



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：200921403

(43)公開日：中華民國98(2009)年5月16日

(21)申請案號：097128030

(22)申請日：中華民國97(2008)年7月23日

(51)Int. Cl. : G06F13/40 (2006.01)

(30)優先權主張：2007/07/26 美國 11/828,667
2007/07/26 美國 11/828,687

(71)申請人：萬國商業機器公司 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
美國

(72)發明人：盧卡斯葛瑞格史帝芬 LUCAS, GREGG STEVEN；卡諾布萊恩詹姆斯 CAGNO, BRIAN
JAMES；楚門湯瑪士史丹利 TRUMAN, THOMAS STANLEY

(72)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：40 項 圖式數：7 共 56 頁

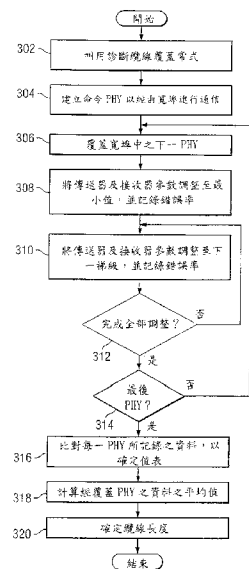
(54)名稱

在具寬埠之儲存子系統中用於偵測纜線長度的方法及程序

METHOD AND PROCEDURE FOR DETECTING CABLE LENGTH IN A STORAGE SUBSYSTEM WITH WIDE PORTS

(57)摘要

本發明提供一種在一具有寬埠之儲存子系統中偵測纜線長度之機制。該機制使用原位雙向纜線覆蓋，用於確定不同纜線長度。該機制為每一外部埠，甚至為一寬埠中每一PHY，確定可能失敗之傳送器輸出下限。可根據從「良好」覆蓋過渡至「差」覆蓋之過渡點，來確定該纜線長度。該過渡點識別該纜線是長還是短，在該點，可相應設定該最佳調諧參數。一校準機制校準該高速傳送器/接收器對特徵，且從而最佳化子系統之間的傳送效能。該校準機制可降低經常需要進行錯誤修正之需求，且不會因相關的錯誤修正技術而導致效能降級。





(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：200921403

(43)公開日：中華民國98(2009)年5月16日

(21)申請案號：097128030

(22)申請日：中華民國97(2008)年7月23日

(51)Int. Cl. : **G06F13/40 (2006.01)**

(30)優先權主張：2007/07/26 美國 11/828,667
2007/07/26 美國 11/828,687

(71)申請人：萬國商業機器公司 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
美國

(72)發明人：盧卡斯葛瑞格史帝芬 LUCAS, GREGG STEVEN；卡諾布萊恩詹姆斯 CAGNO, BRIAN
JAMES；楚門湯瑪士史丹利 TRUMAN, THOMAS STANLEY

(72)代理人：蔡坤財；李世章

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：40 項 圖式數：7 共 56 頁

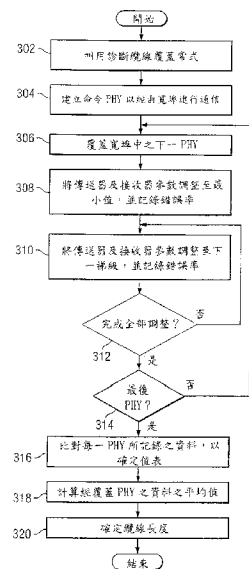
(54)名稱

在具寬埠之儲存子系統中用於偵測纜線長度的方法及程序

METHOD AND PROCEDURE FOR DETECTING CABLE LENGTH IN A STORAGE SUBSYSTEM WITH WIDE PORTS

(57)摘要

本發明提供一種在一具有寬埠之儲存子系統中偵測纜線長度之機制。該機制使用原位雙向纜線覆蓋，用於確定不同纜線長度。該機制為每一外部埠，甚至為一寬埠中每一PHY，確定可能失敗之傳送器輸出下限。可根據從「良好」覆蓋過渡至「差」覆蓋之過渡點，來確定該纜線長度。該過渡點識別該纜線是長還是短，在該點，可相應設定該最佳調諧參數。一校準機制校準該高速傳送器/接收器對特徵，且從而最佳化子系統之間的傳送效能。該校準機制可降低經常需要進行錯誤修正之需求，且不會因相關的錯誤修正技術而導致效能降級。



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本申請案係關於一種經改進之資料處理系統及方法。具體而言，本申請案係針對一種用於在具有寬埠之儲存子系統中偵測纜線長度之方法及程序。

【先前技術】

在儲存網路系統中，高速串列差動式介面被用於連接多個儲存組件。例如，在由 IBM 公司出品的 BladeCenter® 產品中，一串列連接 SCSI (serial attached SCSI, SAS) 交換器可被用於將刀鋒伺服器連接至外部儲存裝置，例如一典型儲存封裝。該等刀鋒伺服器可經由一內部高速構造連接至該 SAS 交換器。該 SAS 交換器係經由外部 SAS 纜線連接至該外部儲存裝置。

一般而言，為與距該 SAS 交換器不同距離之儲存裝置進行連接，需要多種纜線長度。初始發行之第一種 BladeCenter® 儲存產品可能需要一「短」纜線（比如長 3 米）及一「長」纜線（比如長 11 米）。之後，該儲存產品可能需要更長纜線，例如長 20 米。

隨著高速介面資料在傳輸率速度上有所增加，有必要選擇性地調整傳送器/接收器特徵，例如預強調及降強調。由於纜線長度顯著不同，所以難以同時最佳化長、

短纜線之高速介面。因此，有必要確定連接至該 SAS 交換器之每一埠之纜線長度。此外，可能會出現某些情景，在該等情景中，無意或可能有意地用長纜線替代短纜線。

此等不同纜線長度可能是由於靜態預先規劃的纜線佈置程序產生，亦可能係由於在用戶位置動態交換電纜而產生，為容許該等不同纜線長度，有必要動態確定在一 SAS 交換器及外部儲存裝置之間的纜線長度。在先前技術中已經提出及實施了數種方法。例如，某些光纖通道纜線實施一種內嵌 VPD (vital product data, 重要產品資料) 電路，其中包含纜線長度資訊。此種方式僅由使用小尺寸插入式 (small form factor pluggable, SFP) 連結之纜線實施。無論該等纜線是光纖還是銅線，總是有必要使用某種纜線 VPD 來實現纜線長度資訊，該纜線 VPD 只可經由某種內嵌於該高速纜線內部之帶外介面來存取。

此外，最新之 SAS 纜線佈置技術採用「寬」埠之概念。一寬埠由多個通道 (lane) 或實體收發元件 (PHY) 組成。現在，SFP 被設計用於單一埠。為光纖埠提供一寬 SFP 非常難以實現。例如，一四寬埠可能需要四個雷射發射器及四個接收器。為銅纜線使用一寬 SFP 之可行性更大，但將需要增加很多成本。應注意，無論是光纖還是銅線，SFP 都需要一帶外介面，迄今為止，此種介面尚未被標

準化或未被實施。

一 高速串列介面之一般可接受位元錯誤率 (bit error rate, BER) 為 1×10^{-12} (每傳輸 10^{12} 位元, 出現一次錯誤)。可能影響高速發訊之因素包括: 由傳輸路徑中之意外電氣不連續所導致之阻抗變化, 高速驅動/接收電路缺陷, 由於連接器插腳彎曲或損壞所導致之錯誤匹配連接, 由機械或安裝問題導致連接器匹配不完整, 以及相鄰訊號路徑之間的訊號耦合。經測試, 個別組件可達到一效能範圍, 但公差積聚可導致衰減超出標稱設計目標。通常, 效能參數係由製造程序控制所保證, 且並非 100% 接受測試。因此, 可能存在特異缺陷。

理想情況下, 所有上述問題均由互連及子系統製造商進行測試及驗證。但是, 情況通常並非如此, 此等缺陷被引入最終之系統整合過程。所有低速電路 (<1GHz) 均可被進行充分測試。必須對高速電路進行仔細驗證。一常見技術係使用一纜線或該子系統外部之覆蓋 (wrapping) 路徑覆蓋該高速介面; 但是, 此技術不能涵蓋系統整合時之實際介面連接。

當子系統組件被整合至一系統時, 標稱值之參數變化可能導致該高速介面上之通信失敗。惡化因素可能包括用戶資料型樣、印刷電路變化及寄生參數、連接器寄生參數、纜線長度或纜線不連續及系統環境。當偵測到通

信失敗時，系統可嘗試重新傳輸資料，或者採用錯誤修正機制。傳輸恢復之代價可能為效能降低。效能降級可以採用位元錯誤率(BER)量測。

【發明內容】

該等說明性具體實施例認識到先前技術之缺點，且提供一種用於在具有寬埠之儲存子系統中偵測纜線長度之機制及程序。該機制可使用原位雙向纜線覆蓋，用於確定不同纜線長度。該機制為每一外部埠，甚至為一寬埠中之每一 PHY，確定可能失敗之傳送器輸出下限。根據從「良好」覆蓋過渡至「差」覆蓋之過渡點，可以確定該纜線長度。其假定存在固定數目個預定纜線長度，例如，「長」及「短」。該過渡點識別該纜線是長還是短，在該點，可相應設定該最佳調諧參數。

該等說明性具體實施例更提供一種機制，用於校準該高速傳送器/接收器對特徵，且從而最佳化子系統之間的傳送效能。該機制降低了需要經常進行錯誤修正之需求，且不會因錯誤修正技術而導致相關之效能降級。

在一說明性具體實施例中，用於偵測一計算裝置中纜線長度之方法包括以下步驟：在該計算裝置中，設定至少一傳送器參數及至少一接收機參數，並記錄錯誤率；調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，並記

錄該錯誤率，直到該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數從最低限到達最高限為止；將所記錄之錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對；且根據該比對結果確定纜線長度。

在一例示性具體實施例中，該方法更包括在該終端裝置組態一傳送器/接收器對，用於診斷迴路(loopback)。在另一例示性具體實施例中，該計算裝置係一串列連接 SCSI 交換器模組。

在一例示性具體實施例中，該串列連接 SCSI 交換器模組包括一交換器處理器。在另一例示性具體實施例中，該串列連接 SCSI 交換器模組包括一資料處理器。在又一例示性具體實施例中，該資料處理器包括以下模組中至少一者：循環冗餘檢查模組、型樣產生器/檢查模組、資料緩衝區、封包控制器或協定控制器。在再一例示性具體實施例中，該串列連接 SCSI 交換器模組包括一串列連接 SCSI 交換器。

在一例示性具體實施例中，該終端裝置係一串列連接 SCSI 終端裝置。在另一例示性具體實施例中，該錯誤率係一位元錯誤率。在又一例示性具體實施例中，該至少一傳送器參數包括傳送器振幅。在再一例示性具體實施例中，該至少一接收器參數包括傳送器等化。

