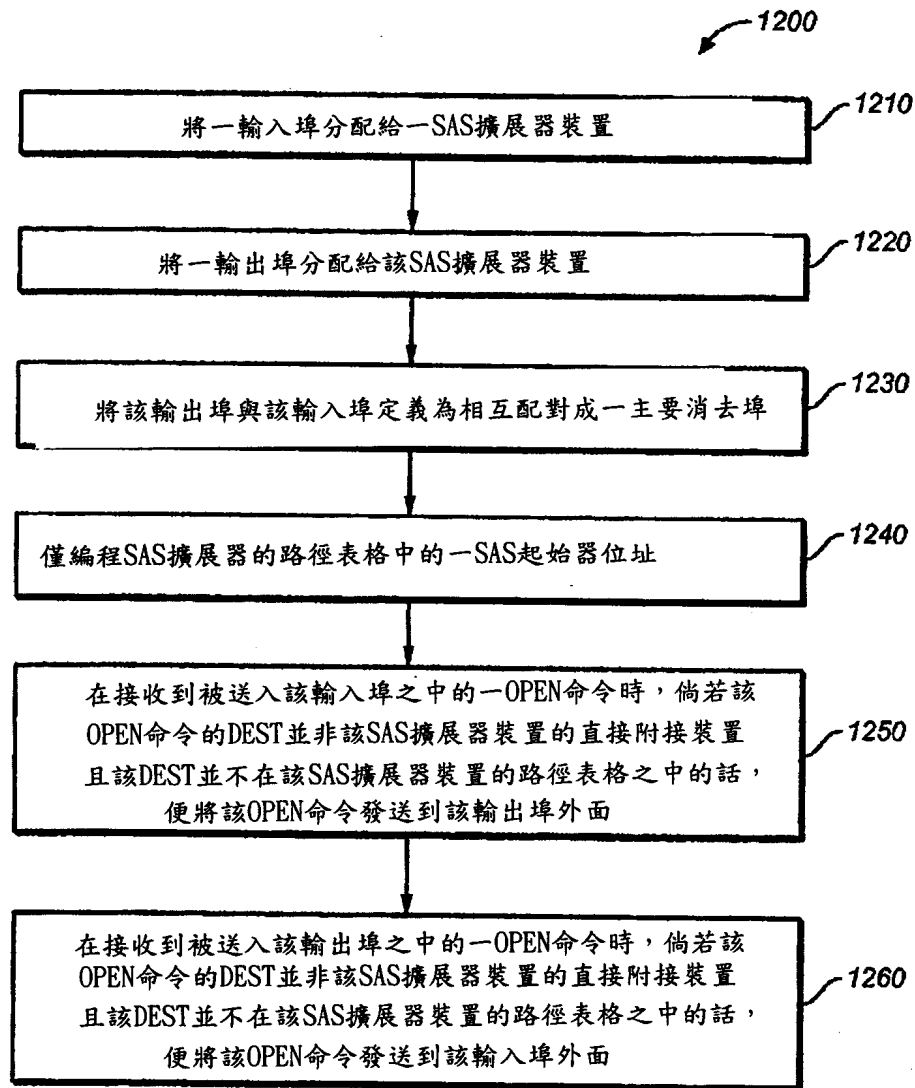


圖12

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第( )圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

五、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，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98 1219 93

※申請日：

※IPC 分類：

(2006.01)  
G06F13/38

## 一、發明名稱：(中文/英文)

提供用於處理多個序列附接式小電腦系統介面擴展器為單一序列附接式小電腦系統介面擴展器的通道失效轉移之方法

METHOD FOR PROVIDING PATH FAILOVER FOR MULTIPLE SAS EXPANDERS OPERATING AS A SINGLE SAS EXPANDER

## 二、中文發明摘要：

在第一 SAS 擴展器與一裝置之間偵測一已失效連結線。透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸會被重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器。該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

## 三、英文發明摘要：

A failed link is detected between a first SAS expander and a device. A data transfer of the first SAS expander

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明大體上係關於序列附接式小電腦系統介面 (Serial Attached SCSI, SAS) 的領域；且更明確地說，係關於在多個 SAS 擴展器操作成單一不分區 SAS 擴展器時提供通道失效轉移。

### 相關申請案交叉參考

本申請案在美國專利法第 35 卷第 119(e) 條的規範下主張於 2008 年 9 月 5 日提申的美國專利臨時申請案序號第 61/191,037 號的權利，本文以引用的方式將其併入。本申請案和下面共同待審的申請案有關：由發明人 Stephen B. Johnson, Timothy E. Hoglund, 及 Louis H. Odenwald, Jr. 在和本申請案相同的日期所提申的「結合多個序列附接式小電腦系統介面擴展器以提供單一序列附接式小電腦系統介面擴展器功能 (COMBING MULTIPLE SAS EXPANDERS TO PROVIDE SINGLE SAS EXPANDER FUNCTIONALITY) (法律檔案編號 08-1075；快遞郵件編號 EM 260723514 US)」；由發明人 Stephen B. Johnson 及 Christopher McCarty 在和本申請案相同的日期所提申的「指明用於序列附接式小電腦系統介面寬埠連接的通道 (SPECIFYING LANES FOR SAS WIDE PORT CONNECTIONS) (法律檔案編號 08-1461；快遞郵件編號 EM 260723505 US)」；以及由發明人 Stephen B. Johnson,



William Petty，及 Owen Parry 在和本申請案相同的日期所提申的「序列附接式小電腦系統介面對消去路徑 (SAS PAIRED SUBSTRUCTIVE ROUTING)(法律檔案編號 08-1513；快遞郵件編號 EM 260723528 US)」。本文以引用的方式將該些申請案全部併入。

### 【先前技術】

序列附接式小電腦系統介面 (SAS) 一詞係表示被設計成用以在電腦裝置之間施行資料傳輸的各種技術。SAS 協定係一種序列式接續器，用以接續至並列式小電腦系統介面 (Small Computer System Interface)。在 SAS 協定中，所有的 SAS 裝置均係一起始器裝置、一目標裝置、或是一擴展器裝置。起始器裝置為開始進行 SAS 資料傳輸的裝置；而目標裝置為起始器裝置將資料傳輸所至的裝置。起始器裝置和目標裝置合在一起則稱為末端裝置。

