



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I856808 B

(45) 公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：112133815

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 09 月 06 日

(51) Int. Cl. : **H04B10/07 (2013.01)**

(71) 申請人：台達電子工業股份有限公司 (中華民國) DELTA ELECTRONICS, INC. (TW)

桃園市龜山區山鶯路 252 號

(72) 發明人：陳俊廷 CHEN, CHUN TING (TW)；楊啟瑞 YUANG, MARIA CHI-JUI (TW)；田伯

隆 TIEN, PO-LUNG (TW)；溫少鈞 WEN, SHAO-CHUN (TW)

(74) 代理人：謝佩玲；王耀華

(56) 參考文獻：

TW I814662B

TW 200814566A

CN 116707634A

審查人員：陳宇超

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：9 共 35 頁

(54) 名稱

光通道網路系統及其錯誤偵測方法

(57) 摘要

一種光通道網路系統的錯誤偵測方法，應用於包括複數光交換機及連接複數光交換機的複數光纖的光通道網路系統，包括：檢測光通道網路系統的複數通道是否包含了故障通道，其中各通道分別經過複數構成零件；於檢測到故障通道時，查詢故障通道一定範圍中的所有通道所經過的所有構成零件；分別計算各個構成零件的故障計數，其中故障計數代表各構成零件被故障通道經過的數量；及，輸出故障計數非零的一或多個構成零件。

A fault diagnosis method applied for an optical-tunnel network system (OPTUNS) having multiple optical-switches and multiple fibers connecting the multiple optical-switches is disclosed and includes following steps: inspecting whether a faulty tunnel exists from multiple tunnels of the OPTUNS, wherein each tunnel respectively passes through multiple components; when the faulty tunnel is inspected, querying all components passed by all tunnels within a certain range with the faulty tunnel; respectively computing a faulty count for each component being queried, wherein the faulty count indicates the quantity of the tunnel passing through the component; and, outputting one or more of the components having a non-zero faulty count.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S51~S55:偵測步驟

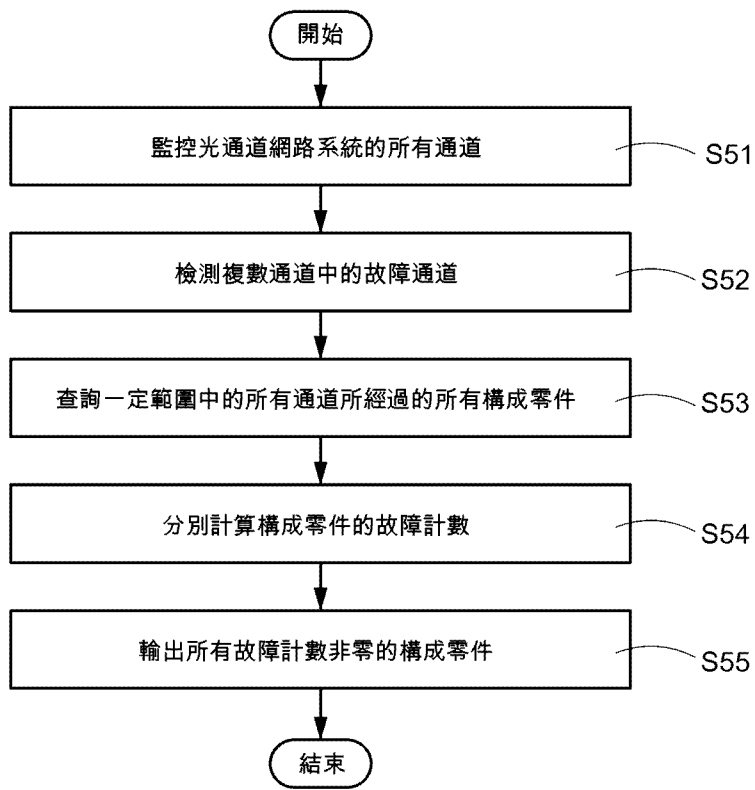


圖5



I856808

【發明摘要】

【中文發明名稱】光通道網路系統及其錯誤偵測方法

【英文發明名稱】OPTICAL TUNNEL NETWORK SYSTEM AND FAULT
DIAGNOSIS METHOD FOR THE SAME

【中文】

一種光通道網路系統的錯誤偵測方法，應用於包括複數光交換機及連接複數光交換機的複數光纖的光通道網路系統，包括：檢測光通道網路系統的複數通道是否包含了故障通道，其中各通道分別經過複數構成零件；於檢測到故障通道時，查詢故障通道一定範圍中的所有通道所經過的所有構成零件；分別計算各個構成零件的故障計數，其中故障計數代表各構成零件被故障通道經過的數量；及，輸出故障計數非零的一或多個構成零件。

【英文】 A fault diagnosis method applied for an optical-tunnel network system (OPTUNS) having multiple optical-switches and multiple fibers connecting the multiple optical-switches is disclosed and includes following steps: inspecting whether a faulty tunnel exists from multiple tunnels of the OPTUNS, wherein each tunnel respectively passes through multiple components; when the faulty tunnel is inspected, querying all components passed by all tunnels within a certain range with the faulty tunnel; respectively computing a faulty count for each component being queried, wherein the faulty count indicates the quantity of the tunnel passing through the component; and, outputting one or more of the components having a non-zero faulty count.

【指定代表圖】 圖5

【代表圖之符號簡單說明】

S51~S55…偵測步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】光通道網路系統及其錯誤偵測方法

【英文發明名稱】OPTICAL TUNNEL NETWORK SYSTEM AND FAULT
DIAGNOSIS METHOD FOR THE SAME

【技術領域】

【0001】本發明涉及光通道網路系統，尤其涉及光通道網路系統的錯誤偵測方法，以及使用此錯誤偵測方法的光通道網路系統。

【先前技術】

【0002】光通道網路系統(Optical-Tunnel-Network System, OPTUNS)是由多台光交換機所組成的，這些光交換機包括位於第一階層(Tier 1)的第一類光交換機(例如 OADS)及位於第二階層(Tier 2)的第二類光交換機(例如 OSIS)。這些光交換機彼此通過光纖相互連接，並且每台光交換機內部皆包含了眾多的光元件。

【0003】所述 OPTUNS 中的任何一條光纖或是任一台光交換機中的任一個光元件故障時，都會導致相關的通道(tunnel)無法正常運作，進而產生故障通道(Faulty Tunnel)。意即，通道產生異常而無法正確地傳遞資料。

【0004】然而，與一般的電子元件不同，OPTUNS 目前藉由軟體演算法的偵測方式，來檢測光元件是否損壞。由軟體演算法偵錯的好處在於不用額外增加硬體元件，來降低系統的設計成本。但是當 OPTUNS 出光故障通道時，系統將

無法迅速且精準地判斷發生故障的光纖或是光元件的範圍或實際位置，而會造成系統維護上極大的不便。

【發明內容】

【0005】 本發明的主要目的，在於提供一種光通道網路系統及其錯誤偵測方法，可以在光通道出現異常時縮小故障零件的可能範圍，或直接找出故障零件。

【0006】 為了達成上述的目的，本發明的錯誤偵測方法係應用於一光通道網路系統，該光通道網路系統包括複數光交換機及連接該複數光交換機的複數光纖，並且該錯誤偵測方法包括下列步驟：

【0007】 a)檢測該光通道網路系統的複數通道(tunnel)是否包含會造成資料遺失的一故障通道，其中各該通道分別經過複數構成零件；

【0008】 b)於檢測到一或多條該故障通道時，查詢該一或多條故障通道的一定範圍中的所有該通道所經過的該複數構成零件；

【0009】 c)分別計算查詢所得的各該構成零件的一故障計數，其中該故障計數代表各該構成零件分別被該一或多條故障通道經過的數量；及

【0010】 d)該步驟 c)後，輸出該故障計數非零的一或多個該構成零件。

【0011】 為了達成上述目的，本發明的光通道網路系統包括：

【0012】 至少二光交換機，分別具有複數光元件；

【0013】 複數光纖，連接該至少二光交換機；

【0014】 複數通道，分別經過複數構成零件，用以於該至少二台光交換機傳遞資料；

【0015】 一記憶體，記錄每一通道及各該通道所經過的該等構成零件；及

【0016】一中央處理單元，被配置來於檢測到該複數通道包含會造成資料遺失的一或多條故障通道時，參考該記憶體來獲得一定範圍中的所有該通道所經過的該複數構成零件，並計算各該構成零件分別被該一或多條故障通道經過的一故障計數，再輸出該故障計算非零的一或多個該構成零件。

【0017】相較於相關技術，本發明可以達到的技術效果是在不需要使用額外硬體元件的情況下偵測故障通道，並且對故障的零件進行定位，藉此大幅縮減系統維護所需的時間與成本。

【圖式簡單說明】

【0018】圖 1 為光通道網路系統的系統架構圖。

【0019】圖 2 為本發明的第一類光交換機的方塊圖的具體實施範例。

【0020】圖 3 為本發明的第二類光交換機的方塊圖的具體實施範例。

【0021】圖 4A 為本發明的光通道網路系統的方塊圖的第一具體實施範例。

【0022】圖 4B 為本發明的光通道網路系統的方塊圖的第二具體實施範例。

【0023】圖 5 為本發明的錯誤偵測方法的流程圖的第一實施範例。

【0024】圖 6 為本發明的通道示意圖的第一實施範例。

【0025】圖 7 為本發明的通道示意圖的第二實施範例。

【0026】圖 8 為本發明的錯誤偵測方法的流程圖的第一實施範例。

【0027】圖 9 為本發明的通道示意圖的第三實施範例。

【實施方式】

【0028】茲就本發明之一較佳實施例，配合圖式，詳細說明如後。

【0029】 本發明揭露了一種具有錯誤偵測功能的光通道網路系統(Optical-Tunnel-Network System, OPTUNS)，可以藉由軟體方式偵測無法正確傳遞資料的故障通道(Faulty Tunnel)，並且縮小故障零件的可能範圍，或是直接定位出故障零件於光通道網路系統中的位置。

