



(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 I430594 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：098134499

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 12 日

(51)Int. Cl. : **H04B10/25 (2013.01)**(30)優先權：2008/10/21 美國 61/107,251
2009/09/23 美國 12/565,680(71)申請人：泰克那維斯股份有限公司 (美國) TEKNOVUS, INC. (US)
美國

(72)發明人：葛斯瓦米 桑傑 GOSWAMI, SANJAY (US)；戴維斯 羅倫斯 DAVIS, LAWRENCE D. (US)；波伊德 愛德華 BOYD, EDWARD W. (US)

(74)代理人：莊志強

(56)參考文獻：

CN	101252525A	EP	1176765A1
EP	1835641A1	EP	1876736A1
US	2008/0037981A1	US	2008/0138063A1

審查人員：林東威

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：17 共 0 頁

(54)名稱

用於乙太網路被動光學網路中之保護切換的方法及系統

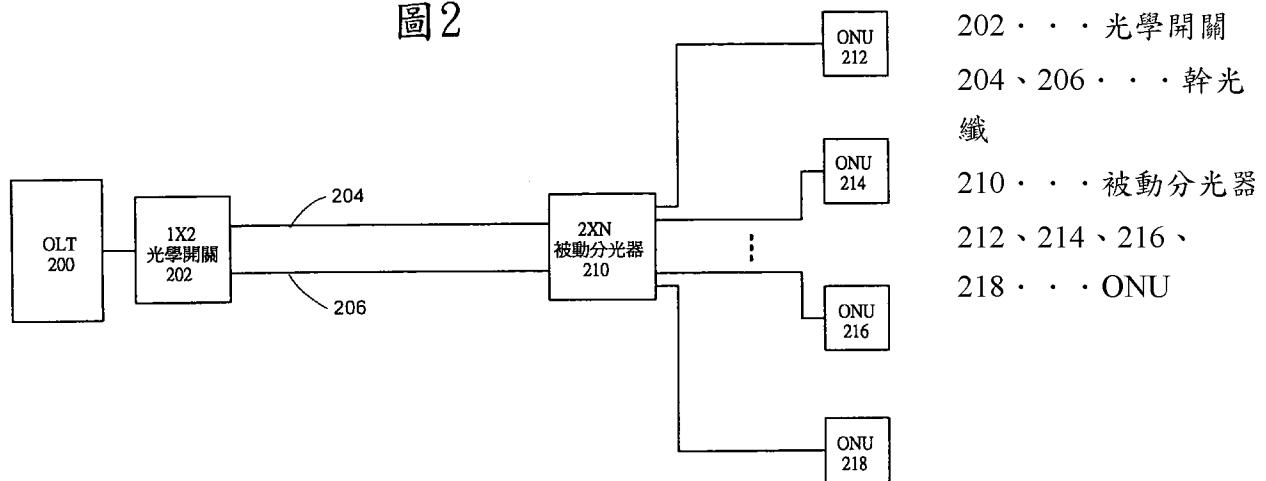
METHOD AND SYSTEM FOR PROTECTION SWITCHING IN ETHERNET PASSIVE OPTICAL NETWORKS

(57)摘要

一個實施例提供在一乙太網路被動光學網路(EPON)中實施保護切換的一種系統，該乙太網路被動光學網路包含一光路終端機(OLT)以及至少一光網路單元(ONU)。該系統係以用於該OLT及/或ONU之至少一冗餘組件組態，其中該冗餘組件可為光學或電氣組件，並可為一埠、線路卡或鍵路。該系統藉由偵測一故障及自動切換至該等冗餘組件以減少服務中斷時間而提供保護。該保護切換包含：在損失一多點控制協定(MPCP)訊息；一操作、管理及維護(OAM)訊息；以及在該實體層上的一訊號之至少一者的期間保存既存組態。該系統從該故障恢復而無須實施ONU發現。

One embodiment provides a system that performs protection switching in an Ethernet passive optical network (EPON), which includes an optical line terminal (OLT) and at least one optical network unit (ONU). The system is configured with at least one redundant component for the OLT and/or ONUs, wherein the redundant component can be optical or electrical, and can be a port, line card or link. The system provides protection by detecting a failure, and switching automatically to the redundant components to reduce service disruption time. The protection switching comprises: preserving the existing configuration over the loss of at least one of a multiple-point control protocol (MPCP) message; an operations, administration and maintenance (OAM) message; and a signal on the physical layer. The system recovers from the failure without performing ONU discovery.

圖2



發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98134499

※申請日：98年10月12日

※IPC分類：H04B 10/25 (2013.01)

一、發明名稱：（中文／英文）

用於乙太網路被動光學網路中之保護切換的方法及系統

Method and system for protection switching in ethernet passive optical networks

二、中文發明摘要：

一個實施例提供在一乙太網路被動光學網路（EPON）中實施保護切換的一種系統，該乙太網路被動光學網路包含一光路終端機（OLT）以及至少一光網路單元（ONU）。該系統係以用於該OLT及／或ONU之至少一冗餘組件組態，其中該冗餘組件可為光學或電氣組件，並可為一埠、線路卡或鏈路。該系統藉由偵測一故障及自動切換至該等冗餘組件以減少服務中斷時間而提供保護。該保護切換包含：在損失一多點控制協定（MPCP）訊息；一操作、管理及維護（OAM）訊息；以及在該實體層上的一訊號之至少一者的期間保存既存組態。該系統從該故障恢復而無須實施ONU發現。

三、英文發明摘要：

One embodiment provides a system that performs protection switching in an Ethernet passive optical network (EPON), which includes an optical line terminal (OLT) and at least one optical network unit (ONU). The system is configured with at least one redundant component for the OLT and/or ONUs, wherein the redundant component can be optical or electrical, and can be a port, line card or link. The system provides protection by detecting a failure, and switching automatically to the redundant components to reduce service disruption time. The protection switching comprises: preserving the existing configuration over the loss of at least one of a multiple-point control protocol (MPCP) message; an operations, administration and maintenance (OAM) message; and a signal on the physical layer. The system recovers from the failure without performing ONU discovery.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

200：OLT

202：光學開關

204、206：幹光纖

210：被動分光器

212、214、216、218：ONU

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

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

此揭示通常相關於乙太網路被動光學網路的設計。更具體地說，此揭示相關於乙太網路被動光學網路中的保護切換設計。

【先前技術】

為跟上漸增的網際網路流量，網路操作員已廣泛地部署光纖及光學傳輸設備，實質增加基幹網路的能力。然而，存取網路能力的對應增加尚未與基幹網路能力的增加匹配。即使使用寬頻方案，諸如數位用戶線（DSL）以及纜線數據機（CM），由目前存取網路提供的有限帶寬在將高帶寬傳送至終端使用者時仍存在嚴重的瓶頸。

在不同的競爭技術中，乙太網路被動光學網路（EPON）係次世代存取網路的最佳候選者之一。EPON 將不昂貴的被動光學網路與普遍存在的乙太網路技術結合，提供具有被動光學網路的成本效益及高容量之乙太網路的簡單性及可調整性。使用光纖的高帶寬，EPON 可同步容納寬頻語音、資料、以及視訊流量。難以使用 DSL 或 CM 技術提供此種整合服務。再者，EPON 更適用於網際網路協定（IP）流量，因為乙太網路訊框可以不同尺寸直接封裝原生 IP 封包，反之 ATM 被動光學網路（APON）使用固定尺寸的 ATM 胞元並因此需要封包片段以及重組。

典型地，EPON 係使用在該網路的「第一哩路」中，

其提供該服務提供者總局與商業或住宅用戶之間的連接性。該「第一哩路」通常係邏輯上的點對多點網路，其中總局服務許多用戶。例如，EPON 可採用樹狀拓撲，其中一幹光纖將該總局耦合至被動光學分光器/組合器。經由許多分支光纖，該被動光學分光器/組合器將下游光學訊號分割及分配至用戶，並組合來自用戶的上游光學訊號（參見圖 1）。

EPON 內的傳輸係在光路終端機（OLT）及光網路單元（ONU）之間實施。該 OLT 通常位於該總局中並將該光學存取網路耦合至城域基幹，例如，其可係屬於網際網路服務供應者（ISP）或區域交換電信業者的外部網路。ONU 可位於路邊或終端使用者位置之任一者，並可提供寬頻語音、資料、以及視訊服務。ONU 耦合至一對 $N(1 \times N)$ 被動光學耦合器，其中 N 係 ONU 的數量，且該被動光學耦合器在光學鏈路上耦合至該 OLT。可能使用許多串接之光學分光器/耦合器以增加 ONU 的數量。此組態可顯著地節省光纖的數量及硬體量。

EOPN 內的通訊包含下游流量及上游流量。在以下描述中，「下游」指從 OLT 至一或多個 ONU 的方向，而「上游」指從 ONU 至該 OLT 的方向。在下游方向中，因為該 $1 \times N$ 被動光學耦合器的廣播本質，資料封包係由該 OLT 對所有 ONU 廣播，並由彼等之目的 ONU 選擇性地擷取。此外，將各 ONU 指定一或多個邏輯鏈接識別符（LLID），且由該 OLT 傳輸的資料封包典型地指定該目的 ONU 的

LLID。在上游方向中，該等 ONU 必須分享通道容量及資源，因為僅有一鏈結將該被動光學耦合器耦合至該 OLT。

運載重要服務，像是視訊及 VoIP，之以 EPON 為基的存取網路之部署要求該網路隨時就緒。在設計上，EPON 在該總局及用戶間不具有主動組件。當涉及保持該網路就緒及運行時，此提供電信業者巨大的有利條件。該組態的其他部分仍必須受保護。光纖主幹易受由於斷線或不可接受之訊號衰減之任一者的故障所影響。光成份（像是雷射）隨時間衰減或失效，聽任服務在非期望期間停止。該 OLT 線路卡及 ONU 上的電氣組件也易受完全故障所影響。因此，電信業者經常必須規畫冗餘系統。保護切換對冗餘網路係最重要的。缺少自動保護，該服務中斷時間可從數分鐘至數天。

【發明內容】

一個實施例提供在一乙太網路被動光學網路（EPON）中實施保護切換的一種系統，該乙太網路被動光學網路包含一光路終端機（OLT）以及至少一光網路單元（ONU）。該系統係以用於在該 EPON 中的該 OLT 及／或 ONU 之至少一冗餘組件組態，其中該冗餘組件可為光學或電氣組件，並可為一埠、線路卡或鏈路。該系統藉由偵測一故障及自動切換至該等冗餘組件以減少服務中斷時間而提供保護。該保護切換包括：在損失一多點控制協定（ MPCP ）訊息、一操作、管理及維護（ OAM ）訊息、以及在該實

體層上的一訊號之至少一者的期間保存既存組態。然後該系統使用已保存組態組態備用組件，以恢復網路作業。

在此實施例的變化中，組態該 OLT 包含實施下列作業之至少一者：針對鏈路保護，組態耦合至一光纖之該 OLT 終端的二收發器；針對埠保護，組態二埠，其中工作埠及保護埠可能位於單一 OLT 晶片上、或在單一 OLT 線路卡但不同的 OLT 晶片上、或在不同的 OLT 線路卡上；針對埠保護，組態一後備埠及一或多個工作埠，其中該後備埠可保護任何一個該等工作埠；針對線路卡保護，組態一備用線路卡及一或多個工作線路卡，其中該備用線路卡可保護任何一個該等工作線路卡；以及針對上行鏈路埠保護，將上游流量切換至一保護上行鏈路埠。

在此實施例的變化中，組態該 ONU 包含實施下列作業之至少一者：針對鏈路保護，組態耦合至一光纖之該 ONU 終端的二收發器；針對埠保護，組態二埠，其中工作及後備埠位於單一 ONU 上，或在以一開關耦合的不同 ONU 上；使用耦合至該 ONU 的一埠以及分別耦合至該工作及後備光纖的其他二埠組態一 1 對 2 光學開關。

在其他變化中，該工作及後備埠位於單一 ONU 上，其中該系統組態成支援將 ONU 流量複製至該工作及後備埠二者上。

在其他變化中，該工作及後備埠位於單一 ONU 上，其中該系統另外組態成偵測在該工作埠上的故障並切換至該後備埠，以及監視在該後備埠上的光學訊號，以將後備

路徑故障報告至該 ONU。

在其他變化中，該系統支援組態該工作及後備埠二者於作業模式，並分享在該工作及後備埠之間的正常流量負載。

在此實施例的變化中，該系統保存既存 OLT 及 ONU 組態，並使用共同組態組態該備用組件，以減少保護切換時間。

在此實施例的變化中，該系統提供具有平衡幹線路徑的網路，以避免保護切換中的距離調整。

在此實施例的變化中，由該系統實施的關鍵鏈路組態步驟包含對保護路徑施用距離移位、以及具有優先服務發現的直接登錄。該工作 OLT 及該後備 OLT 可依次實施測距，或與在該後備 OLT 中的傳輸雷射關閉同步地實施測距。