在另一說明性具體實施例中，用於偵測一計算裝置中

纜線長度之方法包括以下步驟：在該計算裝置中，設定至少一傳送器參數及至少一接收機參數，並記錄錯誤率；調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，並記錄該錯誤率，直到該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數從最低限到達最高限為止；將所記錄之錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對；且根據該比對結果確定纜線長度，其中該計算裝置包括複數個傳送器/接收器對，且經由一寬埠纜線被連接至一終端裝置。

在一例示性具體實施例中，設定該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數以及記錄錯誤率之步驟，包括以下步驟：在該等複數個傳送器/接收器對中建立一命令傳送器/接收器對，用以在該寬埠纜線上進行通信。

在又一例示性具體實施例中，該終端裝置包括複數個傳送器/接收器對。該方法更包括以下步驟：使用該命令傳送器/接收器，以在該終端裝置之複數個傳送器/接收器對中組態下一傳送器/接收器對，用於診斷迴路。

在再一例示性具體實施例中，調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：為下一傳送器/接收器對重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，直到該等複數個傳送器/接收器對中之全部傳送器/接收器對之該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數均從一最小值變化至一最大值為止。

在又一例示性具體實施例中，重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：將一傳送器參數設定為一最小值；將一接收器參數設定至一標稱值；計算一錯誤率，記錄所計算之錯誤率；及重複逐增該傳送器參數，計算該錯誤率，及記錄所計算之錯誤率，直至該傳送器參數達到一最大值為止。

在另一例示性具體實施例中，重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，更包括以下步驟：將一傳送器參數設定為一標稱值；將一接收器參數設定至一最小值；計算一錯誤率；記錄所計算之錯誤率；及重複逐增該傳送器參數，計算該錯誤率，及記錄所計算之錯誤率，直至該接收器參數達到一最大值為止。

在一例示性具體實施例中，該方法更包括以下步驟：計算該等複數個傳送器/接收器對之錯誤率之平均值。在另一例示性具體實施例中，該至少一傳送器參數包括傳送器振幅。在再一例示性具體實施例中，該至少一接收器參數包括傳送器等化。

在一說明性具體實施例中，一電腦程式產品包括具有一電腦可讀程式之電腦可使用媒體。當該電腦可讀程式在一計算裝置中執行時，其導致該計算裝置執行以下步驟：在該計算裝置中，設定至少一傳送器參數及至少一接收機參數，並記錄錯誤率；調整該至少一傳送器參數

及該至少一接收器參數，並記錄該錯誤率，直到該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數從最低限到達最高限為止；將所記錄之錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對；且根據該比對結果確定纜線長度。

在一例示性具體實施例中，該計算裝置係一交換器模組，其係經由一外部纜線連接至一終端裝置。在另一例示性具體實施例中，該終端裝置處之傳送器/接收器對係經組態用於診斷迴路。

在再一例示性具體實施例中，該計算裝置包括複數個傳送器/接收器對，且其係交換器模組，其經由一寬埠纜線連接至終端裝置。在再一例示性具體實施例中，設定該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數以及記錄錯誤率之步驟，包括以下步驟：在該等複數個傳送器/接收器對中建立一命令傳送器/接收器對，用以經由該寬埠纜線進行通信。

在再一例示性具體實施例中，該終端裝置包括複數個傳送器/接收器對。當該電腦可讀程式被執行於該計算裝置上時，更導致該計算裝置執行以下步驟：使用該命令傳送器/接收器對，以在該終端裝置之複數個傳送器/接收器對中組態下一傳送器/接收器對，用於診斷迴路。

在再一例示性具體實施例中，調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：為下

一傳送器/接收器對重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，直到該等複數個傳送器/接收器對中之全部傳送器/接收器對之該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數均從一最小值變化至一最大值為止。

在又一例示性具體實施例中，重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：將一傳送器參數設定為一最小值；將一接收器參數設定至一標稱值；計算一錯誤率；記錄所計算之錯誤率；及重複逐增該傳送器參數，計算該錯誤率，及記錄所計算之錯誤率，直至該傳送器參數達到一最大值為止。

在又一例示性具體實施例中，調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，更包括以下步驟：將一傳送器參數設定為一標稱值；將一接收器參數設定至一最小值；計算一錯誤率；記錄所計算之錯誤率；及重複逐增該傳送器參數，計算該錯誤率，及記錄所計算之錯誤率，直至該接收器參數達到一最大值為止。

在另一例示性具體實施例中，當該電腦可讀程式被執行於該計算裝置上時，更導致該計算裝置執行以下步驟：計算該等複數個傳送器/接收器對之錯誤率之平均值。

在另一說明性具體實施例中，一種計算裝置包括至少一傳送器/接收器對及一處理器。該處理器經組態，用於

在該計算裝置中設定至少一傳送器參數及至少一接收機參數，並記錄錯誤率；調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，並記錄該錯誤率，直到該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數從最低限到達最高限為止；將所記錄之錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對；且根據該比對結果確定纜線長度。

在一例示性具體實施例中，該計算裝置係一交換器模組，其經由一外部纜線連接至一終端裝置。在另一例示性具體實施例中，該終端裝置處之傳送器/接收器對係經組態用於診斷迴路。

在再一例示性具體實施例中，該至少一傳送器/接收器對包括複數個傳送器/接收器對，且其係交換器模組，其經由一寬埠纜線連接至終端裝置。在再一例示性具體實施例中，設定該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數以及記錄錯誤率之步驟，包括以下步驟：在該等複數個傳送器/接收器對中建立一命令傳送器/接收器對，用以經由該寬埠纜線進行通信。

在又一例示性具體實施例中，該終端裝置包括複數個傳送器/接收器對。該處理器係經組態用於：使用該命令傳送器/接收器對，在該終端裝置之複數個傳送器/接收器對中組態下一傳送器/接收器對，用於診斷迴路。

在又一例示性具體實施例中，調整該至少一傳送器參

數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：為下一傳送器/接收器對，重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，直到該等複數個傳送器/接收器對中之全部傳送器/接收器對之該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數均從一最小值變化至一最大值為止。

在再一例示性具體實施例中，重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：將一傳送器參數設定為一最小值；將一接收器參數設定至一標稱值；計算一錯誤率；記錄所計算之錯誤率；及重複逐增該傳送器參數，計算該錯誤率，及記錄所計算之錯誤率，直至該傳送器參數達到一最大值為止。

在另一例示性具體實施例中，重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，更包括以下步驟：將一傳送器參數設定為一標稱值；將一接收器參數設定至一最小值；計算一錯誤率；記錄所計算之錯誤率；及重複逐增該傳送器參數，計算該錯誤率，及記錄所計算之錯誤率，直至該接收器參數達到一最大值為止。

在再一例示性具體實施例中，將所記錄之錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對之步驟，包括以下步驟：計算複數個傳送器/接收器對之所記錄錯誤率之平均值。

下文將參考本發明之例示性具體實施例之詳盡說明，描述本發明之此等及其他特徵及優點，其本領域之一般

技術者能夠明瞭該等及其他特徵及優點。

【實施方式】

參考該等圖式，第 1A 圖至第 1C 圖係根據一例示性具體實施例之一儲存網路中之窄埠的方塊圖。更特定言之，參考第 1A 圖，交換器模組 110 具有處理器 112 及交換器專用積體電路 (ASIC) 114。交換器 ASIC 114 具有實體收發元件 (PHY) 116。一實體收發元件包含一傳送器及一接收器對。終端裝置 120 具有處理器 122 及終端裝置 ASIC 124。終端裝置 ASIC 124 具有實體收發元件 126。實體收發元件 116 係經由一外部纜線連接至實體收發元件 126，用於正常資料傳送。在一例示性具體實施例中，交換器模組 110 可為一串列連接 SCSI (SAS) 交換器模組，該終端裝置 120 可為一 SAS 終端裝置。

現在參考第 1B 圖，交換器 ASIC 114 中之實體收發元件 116 及終端裝置 ASIC 124 中之實體收發元件 126 係經組態用於在每一終端之診斷內部迴路。根據該說明性具體實施例，實體收發元件 116 及實體收發元件 126 能夠將該傳送器連接至該接收器，用於形成一內部迴路。第 1B 圖說明在該外部介面之診斷驗證期間，如何組態該 SAS 網路。在該連線介面之每一端的 SAS 裝置執行一內部覆蓋，以測試每一各別裝置之窄埠。

參考第 1C 圖，終端裝置 ASIC 124 中之實體收發元件 126 係經組態用於在該終端裝置之診斷迴路。實體收發元件 126 能夠將該傳送器連接至該接收器，以形成一外部迴路。第 1C 圖說明一組態，其為窄埠之纜線長度偵測機制及程序提供一基礎，下文將更詳盡地對其進行描述。

第 2A 圖至第 2C 圖係根據一說明性具體實施例之一儲存網路中之寬埠的方塊圖。更特定言之，參考第 2A 圖，交換器模組 210 包括交換器 ASIC 220，其具有交換器處理器 222、資料處理器 224、交換器 226，及實體收發元件 0-N 212-216。每一實體收發元件包含一傳送器及一接收器對。資料處理器 224 包括以下模組中之至少一者：循環冗餘檢查模組、型樣產生器/檢查模組、資料緩衝區、封包控制器或協定控制器。終端裝置 230 包括終端裝置 ASIC 240，其具有目標處理器 242、資料處理器 244、交換器 246 及實體收發元件 0-N 232-236。實體收發元件 212-216 係經由一寬埠外部纜線連接至實體收發元件 232-236 中之各別元件，用於正常資料傳送。在一例示性具體實施例中，交換器模組 210 可為一串列連接 SCSI (SAS) 交換器模組，該終端裝置 230 可為一 SAS 終端裝置。

現在參考第 2B 圖，交換器 ASIC 220 中之實體收發元件 212-216 及終端裝置 ASIC 240 中之實體收發元件

232-236 係經組態用於在每一終端之診斷內部迴路。根據該說明性具體實施例，實體收發元件 212-216 及實體收發元件 232-236 能夠將該傳送器連接至該接收器，以形成一內部迴路。第 2B 圖說明在該外部介面之診斷驗證期間，如何組態該寬埠 SAS 網路。該連線介面之每一端的 SAS 裝置執行一內部覆蓋，以測試每一各別裝置之窄埠。

參考第 2C 圖，交換 ASIC 220 中之實體收發元件 212 及終端裝置 ASIC 240 中之實體收發元件 232 係經組態用於正常資料傳送。在所示實例中，實體收發元件 0 212 係一命令實體收發元件。終端裝置 ASIC 240 中之實體收發元件 1-N 234-236 係經組態用於在終端裝置之診斷迴路。第 2C 圖說明一組態，其為該說明性具體實施例之寬埠之纜線長度偵測機制及程序提供一基礎，下文將更詳盡地對其進行描述。