【0030】 請參閱圖 1，為光通道網路系統的系統架構圖。如圖 1 所示，光通道網路系統可區分為第一階層(Tier1)11 與第二階層(Tier2)12，其中第一階層 11 由第一類光交換機 2 所組成，第二階層 12 由第二類光交換機 3 所組成。於一實施例中，第一類光交換機 2 可以 OADS 來實現，第二類光交換機 3 可以 OSIS 來實現，但不以此為限。

【0031】 於圖 1 的實施例中，第一階層 11 由五台第一類光交換機 2 組成一個 POD，並且第一階層 11 可以包含多個 POD。如圖 1 所示，一台第一類光交換機 2 可於殼體內包含邏輯上完全分開的兩台光交換機，因此，五台第一類光交換機 2 實際上可以組成互不干擾的兩個 POD(圖 1 中以實線圓圈及虛線圓圈表示分開的兩個 POD)。

【0032】 如圖 1 所示，同一個 POD 中的各個第一類光交換機 2 分別通過光纖彼此連接。各個第二類光交換機 3 也通過光纖彼此連接以形成一個 mesh 網路。各個 POD 的第一類光交換機 2 分別通過光纖連接相同的第二類光交換機 3，藉此，光通道網路系統可由第二階層 12 的第二類光交換機 3 來串連起第一階層 11 的多個 POD 的第一類光交換機 2。

【0033】 本發明中，每一台光交換機(包括第一類光交換機 2 與第二類光交換機 3)內部都具有複數光元件，並且光通道網路系統經過設定，以藉由複數光元件以及複數光纖來構成用來傳遞資料的多條光通道(Optical-Tunnel)。本發明的

技術特徵在於，當其中一條通道因故障而造成資料遺失時，可以光通道網路系統可以藉由軟體方式偵測出故障零件的可能範圍，或是直接定位出故障零件的位置。

【0034】 續請參閱圖 2 及圖 3，其中圖 2 為本發明的第一類光交換機的方塊圖的具體實施範例，圖 3 為本發明的第二類光交換機的方塊圖的具體實施範例。

【0035】 如圖 2 所示，每一台第一類光交換機 2 的殼體內部分別包含了邏輯分開的順向第一類光交換機 21 與逆向第一類光交換機 22，並且順向第一類光交換機 21 與逆向第一類光交換機 22 分別具有多個光元件，包括波長選擇開關 (Wavelength Selective Switch, WSS) 23、多工器 (MUX)、解多工器 (DEMUX)、摻鉕光纖放大器 (Erbium-Doped Fiber Amplifier, EDFA) 等，但不加以限定。這些光元件通過一或多條光纖 24 來連接至其他光交換機的光元件，以形成一或多條的通道。

【0036】 於一實施例中，順向第一類光交換機 21 通過光纖 24 連接同一個 POD 中相鄰的順向第一類光交換機 21，藉此在這個 POD 中構成一或多條順向傳輸通道 201。相似地，逆向第一類光交換機 22 通過光纖 24 連接同一個 POD 中相鄰的逆向第一類光交換機 22，藉此在這個 POD 中構成一或多條逆向傳輸通道 202。

【0037】 所述波長選擇開關 23 連接光纖 24，用以控制光的經過與阻斷。值得一提的是，多工器、解多工器、摻鉕光纖放大器等光元件為光交換機中的被動光元件，其故障機率極低。於一實施例中，為了提高偵測效率，即使偵測到故障通道，系統也不需要對多工器、解多工器、摻鉕光纖放大器或其他被動光元件進行檢測。

【0038】於圖 2 的實施例中，W1~W6 分別為與光纖 24 連接的多個波長選擇開關 23，並且於第一類光交換機 2 內部，這些波長選擇開關 23 可以以陣列(array)的方式來實現。意即，多個波長選擇開關 23 共同存在於單一顆波長選擇開關陣列中。

【0039】如圖 3 所示，每一台第二類光交換機 3 內部至少包含了兩顆波長選擇開關陣列 31，其中第一波長選擇開關陣列至少包括七個波長選擇開關 A1~A7，第二波長選擇開關陣列至少包括七個波長選擇開關 B1~B7。與第一類光交換機 2 相似，各第二類光交換機 3 通過一或多條光纖 32 彼此連接以形成 mesh 網路，並且通過一或多條光纖 32 連接第一階層 11 的第一類光交換機 2 以串接第一階層 11 的多個 POD。

【0040】當光通道網路系統中有任何一條光通道無法正確傳遞資料而形成故障通道時，本發明可通過軟體方式偵測是哪一個光元件或是哪一條光纖故障而導致正常通道轉變為故障通道。

【0041】續請參閱圖 4A 及圖 4B，分別為本發明的光通道網路系統的方塊圖的第一具體實施範例及第二具體實施範例。如圖 4A 及圖 4B 所示，本發明的光通道網路系統包括兩個種類的光交換機(包括第一類光交換機 2 及/或第二類光交換機 3)以及控制器 4。於一實施例中，控制器 4 為軟體定義網路(Software-Defined Networking, SDN)控制器。

【0042】光通道網路系統還包括複數光纖，用以連接複數光交換機(包括連接相同種類的兩台光交換機以及連接不同種類的兩台光交換機)。更具體地，各個光交換機分別具有複數光元件(例如上述的 WSS、MUX、DEMUX 等)，複數光纖係基於使用者的設定來連接各個光交換機中的光元件，以於光通道網路系統

中建構複數通道。換句話說，光通道網路系統中的每一條通道分別經過複數構成零件 8(包括複數光纖之一及複數光元件之一)，藉此於至少二光交換機 2、3 傳遞資料。

【0043】 如圖 4A 所示，控制器 4 可概略分成軟體部分 41 及硬體部分 42。硬體部分 42 的重要元件至少包括中央處理單元 421 及記憶體 422，其中中央處理單元 421 通過有線方式或無線方式連接記憶體 422、第一類光交換機 2 及第二類光交換機 3。中央處理單元 421 被配置來執行本發明的故障診斷演算法 410。記憶體 422 被配置來暫存所述故障診斷演算法 410，並且儲存中央處理單元 421 的運算過程中的資料和最後結果。

【0044】 控制器 4 的軟體部分 41 至少包括所述故障診斷演算法 410。本發明中，中央處理單元 421 會持續不斷地至記憶體 422 內執行故障診斷演算法 410，以蒐集、監控並判斷光通道網路系統內的所有光通道的變化。一旦透過運算而比對出有故障通道產生時，中央處理單元 421 會對記憶體 422 建立並儲存的列表 4100 內的各個構成零件 8 的故障計數進行更新。於運算過程中，中央處理單元 421 也會將故障計數不為零，但有其它正常通道通過的構成零件 8 的故障計數歸零，藉此將故障診斷演算法 410 中的誤判狀況排除。

【0045】 最後，如圖 4A 及圖 4B 所示，中央處理單元 421 再從更新後的列表 4100 得到故障計數最高的構成零件 8，當作是確定的故障零件 9。值得一提的是，若有兩個以上的構成零件 8 的故障計數同高，則中央處理單元 421 可當作此次運算結果為不確定(uncertain)狀況。意即，代表本次的運算比對無法成功檢測出具體的故障零件 9，因此中央處理單元 421 會接著再由下次的循環繼續去檢測出來。

【0046】本發明中，記憶體 422 記錄了光通道網路系統中的每一條通道，以及各通道所經過的構成零件 8。於一實施例中，記憶體 422 儲存有預先建立的拓樸架構(圖未標示)，拓樸架構中記錄了光通道網路系統中的所有構成零件 8(包括光纖及光元件)的位置及連接關係。當中央處理單元 421 於執行故障診斷演算法 410 時偵測到任一條通道為故障通道時，可以查詢拓樸架構以得知故障通道經過了哪些構成零件 8，藉此縮小故障零件 9 的可能範圍，或是直接定位出故障零件 9 的身份及位置。

【0047】本發明中，中央處理單元 421 透過執行故障診斷演算法 410 可以檢測光通道網路系統的複數條通道中是否包含了會造成資料遺失的一或多條故障通道。

【0048】本發明的技術特徵在於，當中央處理單元 421 藉由故障診斷演算法 410 偵測到一或多條故障通道時，可參考記憶體 422 的內容來獲得一定範圍中的所有通道所經過的所有構成零件 8，並且分別計算各個構成零件 8 的故障計數。於一實施例中，中央處理單元 421 將故障計數非零的一或多個構成零件 8 更新於所述列表 4100 中，以作為可能的故障零件 9 的候選列表。本發明中，所述故障計數代表每一個構成零件 8 被一或多條故障通道經過的數量，例如若第一 WSS 的故障計數為 2，代表第一 WSS 被兩條故障通道經過；若第二光纖的故障計數為 1，代表第二光纖被一條故障通道經過，以此類推。

【0049】請同時參閱圖 5，為本發明的錯誤偵測方法的流程圖的第一實施範例。圖 5 揭露了本發明的錯誤偵測方法的具體執行步驟，其中，錯誤偵測方法主要可由圖 1 至圖 4A 及圖 4B 所示的光通道網路系統的各部件來實現。

【0050】如圖 5 所示，本發明在光通道網路系統啟動後，由中央處理單元 421 持續監控光通道網路系統中已建立的所有通道(步驟 S51)，並且檢測複數通道中是否包含了會造成資料遺失的故障通道(步驟 S52)。如前文所述，光通道網路系統中的每一條通道都是預先定義完成，並且分別經過複數構成零件。更具體地，每一條通道分別經過複數光纖之一以及複數光交換機之一中的至少一個光元件。

【0051】當於檢測到一或多條故障通道時，中央處理單元 421 查詢故障通道一定範圍中的所有通道所經過的所有構成零件 8(步驟 S53)，並且分別計算這些構成零件 8 的故障計數(步驟 S54)。如上所述，這些故障計數分別代表各個構成零件 8 被一或多條故障通道經過的數量。故障計數越高，代表此構成零件 8 為故障零件 9 的可能性越高；故障計數越低，代表此構成零件 8 為故障零件 9 的可能性越低。故障計數為零，代表這個構成零件 8 不可能是故障零件 9。