在其他變化中，該系統組態成維持一 OLT 網際網路協定多播（IPMC）代理伺服器，其組態成當切換發生時，容許下游 IPMC 流量無任何限制的流動；藉由傳送啓始詢問，發現目前由 ONU 使用的多播群組，而建立一多播群組資料庫；以及返回至一正常作業模式。

在此實施例的變化中，該系統另外組態成實施按需保護切換，以回應於一保護切換指令。

【實施方式】

呈現以下描述以致能任何熟悉本發明之人士製造及使

用該等實施例，並將其提供在特定應用及其必要條件的上下文中。該等已揭示實施例的各種修改對熟悉本發明之人士將係顯而易見的，且界定於本文的普遍原理可能施用至其他實施例及應用上而不脫離本揭示之精神及範圍。因此，本發明不限於已顯示的該等實施例，而待給予與本文所揭示之該等原理及特性符合的最廣寬範圍。

在此詳細描述中描述的該作業程序可能儲存在數位電路可讀儲存媒體中，其可能係可儲存供數位電路使用之碼及／或資料的任何裝置或媒體。此包含，但未受限於，特定應用積體電路（ASIC）、場效可規劃閘極陣列（FPGA）半導體記憶體、磁性及光學儲存裝置，諸如磁碟機、磁帶、以及CD（光碟）及DVD（數位多樣化光碟或數位視訊光碟）。

被動光學網路拓撲

圖1描繪包含經由光纖及被動光學分光器耦合總局及許多用戶的被動光學網路（先前技術）。被動光學分光器102以及光纖將用戶耦合至總局101。被動光學分光器102可位於接近終端使用者的位置，以最小化最初光纖部署成本。總局101可耦合至外部網路103，諸如由網際網路服務供應者（ISP）操作之都會區域網路。雖然圖1描繪樹狀拓撲，PON也可基於其他拓撲，諸如邏輯環或邏輯匯流排。

使用光學開關的 EPON 保護

圖 2 描繪藉由使用二幹光纖 204 及 206 以將在總局的 OLT 200 耦合至 $2 \times N$ 被動分光器 210 而實現的光纖鏈接保護，該被動分光器經由光纖與 ONU 212、214、216、以及 218 耦合。幹光纖 204 及 206 之一者的功能如同工作鏈接，且另一者作為後備鏈接。該等幹光纖理想上針對保護目的採用多種地理路徑。當在該工作幹光纖上偵測到鏈接故障時， 1×2 光學開關 202 提供至該後備幹光纖的保護切換。此拓撲對該光纖鏈接提供 1 : 1 保護。

該等 OLT 埠上的雷射易受老化或衰減所影響。圖 3 描繪在 OLT 300 上具有後備埠 306 之針對工作埠 304 的埠保護。當在該工作埠 304 上偵測到故障時， 2×1 光學開關 302 切換至後備埠 306 上。因為僅有將光學開關 302 耦合至 $1 \times N$ 被動光學分光器 310 的單光纖鏈接，其與 ONU 312、314、316、以及 318 耦合，此拓撲針對該 OLT 上的雷射及電氣組件提供 1 : 1 保護。

藉由組合圖 2 及圖 3 所顯示的該保護組態，可實現 1 : 1 之 OLT 埠以及光纖鏈接保護。圖 4 描繪具有工作埠 401、後備埠 403、工作幹光纖 405、以及後備幹光纖 407 的組合拓撲。當在該工作埠 401 上偵測到故障時， 2×2 光學開關 402 提供至後備埠 403 的保護切換。此外，二幹光纖 405 及 407 係用於將在總局的 2×2 光學開關 402 耦合至 $2 \times N$ 被動分光器 410，其與 ONU 412、414、416、以及 418 耦合。當在該工作幹光纖 405 上偵測到鏈接故障時，

2×2 光學開關 402 提供至後備幹光纖 407 的保護切換。此拓撲針對該 OLT 埠上的雷射及電氣組件提供 1：1 保護，並對該光纖鏈接提供 1：1 保護。

圖 5 描繪藉由耦合 OLT 線路卡 500、502、以及 504 與 NxN 光學開關 510 而實現的 1：N 線路卡保護方案。此拓撲中的後備 OLT 線路卡 504 可保護工作 OLT 線路卡 500 及 502 之任一者。耦合至後備 OLT 線路卡 504 的 ONU 520 位於該總局中並以預設組態組態（亦即，其作為「虛擬」ONU 使用）。ONU 520 的目的係確保後備 OLT 線路卡 504 保持在作業狀態中。可對 ONU 520 實施週期迴路測試，以檢查後備 OLT 504 上的組件健康度。

圖 5 所顯示的該拓撲針對工作線路卡 500 及 502 提供埠及線路卡保護二者。在該總局以 ONU 之間的光纖鏈接未受保護。然而，可藉由以 Nx2N 光學開關取代 NxN 光學開關 510、以 $2 \times N$ 分光器取代 $1 \times N$ 被動分光器 516 及 518、並針對在光學開關 510 及被動光學分光器 516 與 518 之間的各光纖鏈接 512 以及 514 加入後備光纖主幹，而實現 1：N 線路卡保護以及 1：1 光纖鏈接保護二者。此外，如果埠及線路卡故障，後備 OLT 線路卡 504 可保護工作 OLT 線路卡 500 及 502 之任一者。此拓撲提供對鏈接、埠、以及線路卡故障的最佳保護。

光學「無開關」EPON 保護

以下的 EPON 保護拓撲不需要使用外部光學開關，但

基於所使用之保護拓撲，涉及既存 OLT 線路卡或 ONU 硬體的修改。使用此等拓撲的全體每埠保護成本將遠低於基於上述拓撲之光學開關。

圖 6 描繪光學「無開關」的保護拓撲，具有修改成包含經由多工器 616 耦合至 OLT ASIC 610 之二光學收發器 620 及 622 的 OLT 線路卡 600。多工器 616 及至收發器 620 以及 622 的電源係由來自 OLT ASIC 610 的通用輸入 / 輸出 (GPIO) 介面 612 所控制。若工作光纖鏈接 624 或工作收發器 620 失效，至後備光纖鏈接 626 及後備收發器 622 的轉接可藉由 OLT ASIC 610 使用 GPIO 612 產生。假定該整體組態已保持在該 OLT ASIC 中，此組態提供最快速的保護切換且不需要外部光學開關。

該 OLT 線路卡架構具有充份的彈性，使得其他「無開關」保護組態係可能的。圖 7 描繪未使用多工器的 1 : 1 埠保護組態。OLT 線路卡 700 包含二 OLT ASIC 晶片 701 及 702，且各 ASIC 晶片支援二埠。可將 OLT 晶片 701 上的埠 711 及 712 組態為工作及後備埠對，並將 OLT 晶片 702 上的埠 713 及 714 組態為工作及後備埠對。另一可能的組態係將 OLT 晶片 701 使用為工作晶片並將 OLT 晶片 702 使用為後備晶片，以實現 1 : 1 OLT 晶片保護。在此種情形中，埠 711 及 712 係藉由 OLT 線路卡 700 上的後備埠 713 及 714 保護的工作埠。

圖 8 描繪另一組態，其中使用 4x4 交叉連接以耦合四收發器 801、802、803、以及 804。若將該等收發器之一

者組態為後備，此成本效益架構實現 1：3 埠保護。例如，將收發器 801、802、以及 803 組態為藉由後備埠 804 保護的工作埠。若收發器 801、802、及 803 之任一者故障，可產生至後備埠 804 的轉接。此外，藉由採用二張相同的 OLT 線路卡 800 並將其中一者使用為後備，可實現具有 1：1 線路卡保護的四工作埠。

圖 9A 及圖 9B 描繪具有已修改 ONU 的光學「無開關」保護拓撲。圖 9 中的 ONU 900 包含二 ONU ASIC 晶片 902 及 904。ONU 晶片 902 係經由 1xN 被動分光器 914 與 OLT 910 耦合，且 ONU 晶片 904 係經由 1xN 被動分光器 916 與 OLT 912 耦合。相似地，圖 9B 中的 ONU 950 具有經由光學或電氣開關之任一者耦合至 OLT 960 及 OLT 962 的二光纖。在二種情形中，該等受保護之 ONU 經由不同的二地理路徑耦合至不同之二 EPON 網路。在此種拓撲中，該 ONU 偵測訊號損失並從該工作路徑切換至後備路徑。此拓撲也可提供 1+1 保護，其中二路徑運載來自及送至 OLT 的資料通訊。然而，在保護期間的可使用帶寬將受限制，且僅可將故障路徑上的關鍵服務切換至該工作路徑。

圖 10 描繪依據本發明實施例之具有雙光學收發器的 1：1 全光纖路徑及 ONU 保護拓撲。ONU 1000 包含經由多工器 1003 耦合至 ONU ASIC 1004 的二光學收發器 1001 及 1002。收發器 1001 經由 1xN 被動分光器 1014 與 OLT 1010 耦合，且收發器 1002 經由 1xN 被動分光器 1016 與 OLT 1012 耦合。在一實施例中，具有雙收發器的 ONU，

諸如圖 10 所示之 ONU 1000，係以經由內部整合電路（I2C）介面耦合至該 ONU ASIC 的光學訊號偵測電路組態。ONU 1000 可執行週期地開啓該等收發器的電源以檢查各路徑的狀態，或保持對二收發器供電以經由該 I2C 介面監視光學功率位準之任一者。例如，當首次開啓電源時，ONU 1000 檢查路徑 1020 上的訊號並基於該已偵測訊號決定是否登錄 OLT 1010。若該訊號為 ON，可能嘗試登錄。一旦登錄，ONU 1000 隨後檢查另一路徑 1022 上的訊號狀態。若偵測到 ON 訊號，ONU 1000 切換至由 OAM 強制之路徑 1022 上的 OLT 1012。然後 ONU 1000 登錄至 OLT 1012 並將 OLT 1010 使用為該後備 OLT。至此 ONU 1000 已登錄在二 OLT 上並備妥保護切換。每當後備路徑 1020 上的訊號為 OFF 時，可將至後備 OLT 1010 的重登錄排程在次一維護窗中，以確保後備路徑在該訊號修復後已備妥保護切換。警報係由 ONU 1000 對該光學訊號之 ON 及 OFF 狀態中的任何改變所觸發，以向控制器／主機軟體通知故障。此訊號偵測電路提供偵測及通知該後備路徑上之故障的簡單方式。

如圖 11 所描繪的，經由上行鏈路 1103 耦合至上游開關 1101 之 OLT 1110 的工作上行鏈路埠 1105 係由經由上行鏈路 1104 耦合至上游開關 1102 之後備上行鏈路埠 1106 所保護。此組態對上游鏈接 1103 及 OLT 上行鏈路埠 1105 的故障提供 1：1 保護。所有來自故障埠 1105 的流量將切換至後備埠 1106。若 1+1 保護較佳且在正常作業期間將

埠 1105 及 1106 二者組態為工作埠，當彼等之一者故障時，可使用的總帶寬將受限。在一實施例中，僅將故障埠上的關鍵服務切換至該後備埠。

快速保護切換技術

對存取網路邊緣之硬體故障的保護對消費者服務係極其重要的。EPON 中之保護切換的目的係以有成本效益之方式實現最快速的可能恢復，以減少服務中斷。EPON 保護切換涉及四個主要部分 - (a) 故障偵測、(b) 基於已偵測故障的種類，切換至後備埠、鏈接、及／或線路卡、(c) 若有必要，備份 OLT 組態、以及 (d) 提出服務。實施此等任務所需之時間係重要因素。在一實施例中，該控制器 / 主機軟體實施故障偵測任務。該光學開關及／或 OLT/ONU 可協助偵測各種故障。該等故障至少包含下列場景之一者或彼等之組合：上游光學訊號損失、ONU 損失、該 PON 上的多個鏈接損失、低於特定臨界的網路效能衰減、以及極度的循環冗餘檢查 (CRC)、線路編碼、或框檢查順序 (FCS) 錯誤。

在上述之以光學開關為基的保護拓撲中，控制器 / 主機控制該光學開關。一旦偵測到故障，該光學埠切換指令係基於該已偵測故障的種類由該控制器發佈。在斷線情形中，當切換至該後備光纖鏈接時，該主機可使用相同的 OLT 線路卡。若該網路係細心地規畫及佈置的，可在導致較快速服務恢復的此場景中避免該 OLT 線路卡的重組態