相關領域之一般技藝人士應瞭解在第 1A 圖至第 1C 圖及第 2A 圖至第 2C 圖中所描述之硬體可以變化。例如，第 1A 圖至第 1C 圖中之交換器模組 110 可包括多於一窄埠，第 2A 圖至第 2C 圖中之交換器模組 210 可包括多於一寬埠。在本發明之精神及範圍之內，可以對該儲存區域網路組態進行其他修改。所述實例無意於描述或表示對本發明之任意結構性限制。

根據一說明性具體實施例，提供一種用於在具有寬埠

之儲存子系統中偵測纜線長度之機制及程序。該機制可使用原位雙向纜線覆蓋，用於確定不同纜線長度。注意，該等高速差動式介面通常實施傳送器及接收器電路，亦稱為「串列器/解串列器(SERDES)」電路，其允許調整該傳送器幅度及接收器等化。下文將參考第4圖至第8圖詳盡描述用於調整傳送器幅度及接收器等化之機制及程序。在正常操作期間，希望能夠最佳化調整此等參數，以提供最強勁之系統電氣效能。

為了確定任意連接電纜之長度，定義一診斷程序，其對於每一外部埠，甚至對於一寬埠中每一實體收發元件，調整該傳送器輸出之下限，且將該接收器輸入去調諧(detune)至該介面失敗之狀態。根據從「成功」覆蓋過渡至「失敗」覆蓋之過渡點，可以確定該纜線長度。其假定存在固定數目個預定纜線長度，例如「長」纜線及「短」纜線。該過渡點將該纜線確定為長或短，在該點，可在正常操作期間相應地設定及程式化該等最佳調諧參數。

第3圖係根據一說明性具體實施例之流程圖，其說明用於在具有寬埠之儲存子系統中偵測纜線長度之機制的操作。應理解，該等流程圖表說明中之每一方塊，以及該等流程圖說明中各方塊之組合，可由電腦程式指令實現。此等電腦程式指令可以被提供至一處理器或其他可程式資料處理設備，以產生一機器，使得執行於該處理

器或其他可程式資料處理設備上之指令可創建一構件，用於實施該（等）流程圖方塊中所指定之功能。此等電腦程式指令也可以被儲存於一電腦可讀記憶體或儲存機制，其可引導一處理器或其他可程式化資料處理設備，其以一特定方式工作，使得儲存於該電腦可讀記憶體或儲存媒體之指令產生一製品，其包括指令方式，用於實施在該（等）流程圖方塊中所指定之功能。

相應地，流程圖之方塊支援用於執行指定功能之構件之組合，支援用於執行特定功能之步驟之組合，以及用於執行功能之程式指令方式。還應瞭解，該等流程圖之每一方塊，及該等流程圖之方塊組合，可以由執行特定功能或步驟之專用硬體式電腦系統實施，或者由專用硬體及電腦指令之組合實施。

此外，提供該等流程圖，以說明在該等說明性具體實施例中所執行之操作。該等流程圖無意於對該等特定操作或更特定言之對該等操作之順序進行限制。在不背離本發明之精神及範圍之情況下，可以對該等流程圖之操作進行修改，以適合於一特定實施方式。

現在參考第 3 圖，當被連接至一寬埠之纜線長度未知時，該操作開始。該機制叫用診斷纜線覆蓋常式，以在每一終端組態該等實體收發元件，用於纜線長度偵測（方塊 302）。隨後，該機制建立一命令實體收發元件，用以

經由該寬埠進行通信（方塊 304）。

該機制組態該實體收發元件，以將該傳送器連接至該接收器，形成一外部迴路，藉以覆蓋該寬埠中之下一實體收發元件（方塊 306）。該機制調整傳送器及接收器參數，以使該錯誤率降至最低，且進行記錄（方塊 308）。該機制隨後將傳送器及接收器參數調整至下一梯級，且記錄該錯誤率（方塊 310）。該機制確定是否已經完成全部調整（方塊 312）。如果尚未完成全部調整，則操作返回方塊 310，以將傳送器及接收器參數調整至下一梯級，且記錄該錯誤率。

如果在方塊 312 中已經為該實體收發元件完成了全部調整，則該機制判定該最後實體收發元件是否已經被測試（方塊 314）。如果該最後實體收發元件尚未被測試，則操作返回方塊 306，以覆蓋該寬埠中之下一實體收發元件。

但是，如果在方塊 314 中該最後實體收發元件已經被測方式，則該機制比對每一實體收發元件記錄之資料，以確定一值表（方塊 316）。該機制計算該被覆蓋實體收發元件之資料之平均值（方塊 318）。該機制於是根據該等被覆蓋實體收發元件之平均值，來確定該纜線長度（方塊 320）。之後，操作結束。

在產品測試期間，可連接多種纜線長度，藉由在該覆

蓋被去調諧至失敗時收集一組資料點，來描述每一特定纜線長度之特徵。第 3 圖說明該等特徵描述資料如何反應有關最佳化效能及失敗之資料點範圍。在該覆蓋測試期間，可使用此等特徵特徵值之表，以確定係連接一長纜線還是連接一短纜線，或者連接其他預定長度之纜線。換言之，可記錄已知長度之錯誤率。該機制於是可將來自方塊 308 及 310 之記錄值，或者來自方塊 318 之平均值，與所記錄之已知長度纜線之錯誤率進行比對。在描述寬埠之特徵時，存在多個被測鏈結覆蓋。如此提供多個資料點，用於更精細地確定所連接纜線之長度。注意，第 3 圖之流程圖可針對一窄埠纜線之單一實體收發元件而執行。

根據一說明性具體實施例，在高頻應用中所使用之高速串列介面可動態設定範圍超出正常限制，以確定最佳效能設定。所獲得之設定表示每一實例路徑之系統校準點。每一系統可針對該串列介面連接之各別點對點節點儲存校準資料。

一高速差動式介面可由四條線組成。兩條線被差動用於表示一單一訊號，例如一傳送訊號。類似的，兩條線被差動用於表示一第二訊號，例如一接收訊號。採用此方式，可實施傳送及接收訊號。根據一說明性具體實施例中，提供一種機制，用於最佳化經由該高速介面在子

系統之間進行資料傳輸之效能。

該機制可以改變該等激勵及回應機制之參數，以充分利用該傳送介面之傳送功能。該機制於是可確定該特定被測硬體之設計/保護帶容限(margin)。所得資訊於是可被用作該特定硬體組態之校準因素。

對於高速 SAS 交換器，該機制可使用預強調/輸入補償以測試容限。在此情況下，焦點在於跨越一通信介面、由傳送器至接收器之點對點通信。例如，其可覆蓋刀鋒槽、內部調整構造及外部佈線。

在過去，一單一校準因素可被用於該系統或者用於纜線長度之有限集合。由於個別點對點校準之結果，該說明性具體實施例之機制涵蓋無限數目個纜線長度及路徑(可變寬度之纜線)。注意，該說明性具體實施例之機制亦可應用於內在化高速構造，而不是纜線化介面。取代一標稱參數集合，可為每一路徑最佳化該系統。很多情況下，由於連接之間的寄生參數，一纜線或路徑之電氣長度與實體長度之關係可能並非很密切。此校準機制可針對實體及電氣長度兩種差值，來最佳化該系統。

該校準可以被應用於每一點對點連接，例如用纜線連接在一起之一致子系統集合。在另一實例中，該校準可被應用於子系統之一變化集合，例如系統重新組態、纜線所連接子系統之添加或減少，或者由於時間或環境因

素所導致之子系統降級。加電重設、有關硬體變化或重新組態化之通知，或者錯誤修改率升高超過一設定限度，均可起始效能校準。

第 4 圖係說明一實例系統環境之方塊圖，將在該環境中實施該等說明性具體實施例之態樣。高速子系統 410 係經由子系統外部佈線而連接至高速子系統 430。高速子系統 410 包括實體收發元件及鏈結層 412，其係經由串列化/解串列化(SERDES)電路 416 而連接至傳送器/接收器對。高速子系統 410 亦包括實體收發元件及鏈結層 414，其係經由串列化/解串列化(SERDES)電路 418 連接至傳送器/接收器對。該傳送器/接收器對係經由連接器 420 連接至該子系統外部佈線。高速子系統 430 包括實體收發元件及鏈結層 432，其係經由串列化/解串列化(SERDES)電路 436 連接至傳送器/接收器對。高速子系統 430 亦包括實體收發元件及鏈結層 434，其係經由串列化/解串列化(SERDES)電路 438 連接至傳送器/接收器對。高速子系統 430 中之傳送器/接收器對係經由連接器 440 連接至該子系統外部佈線。

在第 4 圖中所述之實例中，高速子系統 410 中之實體收發元件及鏈結層 412、414 及 SERDES 電路 416、418 表示激勵(傳送器) 452。高速子系統 430 中之實體收發元件及鏈結層 432、434 及 SERDES 電路 436、438 表示

回應（接收器）456。收發器對、連接器420、440及子系統外部佈線表示一複雜介面傳送功能454。根據該說明性具體實施例，該機制可改變激勵及回應參數。該功能範圍為外部纜線連接子系統之一既定集合確定一效能容限。

第5圖係說明一子系統介面環境之方塊圖，將在該環境中實施該等說明性具體實施例之態樣。主機系統510包括內部應用處理器512-516，其係連接至內部埠處的SAS交換器518。儲存子系統522-526係經由外部埠處的高速SAS纜線連接至SAS交換器518。該說明性具體實施例之機制可調整每一點對點連接，以找出最佳效能設定。該機制於是可校準為每一點對點連接所儲存之資料。

第6圖係根據一說明性具體實施例之方塊圖，其說明一高速點對點校準程序。子系統610包括實體收發元件及鏈路層612，其係經由SERDES616連接至一傳送器/接收器對。子系統630包括實體收發元件及鏈路層632，其係經由SERDES636連接至一傳送器/接收器對。子系統610之傳送器/接收器對係經由外部纜線650連接至子系統630之傳送器/接收器對。

一節點對節點連接包括輸出傳送器、印刷電路板路徑、連接器、內部高速構造、外部纜線及輸入接收器。

該說明性具體實施例之校準機制將傳送器及接收器參數設定至標稱設計值。

該機制於是為該點對點外部連接之一端（節點 A）確定傳送設定點。該機制在該源交換器處產生自測型樣，且在該外部連接之另一端（節點 B）處之接收交換器處監視預期資料。該機制所量測之參數為位元錯誤率 (BER)。在一例示性具體實施例中，BER 之單位係每接收一百萬位元資料出現一次錯誤。該校準機制於是在一最小 (min) 至最大 (max) 範圍內調整該等傳送設定。節點 A 之傳送設定點對應於在接收器 (節點 B) 處獲得最高 BER 之傳送設定點。