【0052】步驟 S54 後，中央處理單元 421 輸出所有故障計數非零的構成零件 8(步驟 S55)。

【0053】於一實施例中，中央處理單元 421 可以將故障計數非零的構成零件 8 顯示在光通道網路系統的顯示螢幕(圖未標示)上。於另一實施例中，中央處理單元 421 可將故障計數非零的構成零件 8 的候選列表傳輸至外部的電子裝置上進行通知與顯示。藉此，使用者可以鎖定造成故障的一或多個構成零件 8，進而可以快速且準確地進行構成零件 8 的維護或更換。

【0054】續請參閱圖 6，為本發明的通道示意圖的第一實施範例。圖 6 以第一類光交換機 2 為例，對本發明的通道進行詳細的說明。

【0055】如前文所述，為了在故障通道出現時列出與故障通道相關的所有構成零件 8 的候選列表，本發明需對每一台光交換機裡的每一個光元件以及每一條光纖的所有位置以及連接關係進行編碼，並且記錄於記憶體 422 中(例如記錄成拓樸架構)。圖 6 中以實際範例呈現所述編碼。

【0056】圖 6 揭示了第一階層 11 的一個 POD，這個 POD 由五台第一類光交換機 2 所組成，包括 OADS1.1、OADS1.2、OADS1.3、OADS1.4 及 OADS1.5，其中 1.1 代表第一 POD 中的第一台第一類光交換機、1.2 代表第一 POD 中的第二台第一類光交換機，以此類推。

【0057】如前文所述，每一台第一類光交換機 2 分別包括順向第一類光交換機 21 與逆向第一類光交換機 22。同一個 POD 的多台順向第一類光交換機 21 通過多條光纖串接，包括 P1B5-4、P1B4-3、P1B3-2、P1B2-1 及 P1B1-5，其中 P1B5-4 代表第一 POD 中將第五台順向第一類交換機 21 連接至第四台順向第一類交換機 21 的光纖，P1B4-3 代表第一 POD 中將第四台順向第一類交換機 21 連接至第三台順向第一類交換機 21 的光纖，以此類推。

【0058】相似地，同一個 POD 的多台逆向第一類光交換機 22 通過多條光纖串接，包括 P1R1-2、P1R2-3、P1R3-4、P1R4-5 及 P1R5-1，其中 P1R1-2 代表第一 POD 中將第一台逆向第一類光交換機 22 連接至第二台逆向第一類光交換機 22 的光纖，P1R2-3 代表第一 POD 中將第二台逆向第一類光交換機 22 連接至第三台逆向第一類光交換機 22 的光纖，以此類推。

【0059】於圖 6 的實施例中，光通道網路系統包括第一光通道 61 及第二光通道 62，其中第一光通道 61 為順向通道，第二光通道 62 為逆向通道。如圖 6 所示，第一光通道 61 通過光纖 P1B4-3 及 P1B3-2 連接三台順向第一類光交換

機 OADS1.4、OADS1.3 及 OADS1.2，並且經過這三台順向第一類光交換機 OADS1.4、OADS1.3 及 OADS1.2 內的多個光元件(圖未標示)。第二光通道 62 通過光纖 P1R4-5 連接兩台逆向第一類光交換機 OADS1.4 及 OADS1.5，並且經過這兩台逆向第一類光交換機 OADS1.4 及 OADS1.5 內的多個光元件(圖未標示)。

【0060】當中央處理單元 421 偵測到第一光通道 61 為故障通道時，即可藉由上述編碼(例如查詢拓樸架構)列出第一光通道 61 經過的所有構成零件 8，並且判斷哪些構成零件 8 可能為故障零件 9。相似地，當中央處理單元 421 偵測到第二光通道 62 為故障通道時，亦可藉由上述編碼來列出第二光通道 62 經過的所有構成零件 8，並且判斷哪些構成零件 8 可能為故障零件 9。

【0061】請同時參閱圖 7，為本發明的通道示意圖的第二實施範例。圖 7 以第二類光交換機 3 為例，對本發明的通道進行詳細的說明。

【0062】如上所述，本發明對每一台光交換機裡的每一個光元件以及每一條光纖的所有位置以及連接關係進行編碼，並且記錄成拓樸架構。本發明中，第二階層 12 至少包括五台串接第二類光交換機 3，圖 7 的實施例中示出其中的三台第二類光交換機 3，包括 OSIS5、OSIS1 及 OSIS2，其中 OSIS5 代表第二階層 12 中的第五台第二類光交換機，OSIS1 代表第二階層 12 中的第一台第二類光交換機，OSIS2 代表第二階層 12 中的第二台第二類光交換機。

【0063】本發明中，每一台第二類光交換機 3 分別通過兩種類型的光纖來串接相鄰的第二類光交換機 3。於圖 7 的實施例中，OSIS5 通過至少四條光纖連接 OSIS1，包括 O5-1、P5-1、O1-5 及 P1-5，其中 O5-1 代表將來源為 OSIS5 的資料(Original)從 OSIS5 傳遞到 OSIS1 的光纖、P5-1 代表將經過 OSIS5 的資料(Passthrough)從 OSIS5 傳遞到 OSIS1 的光纖、O1-5 代表將來源為 OSIS1 的資料從

OSIS1 傳遞到 OSIS5 的光纖、而 P1-5 代表將經過 OSIS1 的資料從 OSIS1 傳遞到 OSIS5 的光纖。

【0064】再例如，OSIS1 通過至少四條光纖連接 OSIS2，包括 O1-2、P1-2、O2-1 及 P2-1，其中 O1-2 代表將來源為 OSIS1 的資料從 OSIS1 傳遞到 OSIS2 的光纖、P1-2 代表將經過 OSIS1 的資料從 OSIS1 傳遞到 OSIS2 的光纖、O2-1 代表將來源為 OSIS2 的資料從 OSIS2 傳遞到 OSIS1 的光纖、而 P2-1 代表將經過 OSIS2 的資料從 OSIS2 傳遞到 OSIS1 的光纖。

【0065】於一實施例中，兩台第二類光交換機 3 之間的多條光纖可被統整為一條帶狀光纖(Ribbon Fiber，即圖中的虛線方框)。於硬體上，使用者是使用內部具有至少四條光纖的一條帶狀光纖來連接兩台第二類光交換機 3。於此實施例中，當一條光纖故障時，中央處理單元 421 除了將此光纖視為故障零件外，還會將包覆此光纖的帶狀光纖被視為故障零件(即，將帶狀光纖的故障計數 +1)，並將此帶狀光纖列出於故障零件的候選列表中。

【0066】於圖 7 的實施例中，光通道網路系統包括第三光通道 63。如圖 7 所示，第三光通道 63 通過光纖 O5-1 連接第二類光交換機 OSIS5 及 OSIS1，並通過光纖 P1-2 連接第二類光交換機 OSIS1 及 OSIS2。並且，第三光通道 63 經過這三台第二類光交換機 OSIS5、OSIS1 及 OSIS2 內的多個光元件(圖未標示)。其中，第三光通道 63 將來源為 OSIS5 的資料從 OSIS5 經由 OSIS1 傳遞到 OSIS2 的 WSS，並且再藉由 OSIS2 的 WSS 傳遞到所串接的第一階層 11 的第一類光交換機 2。

【0067】當中央處理單元 421 偵測到第三光通道 63 為故障通道時，即可藉由上述編碼來列出第三光通道 63 經過的所有構成零件 8，並且判斷哪些構成

零件 8 可能為故障零件 9。值得一提的是，為便於理解，圖 7 中沒有繪出 OSIS2 所連接的第一階層 11 的一或多台第一類光交換機 2。於一實施例中，若第三光通道 63 為故障通道時，中央處理單元 421 會列出第三光通道 63 經過的所有第二類光交換機 3 的構成零件 8 以及所有第一類光交換機 2 的構成零件 8，而不以圖 7 所示者為限。

【0068】 續請參閱圖 8 及圖 9，其中圖 8 為本發明的錯誤偵測方法的流程圖的第一實施範例，圖 9 為本發明的通道示意圖的第三實施範例。在已知拓樸架構記錄了所有構成零件 8 的編碼的前提下，下面將結合圖 8 及圖 9 的實施例對本發明的錯誤偵測方法進行更詳細的技術說明。

【0069】 如圖 8 所示，首先，在光通道網路系統啟動後，控制器 4 執行故障診斷演算法 410(步驟 S81)，以持續監控光通道網路系統中的所有通道(步驟 S82)，並且持續判斷是否有故障通道出現(步驟 S83)。若沒有偵測到故障通道，則光通道網路系統可以持續進行資料的傳輸，並且中央處理單元 421 通過故障診斷演算法 410 持續監控這些通道。

【0070】 於一實施例中，故障診斷演算法 410 被執行後，會持續監控複數通道的接收端與傳送端。當故障診斷演算法 410 偵測到任一通道的傳送端有傳送資料，但是接收端卻沒有收到對應的資料時，即可判斷這條通道經過了至少一個故障零件，而轉變為故障通道。於一實施例中，故障診斷演算法 410 是於偵測到任一通道的接收端的資料量與傳送端的資料量的差異大於門檻值時，認定這條通道為故障通道。

【0071】 值得一提的是，光通道網路系統中的每一條通道是分別將資料由來源光交換機(可能為第一類光交換機 2 或第二類光交換機 3)傳遞至目的地光交

換機(可能為第一類光交換機 2 或第二類光交換機 3)。於上述實施例中，通道的傳送端可為來源光交換機上的一個輸出埠，而通道的接收端可為目的地光交換機上的一個輸入埠。惟，上述僅為本發明的一個具體實施範例，但並不以此為限。

【0072】於圖 9 的實施例中，光通道網路系統包括將資料由 OADS1.4 傳送至 OADS1.2 的第一光通道 71、將資料由 OADS1.5 傳送至 OADS1.3 的第二光通道 72、以及將資料由 OADS1.4 傳送至 OADS1.3 的第三光通道 73。於一實施例中，故障診斷演算法 410 於監控這三條光通道 71-73 後建立下列表一：