。在 1：1 線路卡故障保護中，該控制器/主機軟體可預組態該後備 OLT 並節省珍貴的組態時間。在 1：N 線路卡故障保護中，該後備 OLT 係由該控制器即時組態。該控制器不依賴從該故障線路卡取回既存組態係重要的，該故障線路卡可能係不可存取的。理想上，該控制器保持提供資訊，以傳送至該後備 OLT 卡。

可將該後備 OLT 的提供分割為五個部分：該框架中的所有 OLT 之間的共同組態、該 EPON 中的 ONU 的組態、該受保護 EPON 作業所需之特定鏈接組態、IP 多播（IPMC）群組資料庫、以及其他非關鍵組態。多數的電信業者網路在該框架中的所有 OLT 之間會具有特定共同組態。特定網路參數、總體 IPMC 組態、總體橋接組態、分享域等在此分類中。該後備 OLT 可針對所有此等共同參數預先組態，所以可將保護切換期間的珍貴時間用於組態關鍵的鏈接相關參數。

與 ONU 鏈接相關的關鍵組態必須在保護切換期間內完成。此涉及專屬域、路徑、目的及服務等級協議（SLA）的致能。典型的 ONU 可具有三至四個鏈接。通常，此等鏈接的二至三個鏈接與優先橋接模式關聯。此等鏈接之一者正常係分享域的一部分。該分享域可組態為備用 OLT 中之共同組態的一部分。此等分享域的目的必須在該保護切換期間內組態。針對該等專屬優先域，該域、該目的、以及該等路徑必須在保護切換時組態。

若該架框中的不同 OLT 之間的目的具有共同路徑，

該主機可預先將該後備 OLT 上的該併列及路徑預組態為該共同組態的一部分，以節省該保護切換期間的恢復時間。預設的 SLA 也可使用在該關鍵組態階段中，以首先修復服務，且特定 SLA 可在該等服務修復後，稍後在該非關鍵組態階段中提供。加密係可在服務啓動後修復之另一非關鍵組態。任何特定組態項目可能在各部署間改變。

OLT 備用及 ONU 殘餘

多點控制協定（ MPCP ）在 EPON 中提供自恢復、登錄、帶寬輪詢、以及測距。當首先對 EPON 供電時，或當新 ONU 加入該 PON 時，該 ONU 將彼等之存在及容量通知該 OLT 。然後該 OLT 將獨特的邏輯鏈接 ID (LLID) 及帶寬指定給 ONU ，並在該分享光學媒體上協調 ONU 之間的通訊。此外，操作、管理及維護（ OAM ）的發現處理提供監視在 OLT 及 ONU 之間的鏈接狀態的機制。

在該保護切換處理期間，因為該 OLT 及 ONU 已知道在最初 MPCP 登錄及 OAM 發現期間所發現之該等參數的多數，只要該殘餘計時器未過期，可跳過該 MPCP 登錄及 OAM 發現。因此將 ONU 殘餘模式致能，以針對快速保護切換保持該等 ONU 的目前狀態。一旦實施至該後備鏈接的該切換時，在該殘餘模式中的 ONU 僅須要再取得時脈與資料回復（ CDR ）及 MPCP 同步。該 OLT 須要針對各 ONU 調整距離值，因為該後備鏈接暗示不同的光纖長度。本發明的一實施例也提供直接服務登錄及 IPMC 群組保護

技術，以確保快速服務恢復，其將於以下各節中描述。該 ONU 殘餘模式可消除該發現處理並顯著地減少該保護切換時間。

理想上，當該 EPON 中的 ONU 切換至該殘餘模式時，彼等保持多數的組態狀態資訊。此可能要求 ONU 在觀察到雷射損失或鏈接衰減時推遲正常處理，並等待該後備 OLT 變為有效。該殘餘模式不僅節省再組態所有 ONU 的時間，也確保直接服務登錄以及多點群組保護。該後備 OLT 具有與該故障 OLT 不同的來源 MAC 位址。正常地，此 MAC 位址的改變指示包含報告模式及 FEC 之重複的不同 ONU 再發現。在一實施例中，該殘餘模式可除能此處理並保持用於該後備 OLT 的相同設定。已保持的 ONU 屬性包含先前指定的 LLID、已發現的 OAM 能力，諸如最大訊框長度及支援 OAM 擴充、以及報告模式及 FEC 設定。

圖 12A 描繪依據本發明實施例之 1：1 OLT 線路卡保護方案。OLT 1200 係以分別經由幹光纖 1212 及 1214 耦合至被動分光器 1216 的二線路卡 1202 及 1204 所組態。將線路卡 1202 組態為工作線路卡且將線路卡 1204 組態為備用線路卡。當對該 PON 供電時，第一 ONU 登錄至二線路卡，以決定在該在二幹光纖上的往返時間。僅將後續 ONU 登錄至工作線路卡 1202，然而，針對快速保護切換目的，將該登錄資訊複製至後備線路卡 1204。將該後備線路卡稱為維護靜態登錄。因為沒有上游流量經過後備線路卡 1204，在習知作業中，由於缺乏適當的 MPCP 或 OAM

通訊，該後備線路卡可解登錄所有的 ONU。為避免此解登錄，加入新的備用模式。在此備用模式中，後備 OLT 線路卡保持所有的 ONU 登錄資訊及 LLID，而不解登錄。當線路卡 1202 或幹光纖 1212 故障時，OLT 1200 切換至具有正確登錄資訊之後備線路卡 1204 及幹光纖 1214 以及在殘餘中的 ONU，以確保快速保護切換。

圖 12B 描繪依據本發明實施例的全路徑保護方案。在 OLT 1200 及 ONU 1220 之間存在二獨立路徑。例如，ONU 1220 可能將經由幹光纖 1212 及分支光纖 1216 的第一路徑選擇為工作路徑，並將經由幹光纖 1214 及分支光纖 1218 的第二路徑選擇為該後備路徑。相似於圖 12A，OLT 1200 以二線路卡 1202 及 1204 組態，其中後備線路卡 1204 係在備用模式中並維持 ONU 1220 的靜態登錄。當幹光纖 1212 或分支光纖 1216 斷線時，ONU 晶片 1222 切換至該後備路徑。假定該整體組態係保持在 OLT 1200 及 ONU 1220 二者中，且該轉接係由該 ONU 初始，此組態提供彈性的保護切換。

圖 12A 及 12B 中所顯示的二保護方案可應用至該 1:N 保護情形。唯一的不同係該備用 OLT 線路卡不保持靜態登錄。當保護切換發生時，該登錄資訊必須從受保護的工作 OLT 複製至該備用 OLT。須注意 OLT 備用及 ONU 殘餘並未受限於圖 12A 及 12B 所顯示的保護方案。彼等施用至任何其他的網路拓撲。

OLT 測距調整

在從 ONU 至 OLT 的上游方向中，PON 係被動多點對點網路。因為從各 ONU 至該 OLT 的距離不同，各 ONU 的傳播延遲不同。若每個 ONU 任意傳輸，資料訊框可能在來自不同 ONU 之光纖聚集的該點碰撞。將傳送資料至上游之 ONU 同步以避免訊框碰撞的此程序稱為測距。測距應在容許 ONU 將資料傳送至上游之前實施。

在對該 ONU 供電後，該 OLT 初始化該測距程序。該 OLT 在所有作業 ONU 暫停彼等之傳輸的期間內藉由配置初始授權槽而開始。然後該 OLT 將具有其之區域時間時間戳記的發現 GATE 訊息廣播至所有 ONU。一接收到該 GATE 訊息，未登錄之 ONU 就將其區域時間設定為該 GATE 訊息中的時間戳記並以 REGISTER_REQ 訊息回應該 OLT。該 REGISTER_REQ 訊息包含在該訊息傳送時標記該 ONU 之區域時間的時間戳記。OLT 可基於其傳送之發現 GATE 訊息中的時間戳記以及其所接收之 REGISTER_REQ 訊息中的時間戳記，計算該往返傳播延遲。

在圖 2 及圖 4 所描繪的 1：1 光纖鏈接保護方案中，該工作幹光纖及該後備幹光纖典型地針對保護目的採取不同路徑。因此，該工作幹光纖及該後備幹光纖通常具有不同長度，且當從該工作鏈接轉接至該後備鏈接時，ONU 可經受不同距離。須注意既存 ONU 在該保護切換發生後甚至無須測距亦運作良好，因為各 ONU 距離移位相同的時間量。該 OLT 可組態為在保護切換期間忽視此種距離調

整，並在該保護切換完成後逐步施用該調整。然而，若新的 ONU 在該距離調整之前加入該 PON，此方法可能導致該 PON 不可作業。

在一實施例中，可藉由將短光纖延長為與長光纖匹配以平衡此等二光纖的長度，使得測距保持不變。否則，可實施再測距或測距調整。因為僅切換該光纖主幹，可用相同量調整調整所有的 ONU 距離值。此移位可預先計算並在保護切換之前提供。本發明的一實施例計算該後備幹及該工作幹之間的傳播延遲差，並對所有 ONU 的既存測距施用移位。該距離移位可在對該工作及後備幹二者實施初始測距期間內決定。該移位也可能在故障保護期間內即時決定，或在測試已排程維護窗中的保護切換時事先決定。在任一情形中，測距可對該 EPON 中的所有 ONU 實施，或更佳地，針對快速保護切換，對單 ONU 量測的距離移位可施用至該 EPON 中的所有其他 ONU。

在另一實施例中，測距可同時在工作及後備 OLT 二者上實施。給定共同的參考時間點，可同步量測二 OLT 的往返延遲。例如，在圖 12A 中，線路卡 1202 係在工作模式中且線路卡 1204 係在備用模式中。假設高精確性的每秒一脈衝 (1PPS) 訊號出現在二線路卡上。該同步 1PPS 訊號係用於在同一時間觸發測距。為使該同步測距方案生效，將該後備 OLT 上的傳輸雷射關閉，然而該接收器仍保持運作。該測距程序在二 OLT 上實施，並在二者接收來自未登錄 ONU 的 REGISTER_REQ 訊息。

圖 12C 呈現工作及備用 OLT 二者上之同步測距的模範時序圖。首先，1PPS 訊號在該工作 OLT 及後備 OLT 上觸發該測距程序。假設當接收該 1PPS 時，工作 OLT 的區域時間係 $t_{0w}=1000$ ，而後備 OLT 的區域時間為 $t_{0b}=1005$ 。該工作 OLT 在時間 $t_{1w}=1010$ 時廣播在圖 12C 中標記為 GATE-W 的發現 GATE 訊息。後備 OLT 也試圖廣播，但該 GATE-B 訊息未傳輸，因為後備 OLT 上的傳輸雷射關閉。該 GATE-W 抵達未登錄 ONU，且該 ONU 設定其區域時間 $t_{1o}=1010$ ，與該訊息中運載之時間戳記相同。其次，該 ONU 在其區域時間 $t_{2o}=1100$ 時以 REGISTER_REQ 訊息回應，且該訊息在圖 12C 中標記為 REG_REQ。該 REG_REQ 由工作 OLT 在其區域時間 $t_{2w}=1200$ 時接收，並由後備 OLT 在其區域時間 $t_{2b}=1300$ 時接收。

工作 OLT 的往返時間 (RTT) 可基於已量測之回應時間間隔 $T_{response-w}$ 計算。此時間間隔包含三部分：下游傳播延遲 T_{ds-w} 、在該 ONU 接收該 GATE-W 訊息的時間與當其傳送該 REG_REQ 訊息之間的等待週期 T_{wait} 、以及上游傳播延遲 T_{us-w} 。因此，該往返時間係該已量測回應時間間隔以及該等待時間之間的差：

$$RTT_w = T_{ds-w} + T_{us-w} = 2 \cdot T_{ds-w} = 2 \cdot T_{us-w} \\ = T_{response-w} - T_{wait} = (t_{2w} - t_{1w}) - (t_{2o} - t_{1o}) = (1200 - 1010) - (1100 - 1010) = 100$$

相似地，該已量測回應時間間隔 $T_{response-b}$ 也包含三部分：下游傳播延遲 T_{ds-w} （因為該 GATE-W 訊息係由該工作 OLT 傳送至該 ONU）、在該 ONU 接收該 GATE-W 訊息的

時間與當其傳送該 REG_REQ 訊息之間的等待週期 T_{wait} 、以及上游傳播延遲 T_{us_b} ，其係該 REG_REQ 訊息從該 ONU 行進至該後備 OLT 所用的時間。因此，該後備 OLT 的往返時間計算如下：

$$RTT_b = 2 \cdot T_{us_b} = 2 \cdot (T_{response_b} - T_{ds_w} - T_{wait}) = 2 \cdot [(t_{2b} - t_{1b}) - \frac{1}{2} RTT_w - (t_{2o} - t_{1o})] \\ = 2 \cdot [(1300 - 1015) - 100/2 - (1100 - 1010)] = 290$$