該校準機制於是為該點對點外部連接之另一端（節點 B）確定接收器設定點。該機制在該源交換器處產生自測型樣，且在該外部連接之節點 B 處之接收交換器處監視預期資料。該校準機制在從 min 至 max 範圍內調整該接收器設定。節點 B 之接收器設定點對應於在接收器處獲得最高 BER 之接收器設定點。

該校準機制於是對於外部纜線節點 C 及節點 D 重複上述校準序列。

第 7 圖係根據一說明性具體實施例之流程圖，其說明一點對點校準機制之操作。操作開始，且該校準機制在該傳送端設定自測型樣（方塊 702）。該校準機制將該等

傳送 SAS 參數設定至最小值 (方塊 704)，且將接收 SAS 參數設定為標稱值 (方塊 706)。

該校準機制計算位元錯誤率 (BER) (方塊 708)。該機制於是確定該傳送參數是否等於該最大值 (方塊 710)。如果該傳送參數不等於該最大值，則該校準機制遞增該傳送 SAS 參數 (方塊 712)，且操作返回方塊 708，以計算遞增之傳送參數之 BER。當該校準機制在最小值至最大值之間調整該傳送 SAS 參數時，該機制為每一參數值記錄 BER，如方塊 714 中所示。

在方塊 710 中，如果該傳送參數等於最大值，則該校準機制計算該傳送計算值 (方塊 716)。接下來，該校準機制將該接收 SAS 參數設定至最小值 (方塊 718)，且將該傳送 SAS 參數設定為標稱值 (方塊 720)。

該校準機制計算 BER (方塊 722)。該機制於是確定該接收參數是否等於該最大值 (方塊 724)。如果該接收參數不等於該最大值，則該校準機制遞增該接收 SAS 參數 (方塊 726)，且操作返回方塊 722，以計算遞增之接收參數之 BER。當該校準機制在最小值至最大值之間調整該接收 SAS 參數時，該機制為每一參數值記錄 BER，如方塊 728 中所示。

在方塊 724 中，如果該接收參數等於最大值，則該校準機制計算該接收校準計算值 (方塊 730)。之後，操作

結束。

第 8 圖係根據一說明性具體實施例之流程圖，其說明系統校準。操作係由回應複數個起始條件之一而開始，該等條件包括：加電重設（方塊 802）、系統重新組態（方塊 804）、添加或減少由纜線連接之子系統（方塊 806），或者 SAS 位元錯誤率介面降級（方塊 808）。回應一起始條件，而該校準機制為受影響之高速介面執行點對點校準（方塊 810）。之後，該校準機制更新該系統韌體中之校準參數（方塊 812）。之後，系統校準完成（方塊 814），操作結束。

因此，該等說明性具體實施例藉由提供一種用於在具有寬埠之儲存子系統中偵測纜線長度之機制及程序，解決了先前技術之缺點。該機制可使用原位雙向纜線覆蓋，用於確定不同纜線長度。該機制為每一外部埠，甚至為一寬埠中之每一 PHY，確定可能失敗之傳送器輸出下限。根據從「良好」覆蓋過渡至「差」覆蓋之過渡點，可以確定該纜線長度。其假定存在固定數目個預定纜線長度，例如，「長」及「短」。該過渡點確定該纜線是長還是短，在該點，可相應設定該最佳調諧參數。

該等說明性具體實施例更提供一種機制，用於校準該高速傳送器/接收器對特徵，且從而最佳化子系統之間的傳送效能。該機制降低了需經常進行錯誤修正之需求，

且不會因錯誤修正技術而導致相關之效能降級。

應瞭解，該等說明性具體實施例可以採用一種全硬體具體實施例方式、一全軟體具體實施例形式，或者包含硬體及軟體元件之具體實施例方式。在一例示性具體實施例中，該等說明性具體實施例之機制被實施於軟體中，其包含但不限於韌體、常駐軟體、微代碼等等。

此外，該等說明性具體實施例可採用一電腦程式產品之形式，其可由一電腦可使用或電腦可讀之媒體存取，提供程式碼以藉由或結合一電腦或任意指令執行系統使用。為進行說明，一電腦可用、電腦可讀媒體可以是任何能夠藉由或結合指令執行系統、設備或裝置，來包含、儲存、通訊、傳播或傳送該程式之設備。

該媒體可以是一電子、磁、光學、電磁、紅外或半導體系統（或設備或裝置）或一傳播媒體。一電腦可讀媒體之實例包括一半導體或固態記憶體、磁帶、可抽換電腦磁碟、一隨機存取記憶體 (RAM)、一唯讀記憶體 (ROM)、一硬磁碟及一光碟。光碟之目前實例包括只讀光碟 (CD-ROM)、可讀/寫光碟 (CD-R/W) 及多樣化數位光碟。

適於儲存及/或執行程式碼之資料處理系統將包括至少一經由一系統匯流排直接或間接耦接至記憶體元件之處理器。該等記憶體元件可包括在實際執行該程式碼期

間所採用之局部記憶體、大量儲存器，及快取記憶體，其提供至少某程式碼之臨時儲存，以減少在執行期間從大量儲存器擷取代碼之次數。

輸入/輸出或 I/O 裝置（包括但不限於鍵盤、顯示器、指標裝置等等）可被直接或經由介入輸入/輸出控制器耦接至該系統。網路配接器也可以被耦接至該系統，使該資料處理系統能夠變為與其他資料處理系統耦接，或者經由一專用或公共網路與遠端印表機或儲存裝置耦接。數據機、有線電視數據機及乙太網路卡只能目前可用網路配接器類型中之一部分。

已經出於說明及描述目的而提供對本發明之描述，其無意於為排他性或者將本發明限制於所揭示之形式。許多修改及變化應為相關領域之一般技術者所理解。選擇、描述該（等）具體實施例以最佳理解本發明之原理及其實際應用，並使相關領域之一般技術者能夠以各種具體實施例以及適於所期待之特定設計之各種變化來應用本發明。

【圖式簡單說明】

當結合隨附圖式進行閱讀時，藉由參考對一說明性具體實施例之以下詳盡說明，可以最佳理解本發明，以及一較佳應用方式、其他目的及優點，該等圖式中：

第 1A 圖至第 1C 圖係根據一說明性具體實施例之一儲存網路中之窄埠的方塊圖；

第 2A 圖至第 2C 圖係根據一說明性具體實施例之一儲存網路中之寬埠的方塊圖；

第 3 圖係根據一說明性具體實施例之流程圖，其說明用於在具有寬埠之儲存子系統中偵測纜線長度之機制的操作；

第 4 圖係說明一實例系統環境之方塊圖，將在該環境中實施該等說明性具體實施例之態樣；

第 5 圖係說明一子系統介面環境之方塊圖，將在該環境中實施該等說明性具體實施例之態樣；

第 6 圖係根據一說明性具體實施例之方塊圖，其說明一高速點對點校準程序；

第 7 圖係根據一說明性具體實施例之流程圖，其說明一點對點校準機制之操作；以及

第 8 圖係根據一說明性具體實施例之流程圖，其說明系統校準。

【主要元件符號說明】

110	交換器模組
112	處理器
114	交換器專用積體電路

116	實體收發元件
120	終端裝置
122	處理器
124	終端裝置 ASIC
126	實體收發元件
210	交換器模組
212、214、216	實體收發元件
220	交換器 ASIC
222	交換器處理器
224	資料處理器
226	交換器
230	終端裝置
232、234、236	實體收發元件
240	終端裝置 ASIC
242	目標處理器
244	資料處理器
246	交換器
410	高速子系統
412	實體收發元件及鏈結層
414	實體收發元件及鏈結層
416	序列化/解序列化電路
418	序列化/解序列化電路

420	連接器
430	高速子系統
432	實體收發元件及鏈結層
434	實體收發元件及鏈結層
436	SERDES 電路
438	SERDES 電路
440	連接器
452	激勵 (傳送器)
454	複雜介面傳送功能
456	回應 (接收器)
510	主機系統
512、514、516	內部應用處理器
518	SAS 交換器
522、524、526	儲存子系統
610	子系統
612	實體收發元件及鏈路層
616	SERDES
630	子系統
632	實體收發元件及鏈路層
636	SERDES
650	外部纜線

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；惟已有申請案號者請填寫)

※申請案號：97128030

※申請日期：2008年7月23日

※IPC分類：

G06F 13/40

一、發明名稱：(中文/英文)

在具寬埠之儲存子系統中用於偵測纜線長度的方法及程序

METHOD AND PROCEDURE FOR DETECTING CABLE LENGTH
IN A STORAGE SUBSYSTEM WITH WIDE PORTS

二、中文發明摘要：

本發明提供一種在一具有寬埠之儲存子系統中偵測纜線長度之機制。該機制使用原位雙向纜線覆蓋，用於確定不同纜線長度。該機制為每一外部埠，甚至為一寬埠中每一PHY，確定可能失敗之傳送器輸出下限。可根據從「良好」覆蓋過渡至「差」覆蓋之過渡點，來確定該纜線長度。該過渡點識別該纜線是長還是短，在該點，可相應設定該最佳調諧參數。一校準機制校準該高速傳送器/接收器對特徵，且從而最佳化子系統之間的傳送效能。該校準機制可降低經常需要進行錯誤修正之需求，且不會因相關的錯誤修正技術而導致效能降級。

三、英文發明摘要：

A mechanism detects cable length in a storage subsystem with wide ports. The mechanism uses in-situ bidirectional cable wrapping for determining different cable lengths. The mechanism under-margins transmitter output to failure for each external port and even for each PHY within

a wide port. Based on the transition point from "good" wrap to "bad" wrap, the cable length may be determined. The transition point identifies if the cable is long or short, at which point the optimum tuning parameters can accordingly be set. A calibration mechanism calibrates the high speed transmitter/receiver pair characteristics, and, thus, optimizes the transmission performance between subsystems. The calibration mechanism mitigates the need for frequent error correction and does not incur the performance degradation associated with error correction techniques.