SAS 擴展器係有助於在多個起始器裝置和多個目標裝置之間進行資料傳輸的裝置。SAS 協定運用一種點對點匯流排拓樸。所以，倘若需要用到一起始器裝置來連接至多個目標裝置的話，便必須在該起始器裝置與每一個個別目標裝置之間進行直接連接，以便幫助在該起始器裝置與每一個個別目標裝置之間進行每一個個別的資料傳輸。SAS 擴展器會管理多個起始器裝置與多個目標裝置之間的連接及資料傳輸。SAS 擴展器可能含有多個 SAS 裝置。

### 【發明內容】

一種在結合多個序列附接式小電腦系統介面 (Serial

Attached Small Computer System Interface, SAS)擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時提供通道失效轉移的方法，其可能包含，但是並不限於：偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該 SAS 擴展器。

一種系統，其包含，但是並不限於：用以結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器的構件；用以偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線的構件；以及用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該 SAS 擴展器。

一種電腦可讀取的媒體，其具有電腦可執行的指令，用以實施一種在結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時提供通道失效轉移的方法，該方法包含，但是並不限於：偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功

能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

應該瞭解的係，前面的一般性說明和下面的詳細說明均僅係示範性與解釋性，而並未必限制本發明。被併入本說明書之中且構成本說明書一部分的隨附圖式則圖解本發明的主要內容。所有說明及圖式則一起解釋本發明的原理。

### 【實施方式】

現在將詳細說明本文所揭露的主要內容，其已圖解在隨附圖式之中。

所顯示的係根據本揭示一示範性實施例的 SAS 拓樸，其特徵為具有單一接合式 SAS 擴展器。拓樸 100 可包含透過窄埠 115a...d 連接至擴展器 120 的起始器 110。擴展器 120 可能會透過窄埠 125a...d 連接至單一接合式 SAS 擴展器 200。單一接合式 SAS 擴展器 200 可能含有複數個實體上分離的 SAS 擴展器 202a...d。SAS 擴展器 202a...d 可能會被配置成用以共用一相同的 SAS 位址，以便結合多個窄埠 125a...d，讓它們的表現如同單一共同寬埠 150。如 SAS 拓樸 100 中所示，窄埠 125a...d 可以結合而產生一 x4-寬埠 150。SAS 擴展器 202a...d 可能會透過窄埠 135a...d 連接至擴展器 130。擴展器 130 可能會透過窄埠 145a...d 連接至目標裝置 140。SAS 規格要求所有連接必須為點對點。不過，SAS 拓樸 100 具有 SAS 規格相容性，因為寬埠 150 係一真

實的 SAS 寬埠。

現在參考圖 2A 至 2E，接合式 SAS 擴展器 200 含有複數個實體上分離的 SAS 擴展器 202a...h。SAS 擴展器 202a...h 可能會透過連結線 255a...h 至 294a...h 連接至輸出埠 205 至 244。本揭示涵蓋各種不同配置的單一接合式 SAS 擴展器，其相依於 SAS 擴展器 202a...h 的數量、SAS 擴展器 202a...h 的埠數量、輸出埠 205 至 244 的數量、輸出埠 205 至 244 的寬度、以及連結線 255a...h 至 294a...h 之中所使用的 SAS 擴展器埠的數量。

輸出埠 205 至 244 可能為寬埠。輸出埠 205 至 244 可能會被配置成用以共用一相同的 SAS 位址。在 SAS 規格的規範下，這會將輸出埠 205 至 244 界定為相同擴展器的單一寬埠。輸出埠 205 至 244 之中的每一者皆可能會被連接至每一個 SAS 擴展器 202a...h(圖中未顯示)。輸出埠 205 至 244 的寬度可能會相依於連結線 255a...h 至 294a...h 之中用以連接至輸出埠 205 至 244 中每一者所使用的 SAS 擴展器埠的數量。SAS 擴展器 202a...h 之中的每一者皆可能具有被連接至輸出埠 205 至 244 中每一者的多個 SAS 擴展器埠。舉例來說，倘若單一接合式 SAS 擴展器 200 含有利用一個 SAS 擴展器埠透過連結線 255a...h 至 294a...h 連接至輸出埠 205 至 244 中每一者的兩個 SAS 擴展器 202a...h 的話，那麼，輸出埠 205 至 244 便為一 x2 寬埠。再者，倘若單一接合式 SAS 擴展器 200 含有利用兩個 SAS 擴展器埠透過連結線 255a...h 至 294a...h 連接至輸出埠 205 至 244 中每一者的

兩個 SAS 擴展器 202a...h 的話，那麼，輸出埠 205 至 244 便為一 x4 寬埠。該些配置允許以全埠頻寬的方式讓單一接合式 SAS 擴展器 200 之中的任何埠來同步存取任何其它埠。

提供單一接合式 SAS 擴展器 300 的刀鋒中心切換器配置 301。現在參考圖 3，多個 CPU 刀鋒 302 可能會被連接至輸入埠 305 至 320。輸入埠 305 至 320 可能係寬埠。輸入埠 305 至 320 可能會被配置成用以共用一相同的 SAS 位址。在 SAS 規格的規範下，這會將輸入埠 305 至 320 界定為相同擴展器的單一寬埠。輸入埠 305 至 320 之中的每一者皆可能會透過連結線 355a...b 至 375a...b(圖中未顯示)連接至每一個 SAS 擴展器 202a...h。如刀鋒中心切換器配置 301 中所示，輸入埠 305 至 320 係利用一個 SAS 擴展器埠透過連結線 355a...b 至 375a...b 連接至兩個 SAS 擴展器 202a...b 的 x2 寬埠；不過，本發明亦涵蓋其它所有配置。每一個 SAS 擴展器 202a...b 皆可能會透過連結線 255a...b 至 268a...b(圖中未顯示)連接至每一個輸出埠 205 至 218。如刀鋒中心切換器配置 301 中所示，輸出埠 205 至 218 係利用兩個 SAS 擴展器埠透過連結線 255a...b 至 268a...b 連接至兩個 SAS 擴展器 202a...b 的 x4 寬埠；不過，本發明亦涵蓋其它所有配置。輸出埠 205 至 218 可能會被連接至多個資料儲存裝置 303。

SAS 擴展器 202a...h 可能會被配置成用以共用一相同的 SAS 位址。在 SAS 規格的規範下，這會將 SAS 擴展器 202a...h 界定為單一擴展器。韌體可以在每一個 SAS 擴展器