通道	傳送端	接收端	傳輸端資料流	接收端資料流	狀態
第一光通道	OADS1.4 Port1	OADS1.2 Port1	1Gbps	1Gbps	正常
第二光通道	OADS1.5 Port1	OADS1.3 Port1	2Gbps	0Gbps	故障
第三光通道	OADS1.4 Port2	OADS1.3 Port2	1Gbps	0Gbps	故障

【0073】表一

【0074】由上表一可看出，第一光通道 71 的傳送端資料流相同於接收端資料流，也就是說第一光通道 71 傳送的資料沒有資料遺失的現象，因此故障診斷演算法 410 可認定第一光通道 71 屬於正常通道。第二光通道 72 的傳送端資料流(2Gbps)不同於接收端資料流(0Gbps)，也就是說第二光通道 72 無法正確地傳送資料，因此故障診斷演算法 410 會認定第二光通道 72 為故障通道。第三光通道 73 的傳送端資料流(1Gbps)不同於接收端資料流(0Gbps)，也就是說第三光通道 73 無法正確地傳送資料，因此故障診斷演算法 410 會認定第三光通道 73 為故障通道。

【0075】 回到圖 8。若於步驟 S83 中偵測到了一或多條故障通道，中央處理單元 421 會讀取記憶體 422 中的拓樸架構，並基於拓樸架構來列出一定範圍內的所有通道所經過的所有構成零件 8(步驟 S84)。並且，中央處理單元 421 分別計算各個構成零件 8 的故障計數(步驟 S85)。本發明中，故障計數為各個構成零件 8 被故障通道經過的數量。

【0076】 於一實施例中，中央處理單元 421 在步驟 S84 中是基於拓樸架構的內容來獲得與故障通道處於同一個 POD 的所有通道，並且列出這些通道所經過的所有構成零件 8。

【0077】 於另一實施例中，中央處理單元 421 在步驟 S84 中是基於拓樸架構的內容來獲得與故障通道相同傳輸方向(包括順向或逆向)的所有通道，並且列出這些通道所經過的所有構成零件 8。

【0078】 於另一實施例中，中央處理單元 421 在步驟 S84 中是基於拓樸架構的內容來獲得與故障通道處於相同 POD，並且又具有相同傳輸方向的所有通道，並且列出這些通道所經過的所有構成零件 8。

【0079】 於圖 9 的實施例中，第一光通道 71 從 OADS1.4 開始，依序通過光纖 P1B4-3、OADS1.3 中的 W1、光纖 P1B3-2 及 OADS1.2 中的 W3。第二光通道 72 從 OADS1.5 開始，依序通過光纖 P1B5-4、OADS1.4 中的 W1、光纖 P1B4-3 及 OADS1.3 中的 W3。第三光通道 73 從 OADS1.4 開始，依序通過光纖 P1B4-3 及 OADS1.3 中的 W1。

【0080】 於步驟 S84 中，中央處理單元 421 列出與故障通道(以第二光通道 72 及第三光通道 73 為例)具有上述關係的所有通道所經過的所有構成零件 8，並且於步驟 S85 中分別計算這些構成零件 8 的故障計數，並產生如下表二：

構成零件	故障計數
P1B5-4	1
P1B4-3	2
P1B3-2	0
OADS1.2 的 W3	0
OADS1.3 的 W1	0
OADS1.3 的 W3	2
OADS1.4 的 W1	1
OADS1.2 的 WSS Array	0
OADS1.3 的 WSS Array	2
OADS1.4 的 WSS Array	1

【0081】 表二

【0082】 如上表二所示，光纖 P1B5-4 以及 OADS1.4 的 W1 被第二光通道 72 經過，因此故障計數為 1；光纖 P1B4-3 及 OADS1.3 的 W3 被第二光通道 72 及第三光通道 73 經過，因此故障計數為 2；光纖 P1B3-2、OADS1.2 的 W1 及 OADS1.3 的 W1 沒有被任何故障通道(即第二光通道 72 與第三光通道 73)經過，因此故障計數為 0。

【0083】 另外，如前文所述，同一台光交換機中的多個 WSS 可以以同一顆 WSS Array 來實現。其中，OADS1.3 的 WSS Array 包含了 OADS1.3 的 W3，因此故障計數為 2，而 OADS1.4 的 WSS Array 包含了 OADS1.4 的 W1，因此故障計數為 1。

【0084】 藉由產生上述表二，中央處理單元 421 可以統計各個構成零件 8 為故障零件 9 的可能性。於一實施例中，中央處理單元 421 直接輸出故障計數非零的所有構成零件 8，以令使用者知曉故障零件 9 的候選列表。如此一來，可以有效縮小故障零件的可能範圍。通過本發明的錯誤偵測方法，使用者不需

要在故障通道出現時以人為方式或使用額外的工具來檢測整個光通道網路系統，而可節省系統的維護時間及成本。

【0085】 回到圖 8。於另一實施例中，中央處理單元 421 在步驟 S85 後，會進一步對被列出的所有構成零件 8 進行二次檢測。具體地，中央處理單元 421 檢測被列出的各個構成零件 8 是否被複數通道中的任一正常通道(例如圖 9 中的第一光通道 71)經過。若有任一構成零件 8 被複數通道中的任一正常通道經過時，中央處理單元 421 會將這個構成零件 8 的故障計數設定為零(步驟 S86)。本發明中，正常通道同樣會經過多個構成零件 8，而這個正常通道所經過的所有構成零件 8 皆不可能是故障零件 9；若這些構成零件 8 的故障計數非零，必定是統計錯誤，因此需將故障計數歸零，以符合現實。

【0086】 於步驟 S86 後，中央處理單元 421 可將上表二更新為下表三：

構成零件	故障計數
P1B5-4	1
P1B4-3	2→0
P1B3-2	0
OADS1.2 的 W3	0
OADS1.3 的 W1	0
OADS1.3 的 W3	2
OADS1.4 的 W1	1
OADS1.2 的 WSS Array	0
OADS1.3 的 WSS Array	2→0
OADS1.4 的 WSS Array	1

【0087】 表三

【0088】 如表三所示，由於光纖 P1B4-3 被正常的第二光通道 71 經過，因此中央處理單元 421 將光纖 P1B4-3 的故障計數設定為零。由於 OADS1.3 的 W1

被正常的第一光通道 71 經過，而 OADS1.3 的 WSS Array 包含了 OADS1.3 的 W1，因此中央處理單元 421 將 OADS1.3 的 WSS Array 的故障計數設定為零。

【0089】於步驟 S86 後，中央處理單元 421 可以得知可能的故障零件為光纖 P1B5-4、OADS1.3 的 W3 及 OADS1.4 的 W1(包含 OADS1.4 的 WSS Array)的至少其中之一。此時，中央處理單元 421 可以直接輸出這些故障零件的候選列表，或是基於光通道網路系統的設定值來進一步決定輸出方式。

【0090】於圖 8 的實施例中，中央處理單元 421 可以基於預設參數來確認光通道網路系統的容忍故障零件數量(步驟 S87)。假若使用者限制系統的容忍故障零件數量僅為一個，則中央處理單元 421 輸出故障計數最大的構成零件 8(步驟 S88)。於圖 9 的實施例中，中央處理單元 421 輸出故障計數為 2 的 OADS1.3 的 W3 做為故障零件的候選。

【0091】假若使用者限制系統的容忍故障零件數量大於一個，則中央處理單元 421 對故障計數非零的所有構成零件 8 進行排序後，輸出這些構成零件 8 以做為故障零件 9 的列表(步驟 S89)。於圖 9 的實施例中，中央處理單元 421 依序輸出故障計數為 2 的 OADS1.3 的 W3、故障計數為 1 的光纖 P1B5-4、故障計數為 1 的 OADS1.4 的 W1、以及故障計數為 1 的 OADS1.4 的 WSS Array，做為故障零件的候選列表。其中，故障計數越高的構成零件 8，其可能為故障零件的機率越高。中央處理單元 421 藉由對故障計數非零的構成零件 8 進行排序，可以協助維修人員進行較有效率的檢修動作。

【0092】通過本發明的光通道網路系統以及其錯誤偵測方法，可以在不需要額外硬體元件的情況下，僅以軟體方式進行偵測，即縮小故障零件的可能範圍

(當容忍故障零件數量大於一時)，或是直接定位出故障零件的位置(當容忍故障零件數量為一時)，藉此節省系統的維護時間及成本。

【0093】 以上所述僅為本發明之較佳具體實例，非因此即侷限本發明之專利範圍，故舉凡運用本發明內容所為之等效變化，均同理皆包含於本發明之範圍內，合予陳明。

【符號說明】

【0094】 11…第一階層

12…第二階層

2…第一類光交換機

201…順向傳輸通道

202…逆向傳輸通道

21…順向第一類光交換機

22…逆向第一類光交換機

23…波長選擇開關

24…光纖

3…第二類光交換機

31…波長選擇開關陣列

32…光纖

4…控制器

41…軟體部分

410…故障診斷演算法

4100…列表

42…硬體部分

421…中央處理單元

422…記憶體

61、71…第一光通道

62、72…第二光通道

63、73…第三光通道

8…構成零件

9…故障零件

S51~S55、S81~S89…偵測步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光通道網路系統的錯誤偵測方法，應用於一光通道網路系統，該光通道網路系統包括複數光交換機及連接該複數光交換機的複數光纖，該錯誤偵測方法包括：

- a) 檢測該光通道網路系統的複數通道(tunnel)是否包含會造成資料遺失的一故障通道，其中各該通道分別經過複數構成零件；
- b) 於檢測到一或多條該故障通道時，查詢該一或多條故障通道的一定範圍中的所有該通道所經過的該複數構成零件；
- c) 分別計算查詢所得的各該構成零件的一故障計數，其中該故障計數代表各該構成零件分別被該一或多條故障通道經過的數量；及
- d) 該步驟 c) 後，輸出該故障計數非零的一或多個該構成零件。