七、申請專利範圍：

1. 一種在一計算裝置中偵測纜線長度之方法，該方法包括以下步驟：

在該計算裝置中設定至少一傳送器參數及至少一接收器參數，並記錄錯誤率；

調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，並記錄該錯誤率，直到該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數由一最小值變化至一最大值為止；

將該等所記錄之錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對；以及

根據該比對結果來確定一纜線長度。

2. 如申請專利範圍第1項所述之方法，更包括以下步驟：

在該計算裝置組態一傳送器/接收器對，用於診斷迴路。

3. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該計算裝置係一串列連接SCSI交換器模組。

4. 如申請專利範圍第3項所述之方法，其中該串列連接SCSI交換器模組包括一交換器處理器。

5. 如申請專利範圍第3項所述之方法，其中該串列連接 SCSI 交換器模組包括一資料處理器。

6. 如申請專利範圍第5項所述之方法，其中該資料處理器包括以下模組中至少一者：循環冗餘檢查模組、型樣產生器/檢查模組、資料緩衝區、封包控制器或協定控制器。

7. 如申請專利範圍第3項所述之方法，其中該串列連接 SCSI 交換器模組包括一串列連接 SCSI 交換器。

8. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該計算裝置係一串列連接 SCSI 終端裝置。

9. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該錯誤率係一位元錯誤率。

10. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該至少一傳送器參數包括傳送器振幅。

11. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該至少一

接收器參數包括接收器等化。

12. 一種在一計算裝置中偵測纜線長度之方法，該方法包括以下步驟：

在該計算裝置中設定至少一傳送器參數及至少一接收器參數，並記錄錯誤率；

調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，並記錄該錯誤率，直到該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數由一最小值變化至一最大值為止；

將該等所記錄之錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對；以及

根據該比對結果來確定一纜線長度，其中該計算裝置包括複數個傳送器/接收器對，且經由一寬埠纜線連接至一終端裝置。

13. 如申請專利範圍第12項所述之方法，其中設定該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數並記錄錯誤率之步驟，包括以下步驟：在該等複數個傳送器/接收器對中建立一命令傳送器/接收器對，用以在該寬埠纜線上進行通信。

14. 如申請專利範圍第13項所述之方法，其中該終端

裝置包括複數個傳送器/接收器對，該方法更包括以下步驟：

使用該命令傳送器/接收器對，以在該終端裝置之複數個傳送器/接收器對中組態下一傳送器/接收器對，用於診斷迴路。

15. 如申請專利範圍第14項所述之方法，其中調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：

為下一傳送器/接收器對重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，直到該等複數個傳送器/接收器對中全部傳送器/接收器對之該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數均從一最小值變化至一最大值為止。

16. 如申請專利範圍第15項所述之方法，其中重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：

將一傳送器參數設定至一最小值；

將一接收器參數設定至一標稱值；

計算一錯誤率；

記錄該所計算之錯誤率；以及

重複遞增該傳送器參數，計算該錯誤率，並記錄該經計算之錯誤率，直到該傳送器參數達到一最大值為止。

17. 如申請專利範圍第16項所述之方法，其中重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，更包括以下步驟：

將一傳送器參數設定至一標稱值；

將一接收器參數設定至一最小值；

計算一錯誤率；

記錄該經計算之錯誤率；以及

重複遞增該接收器參數，計算該錯誤率，並記錄該經計算之錯誤率，直到該接收器參數達到一最大值為止。

18. 如申請專利範圍第12項所述之方法，更包括以下步驟：

計算該等複數個傳送器/接收器對之該等錯誤率之平均值。

19. 如申請專利範圍第12項所述之方法，其中該至少一傳送器參數包括傳送器振幅。

20. 如申請專利範圍第12項所述之方法，其中該至少

一接收器參數包括接收器等化。

21. 一種電腦程式產品，包括一電腦可用媒體，其具有一電腦可讀程式，其中該電腦可讀程式在被執行於一計算裝置時，導致該計算裝置能夠執行以下步驟：

在該計算裝置中設定至少一傳送器參數及至少一接收器參數，並記錄錯誤率；

調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，並記錄該錯誤率，直到該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數係由一最小值變化至一最大值為止；

將該等所記錄之錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對；以及

根據該比對結果來確定一纜線長度。

22. 如申請專利範圍第21項所述之電腦程式產品，其中該計算裝置為一交換器模組，其係經由一外部纜線連接至一終端裝置。

23. 如申請專利範圍第21項所述之電腦程式產品，其中該終端裝置處之一傳送器/接收器對係經組態用於診斷迴路。

24. 如申請專利範圍第21項所述之電腦程式產品，其中該計算裝置包括複數個傳送器/接收器對，且其係一經由一寬埠纜線連接至一終端裝置之交換器模組。

25. 如申請專利範圍第24項所述之電腦程式產品，其中設定該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數以及記錄錯誤率之步驟，包括以下步驟：

在該等複數個傳送器/接收器對中建立一命令傳送器/接收器對，用以經由該寬埠纜線進行通信。

26. 如申請專利範圍第25項所述之電腦程式產品，其中該終端裝置包括複數個傳送器/接收器對，其中當該電腦可讀程式被執行於該計算裝置上時，更導致該計算裝置執行以下步驟：

使用該命令傳送器/接收器，以在該終端裝置之複數個傳送器/接收器對中組態下一傳送器/接收器對，用於診斷迴路。

27. 如申請專利範圍第26項所述之電腦程式產品，其中調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：

為下一傳送器/接收器對重複調整該至少一傳送器參

數及該至少一接收器參數，直到該等複數個傳送器/接收器對中之全部傳送器/接收器對之該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數均從一最小值變化至一最大值為止。

28. 如申請專利範圍第27項所述之電腦程式產品，其中重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：

將一傳送器參數設定至一最小值；

將一接收器參數設定至一標稱值；

計算一錯誤率；

記錄該經計算之錯誤率；以及

重複遞增該傳送器參數，計算該錯誤率，並記錄該經計算之錯誤率，直到該傳送器參數達到一最大值為止。

29. 如申請專利範圍第28項所述之電腦程式產品，其中重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，更包括以下步驟：

將一傳送器參數設定至一標稱值；

將一接收器參數設定至一最小值；

計算一錯誤率；

記錄該經計算之錯誤率；以及

重複遞增該接收器參數，計算該錯誤率，並記錄該經計算之錯誤率，直到該接收器參數達到一最大值為止。

30. 如申請專利範圍第24項所述之電腦程式產品，其中當該電腦可讀程式被執行於該計算裝置上時，更導致該計算裝置執行以下步驟：

計算該等複數個傳送器/接收器對之該等所記錄錯誤率之平均值。

31. 一種計算裝置，包括：

至少一傳送器/接收器對；以及

一處理器，其中該處理器係經組態用以執行以下步驟：

在該計算裝置中設定至少一傳送器參數及至少一接收器參數，並記錄錯誤率；

調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，並記錄該錯誤率，直到該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數係由一最小值變化至一最大值為止；

將該等所記錄之錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對；以及

根據該比對結果來確定一纜線長度。

32. 如申請專利範圍第31項所述之計算裝置，其中該

計算裝置係一交換器模組，其係經由一外部纜線連接至一終端裝置。

33. 如申請專利範圍第31項所述之計算裝置，其中該終端裝置處之傳送器/接收器對係經組態用於診斷迴路。

34. 如申請專利範圍第31項所述之計算裝置，其中該至少一傳送器/接收器對包括複數個傳送器/接收器對，且其係一經由一寬埠纜線連接至一終端裝置之交換器模組。

35. 如申請專利範圍第34項所述之計算裝置，其中設定該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數以及記錄錯誤率之步驟，包括以下步驟：

在該等複數個傳送器/接收器對中建立一命令傳送器/接收器對，用以經由該寬埠纜線進行通信。

36. 如申請專利範圍第35項所述之計算裝置，其中該終端裝置包括複數個傳送器/接收器對，其中該處理器係經組態來使用該命令傳送器/接收器對，以組態該終端裝置處之該等複數個傳送器/接收器對內的下一傳送器/接收器對，用於診斷迴路。

37. 如申請專利範圍第36項所述之計算裝置，其中調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：

為下一傳送器/接收器對，重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數，直到該等複數個傳送器/接收器對中全部傳送器/接收器對之該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數均從一最小值變化至一最大值為止。

38. 如申請專利範圍第37項所述之計算裝置，其中重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步驟，包括以下步驟：

將一傳送器參數設定至一最小值；

將一接收器參數設定至一標稱值；

計算一錯誤率；

記錄該經計算之錯誤率；以及

重複遞增該傳送器參數，計算該錯誤率，並記錄該經計算之錯誤率，直到該傳送器參數達到一最大值為止。

39. 如申請專利範圍第38項所述之計算裝置，其中重複調整該至少一傳送器參數及該至少一接收器參數之步

驟，更包括以下步驟：

將一傳送器參數設定至一標稱值；

將一接收器參數設定至一最小值；

計算一錯誤率；

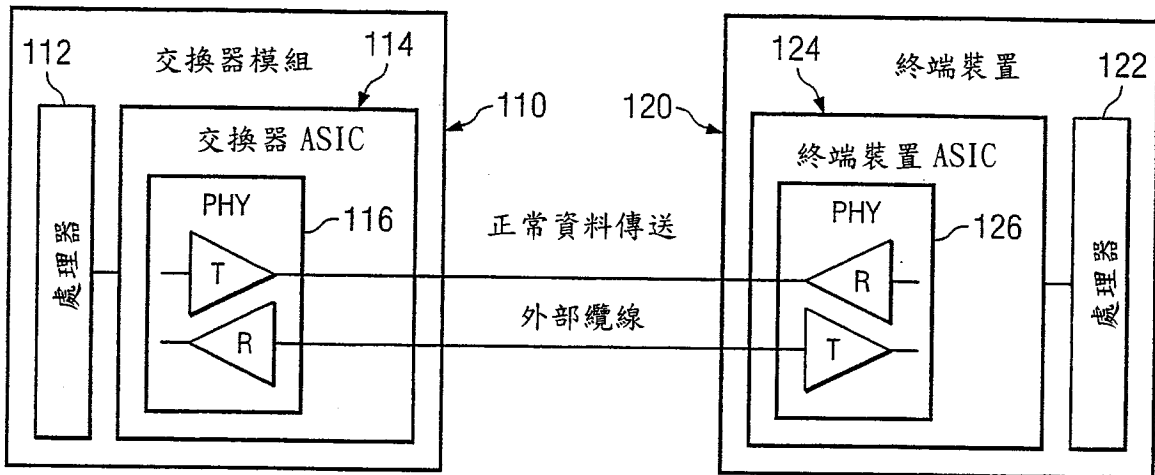
記錄該經計算之錯誤率；以及

重複遞增該接收器參數，計算該錯誤率，並記錄該經計算之錯誤率，直到該接收器參數達到一最大值為止。

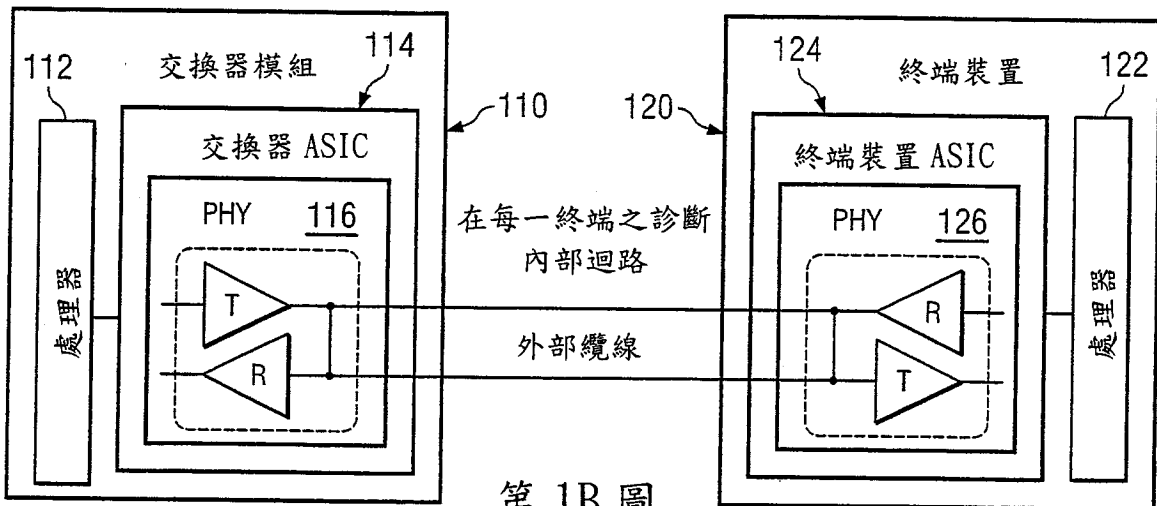
40. 如申請專利範圍第34項所述之計算裝置，其中將該等所記錄錯誤率與已知纜線長度之錯誤率進行比對之步驟，包括以下步驟：