202a...h 上執行，俾使 SAS 擴展器 202a...h 的表現和響應如同單一接合式 SAS 擴展器。如圖 4 中所示，每一個 SAS 擴展器 202a...h 可能會透過擴展器間連結線 (inter-expander link, IEL) 430 至 435 連接至 202a...h 中的每一者。擴展器間連結線 430 至 435 可以讓 SAS 擴展器 202a...h 在通訊及協調的表現和響應如同單一接合式 SAS 擴展器。擴展器間連結線 430 至 435 可能會透過 SAS 管理協定 (SAS Management Protocol, SMP) 或是其它通訊方法 (例如積體電路匯流排間協定 (I2C)、增強型並列埠 (EPP)、乙太網路、共用記憶體、以及類似方法) 來進行通訊。擴展器間連結線 430 至 435 可以允許從主要切換域 410 劃分出擴展器間連結線域 420 的區域。廣播可能會在擴展器間連結線 430 至 435 之中被禁能，以便消除任何 SAS 規格不相容的迴路問題。擴展器間連結線 430 至 435 可能會使用多個 SAS 擴展器埠。對該主要切換域來說，擴展器間連結線 430 至 435 之中所使用的實體通道可能會完全被隱蔽。SAS 擴展器 202a...h 的主要切換域之中所使用的實體通道的編號方式可以再映射至單一邏輯編號方式。擴展器間連結線 430 至 435 可以允許任何組合的 SAS 擴展器 202a...h 失效，同時又讓任何有功能的 SAS 擴展器 202a...h 之間的保持連接作用。進一步言之，倘若並非每一個 SAS 擴展器 202a...h 皆失效的話，所有輸入埠 305 至 320 及輸出埠 205 至 244 可以較小的頻寬來保持連接作用。SAS 管理協定目標處理可以由單一接合式 SAS 擴展器 200 的單一主 SAS 擴展器來操控。

送往單一接合式 SAS 擴展器 200 的連接要求可能會透過擴展器間連結線 430 至 435 被傳送至該單一主 SAS 擴展器。SAS 擴展器 202a...h 可以共享 SAS 管理協定目標處理。

大體上參考圖 6，圖中所示的係用以結合多個 SAS 擴展器的方法。舉例來說，該方法可能會施行如下文所述(且如圖 1、2A 至 2E、3、以及 4 中所示)之用以連接及結合多個 SAS 擴展器的技術。方法 600 可能包含下面步驟：將第一 SAS 擴展器的至少一第一編號的實體通道連同和該第一 SAS 擴展器實體上分離的第二 SAS 擴展器的至少一第二編號的實體通道聚集成至少一共同的 SAS 寬埠 602。舉例來說，聚集成至少一共同的 SAS 寬埠(205 至 244)可能包含分配一相同的 SAS 位址給該至少一共同的寬埠(205 至 244)。

方法 600 可能進一步包含下面步驟：分配一相同的 SAS 位址給該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器 604。分配一相同的 SAS 位址給該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器可以讓該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器的表現和響應如同單一接合式 SAS 擴展器 200。該分配作業可以透過在該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器上執行的韌體來實施。進一步言之，該第一 SAS 擴展器及該第二 SAS 擴展器的實體通道編號方式可以被再映射成彷彿單一接合式 SAS 擴展器的單一邏輯排序式實體通道編號方式。舉例來說，該第一 SAS 擴展器的第一編號實體通道可以被再映射而落在該單一邏輯排序式編號方式的第一範圍之中，而該第二 SAS 擴展器的第二編號實體通道則可以被再映射而落

在該單一邏輯排序式編號方式的第二範圍之中。

方法 600 可能進一步包含下面步驟：將該第一 SAS 擴展器直接連接至該第二 SAS 擴展器用以達成擴展器間通訊 606。該擴展器間通訊可能會運用到 SAS 管理協定(SMP)通訊或是其它通訊方法，例如積體電路匯流排間協定(I2C)、增強型並列埠(EPP)、乙太網路、共用記憶體、以及類似方法。於額外的實施例中，該第一 SAS 擴展器與該第二 SAS 擴展器之間用以達成擴展器間通訊的連接(430 至 435)可以透過該第一 SAS 擴展器的實體通道與該第二 SAS 擴展器的實體通道來實施。進一步言之，對該單一接合式 SAS 擴展器的主要切換域(410)來說，用以達成擴展器間通訊的第一 SAS 擴展器的實體通道及用以達成擴展器間通訊的第二 SAS 擴展器的實體通道可能會被隱蔽。第一 SAS 擴展器的至少兩個實體通道及第二 SAS 擴展器的至少兩個實體通道可能會被用來達成該第一 SAS 擴展器與該第二 SAS 擴展器之間的擴展器間通訊。進一步言之，倘若該單一接合式 SAS 擴展器裡面的至少一 SAS 擴展器仍保持操作的話(舉例來說，在 SAS 擴展器失效期間)，那麼，全部共同的 SAS 寬埠便仍會保持操作，其會讓全部共同的 SAS 寬埠操作在較小的頻寬處。

單一接合式 SAS 擴展器 500 可被配置成用以於該單一接合式 SAS 擴展器裡面某一內部連結線失效時提供通道失效轉移。參考圖 5，且如上面所述，輸入埠 502 至 508 可能會透過連結線 552a...d 至 558a...d 連接至每一個 SAS 擴展器



202a...d。進一步言之，輸入埠 502 至 508 可能係 SAS 寬埠。輸出埠 510 至 516 可能會透過連結線 560a...d 至 566a...d 連接至每一個 SAS 擴展器 202a...d。進一步言之，輸出埠 510 至 516 可能係 SAS 寬埠。每一個 SAS 擴展器 202a...d 可以透過 SAS 擴展器埠來相互連接，用以達成擴展器間通訊。如單一接合式 SAS 擴展器 500 中所示，SAS 擴展器 202c 與輸出埠 516 之間的連結線 566b 可能會失效。舉例來說，實體性缺陷可能會造成連結線 566b 失效。以進一步範例來說，連結線 566b 可能會因為邏輯性問題的關係而失效。

意欲透過已失效連結線 566b 所傳送的資料傳輸可能會重新改變路徑至被連接至輸出埠 516 的另一 SAS 擴展器。此資料傳輸可能會透過用於在其與另一 SAS 擴展器之間達成擴展器間通訊的實體通道重新改變路徑至該另一 SAS 擴展器。如單一接合式 SAS 擴展器 500 中所示，透過已失效連結線 566b 在 SAS 擴展器 202c 與輸出埠 516 之間進行的資料傳輸可能會透過擴展器間通訊連結線 434 重新改變路徑通過 SAS 擴展器 202d。該資料傳輸可能會透過連結線 566c 從 SAS 擴展器 202d 處重新改變路徑至輸出埠 516。因此，輸出埠 516 可如原來預期般地接收該資料傳輸；不過，卻可能在不同的實體通道上接收該資料傳輸。進一步言之，倘若 SAS 擴展器 202d 已經有一條連接至輸出埠 516 的有作用連結線的話，SAS 擴展器 202c 便可以利用如同透過 SAS 管理協定所提供的行進中仲裁訊息 (arbitration in progress, AIP) 來答覆該 SAS 起始器。該 SAS 起始器可能