【請求項2】 如請求項 1 所述的錯誤偵測方法，其中各該通道分別經過該複數光纖之一及該複數光交換機之一中的至少一光元件。

【請求項3】 如請求項 1 所述的錯誤偵測方法，其中該步驟 a) 包括持續監控該複數通道的一傳送端及一接收端，並且於任一該通道的該接收端的資料量與該傳送端的資料量的差異大於門檻值時認定該通道為該故障通道。

【請求項4】 如請求項 1 所述的錯誤偵測方法，其中該步驟 b) 包括查詢與該一或多條故障通道處於同一個光交換機群體 POD 的所有該通道所經過的該複數構成零件。

【請求項5】 如請求項 1 所述的錯誤偵測方法，其中該步驟 b) 包括查詢與該一或多條故障通道具有相同傳輸方向的所有該通道所經過的該複數構成零件。

【請求項6】 如請求項 1 所述的錯誤偵測方法，其中該步驟 b)包括查詢預先記錄的一拓樸架構以獲得一定範圍中的所有該通道所經過的該複數構成零件，其中該拓樸架構記錄該光通道網路系統中所有該構成零件的位置及連接關係。

【請求項7】 如請求項 1 所述的錯誤偵測方法，其中該步驟 c)之後更包括一步驟 c1)：於任一該構成零件被該複數通道中的任一正常通道經過時，將該構成零件的該故障計數設定為零。

【請求項8】 如請求項 1 所述的錯誤偵測方法，其中該步驟 d)包括：

d1)於預設的一容忍故障零件數量為一時，輸出該故障計數最大的該構成零件；及

d2)於預設的該容忍故障零件數量大於一時，對該故障計數非零的所有該構成零件進行排序後輸出。

【請求項9】 一種具有錯誤偵測功能的光通道網路系統，包括：

至少二光交換機，分別具有複數光元件；

複數光纖，連接該至少二光交換機；

複數通道，分別經過複數構成零件，用以於該至少二光交換機傳遞資料；

一記憶體，記錄每一通道及各該通道所經過的該等構成零件；及

一中央處理單元，被配置來於檢測到該複數通道包含會造成資料遺失的一或多條故障通道時，參考該記憶體來獲得一定範圍中的所有該通道所經過的該複數構成零件，並計算各該構成零件分別被該一或多條故障通道經過的一故障計數，再輸出該故障計算非零的一或多個該構成零件。

【請求項10】 如請求項 9 所述的光通道網路系統，其中各該通道至少經過該複數光纖之一及該複數光元件之一。

【請求項11】 如請求項 9 所述的光通道網路系統，其中該中央處理單元被配置來執行一故障診斷演算法以持續監控該複數通道的一傳送端及一接收端，並且於任一該通道的該接收端的資料量與該傳送端的資料量的差異大於門檻值時，認定該通道為該故障通道；其中，每一該通道分別被配置來將資料由一來源光交換機傳遞至一目的地光交換機，該傳送端為該來源光交換機的一輸出埠，並且該接收端為該目的地光交換機的一輸入埠。

【請求項12】 如請求項 9 所述的光通道網路系統，其中該一定範圍為與該一或多條故障通道處於同一個光交換機群體 POD 的所有該通道，或是與該一或多條故障通道具有相同傳輸方向的所有該通道。

【請求項13】 如請求項 9 所述的光通道網路系統，其中該中央處理單元被配置來於檢測到該一或多條故障通道時，讀取該記憶體中的一拓樸架構以獲得該一定範圍中的所有該通道所經過的該複數構成零件，其中該拓樸架構記錄該光通道網路系統中所有該構成零件的位置及連接關係。

【請求項14】 如請求項 9 所述的光通道網路系統，其中該中央處理單元被配置來於任一該構成零件被該複數通道中的任一正常通道經過時，將該構成零件的該故障計數設定為零。

【請求項15】 如請求項 9 所述的光通道網路系統，其中該中央處理單元被配置來於預設的一容忍故障零件數量為一時輸出該故障計數最大的該構成零件，並且於預設的該容忍故障零件數量大於一時對該故障計數非零的所有該構成零件進行排序後輸出。