計算該等複數個傳送器/接收器對之該等所記錄錯誤率之平均值。

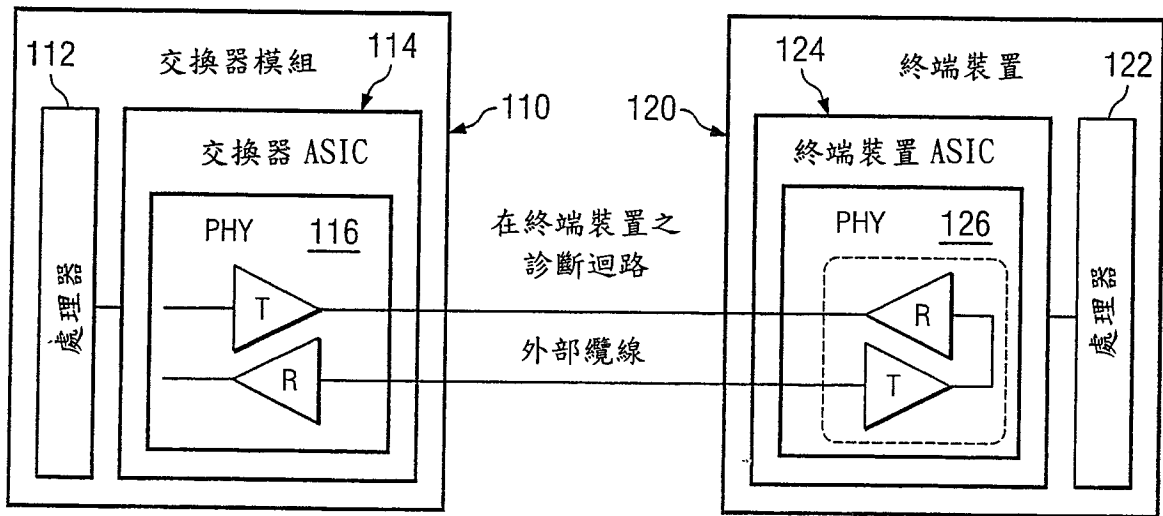
八、圖式：



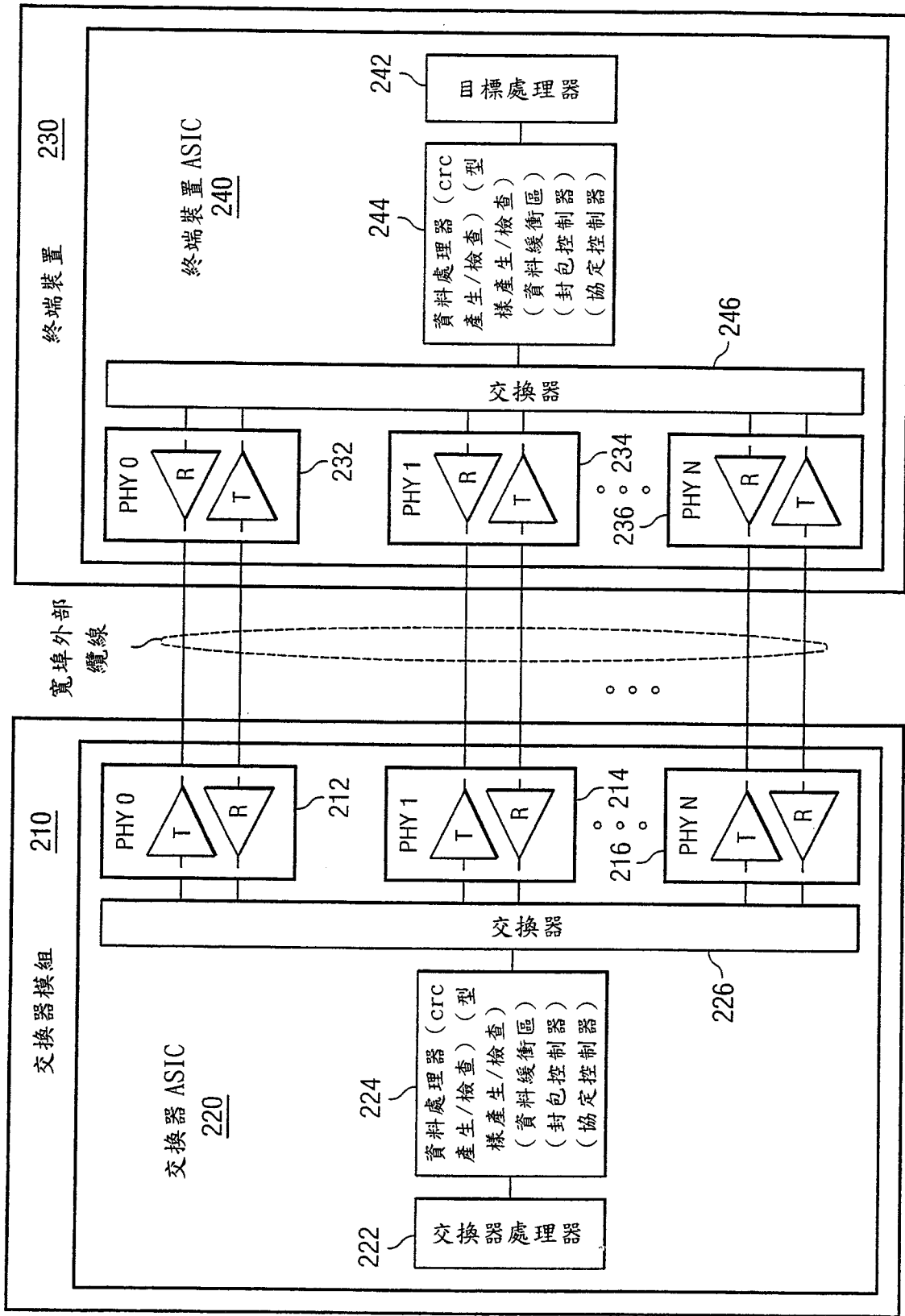
第 1A 圖



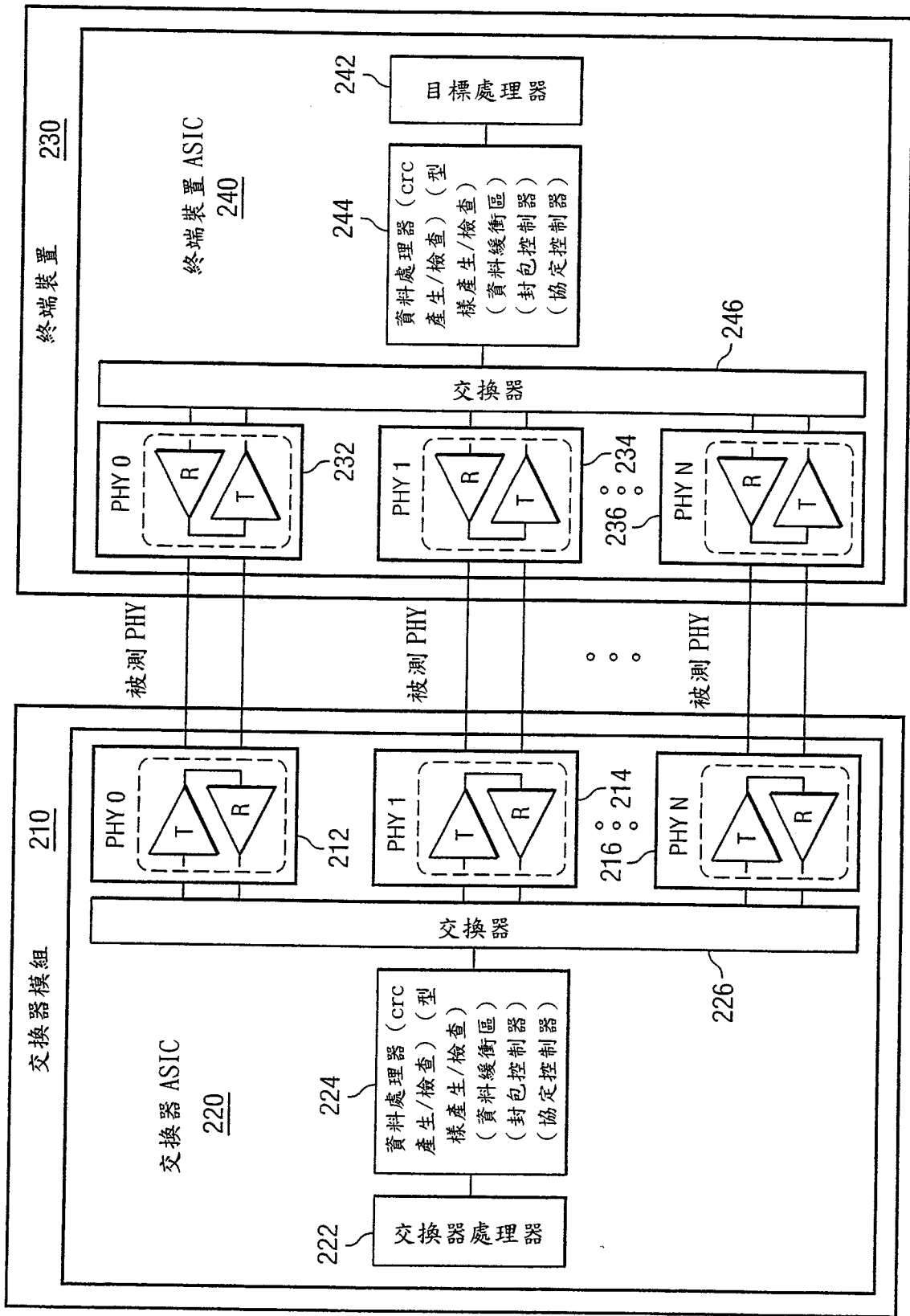
第 1B 圖



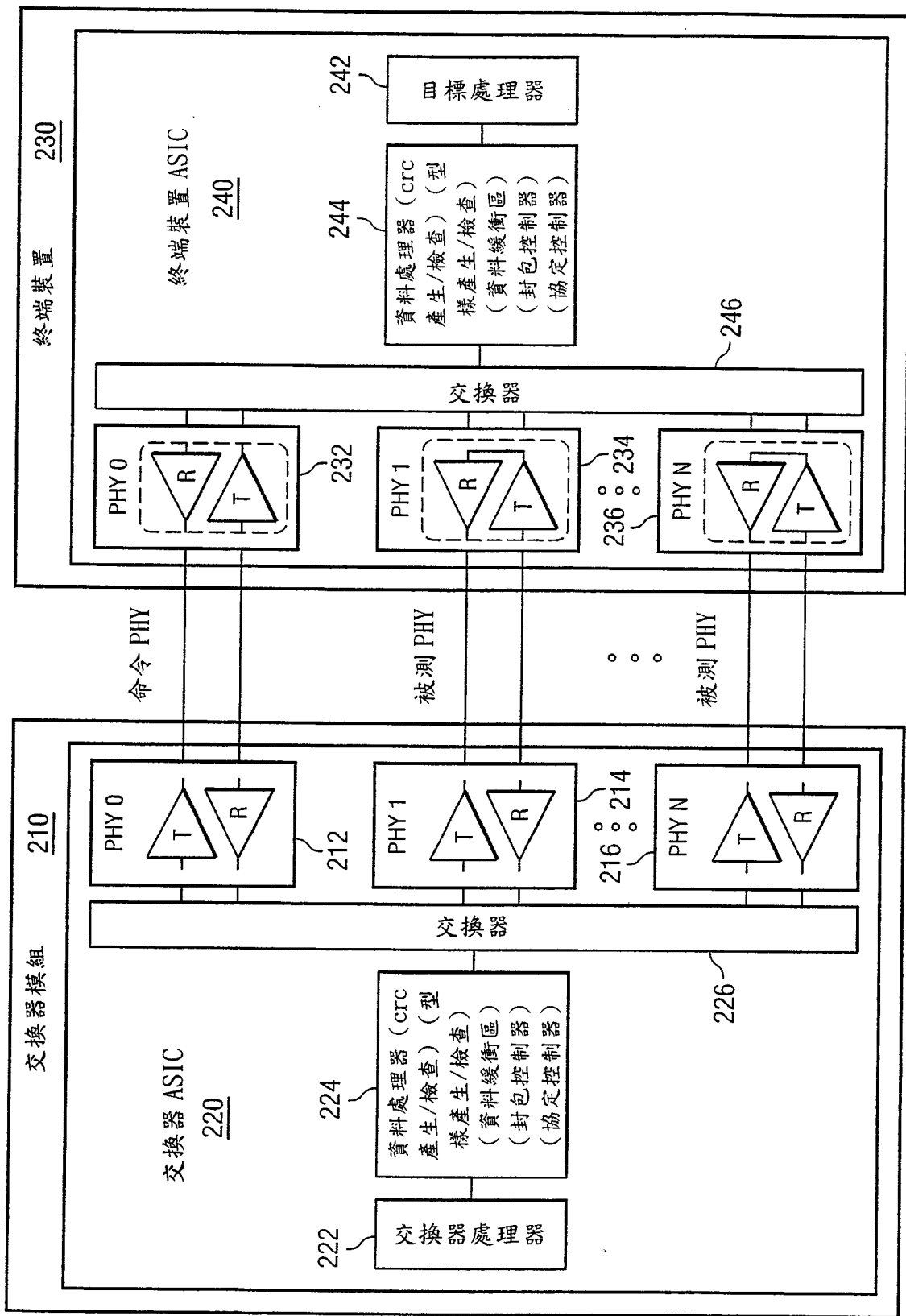