為決定該工作 OLT 廣播該 GATE-W 訊息時在該後備 OLT 的區域時間 t_{1b} ，當 1PPS 訊息觸發時，將區域時間 t_{0w} 及 t_{0b} 之間的時間差施用至工作 OLT 的區域時間 t_{1w} ： $t_{1w} = t_{1b} + (t_{0b} - t_{0w}) = 1010 + (1005 - 1000) = 1015$ 。

直接服務發現

崩潰時間的影響隨服務種類而變。理想上，在 50ms 內完成全部保護切換會將服務損失的察知效果減少至最小等級。大於一秒的崩潰時間可導致網路電話（VoIP）呼叫遺失，從而需要重播。相似地，大於多數視訊播放軟體可快取之最大時間的崩潰時間可能導致視訊服務中斷。不同資料任務也具有可能導致此等任務待重啓的逾時值。

該等鏈接提出的順序因此在服務恢復上係重要的。可首先提出 VoIP 鏈接，之後為多播視訊及單播視訊，且最後係資料鏈接。本發明之一實施例容許所謂的直接登錄，以消除該廣播發現的隨機後移成份。將已由該故障 OLT 發現之在該網路上的已知邏輯鏈接列表提供給該後備 OLT。針對各邏輯鏈接，該後備 OLT 重取得該 MAC 位址、指

定 LLID、及 ONU 距離。該列表上的各邏輯鏈接以夠用於 MPCP REGISTER_REQUEST 訊息之窗接收定址至該單播 MAC 位址的發現 GATE 訊息，其以無碰撞機會減少容納多回應所需之額外發現窗尺寸，因為除了其 MAC 位址包含在該直接發現 GATE 訊息中的 ONU 外，該發現訊息將由所有其他 ONU 忽略。相對於不保證優先序的正常發現程序，直接登錄遵守由控制器/主機軟體針對服務鏈接登錄所提供的優先順序。

IPMC 群組保護

高優先視訊廣播在 1：1 或 1：N OLT 線路卡保護切換中的恢復需要特殊關注。OLT 對所有下游使用者維護 IP 多播（IPMC）群組資料庫。該後備 OLT 在該資料庫取得上不能依賴該故障 OLT。該後備 OLT 可能從通常維護群組使用者資料庫之其上游開關要求該 IPMC 資訊。另一解決方法係依靠中央伺服器，其不斷地監視所有多播群組的加入及離開，並更新總體 IPMC 資料庫。此資料庫可作為預設群組轉移至備用 OLT，以接收該已修復之視訊廣播服務。

該後備 OLT 正常會阻斷所有 IPMC 下游流量，直至該 IPMC 資料庫恢復。為另外減少服務中斷，依據本發明之一實施例，該後備 OLT 維護 IPMC 代理伺服器，其在該保護切換開始時容許所有下游 IPMC 流量無任何限制地流動，以防止服務中斷。在重發現該初始 IPMC 群組資料後，

該 OLT IPMC 代理伺服器將返回至正常作業，以阻斷除了 ONU 加入之此等群組外的多播流量。此方案在該 EPON 中無瑕疵地運作，因為具有狀態殘餘的 ONU 將具有完整之彼等區域 IPMC 群組資料庫，且該上游開關通常係有多播意識的，以不將非使用者多播流量轉送至該後備 OLT。因此，容許所有多播流量短暫地通過將不改變存在於該 EPON 上的實際流量。

OLT IPMC 代理伺服器也藉由傳送一般查詢至在使用者終端的機上盒（STB）而建立群組資料庫，以發現目前使用的該群組而無須向上游開關或該中央多播伺服器查詢。

圖 13 呈現描繪根據本發明實施例之 OLT 快速保護切換的模範程序之流程圖。在作業期間，該系統首先偵測在 EPON 中的故障（作業 1302）。然後該系統基於偵測到的故障類型，實施至該後備光學埠、鏈接、及／或線路卡的切換（作業 1304）。其次，若有必要，在保護切換期間，該 OLT 進入該備用模式且 ONU 進入殘餘模式（作業 1306）。若有必要，該系統以關鍵組態更新該後備 OLT（作業 1308）。然後，若有必要，該 OLT 對所有 ONU 施用距離移位（作業 1310），且若有必要，開始直接登錄，以優先順序修復服務（作業 1312）。若有必要，該 OLT 隨後在重建 IPMC 群組資料庫的同時容許所有 IPMC 流量通過，以另外減少服務中斷（作業 1314）。

圖 14 呈現描繪根據本發明實施例之 ONU 快速保護切

換的模範程序之流程圖。在作業期間，該 ONU 首先偵測訊號遺失（LoS）、或 CDR 或 MPCP 同步的遺失（作業 1402）。然後該 ONU 進入殘餘狀態並開始該殘餘計時器（作業 1404）。其次，在該故障後，該 ONU 嘗試再取得光學訊號（作業 1406）。然後該 ONU 決定該殘餘計時器是否逾期（作業 1408）。若已逾期，該 ONU 重設並實施完整的網路發現。在該網路發現期間，該 ONU 首先鎖定 CDR 並同步 MPCP 時鐘（作業 1410）。其次，該 ONU 初始 LLID 指定（作業 1412）。然後該 ONU 實施 MPCP 登錄（作業 1414），以及 OAM 發現（作業 1416）。該 ONU 隨後設定報告模式及 EFC（作業 1418），以開始作業。若該殘餘計時器未逾時，該 ONU 鎮定 CDR 並同步 MPCP 時鐘，以恢復服務（作業 1420），從而，針對快速保護切換保留工作屬性。

已僅針對說明及描述之目的於上文呈現不同實施例的描述。不將彼等視為係徹底揭示或將本發明限制在已揭示之形式。因此，許多修改及變化對熟悉本發明之人士將係顯而易見的。此外，不將上述揭示視為限制本發明。

【圖式簡單說明】

圖 1 描繪 EPON，其中總局及許多用戶係經由光纖及被動光學分光器耦合（先前技術）。

圖 2 描繪依據本發明實施例之使用光學開關的 1：1 光纖鏈接保護方案。

圖 3 描繪依據本發明實施例之使用光學開關的 1：1 OLT 埠保護方案。

圖 4 描繪依據本發明實施例之使用光學開關的 1：1 光纖鏈接及 OLT 埠保護方案。

圖 5 描繪依據本發明實施例之使用光學開關的 1：N OLT 線路卡保護方案。

圖 6 描繪依據本發明實施例之無光學開關的 1：1 光纖鏈接保護方案。

圖 7 描繪依據本發明實施例的無多工器之用於 1：1 埠及／或 OLT 晶片保護的 OLT 組態。

圖 8 描繪依據本發明實施例之用於 1：N 埠及／或 OLT 晶片保護的 OLT 組態。

圖 9A 描繪依據本發明實施例的具有二 ONU 晶片之以乙太網路開關為基的 1：1 全光纖路徑及 ONU 埠保護拓撲。

圖 9B 描繪依據本發明實施例之以開關為基的 1：1 全光纖路徑及 ONU 埠保護拓撲。

圖 10 描繪依據本發明實施例之具有雙光學收發器的 1：1 全光纖路徑及 ONU 保護拓撲。

圖 11 描繪依據本發明實施例之 1：1 OLT 上行鏈路保護拓撲。

圖 12A 描繪依據本發明實施例之 1：1 OLT 線路卡保護方案。

圖 12B 描繪依據本發明實施例之 1：1 全光纖路徑保

護方案。

圖 12C 呈現依據本發明實施例的在工作及備用 OLT 二者之同步測距的模範時序圖。

圖 13 呈現描繪依據本發明實施例的用於 OLT 快速保護切換之程序的流程圖。

圖 14 呈現描繪依據本發明實施例的用於 ONU 快速保護切換之程序的流程圖。

【主要元件符號說明】

101：總局

102、310：被動光學分光器

103：外部網路

200、300、400、910、912、960、962、1010、1012

、1110、1200：OLT

202、302、402、510：光學開關

204、206、405、407、512、514、515、1212、1214

：幹光纖

210、410、516、518、914、916、1014、1016、1216

：被動分光器

212、214、216、218、312、314、316、318、412、

414、416、418、520、900、950、1000、1220：ONU

304、306、401、403、711、712、713、714：埠

500、502、600、700、800：OLT 線路卡

504：後備 OLT 線路卡

610 : OLT ASIC

612 : 通用輸入/輸出 (GPIO) 介面

616、1003 : 多工器

620、622 : 光學收發器

624、626 : 光纖鏈接

701、702 : OLT ASIC 晶片

801、802、803、804、1001、1002 : 收發器

902、904 : ONU ASIC 晶片

1004 : ONU ASIC

1020、1022 : 路徑

1101、1102 : 上游開關

1103、1104 : 上行鏈路

1105、1106 : 上行鏈路埠

1202、1204 : 線路卡

1216、1218 : 分支光纖

1222 : ONU 晶片

七、申請專利範圍：

1. 一種用於在一乙太網路被動光學網路（EPON）中實施保護切換的方法，該乙太網路被動光學網路包含一光路終端機（OLT）以及至少一光網路單元（ONU），該方法包含：

● 使用至少一冗餘組件組態該OLT及／或ONU，其中該冗餘組件可為光學或電氣組件，並可為一埠、線路卡或光纖鏈路或光纖路徑，其中該等組態可提供保護；

● 偵測一故障；以及

● 自動切換至該等冗餘組件以減少服務中斷時間，其中該保護切換包含：

● 在損失至少以下一者的期間保存既存組態：

● 一多點控制協定（MPCP）訊息；

● 一操作、管理及維護（OAM）訊息；以及

● 在實體層上的一訊號；以及

● 使用已保存組態來組態備用組件，以恢復網路作業。

● 2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中組態該OLT包含實施下列組態之至少一者：

● 針對鏈路保護，組態耦合至一光纖之該OLT終端的二收發器；

● 針對埠保護，組態二埠，其中工作埠及保護埠可能位於單一OLT晶片上、或在單一OLT線路卡但不同的OLT晶片上、或在不同的OLT線路卡上；

針對埠保護，組態一後備埠及一或多個工作埠，其中該後備埠可保護任何一個該等工作埠；

針對線路卡保護，組態一備用線路卡及一或多個工作線路卡，其中該備用線路卡可保護任何一個該等工作線路卡；以及

針對上行鏈路埠保護，將上游流量切換至一受保護上行鏈路埠。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中組態該 ONU 包含實施下列組態之至少一者：

針對鏈路保護，組態耦合至一光纖之該 ONU 終端的二收發器；

針對埠保護，組態二埠，其中工作及後備埠位於單一 ONU 上，或在以一開關耦合的不同 ONU 上；以及

使用耦合至該 ONU 的一埠以及分別耦合至工作及後備光纖的其他二埠組態一 1 對 2 光學開關。

4. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該工作及後備埠位於單一 ONU 上，且其中該方法另外包含將 ONU 流量複製至該工作及後備埠二者上。

5. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該工作及後備埠位於單一 ONU 上，且其中該方法另外包含：

偵測在該工作埠上的故障且切換至該後備埠；以及

監視在該後備埠上的光學訊號，以將後備路徑故障報告至該 ONU。

6. 如申請專利範圍第 3 項之方法，另外包含組態該

工作及後備埠二者於作業模式，並分享在該工作及後備埠之間的正常流量負載。

7. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中保護切換另外包含：

維持在各 ONU 的一殘餘計時器；

若該殘餘計時器未過期，進入一 ONU 的一殘餘模式；

在該殘餘模式中自該 ONU 的故障恢復，而無須實施測距、登錄、發現、或其他初始化；以及

進入一後備 OLT 的一備用模式，以保留所有 ONU 的一靜態登錄。

8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，另外包含準備具有平衡幹線路徑的網路，以避免在保護切換中的距離調整。

9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中實施關鍵鏈路組態的步驟包含對受保護路徑施用距離移位、以及具有優先服務發現的直接登錄，其中該工作 OLT 及該後備 OLT 可依次實施測距，或在該後備 OLT 中的傳輸雷射關閉下同步地實施測距。

10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該方法另外包含維持一 OLT 網際網路協定多播（IPMC）代理伺服器，其組態為：

當切換發生時，容許下游 IPMC 流量無任何限制地流動；

藉由傳送啓始詢問來發現目前由用戶使用的多播群組，而建立一多播群組資料庫；以及
返回至一正常作業模式。

11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，另外包含實施按需保護切換，以回應於一保護切換指令。