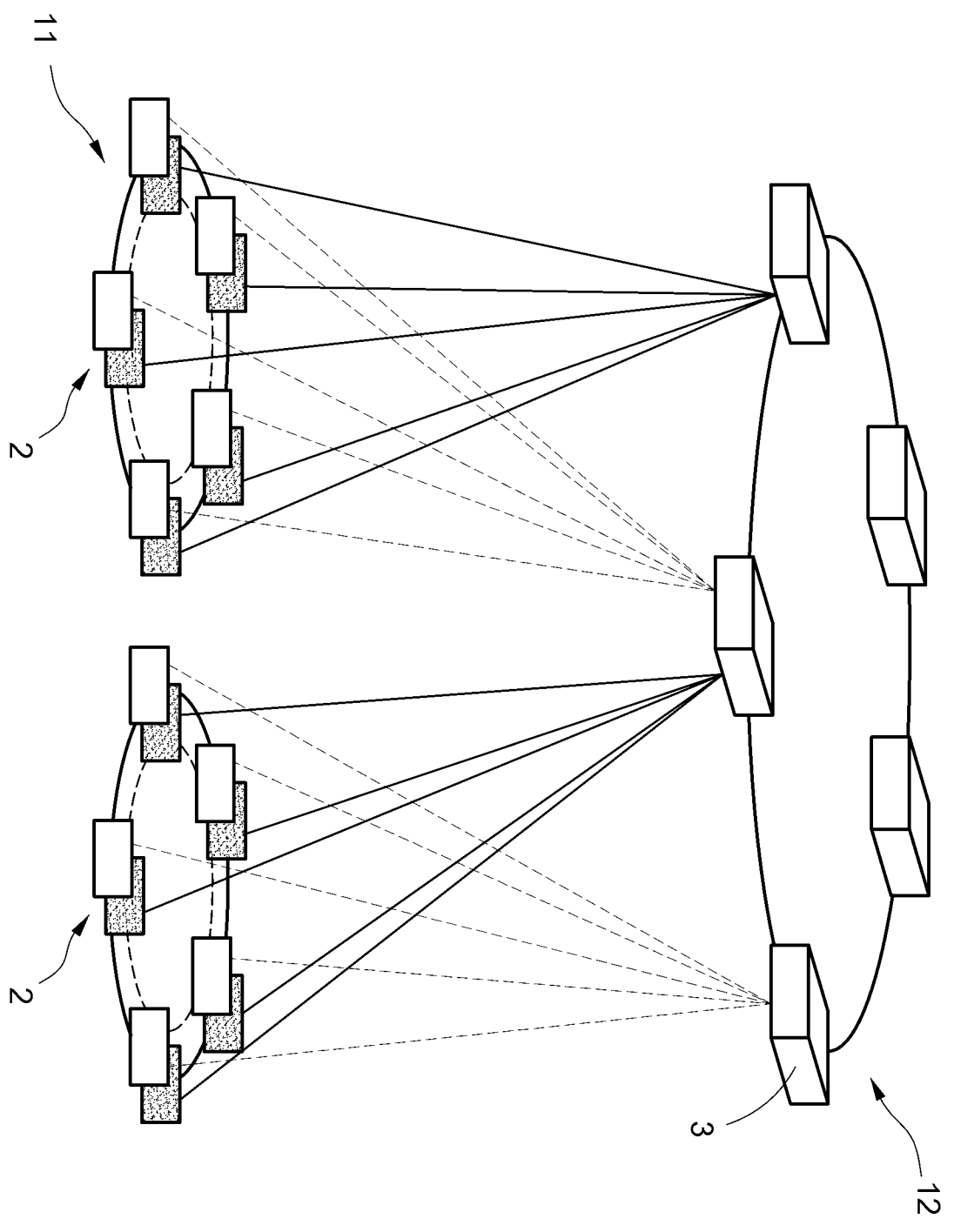


圖 1

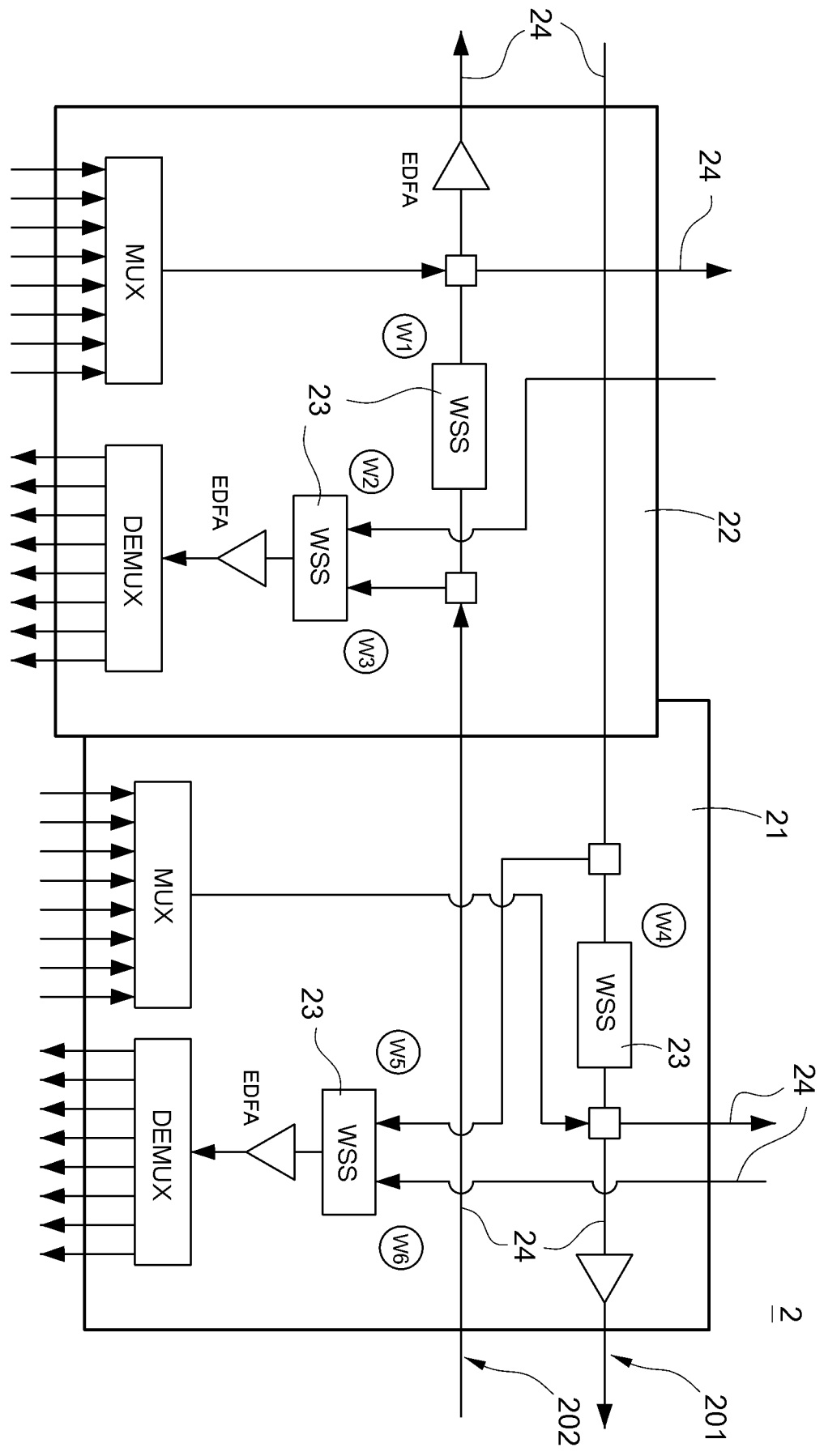


圖2

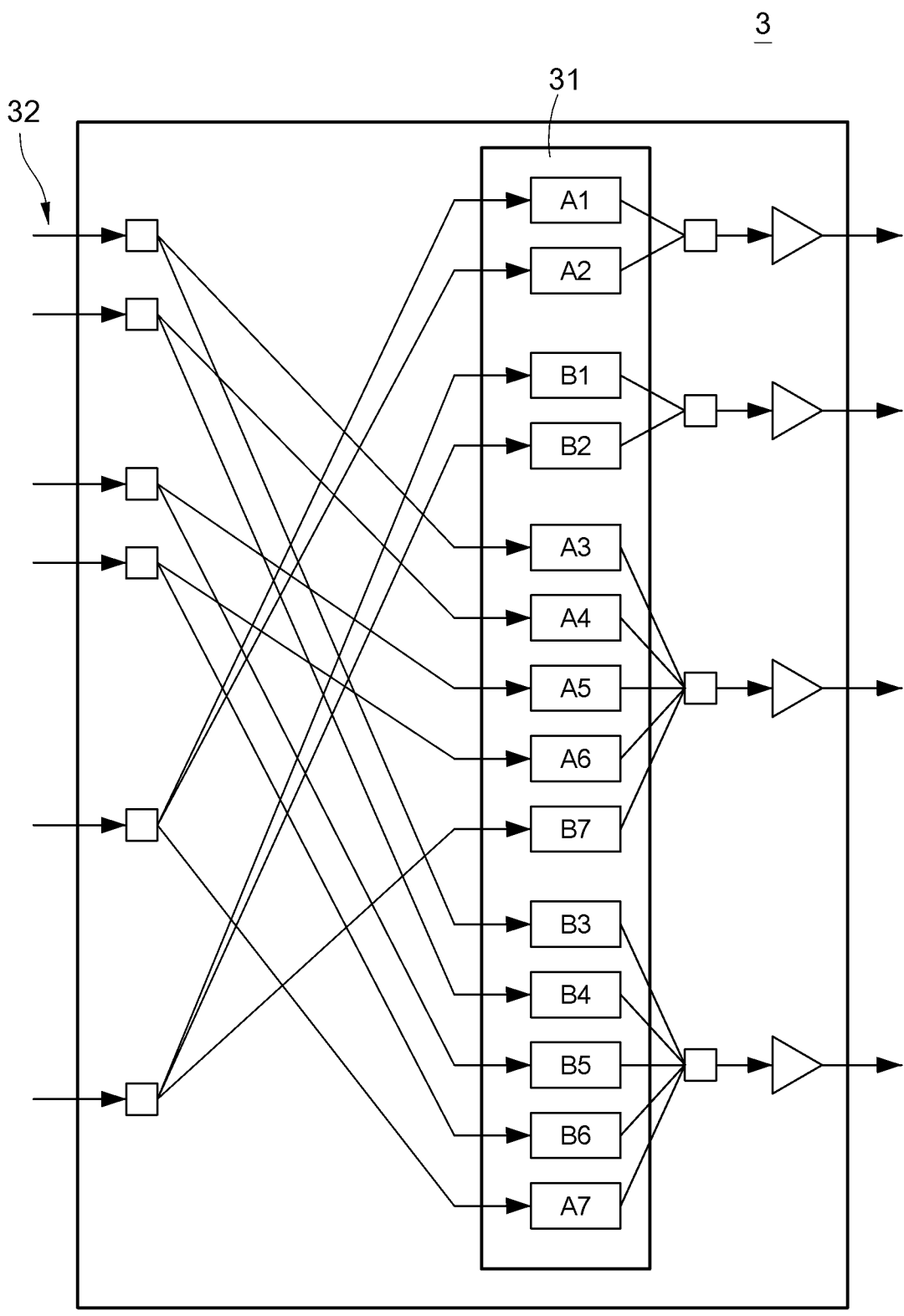


圖3