會在從 SAS 擴展器 202c 處收到 AIP 或是 OPEN REJECT (RETRY) SAS 管理協定答覆之後的稍晚時間處嘗試進行該資料傳輸。

於本發明的進一步觀點中，於該等 SAS 擴展器上執行的韌體可以重新編程 SAS 擴展器路徑表格，以便經由擴展器間通訊連結線(430 至 435)來重新改變連接路徑，取代通過該等已失效的連結線。進一步言之，被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的一 SAS 起始器可能會藉由收到一 CHANGE 原指令而得知連結線 566b 已經失效。舉例來說，SAS 管理協定會提供一 CHANGE 原指令。接著，該 SAS 起始器便可以實施如同透過 SAS 管理協定所提供的 SAS 探索。進一步言之，該 SAS 起始器可能會注意連接至目標裝置之剩餘的有作用連接線的數量，並且可能僅會起始和連接至目標裝置之剩餘的有作用連接線的數量相等的數個同步資料傳輸。

大體上參考圖 7，圖中所示的係在結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時用以提供通道失效轉移的方法。舉例來說，該方法可能會施行如圖 5 中所示的技術。在本發明的本實施例中，方法 700 可能包含下面步驟：偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線 702。舉例來說，該被偵測到的已失效連結線可能會因為實體性問題的關係而失效。該被偵測到的已失效連結線可能會因為邏輯性問題的關係而失效。

方法 700 可能進一步包含下面步驟：將透過該已失效

連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器 704。舉例來說，該單一接合式 SAS 擴展器的該已失效連結線可能會因為該已失效連結線裡面的實體性問題的關係而失效。於另一範例中，該已失效連結線可能會因為邏輯性問題的關係而失效。該第一 SAS 擴展器可能會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。於進一步的實施例中，將透過該已失效連結線連接至一裝置的一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器可能係透過用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道來進行。於示範性實施例中，重新改變資料傳輸的路徑可能包含重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格，以便透過用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於它們之間的其它連結線。舉例來說，重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格可以透過在該第一 SAS 擴展器上執行的韌體來實施。

透過用於達成擴展器間通訊的一連結線將資料傳輸的路徑從該單一接合式 SAS 擴展器裡面的一已失效的連結線重新改變至一第二 SAS 擴展器的步驟可能並不會向被連接

至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器及 SAS 目標裝置表明此重新改變路徑作業正在進行中。不過，倘若該第二 SAS 擴展器目前已有一連接至該裝置的有作用連結線且資料的傳送路徑係從該已失效連結線重新改變至該第二 SAS 擴展器的話，那麼，透過該已失效連結線連接至該裝置的第一 SAS 擴展器便可以利用一 AIP 答覆訊息來答覆。於此情況中，接收該 AIP 答覆訊息的 SAS 起始器可能會在稍晚時間處重試該資料傳輸。被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的一 SAS 起始器可以透過接收一 CHANGE 原指令而被告知該已失效的連結線。在收到一 CHANGE 原指令時，該 SAS 起始器便可以實施 SAS 探索。舉例來說，SAS 管理協定會提供一 SAS 探索訊息，其包含一 SAS 探索與一 SAS 探索答覆。

提供一種 SAS 起始器指明的資料連接配置 800。現在參考圖 8，SAS 起始器 810 可能會透過 SAS 寬埠 880 連接至 SAS 擴展器 820。SAS 擴展器 830 的至少一實體通道及 SAS 擴展器 840 的至少一實體通道可能會被結合成共同的 SAS 寬埠 890。為了讓 SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840 如同單一接合式 SAS 擴展器般地操作，SAS 擴展器 830 可能會和 SAS 擴展器 840 共用一相同的 SAS 位址。SAS 擴展器 820 可能會透過 SAS 寬埠 890 連接至 SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840。SAS 擴展器 830 亦可能會透過經由 SAS 擴展器 830 的實體通道及 SAS 擴展器 840 的實體通道所達成的一擴展器間通訊連結線直接連接至 SAS 擴展器 840。

SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840 可以不相同單一接合式 SAS 擴展器般地操作，而可能具有級聯式配置。複數個 SAS 擴展器目標裝置 850 至 875 可能會透過一 SAS 窄埠被連接至 SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840。目標裝置 850 至 875 的數量可能大於 SAS 擴展器 830 或 SAS 擴展器 840 之上的實體通道的數量。舉例來說，SAS 目標裝置 850 至 875 可能係一硬碟陣列，例如集束磁碟 (JBOD, Just a Bunch of Disks) SAS 陣列。

SAS 起始器 810 可以指明寬埠 880、890 之中要被用來從 SAS 起始器 810 至 SAS 目標裝置 850 至 875 之中其中一者創造資料連接的通道。指明寬埠 880、890 中的通道可用於進行公平控制 (fairness control)，其中，寬埠 880、890 中的某些通道可以被用來存取 SAS 目標裝置 850 至 875，而寬埠 880、890 中的其它通道可以被用來貫穿 SAS 配置的其它部分。SAS 起始器 810 可能還會進一步在一連接要求的 OPEN 訊框裡面指明該等通道。此 OPEN 訊框可以透過一 SAS 管理協定連接要求來提供。SAS 起始器 810 可能透過實施一標準的 SAS 探索過程已經獲知用以從 SAS 起始器 810 至 SAS 目標裝置 850 至 875 之中其中一個產生資料連接的最佳通道。SAS 擴展器 830 及 SAS 擴展器 840，連同 SAS 目標裝置 850 至 875，可能會被配置成用以透過 SAS 管理協定探索答覆訊息來答覆用以從 SAS 起始器 810 至 SAS 目標裝置 850 至 875 之中其中一個產生資料連接的最佳通道。介於 SAS 起始器 810 和 SAS 目標裝置 850 至 875

之中其中一個之間的資料連接之中的每一個 SAS 擴展器均可以檢查來自 SAS 起始器 810 的連接要求的 OPEN 訊框之中可用於進行資料連接的允許通道並且僅會在該些被指明的通道上產生資料連接。