12. 一種用於在一乙太網路被動光學網路（EPON）中實施保護切換的系統，該乙太網路被動光學網路包含一光路終端機（OLT）以及至少一光網路單元（ONU），其中該系統包含：

一組態機制，使用至少一冗餘組件組態該 OLT 及／或 ONU，其中該冗餘組件可為光學或電氣組件，並可為一埠、線路卡或鏈路，其中該等組態可提供保護；

一故障偵測機制，組態成偵測一故障；以及

一切換機制，組態成自動切換至該等冗餘組件以減少服務中斷時間，其中該保護切換包含：

在損失至少以下一者的期間保存既存組態：

一多點控制協定（MPCP）訊息；

一操作、管理及維護（OAM）訊息；以及

在實體層上的一訊號；以及

一組態機制，使用已保存組態來組態備用組件，以恢復網路作業。

13. 如申請專利範圍第 12 項之系統，其中當組態該 OLT 時，該組態機制係組態成實施下列作業之至少一者：

針對鏈路保護，組態耦合至一光纖之該 OLT 終端的

二收發器；

針對埠保護，組態二埠，其中工作埠及保護埠可能位於單一 OLT 晶片上、或在單一 OLT 線路卡但不同的 OLT 晶片上、或在不同的 OLT 線路卡上；

針對埠保護，組態一後備埠及一或多個工作埠，其中該後備埠可保護任何一個該等工作埠；

針對線路卡保護，組態一備用線路卡及一或多個工作線路卡，其中該備用線路卡可保護任何一個該等工作線路卡；以及

針對上行鏈路埠保護，將上游流量切換至一受保護上行鏈路埠。

14. 如申請專利範圍第 12 項之系統，其中當組態該 ONU 時，該組態機制組態成實施下列作業之至少一者：

針對鏈路保護，組態耦合至一光纖之該 ONU 終端的二收發器；

針對埠保護，組態二埠，其中工作及後備埠位於單一 ONU 上，或在以一開關耦合的不同 ONU 上；以及

使用耦合至該 ONU 的一埠以及耦合至工作及後備光纖的其他二埠組態一 1 對 2 光學開關。

15. 如申請專利範圍第 14 項之系統，其中該工作及後備埠位於單一 ONU 上，且其中該系統另外組態成支援將 ONU 流量複製至該工作及後備埠二者上。

16. 如申請專利範圍第 14 項之系統，其中該工作及後備埠位於單一 ONU 上，且其中該系統另外組態成：

偵測在該工作埠上的故障且切換至該後備埠；以及監視在該後備埠上的光學訊號，以將後備路徑故障報告至該 ONU。

17. 如申請專利範圍第 14 項之系統，其中該組態機制另外組態該工作及後備埠二者於作業模式，並分享在該工作及後備埠之間的正常流量負載。

18. 如申請專利範圍第 12 項之系統，其中該保護切換機制另外包含：

一計時機制，組態成維持在各 ONU 的一殘餘計時器；

在一 ONU 的一殘餘模式，組態成待於該殘餘計時器未過期時啟動；

在該 ONU 的一恢復機制，組態成在該殘餘模式中自故障恢復，而無須實施測距、登錄、發現、或其他初始化；以及

在一後備 OLT 的一備用模式，組態成保留所有 ONU 的一靜態登錄。

19. 如申請專利範圍第 12 項之系統，另外包含一準備機制，組態成準備具有平衡幹線路徑的網路，以避免在保護切換中的距離調整。

20. 如申請專利範圍第 12 項之系統，其中當實施關鍵鏈路組態時，將該切換機制組態成對受保護路徑施用距離移位、以及具有優先服務發現的直接登錄，其中該工作 OLT 及該後備 OLT 可依次實施測距，或在該後備 OLT 中

的傳輸雷射關閉下同步地實施測距。

21. 如申請專利範圍第 12 項之系統，其中該系統另外包含一 OLT 網際網路協定多播（IPMC）代理伺服器，其組態為：

當切換發生時，容許下游 IPMC 流量無任何限制地流動；

藉由傳送啓始詢問來發現目前由用戶使用的多播群組，而建立一多播群組資料庫；以及

返回至一正常作業模式。

22. 如申請專利範圍第 12 項之系統，其中將該切換機制組態成實施按需保護切換，以回應於一保護切換指令。

圖 1 (先前技術)