第 1C 圖



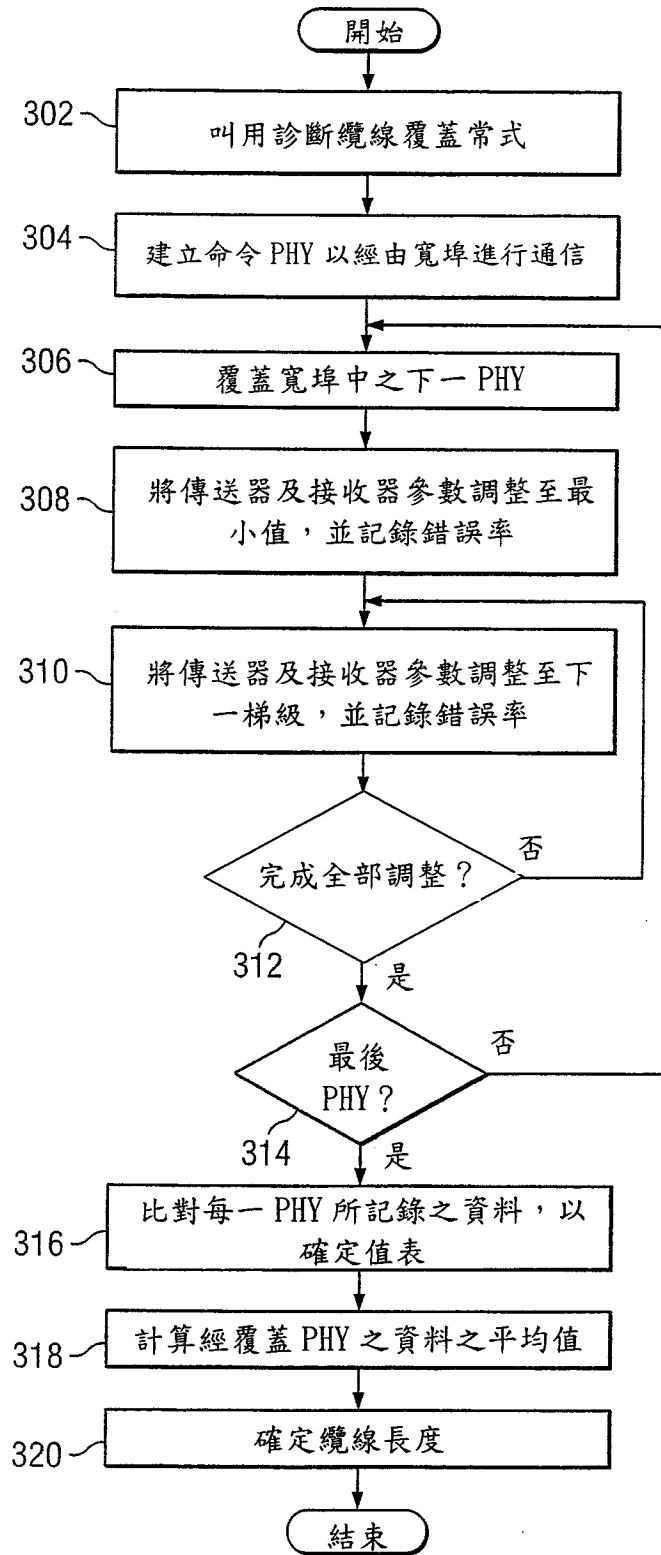
第 2A 圖



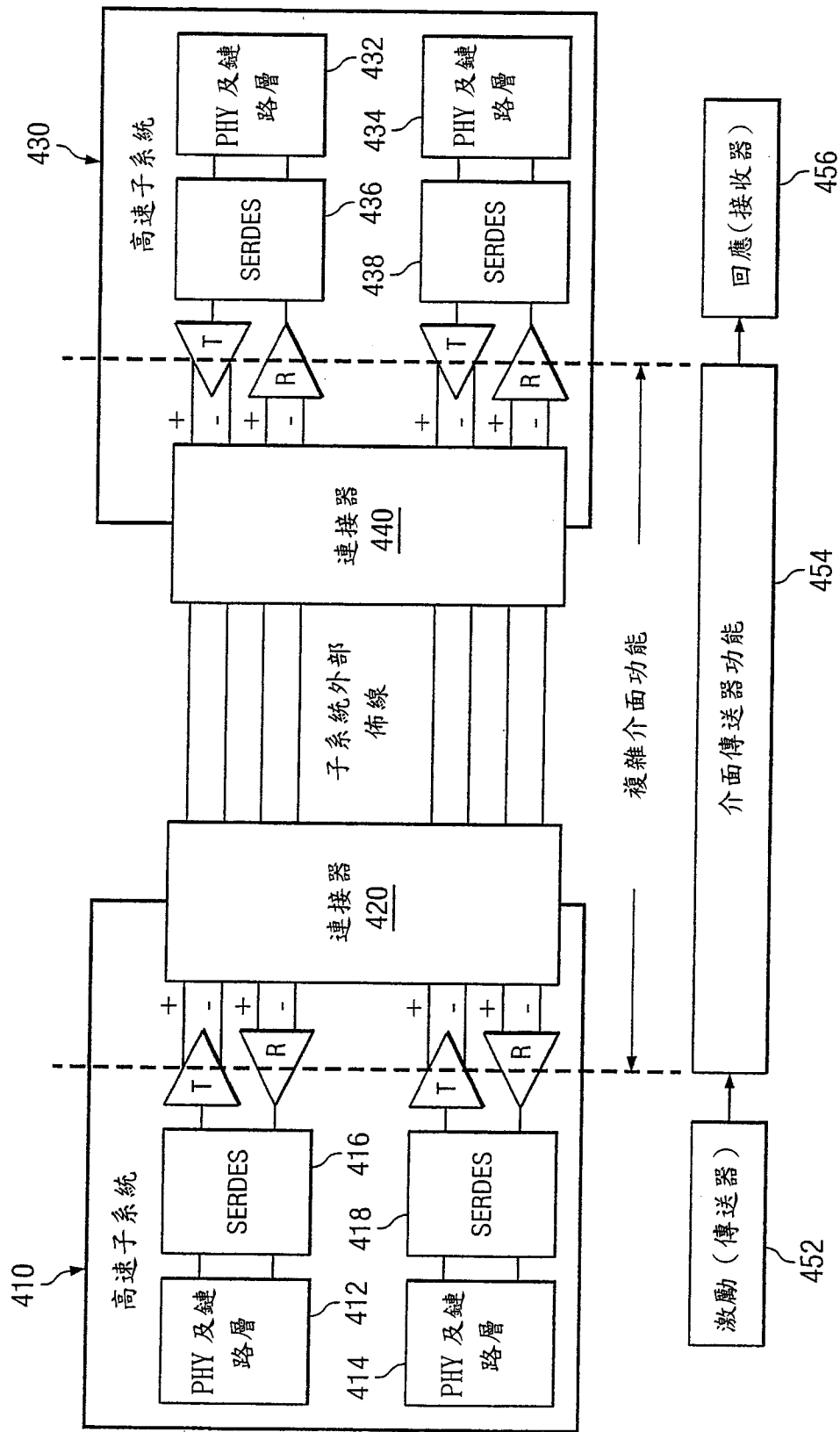
第 2B 圖



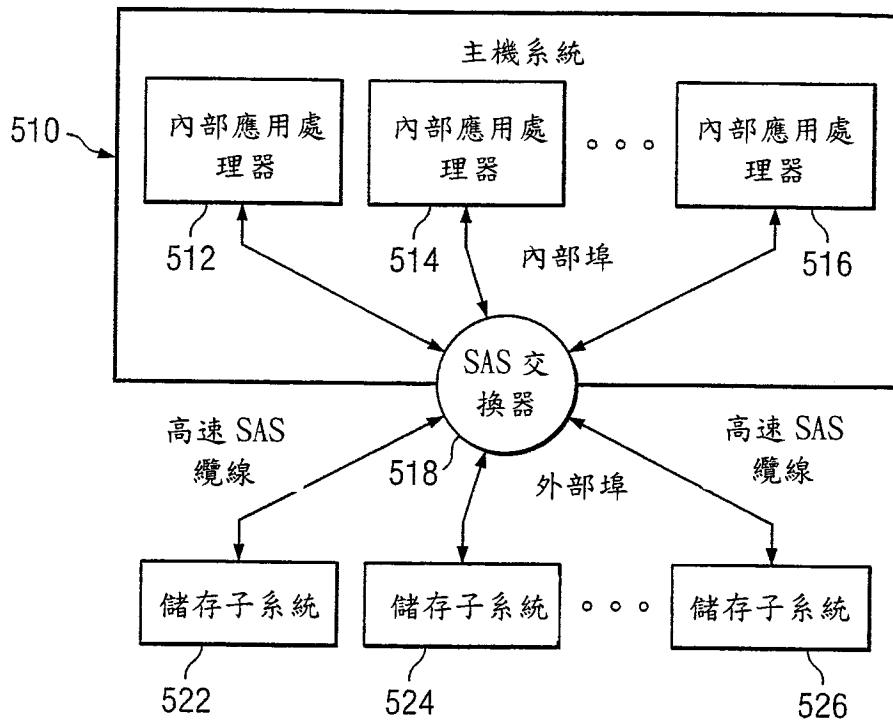
第 2C 圖



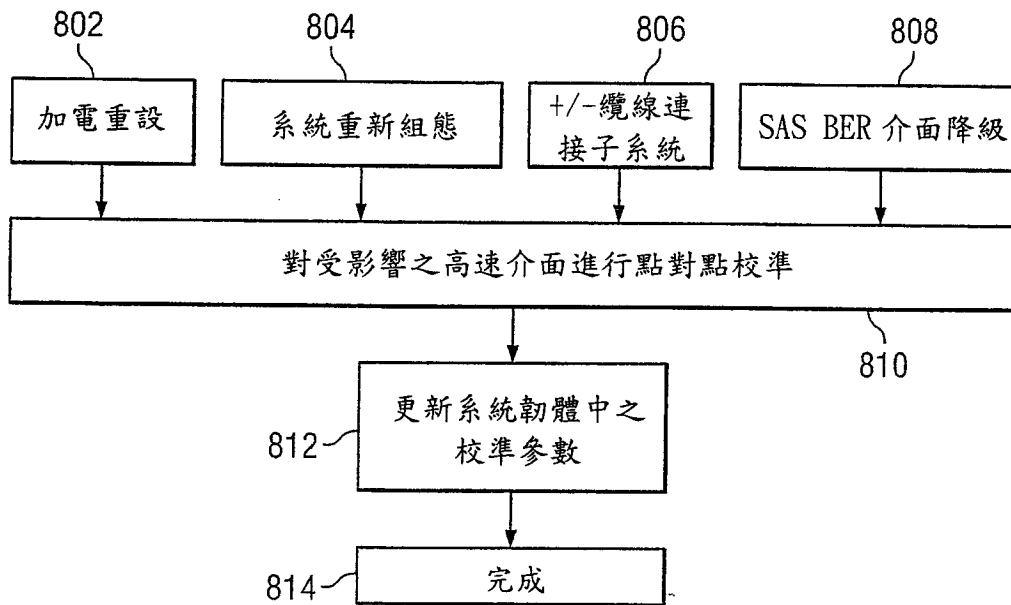
第 3 圖