大體上參考圖 9，圖中所示的係根據本發明的一示範性實施例可在 SAS 域中用來在一 SAS 寬埠之中指明可用於在一 SAS 起始器和一 SAS 目標裝置之間進行資料連接的允許通道的方法。於本發明的一現行實施例中，方法 900 包含下面步驟：探索至少一 SAS 寬埠中用於進行資料連接的最佳通道 902。舉例來說，SAS 起始器 810 可能透過實施一標準的 SAS 探索過程來探索用於進行資料連接的最佳通道。進一步言之，SAS 管理協定探索答覆訊息可以被用來將用於進行資料連接的最佳通道傳達給 SAS 起始器 810。

方法 900 可能還進一步包含下面步驟：指明該 SAS 域的每一層級的 SAS 寬埠裡面可用於進行資料連接的允許通道 904。舉例來說，可以透過一 SAS 起始器要求來指明該等可用於進行資料連接的允許通道。該等可用於進行資料連接的允許通道可能會進一步於一 SAS 起始器連接要求的一 OPEN 訊框裡面被指明。

方法 900 可能還進一步包含下面步驟：檢查可用於進行資料連接的該等經指明的允許通道 906。舉例來說，當一 SAS 擴展器(820 至 840)接收到一 SAS 起始器連接要求的 OPEN 訊框時，該 SAS 擴展器便可能會檢查可用於進行資料連接的該等經指明的允許通道。

方法 900 可能還進一步包含下面步驟：創造該等經指明的允許通道的資料連接 908。舉例來說，一 SAS 擴展器可以在該等經指明的允許通道上創造該資料連接。進一步言之，該 SAS 擴展器可能會在檢查該 SAS 起始器連接要求的 OPEN 訊框之中的該等經指明的允許通道之後才創造該資料連接。

提供一種運用配對式消去路徑的 SAS 級聯式拓樸。為運用配對式消去路徑，SAS 拓樸 1000 中的 SAS 裝置可能會參照引用供應商特有的 SAS 管理協定功能。SAS 起始器 1002 至 1004 可能會如同透過 SAS 管理協定所提供般地檢查 SAS 管理協定報告製造資訊 (SMP REPORT MANUFACTURE INFORMATION) 答覆，以便察看是否支援該供應商特有的 SAS 管理協定功能。若支援的話，SAS 起始器 1002 至 1004 便可以使用該供應商特有的 SAS 管理協定功能來要求一份由具有已修正之路徑屬性以便運用配對式消去路徑的 SAS 擴展器 1010 至 1024 之實體通道所組成的清單。舉例來說，SAS 起始器 1002 至 1004 可能會發出 SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單要求 (SMP REPORT MODIFIED PHY ROUTING ATTRIBUTE LIST Request) 1100 給 SAS 拓樸 1000 中的每一個 SAS 擴展器 1010 至 1024。於收到 SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單要求 1100 時，每一個 SAS 擴展器 1010 至 1024 均可透過 SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單答覆 (SMP REPORT MODIFIED PHY ROUTING ATTRIBUTE

LIST Response)1120 來答覆一份由具有已修正路徑屬性的實體通道所組成的清單。在操作中，SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單答覆 1120 可能含有數個已修正路徑描述符 1140。每一個已修正路徑描述符 1140 可能會表明 SAS 擴展器 1010 至 1024 的單一實體通道以及該單一實體通道的已修正路徑屬性 1160。舉例來說，已修正路徑屬性 1160 可能會確定某一實體通道為下面其中一者：自我組態設定 (SC, Self Configured)、唯表格起始器輸入 (TIOI, Table Initiator Only IN)、唯表格起始器輸出 (TIOO, Table Initiator Only OUT)。唯表格起始器輸入可能僅會以被列在某一輸入實體通道的路徑表格之中的 SAS 起始器來確定該實體通道。唯表格起始器輸出可能僅會以被列在某一輸出實體通道的路徑表格之中的 SAS 起始器來確定該實體通道。

倘若 SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性清單答覆 1120 確定某一實體通道的已修正路徑屬性 1160 的話，SAS 起始器 1002 至 1004 便可以不理會由 SAS 管理協定探索答覆所提供之該實體通道的路徑屬性。於本揭示的一實施例中，該項供應商特有的 SAS 管理協定功能可能僅會報告已修正路徑屬性：唯表格起始器輸入、唯表格起始器輸出、以及自我組態設定。SAS 擴展器 1010 至 1024 可能會有具有某些處理標準路徑屬性 (D、S、T) 及某些處理已修正路徑屬性 (唯表格起始器輸入、唯表格起始器輸出、自我組態設定) 的複數個埠。



SAS 擴展器 1010 至 1024 可能會被配置成具有一主要消去埠，其會被定義為一 IN 與一 OUT 對。該消去埠中的該輸入埠與該輸出埠可能會需要用到該埠的路徑表格之中 SAS 起始器 1002 至 1004 的位址。進一步言之，SAS 擴展器可能會為直接附接裝置增加一附屬消去埠。舉例來說，倘若在該輸入埠上所收到的一 OPEN 的 DEST(如同透過 SAS 管理協定所提供般)並非一直接附接裝置(舉例來說，被附接至具有 D 路徑屬性之埠的裝置)或者倘若該 OPEN 的 DEST 並不在該輸入埠的路徑表格之中的話，那麼，該 OPEN 便可能會被發送到該消去埠的輸出埠外面。舉例來說，倘若在該輸出埠上所收到的一 OPEN 的 DEST 並非一直接附接裝置(舉例來說，被附接至具有 D 路徑屬性之埠的裝置)或者倘若該 OPEN 的 DEST 並不在該輸出埠的路徑表格之中的話，那麼，該 OPEN 便可能會被發送到該消去埠的輸入埠外面。已修正路徑屬性中的唯表格起始器輸入可能表示一消去埠中的輸入埠。已修正路徑屬性中的唯表格起始器輸出可能表示一消去埠中的輸出埠。OPEN 可能一直為該主要消去埠的內定命令。

SAS 起始器 1002 至 1004 可能位於級聯式 SAS 拓樸 1000 的頂端或是底部。SAS 起始器 1002 至 1004 可能僅會將它們自己的 SAS 位址編程至級聯式 SAS 拓樸 1000 的 SAS 擴展器 1010 至 1024 的唯表格起始器輸入埠 1060 和唯表格起始器輸出埠 1050 的路徑表格之中。進一步言之，SAS 起始器 1002 至 1004 可能僅會將它們自己的 SAS 位址編程至