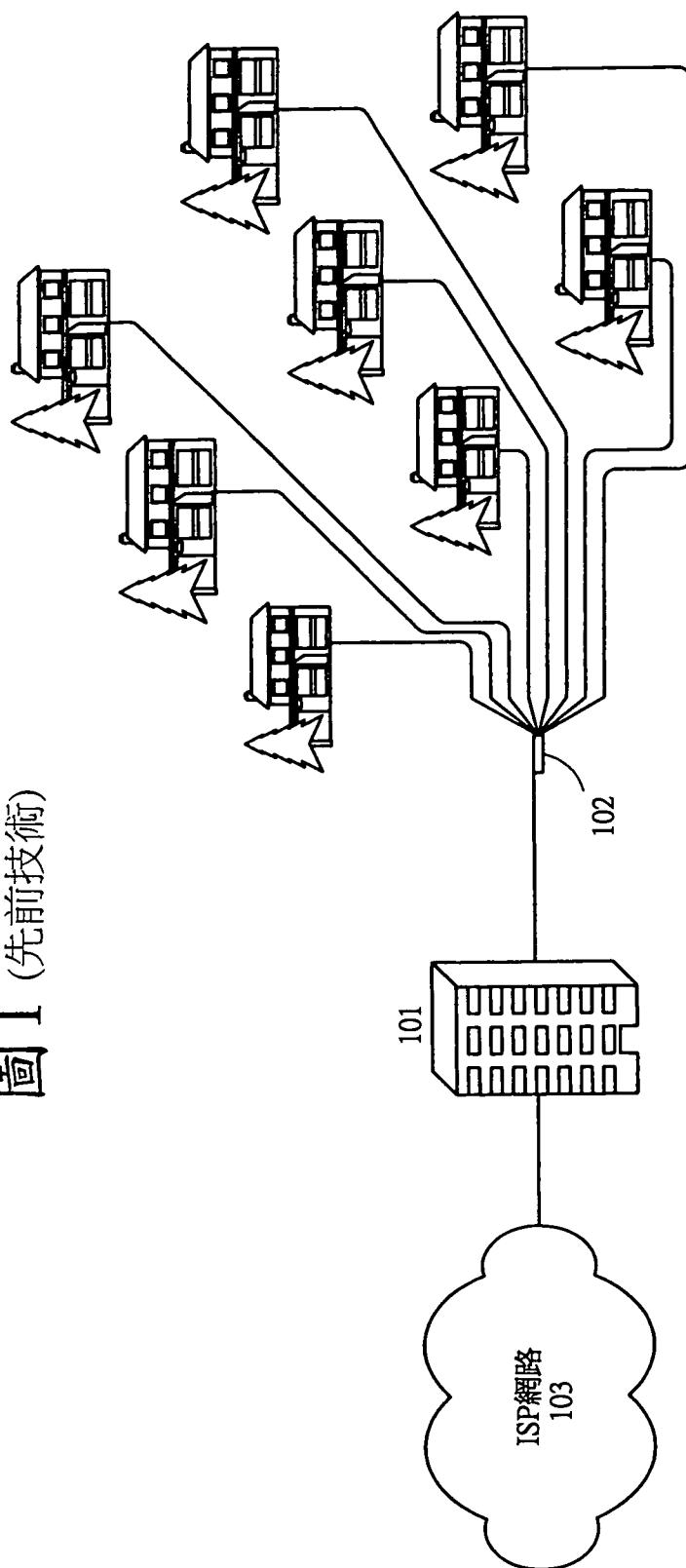


圖 2

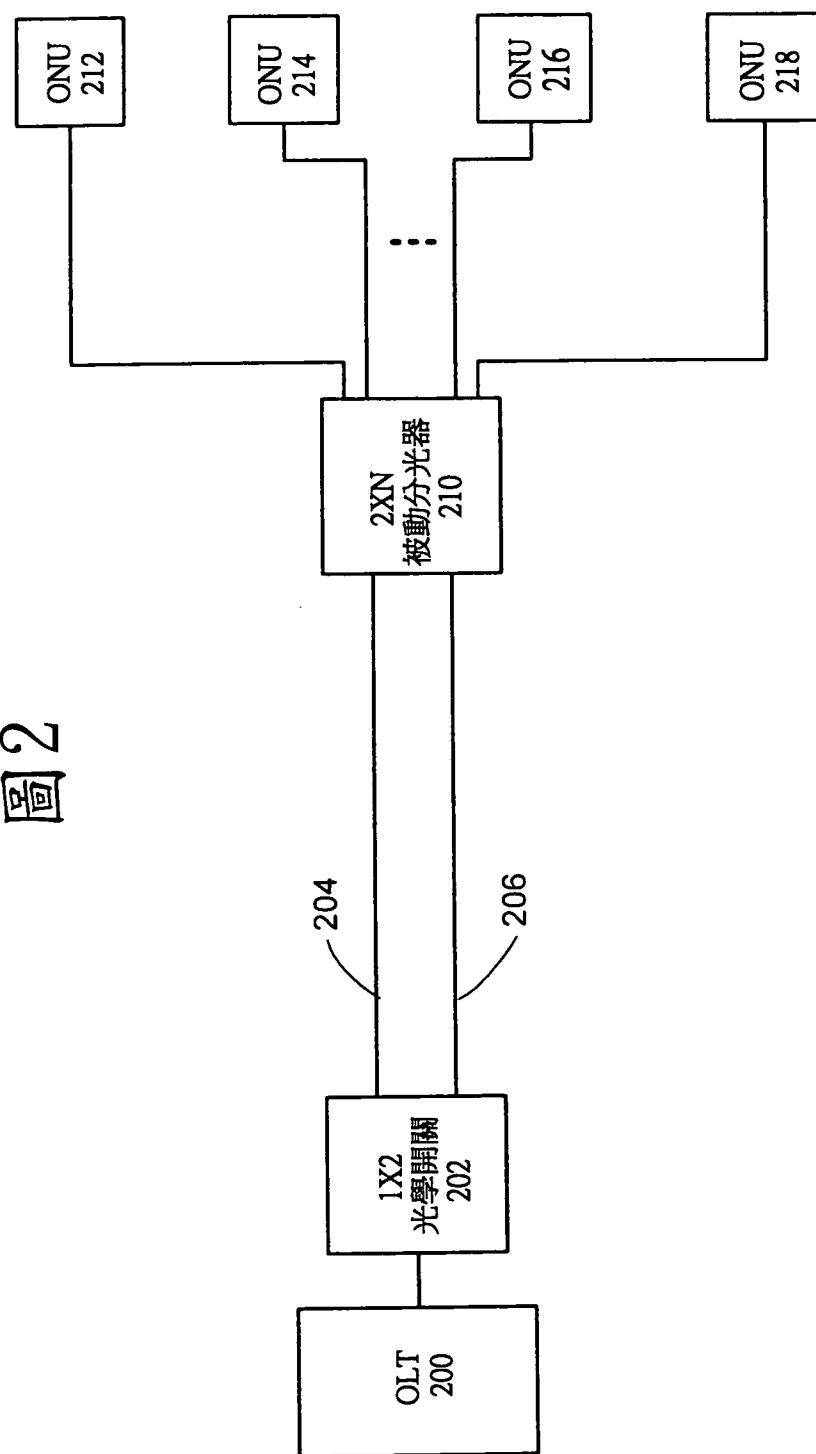


圖3

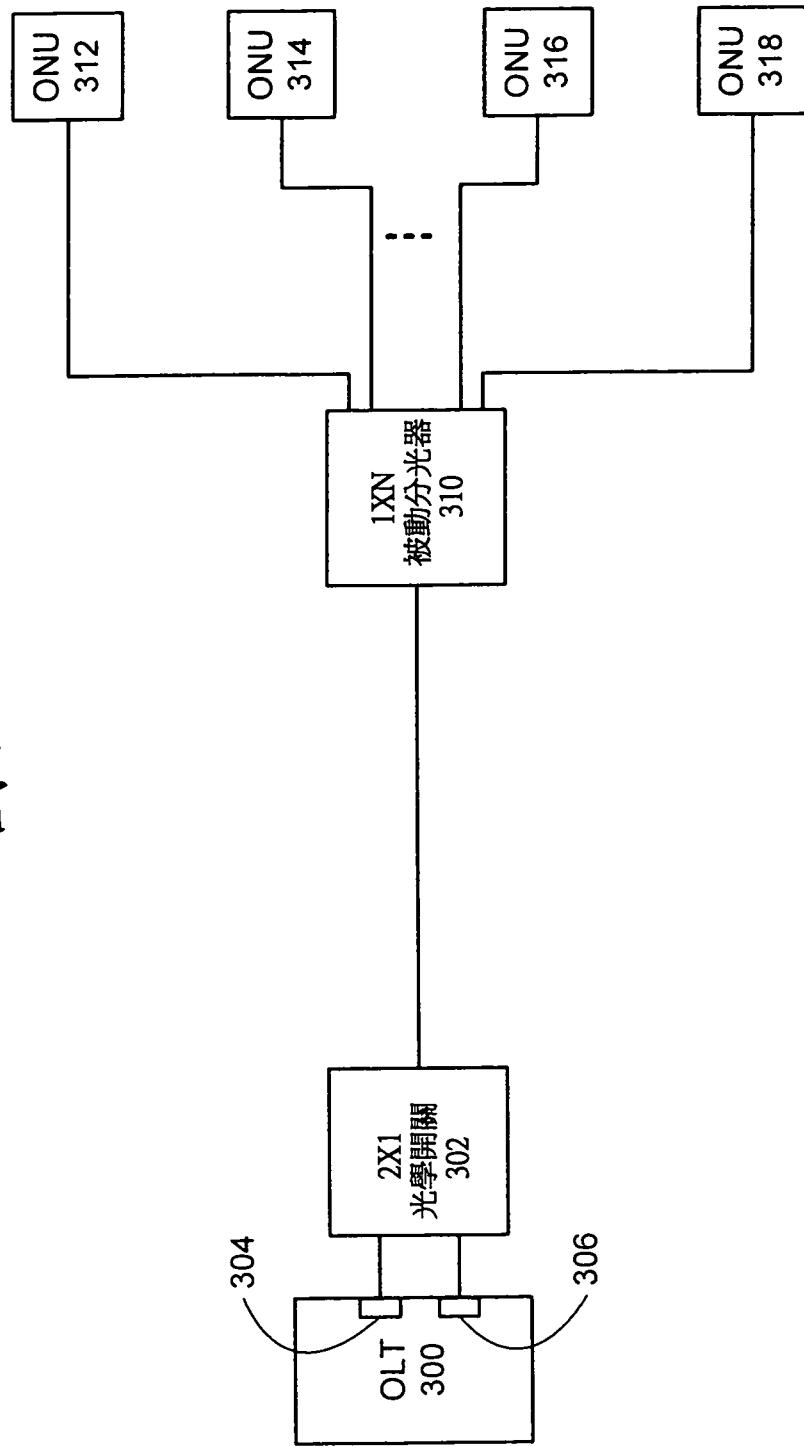


圖 4

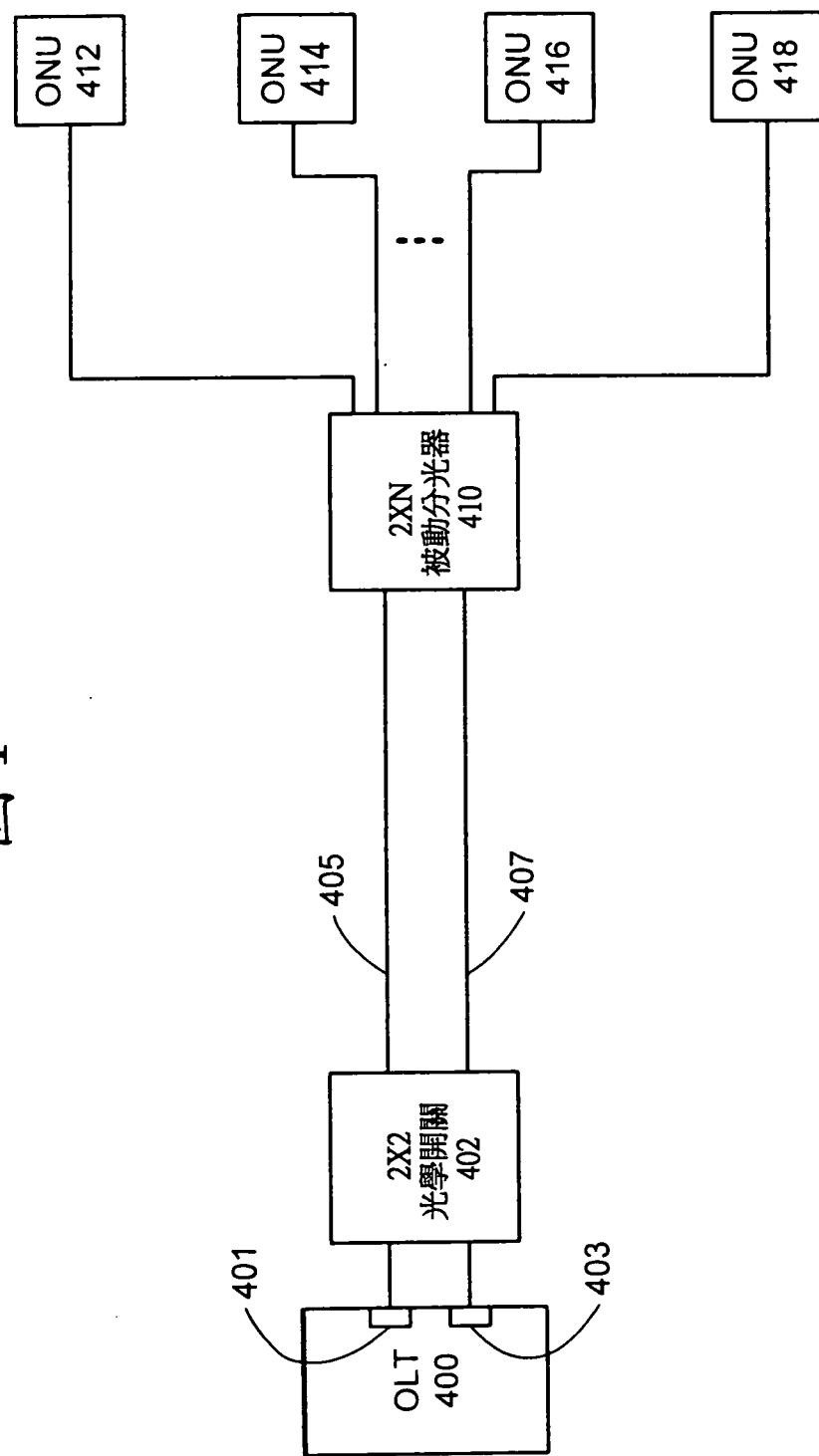


圖 5