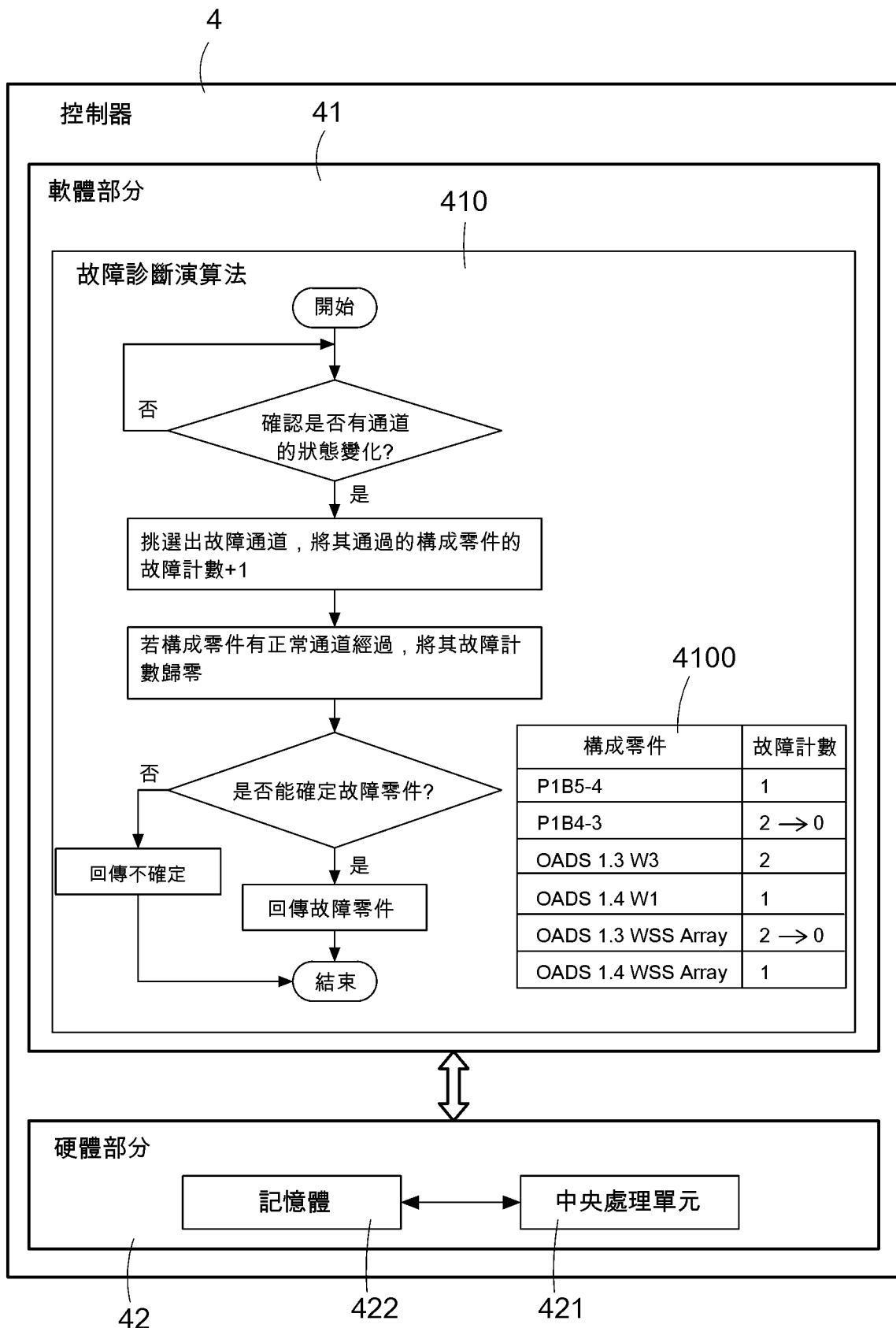


圖4A

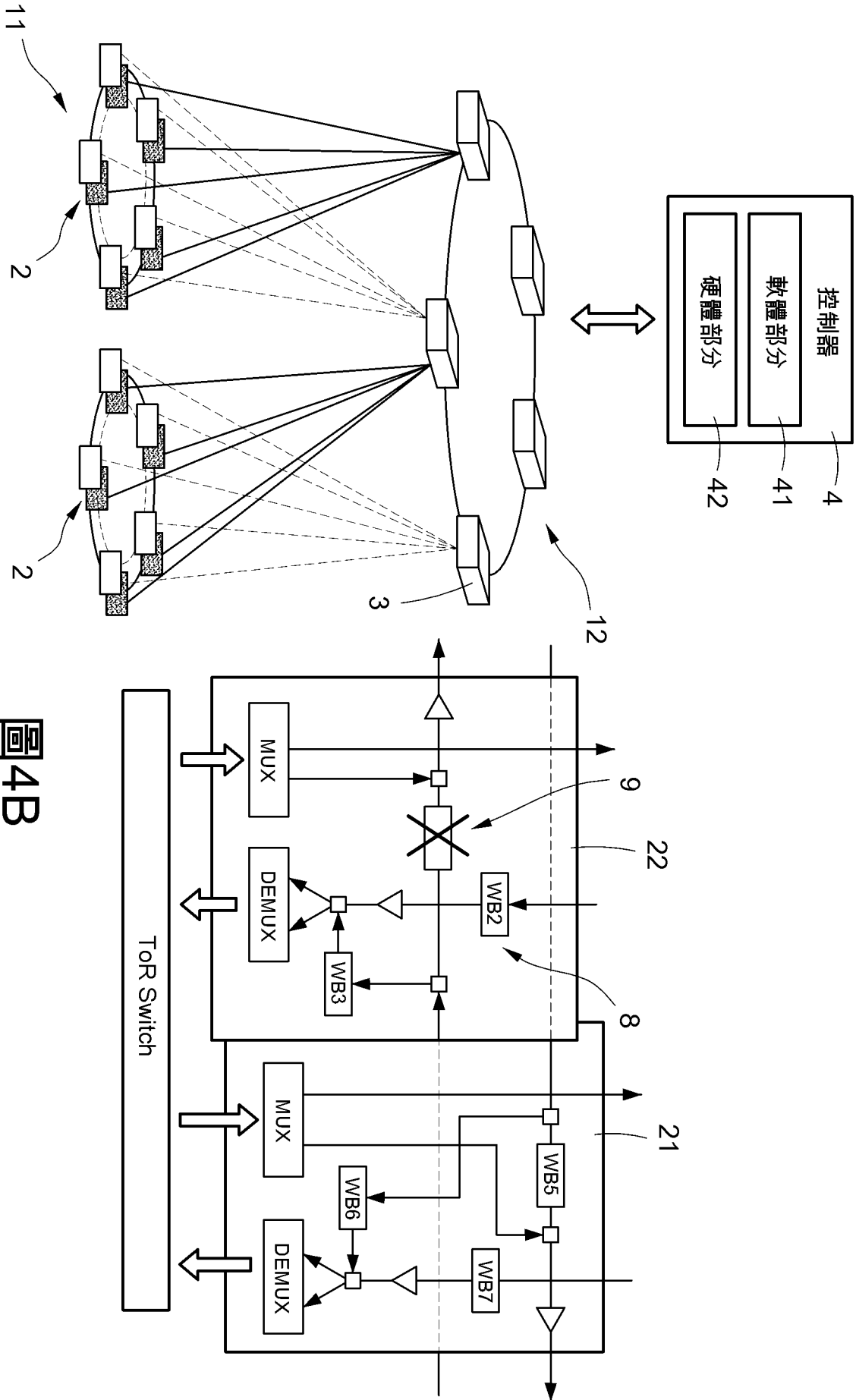


圖4B

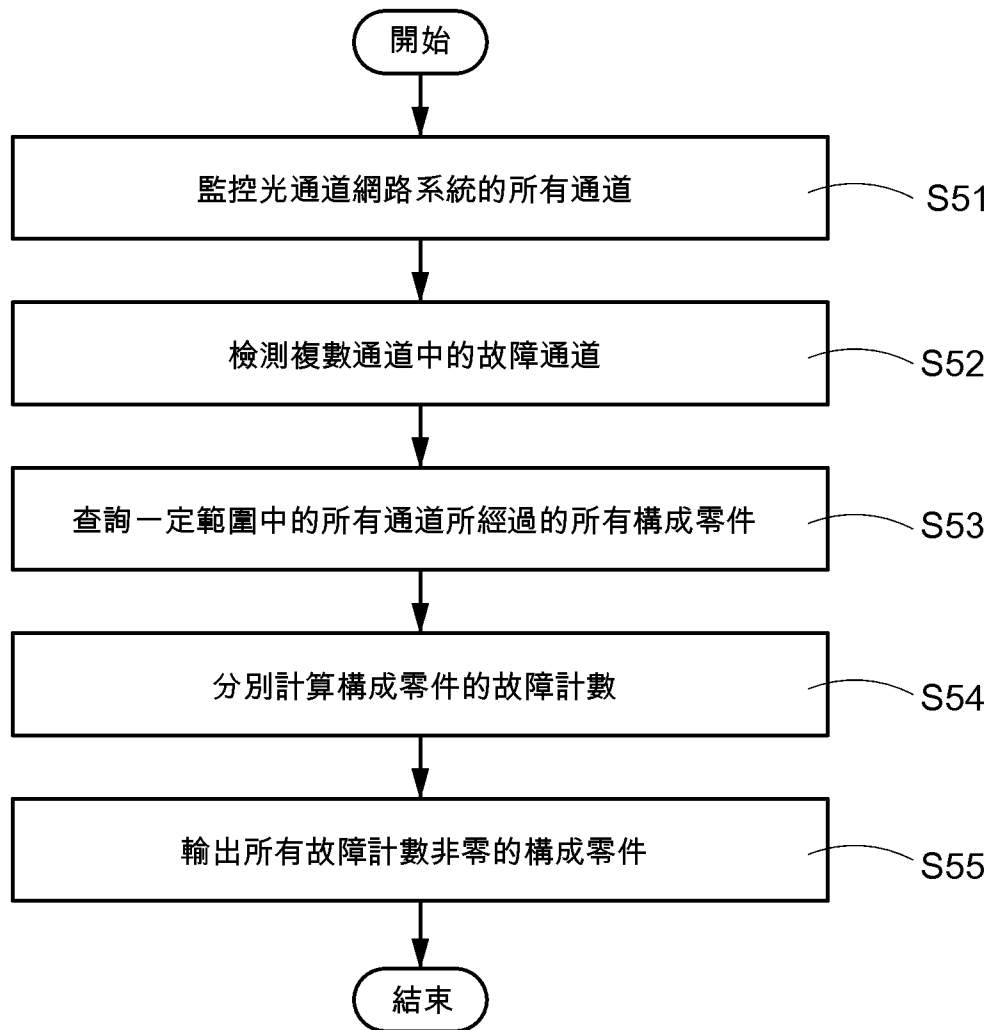


圖5

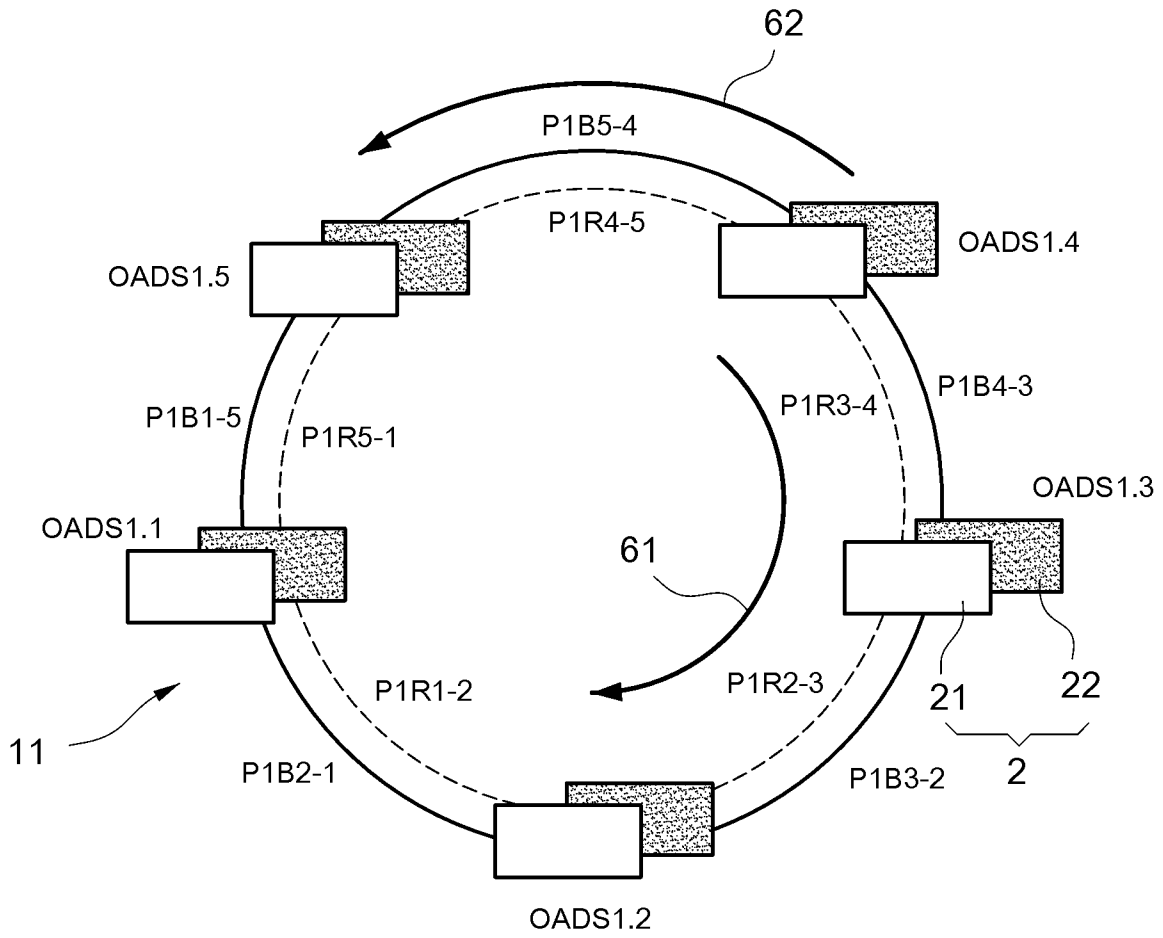