級聯式 SAS 拓樸 1000 的 SAS 擴展器 1010 至 1024 的唯表格起始器輸入埠 1060 或唯表格起始器輸出埠 1050 的路徑表格之中，端視級聯式 SAS 拓樸 1000 裡面的 SAS 起始器 1002 至 1004 的位置。SAS 擴展器 1010 至 1024 可能會執行韌體，用以在將位址編程至 SAS 擴展器路徑表格之中時防止 SAS 起始器 1002 至 1004 相互踩踏(舉例來說，位置相依的路徑表格編程)。

SAS 目標裝置 1070 可能會發送一 OPEN 給 SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者。SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者可能會將該 OPEN 的 DEST 位址放置在 SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者的路徑表格之中。該 OPEN 可能會被發送至由該 DEST 位址所表示的 SAS 起始器。於另一實施例中，SAS 起始器 1002 至 1004 中的其中一者可能會發送一 OPEN 給 SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者。SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者可能會先在任何直接附接裝置中搜尋該 OPEN 的 DEST 位址。倘若發現到的話，該 OPEN 便會被發送到該合宜的直接附接裝置。倘若沒有在任何直接附接裝置中發現到該 OPEN 的 DEST 位址的話，SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者接著便可能會在 SAS 擴展器路徑表格中搜尋該 OPEN 的 DEST 位址。倘若發現到的話，該 OPEN 便會被傳送到該合宜的 SAS 起始器。倘若沒有在 SAS 擴展器路徑表格中發現到該 OPEN 的 DEST 位址的話，SAS 擴展器 1010 至 1024 中的其中一者接著便可能會將該 OPEN 發送到其配對式消去埠外面。

進一步言之，為在 SAS 級聯式拓樸 1000 之中實施區域劃分 (zoning)，僅有該拓樸中的末端擴展器可能需要檢查。末端擴展器可能會比較直接附接裝置的實體通道的 DEST 和該 OPEN 命令中的來源分區群。該比較作用的表現如同消去作用，其會一直進行到抵達該分區的末端裝置擴展器為止。

大體上參考圖 12，圖中所示的係用於在 SAS 級聯式拓樸中實施配對式消去路徑的方法的流程圖。方法 1200 包含下面步驟：將一輸入埠分配給一 SAS 擴展器裝置 1210。方法 1200 可能進一步包含下面步驟：將一輸出埠分配給該 SAS 擴展器裝置 1220。於示範性實施例中，方法 1200 可能進一步包含下面步驟：將該輸出埠與該輸入埠定義為相互配對，以便讓它們如同一配對式消去埠般來操作 1230。此外，方法 1200 可能還包含為該 SAS 擴展器裝置增加一第二輸入埠及一第二輸出埠。該第二輸入埠及該第二輸出埠可能會被相互配對成一次級消去埠。

於示範性實施例中，方法 1200 可能進一步包含下面步驟：在接收到被送入該輸入埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該 SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該輸出埠外面 1250。方法 1200 可能進一步包含下面步驟：在接收到被送入該輸出埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該

SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該輸入埠外面 1260。此外，在接收到被送入該輸入埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該 SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該輸出埠外面 1250。方法 1200 可能進一步包含下面步驟：在接收到被送入該第二輸出埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該 SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該第二輸入埠外面。方法 1200 可能進一步包含下面步驟：在接收到被送入該第二輸出埠之中的一 OPEN 命令時，倘若該 OPEN 命令的 DEST 並非該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置且該 DEST 並不在該 SAS 擴展器裝置的路徑表格之中的話，便將該 OPEN 命令發送到該第二輸入埠外面。進一步言之，該次級消去埠可以操作用以和該 SAS 擴展器裝置的直接附接裝置進行通訊。此外，OPEN 命令可能為該主要消去埠的內定命令。

於示範性實施例中，方法 1200 可能進一步包含下面步驟：透過一供應商特有的 SAS 管理協定功能的一已修正路徑屬性來指明該 SAS 擴展器的消去埠。進一步言之，倘若該等消去埠有一已修正路徑屬性存在的話，該 SAS 起始器便可以不理會該等消去埠的 SAS 管理協定探索答覆屬性並且可以使用一供應商特有的 SAS 管理協定的已修正路徑屬性。

於示範性實施例中，方法 1200 可能進一步包含下面步驟：僅編程 SAS 擴展器的路徑表格中的一 SAS 起始器位址 1240。舉例來說，僅編程 SAS 擴展器的路徑表格中的一 SAS 起始器位址的步驟 1240 可以由 SAS 擴展器來實施。進一步言之，被該 SAS 擴展器編程之該 SAS 擴展器的路徑表格可能係一自我組態設定指明的埠。僅編程 SAS 擴展器的路徑表格中的一 SAS 起始器位址的步驟 1240 可以由該 SAS 路徑拓樸中的每一個 SAS 起始器來實施，每一個 SAS 起始器僅會編程該 SAS 擴展器的路徑表格中用於該 SAS 起始器的 SAS 位址。進一步言之，每一個 SAS 起始器可能僅會編程該 SAS 擴展器之其中一種類型的已修正路徑屬性埠的路徑表格中用於該 SAS 起始器的 SAS 位址。該 SAS 擴展器的已修正路徑屬性埠的類型可以由該 SAS 起始器在該 SAS 路徑拓樸中的位置來決定。SAS 起始器可能會位於該 SAS 路徑拓樸的頂端或是底部。

於本揭示中，本文所揭露的方法可以被設計成可由某一裝置來讀取的指令集或軟體。此軟體可能係一運用一包含已儲存電腦碼之電腦可讀取儲存媒體的電腦程式產品，該已儲存電腦碼會被用來編程一電腦，用以實施本發明所揭示的功能與處理。該電腦可讀取儲存媒體可能包含，但是並不受限於任何類型的習知軟磁碟片、光碟片、CD-ROM、磁碟片、硬碟機、磁光碟片、ROM、RAM、EPROM、EEPROM、磁卡或光學卡、或是適合用於儲存電子指令的任何其它媒體。進一步言之，應該瞭解的係，本文中所揭示

之方法中的特定步驟順序或階層僅為示範性方式的範例。應該瞭解的係，方法中的特定步驟順序或階層可以依照喜好來重新排列，並且仍會保持落在本文所揭示的主要內容裡面。本文伴隨的方法主張某種樣本順序之各項步驟的既有要件，而未必意謂著受限於該種特定順序或階層。