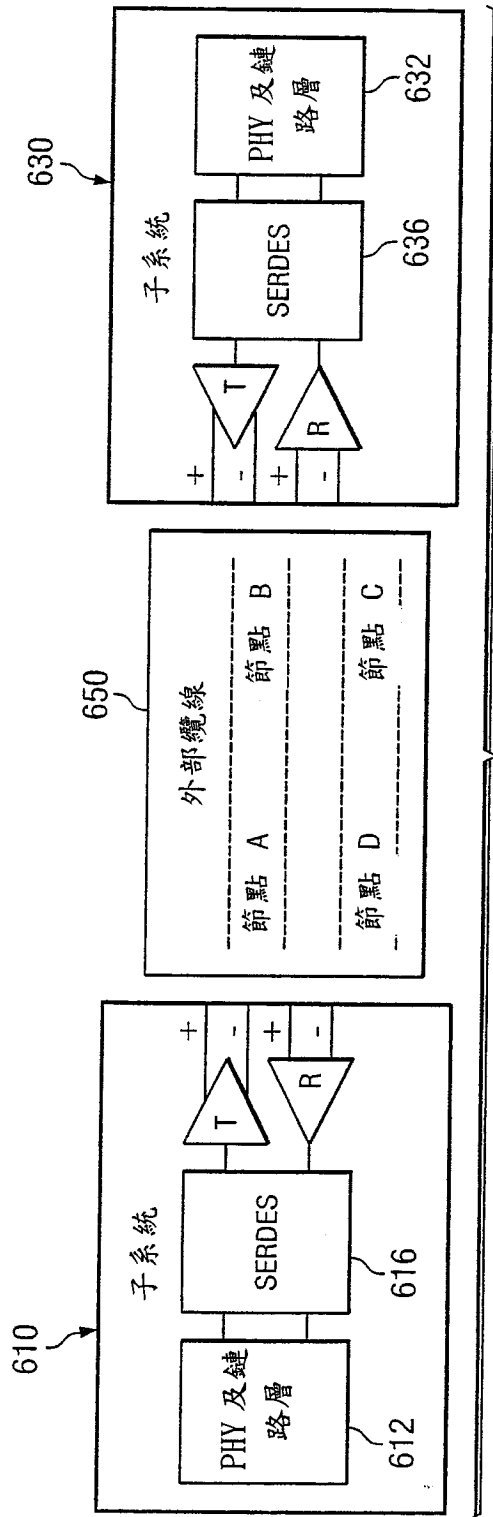
第 4 圖



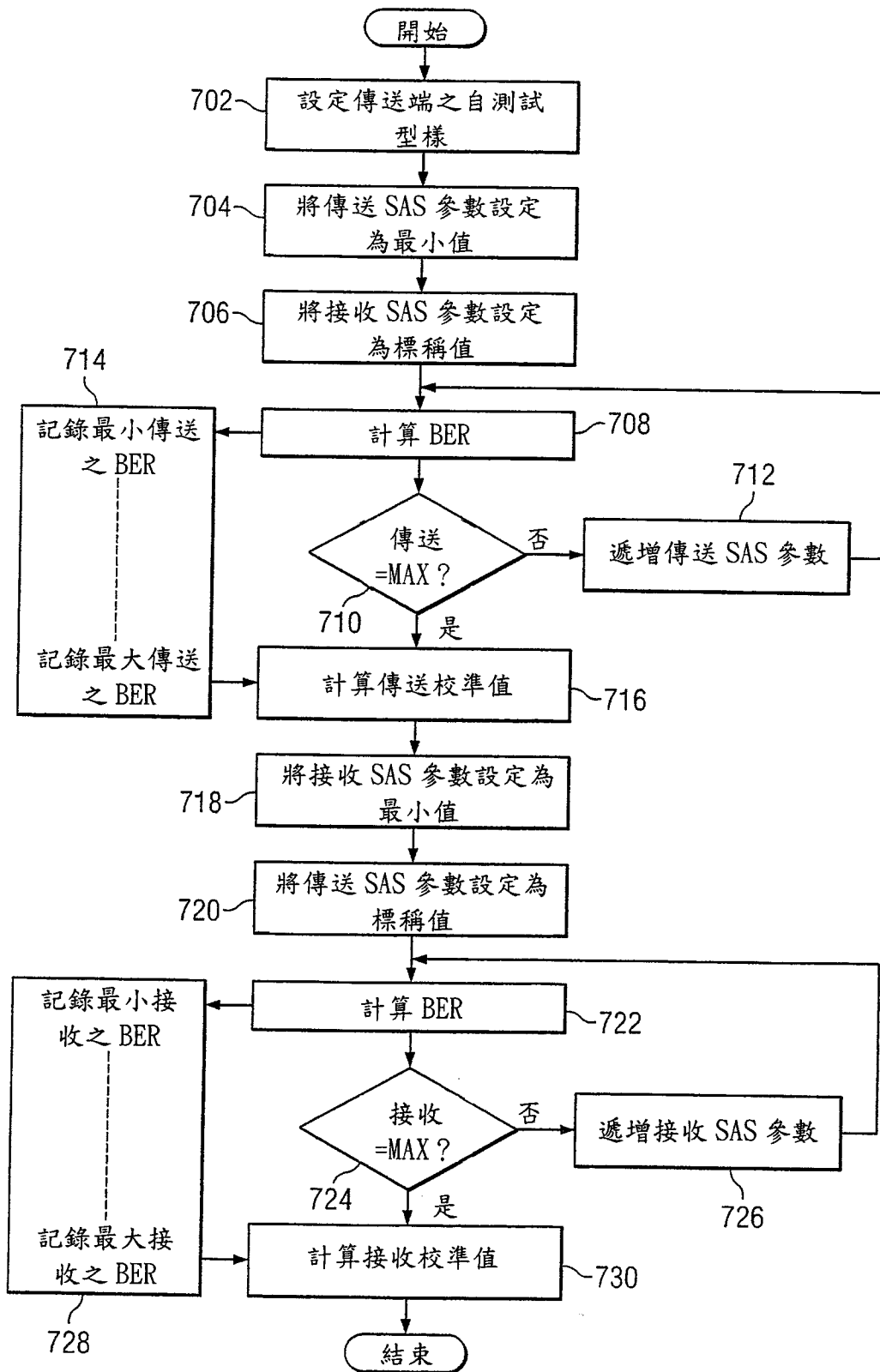
第 5 圖



第 8 圖



第 6 圖



第 7 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

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