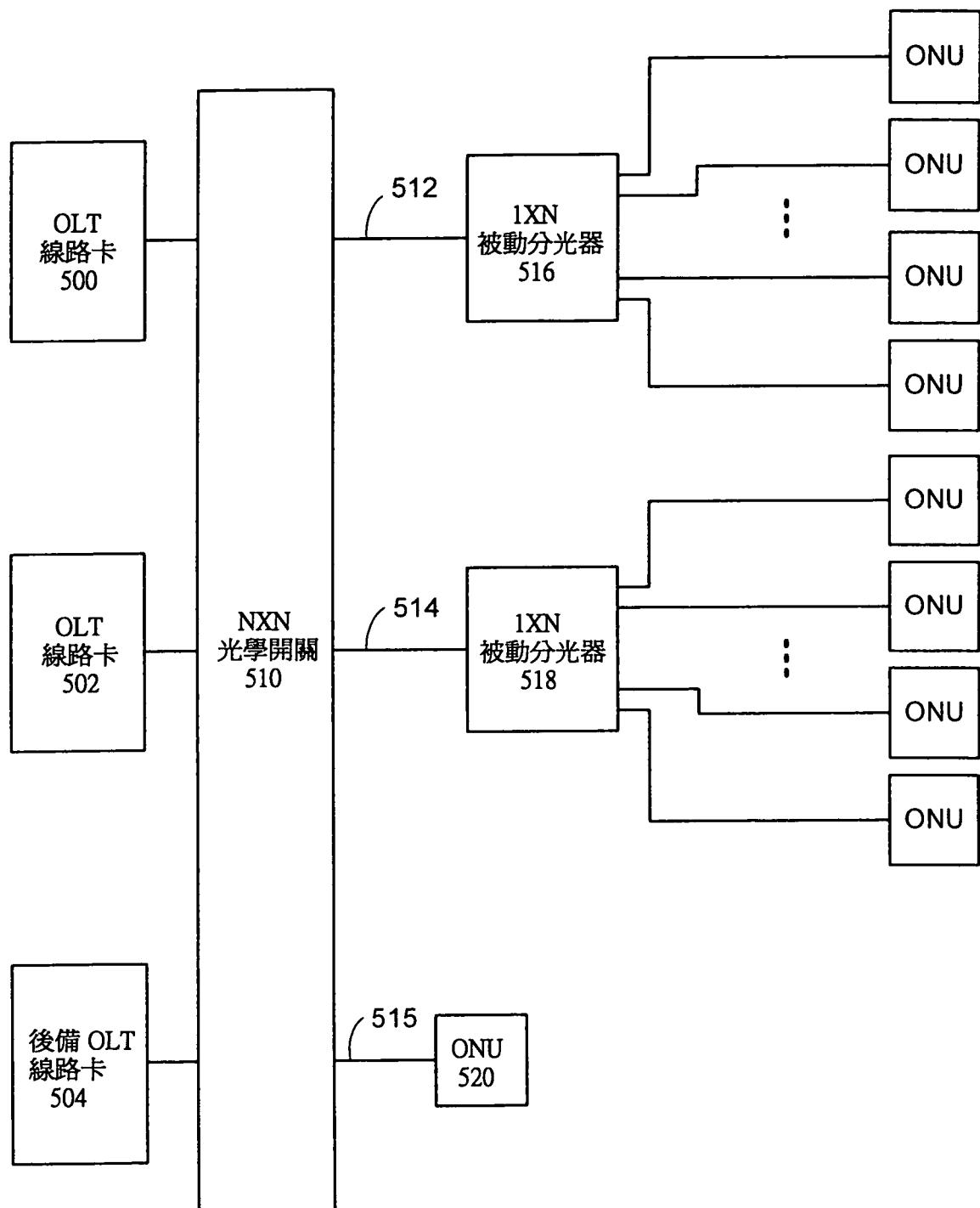


圖 6

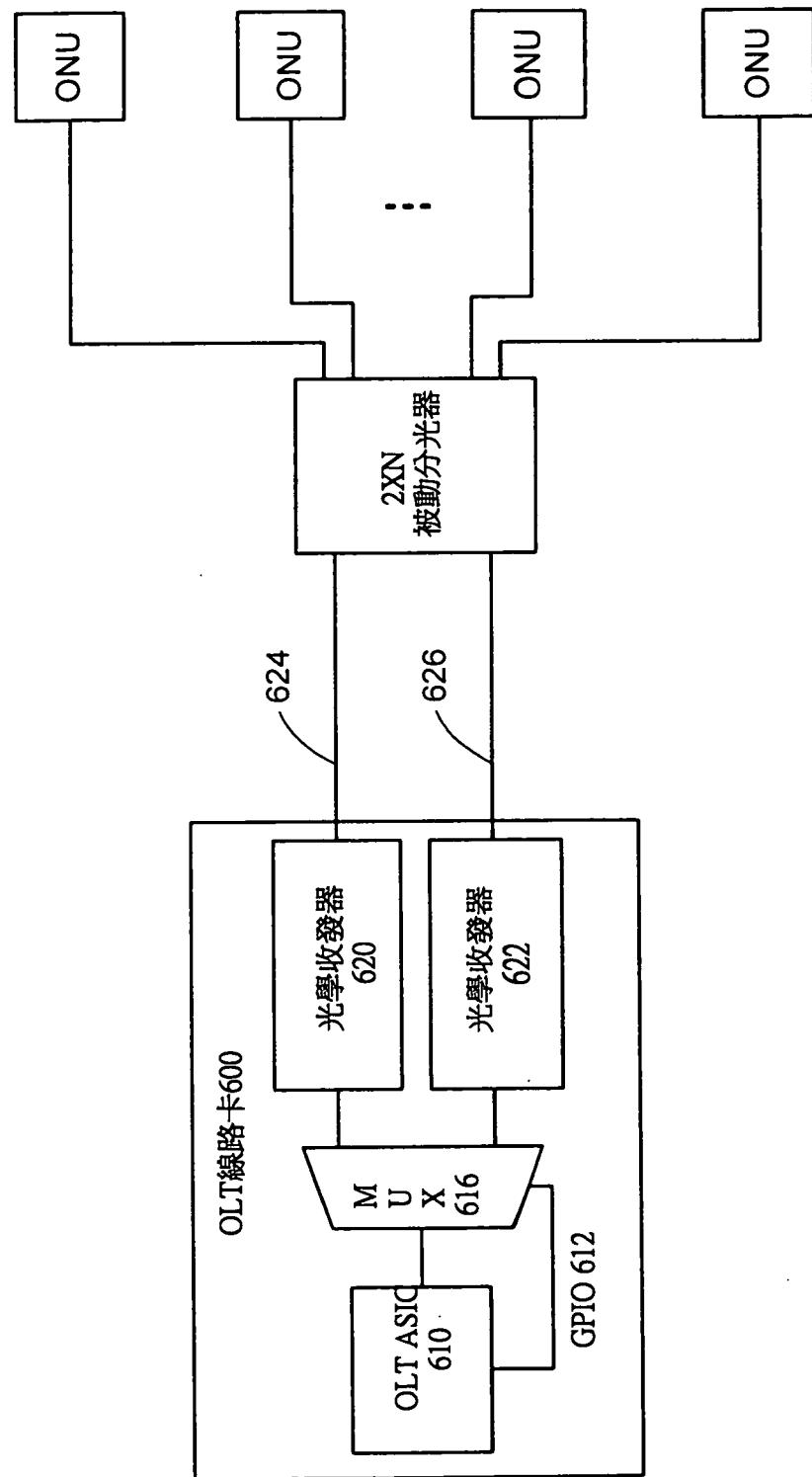


圖 7

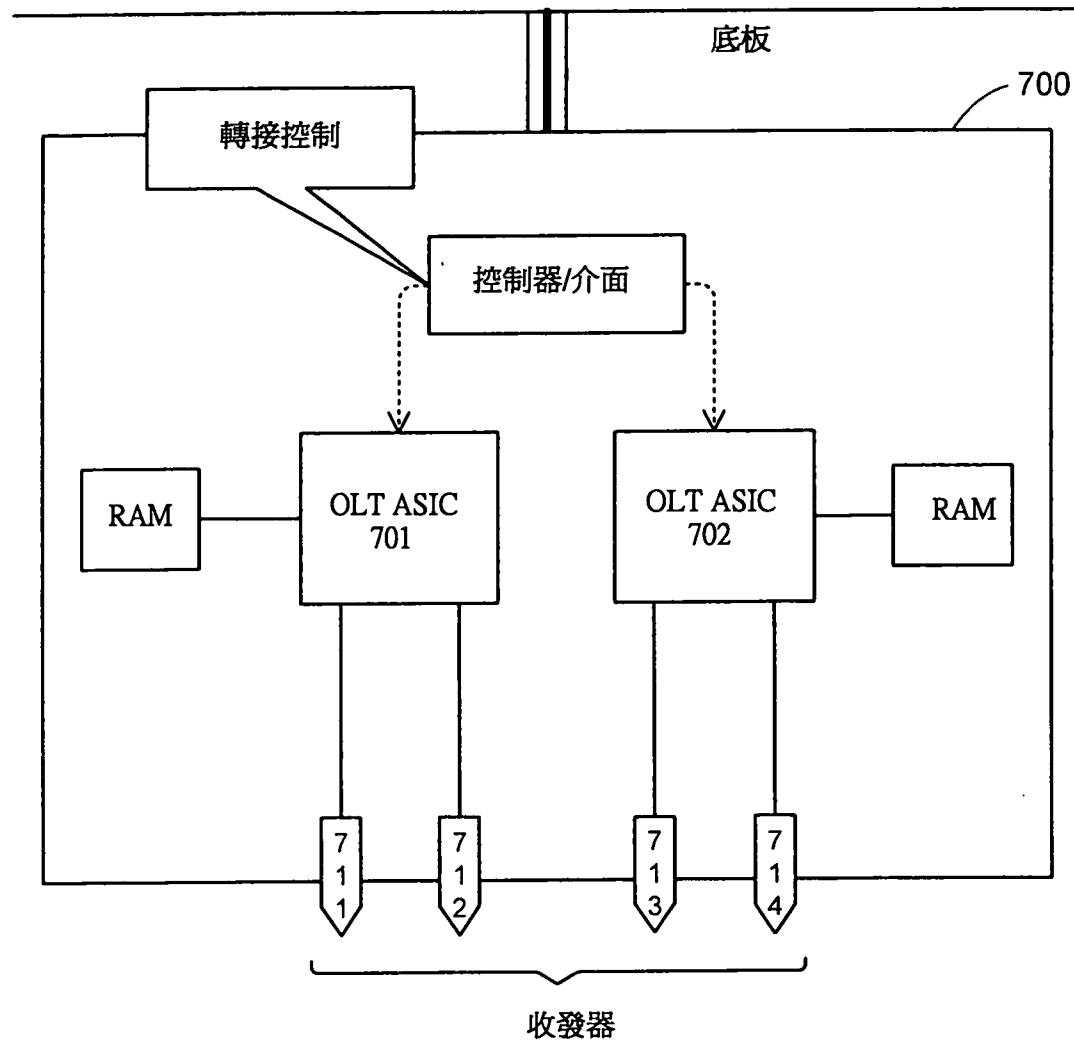


圖 8

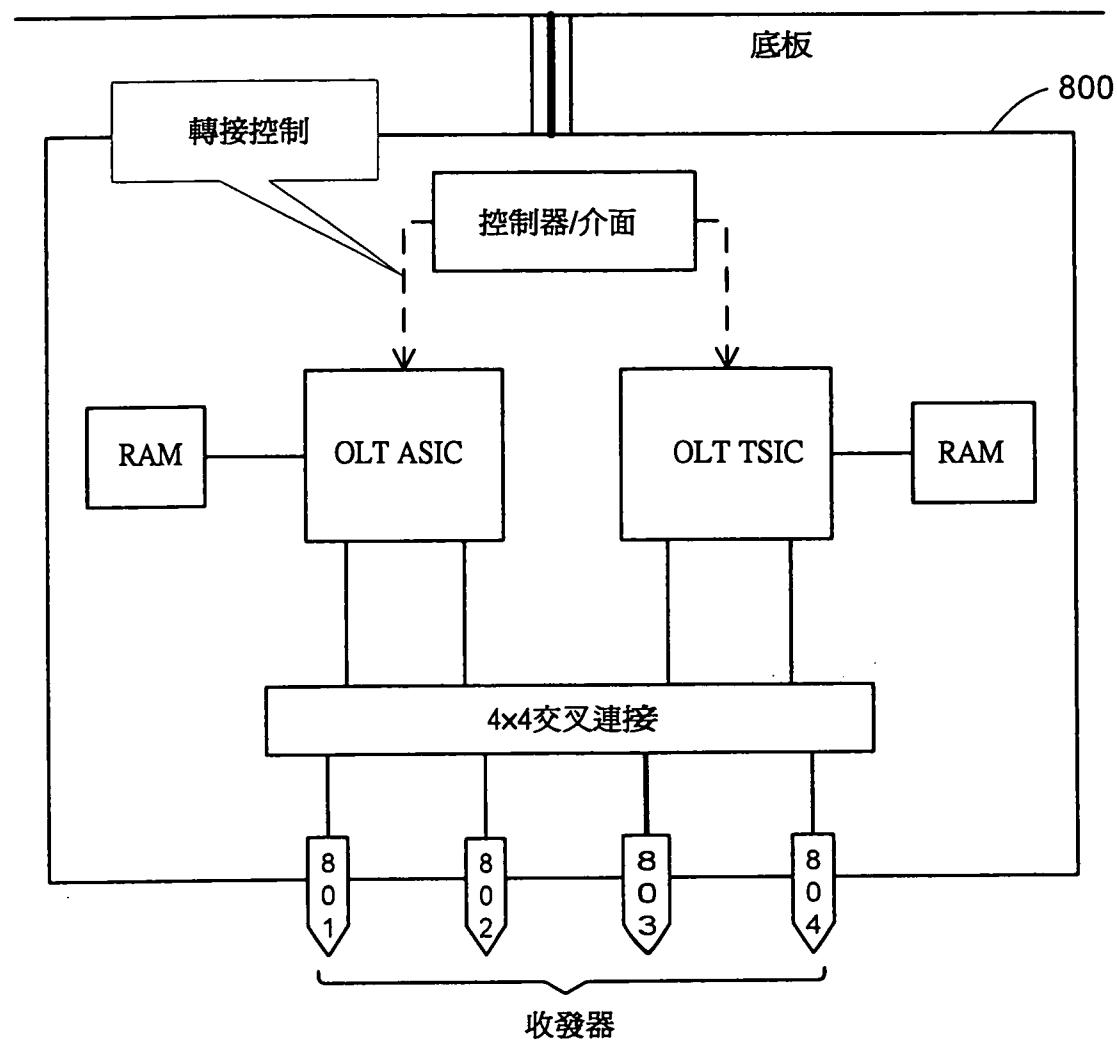


圖 9A

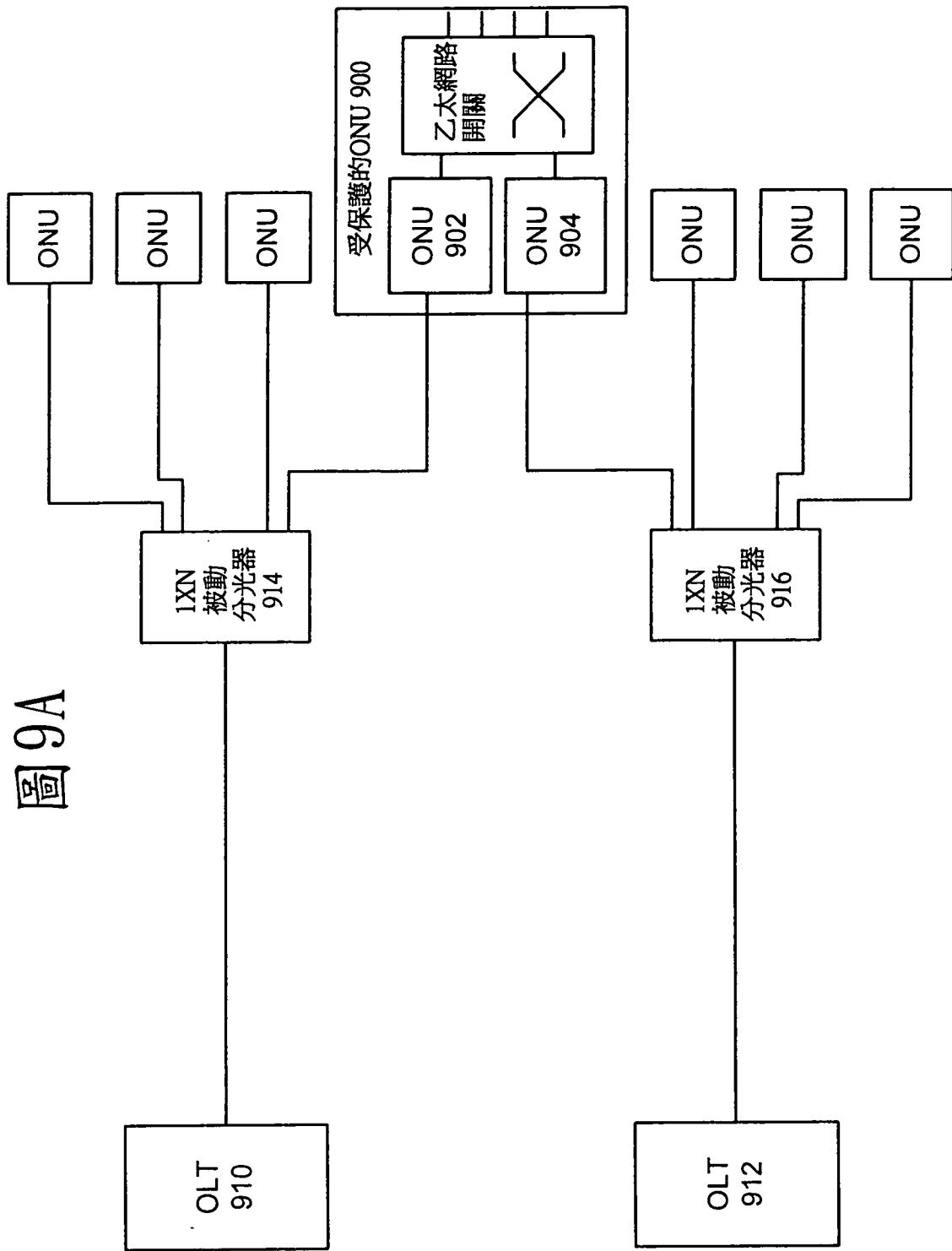