咸信，藉由前面的說明便會瞭解本發明及眾多其伴隨的優點，且要明白的係，可以對該等元件的形式、構造、以及排列進行各種變化，其並不會脫離本文所揭示的主要內容或是犧牲所有其重要優點。本文所述的形式僅為解釋性，下面的申請專利範圍希望涵蓋且包含所有此等變化。

#### 【圖式簡單說明】

熟習本技術的人士參考隨附圖式便可更瞭解本發明的眾多優點，其中：

圖 1 所示的係用以圖解單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 拓樸的方塊圖；

圖 2A 至 2E 所示的係單一接合式 SAS 擴展器之各種配置的方塊圖；

圖 3 所示的係單一接合式 SAS 擴展器之刀鋒中心切換器配置的方塊圖；

圖 4 所示的係單一接合式 SAS 擴展器之擴展器間連結的方塊圖；

圖 5 所示的係單一接合式 SAS 擴展器裡面的一已失效之內部連結的方塊圖；

圖 6 所示的係用以結合多個 SAS 擴展器以便當作單一

接合式 SAS 擴展器來操作的方法的流程圖；

圖 7 所示的係用以在單一接合式 SAS 擴展器裡面一連結失效時提供通道失效轉移的方法的流程圖；

圖 8 所示的係用以選擇 SAS 寬埠之中用於和單一接合式 SAS 擴展器進行資料連接的通道的方塊圖；

圖 9 所示的係用以指明 SAS 寬埠之中用於和單一接合式 SAS 擴展器進行資料連接的通道的方法的流程圖；

圖 10 所示的係被配置成用以實施配對式消去路徑的級聯式 SAS 拓樸的方塊圖；

圖 11A 至 11D 所示的係用於配對式消去埠之供應商特有的功能、命令、以及描述符；以及

圖 12 所示的係用於在級聯式 SAS 拓樸中實施配對式消去路徑的方法的流程圖。

#### 【主要元件符號說明】

100	SAS 拓樸
110	起始器
115a...d	窄埠
120	擴展器
125a...d	窄埠
130	擴展器
135a...d	窄埠
140	目標裝置
145a...d	窄埠
150	寬埠

200	接合式 SAS 擴展器
202a...h	SAS 擴展器
205~244	輸出埠
255a...h~294a...h	連結線
300	接合式 SAS 擴展器
301	刀鋒中心切換器配置
302	多個 CPU 刀鋒
303	多個資料儲存裝置
305~320	輸入埠
355a...b~375a...b	連結線
400	接合式 SAS 擴展器
410	主要切換域
420	擴展器間連結線域
430~435	擴展器間連結線 (IEL)
500	接合式 SAS 擴展器
502~508	輸入埠
510~516	輸出埠
552a...d~558a...d	連結線
560a...d~566a...d	連結線
600	用以結合多個 SAS 擴展器的方法
602~606	方法 600 的每一道步驟
700	在結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時用以提供通道失效轉移的方法



702, 704	方法 700 的每一道步驟
800	SAS 起始器指明的資料連接配置
810	SAS 起始器
820~840	SAS 擴展器
850~875	目標裝置
880, 890	SAS 寬埠
900	可在 SAS 域中用來在一 SAS 寬埠之中指明 可用於在一 SAS 起始器和一 SAS 目標裝置 之間進行資料連接的允許通道的方法
902~908	方法 900 的每一道步驟
1000	SAS 拓樸
1002~1004	SAS 起始器
1010~1024	SAS 擴展器
1050	唯表格起始器輸出 (TIOO) 埠
1060	唯表格起始器輸入 (TIOI) 埠
1070	SAS 目標裝置
1100	SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性 清單要求
1120	SAS 管理協定報告已修正實體通道路徑屬性 清單答覆
1140	已修正路徑描述符
1160	已修正路徑屬性
1200	用於在 SAS 級聯式拓樸中實施配對式消除 路徑的方法

201013411

1210~1260

方法 1200 的每一道步驟

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98 1219 93

※申請日：

※IPC 分類：

(2006.01)  
G06F13/38

## 一、發明名稱：(中文/英文)

提供用於處理多個序列附接式小電腦系統介面擴展器為單一序列附接式小電腦系統介面擴展器的通道失效轉移之方法

METHOD FOR PROVIDING PATH FAILOVER FOR MULTIPLE SAS EXPANDERS OPERATING AS A SINGLE SAS EXPANDER

## 二、中文發明摘要：

在第一 SAS 擴展器與一裝置之間偵測一已失效連結線。透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸會被重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器。該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

## 三、英文發明摘要：

A failed link is detected between a first SAS expander and a device. A data transfer of the first SAS expander

201013411

connected to the device via the failed link is re-routed to a second SAS expander connected to the device via a functional link. The first SAS expander is connected to the second SAS expander via the phys of the first SAS expander and the phys of the second SAS expander for inter-expander communications.

## 七、申請專利範圍：

1.一種在結合多個序列附接式小電腦系統介面(SAS)擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時，提供通道失效轉移的方法，其包括：

偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及

將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線進一步包含：

偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間因為實體性或邏輯性問題中其中一者所造成的已失效連結線。

3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實

98年11月30日修正  
補充

## 七、申請專利範圍：

1. 一種在結合多個序列附接式小電腦系統介面(SAS)擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時，提供通道失效轉移的方法，其包括：

偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及

將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該偵測該第一 SAS 擴展器與該裝置之間的該已失效連結線進一步包含：

偵測該第一 SAS 擴展器與該裝置之間因為實體性或邏輯性問題中其中至少一者所造成的該已失效連結線。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實

體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道將被連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器。

4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格，以便將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線。

5.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中，該重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格以便將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線進一步包含：

重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格，以便將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達

體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道將被連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器。

4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格，以便將該資料傳輸的路徑從該已失效連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線。

5.如申請專利範圍第 4 項之方法，其中，該重新編程係透過該第一 SAS 擴展器上的韌體來實施。

6.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，並不會向被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器及



成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線，

其中，該重新編程係透過該第一 SAS 擴展器上的韌體來實施。

6.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，並不會向被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器及 SAS 目標裝置表明此重新改變路徑作業正在進行中。

7.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器進一步包含：

倘若透過一有功能的內部連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話，則利用來自透過該已失效之內部連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆。