圖6

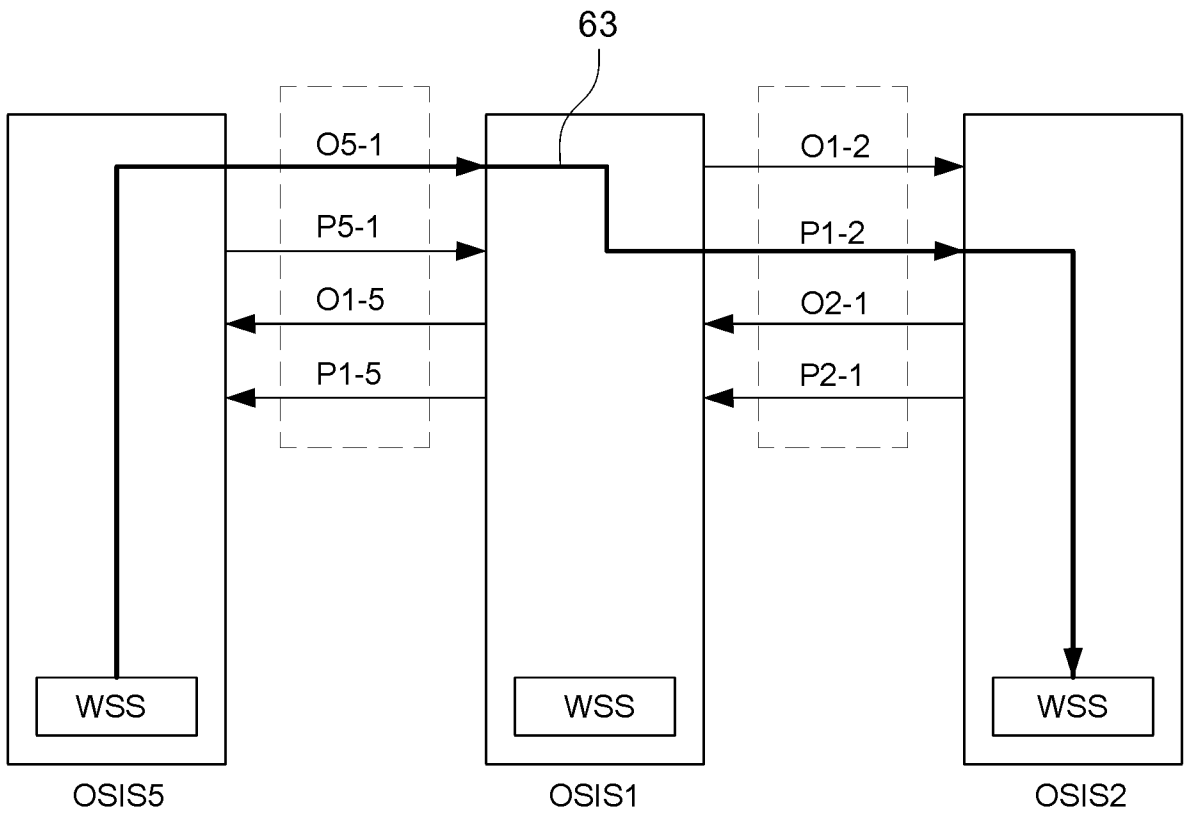
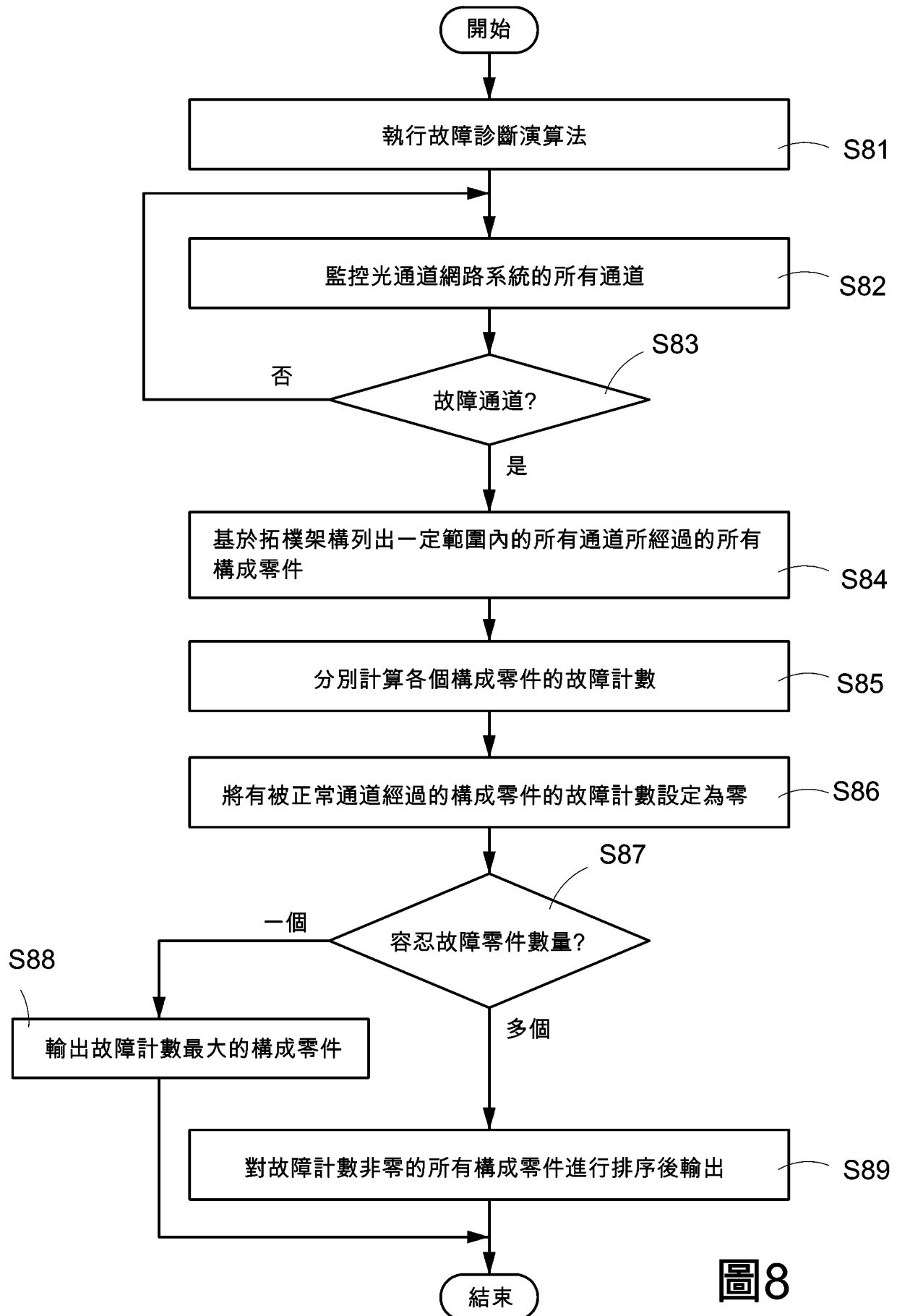


圖7



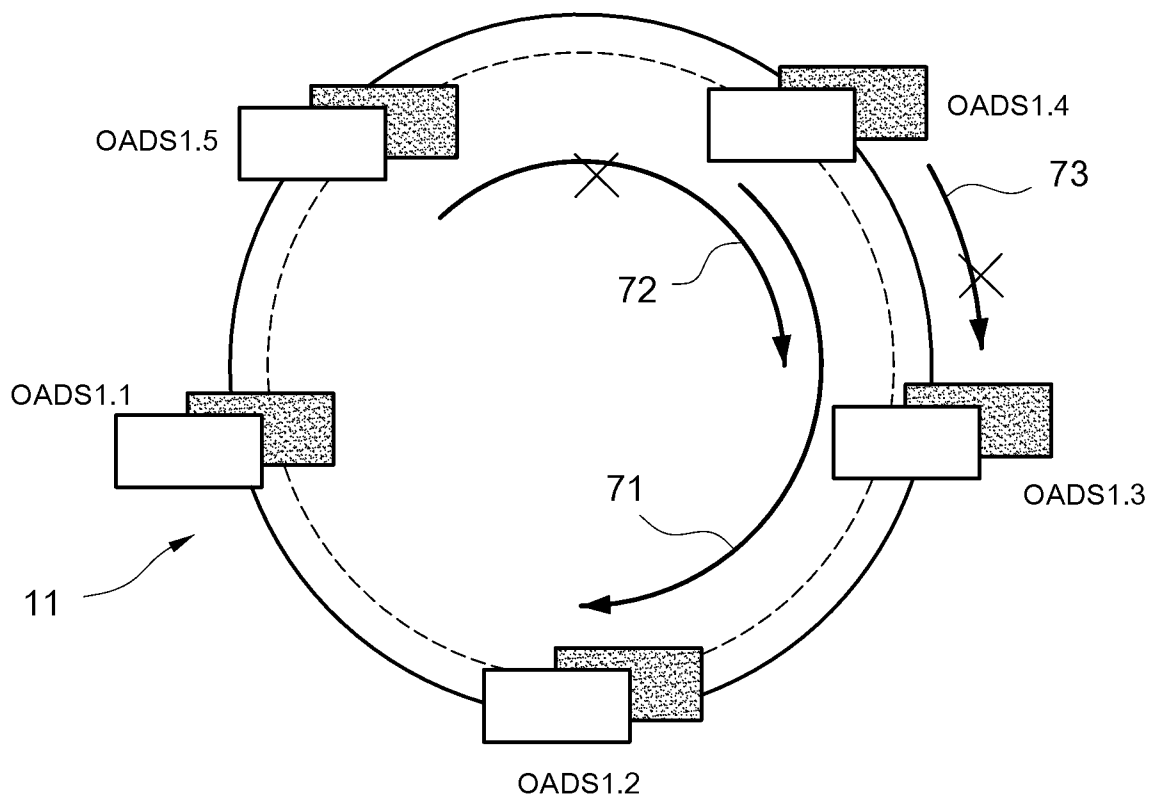


圖9