8.如申請專利範圍第 7 項之方法，其中，該倘若透過一

SAS 目標裝置表明此重新改變路徑作業正在進行中。

7.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器進一步包含：

倘若透過一有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話，則利用來自透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一行進中仲裁訊息(arbitration in progress, AIP)答覆訊息來答覆。

8.如申請專利範圍第 7 項之方法，其中，該倘若透過該有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話則利用來自透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該 AIP 答覆訊息來答覆進一步包含：

由要求該已重新改變路徑之資料傳輸且接收該 AIP 答覆訊息的 SAS 起始器在稍晚時間處重試該已重新改變路徑之資料傳輸。

9.如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含：

一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器，透過接收一 CHANGE 原指令來接收一通知訊息，以便得知

有功能的內部連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話則利用來自透過該已失效之內部連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆進一步包含：

由要求該已重新改變路徑之資料傳輸且接收該 AIP 答覆訊息的 SAS 起始器在稍晚時間處重試該已重新改變路徑之資料傳輸。

9.如申請專利範圍第 1 項之方法，其進一步包含：

其中，一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器會透過接收一 CHANGE 原指令來接收一通知訊息，以便得知該已失效連結線的存在。

10.如申請專利範圍第 9 項之方法，其中，一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器會在收到該 CHANGE 原指令時實施 SAS 探索。

11.一種系統，其包括：

用以結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器的構件；

用以偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線的構件；以及

用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連

該已失效連結線的存在。

10.如申請專利範圍第 9 項之方法，其中，被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的該 SAS 起始器會在收到該 CHANGE 原指令時實施 SAS 探索。

11.一種系統，其包括：

用以結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器的構件；

用以偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線的構件；以及

用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

12.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以偵測該第一 SAS 擴展器與該裝置之間的該已失效連結線的構件進一步包含：

用以偵測該第一 SAS 擴展器與該裝置之間因為實體性或邏輯性問題中其中至少一者所造成的該已失效連結線的構件。

13.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該

接至該第二 SAS 擴展器。

12.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線的構件進一步包含：

用以偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間因為實體性或邏輯性問題中其中一者所造成的已失效連結線的構件。

13.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

用以透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道將被連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器的構件。

14.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴

裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

用以透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道將被連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器的構件。

14.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

用以重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格的構件，以便將該資料傳輸的路徑從該已失效連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線。

15.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該

展器，進一步包含：

用以重新編程該第一 SAS 擴展器的路徑表格的構件，以便將該資料傳輸的路徑從該已失效的內部連結線重新改變至介於用於達成擴展器間通訊的該第一擴展器的實體通道及用於達成擴展器間通訊的該第二 SAS 擴展器的實體通道之間的連結線。

15.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，並不會向被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器及 SAS 目標裝置表明此重新改變路徑作業正在進行中。

16.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

倘若透過一有功能的內部連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話則

裝置的該第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，並不會向被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器及 SAS 目標裝置表明此重新改變路徑作業正在進行中。

16.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該用以將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的該資料傳輸重新改變路徑至透過該有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器的構件，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器，進一步包含：

倘若透過該有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話則利用來自透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆的構件。

17.如申請專利範圍第 16 項之系統，其中，該倘若透過該有功能的連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有該連接至該裝置的有作用連結線的話則利用來自透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆的構件，進一步包含：

由要求該已重新改變路徑之資料傳輸且接收該 AIP 答覆訊息的 SAS 起始器在稍晚時間處重試該已重新改變路徑



利用來自透過該已失效之內部連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆的構件。

17.如申請專利範圍第 16 項之系統，其中，該倘若透過一有功能的內部連結線連接至該裝置的該第二 SAS 擴展器已有一連接至該裝置的有作用連結線的話則利用來自透過該已失效之內部連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的一 AIP 答覆訊息來答覆的構件，進一步包含：

由要求該已重新改變路徑之資料傳輸且接收該 AIP 答覆訊息的 SAS 起始器在稍晚時間處重試該已重新改變路徑之資料傳輸的構件。

18.如申請專利範圍第 11 項之系統，其進一步包含：

用於一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器的構件會透過接收一 CHANGE 原指令來接收一通知訊息，以便得知該已失效連結線的存在。

19.如申請專利範圍第 18 項之系統，其進一步包含：

於一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器在收到該 CHANGE 原指令時用以實施 SAS 探索的構件。

20.一種電腦可讀取的媒體，其具有電腦可執行的指令，用以實施一種在結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時提供通道失效轉移的方法，該方法包括：

偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及

將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連

之資料傳輸的構件。

18.如申請專利範圍第 11 項之系統，其進一步包含：

用於一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器的構件會透過接收一 CHANGE 原指令來接收一通知訊息，以便得知該已失效連結線的存在。

19.如申請專利範圍第 18 項之系統，其進一步包含：

於一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器在收到該 CHANGE 原指令時用以實施 SAS 探索的構件。

20.一種電腦可讀取的媒體，其具有電腦可執行的指令，用以實施一種在結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時提供通道失效轉移的方法，該方法包括：

偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及

將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

八、圖式：

(如次頁)

接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

八、圖式：

(如次頁)

接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

八、圖式：

(如次頁)

之資料傳輸的構件。

18.如申請專利範圍第 11 項之系統，其進一步包含：

用於一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器的構件會透過接收一 CHANGE 原指令來接收一通知訊息，以便得知該已失效連結線的存在。

19.如申請專利範圍第 18 項之系統，其進一步包含：

於一被連接至該單一接合式 SAS 擴展器的 SAS 起始器在收到該 CHANGE 原指令時用以實施 SAS 探索的構件。

20.一種電腦可讀取的媒體，其具有電腦可執行的指令，用以實施一種在結合多個 SAS 擴展器以便充當單一接合式 SAS 擴展器時提供通道失效轉移的方法，該方法包括：

偵測第一 SAS 擴展器與一裝置之間的一已失效連結線；以及

將透過該已失效連結線連接至該裝置的該第一 SAS 擴展器的資料傳輸重新改變路徑至透過一有功能的連結線連接至該裝置的一第二 SAS 擴展器，其中，該第一 SAS 擴展器會透過用於達成擴展器間通訊的該第一 SAS 擴展器的實體通道及該第二 SAS 擴展器的實體通道連接至該第二 SAS 擴展器。

八、圖式：

(如次頁)

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 5 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

202a...d	SAS 擴展器
430~435	擴展器間連結線 ( IEL )
500	接合式 SAS 擴展器
502~508	輸入埠
510~516	輸出埠
552a...d~558a...d	連結線
560a...d~566a...d	連結線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)