圖 9B

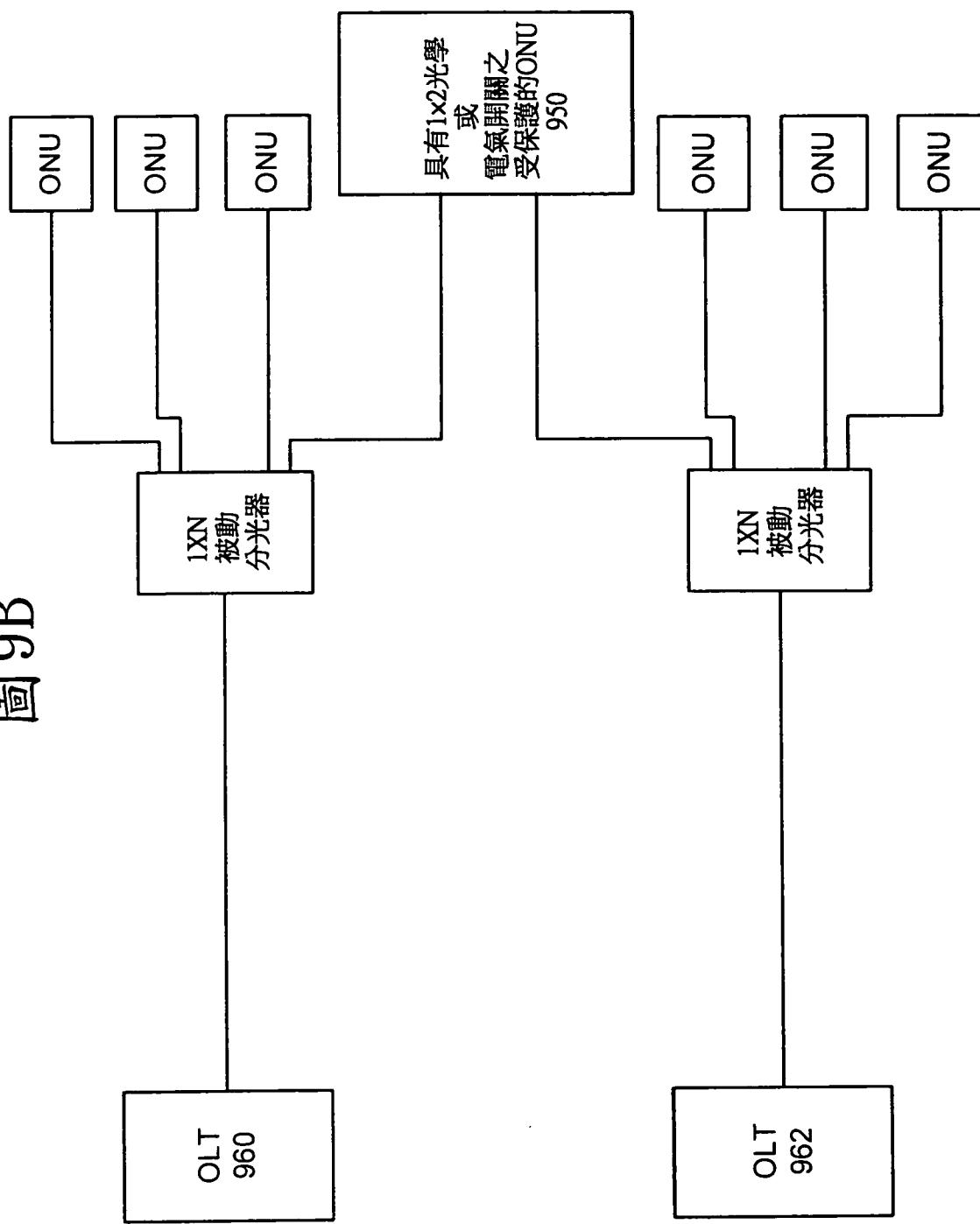


圖 10

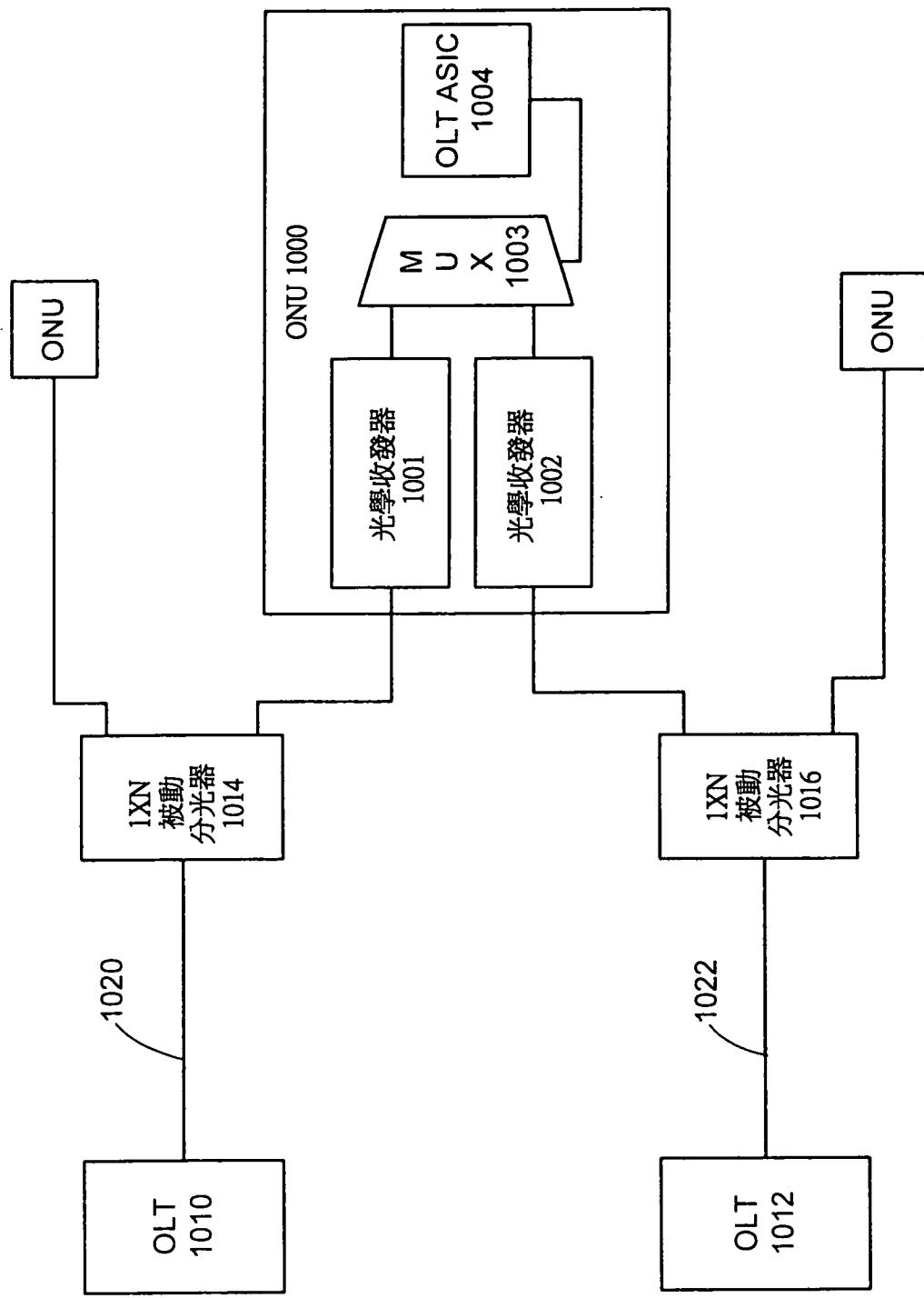


圖 11

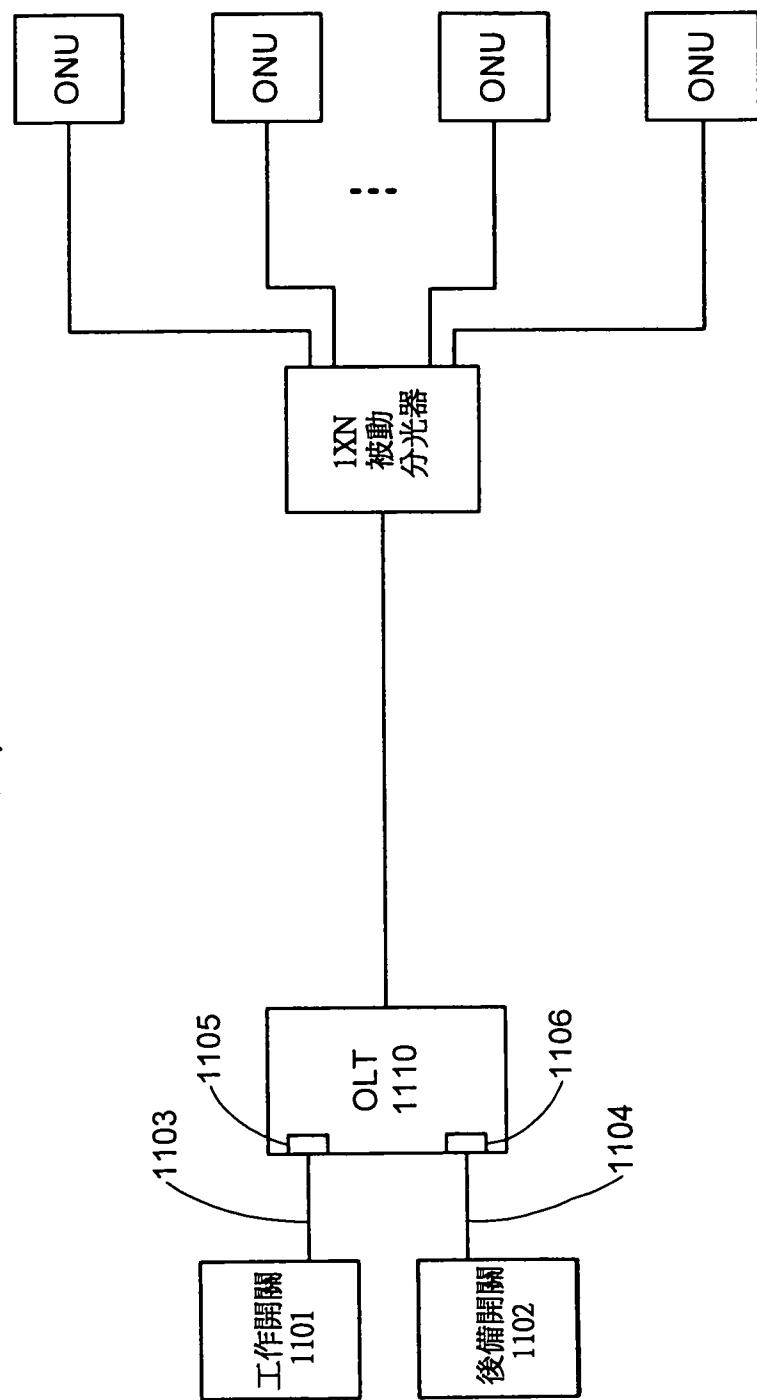


圖 12A

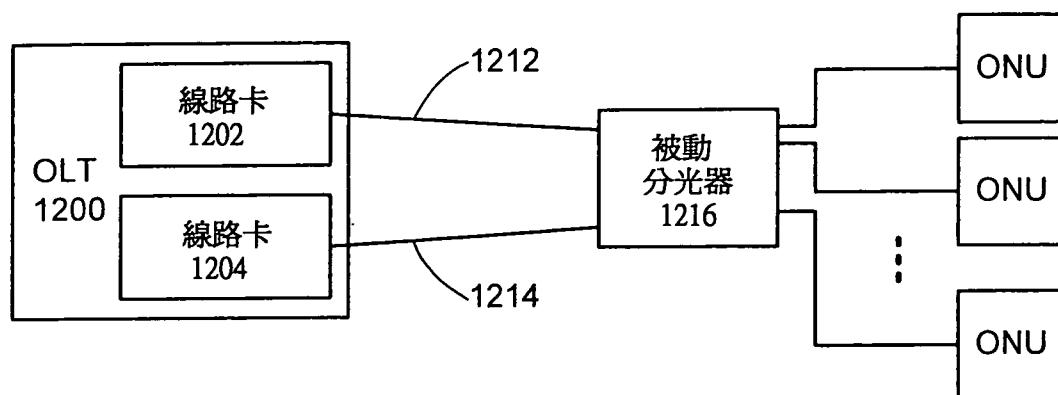


圖 12B

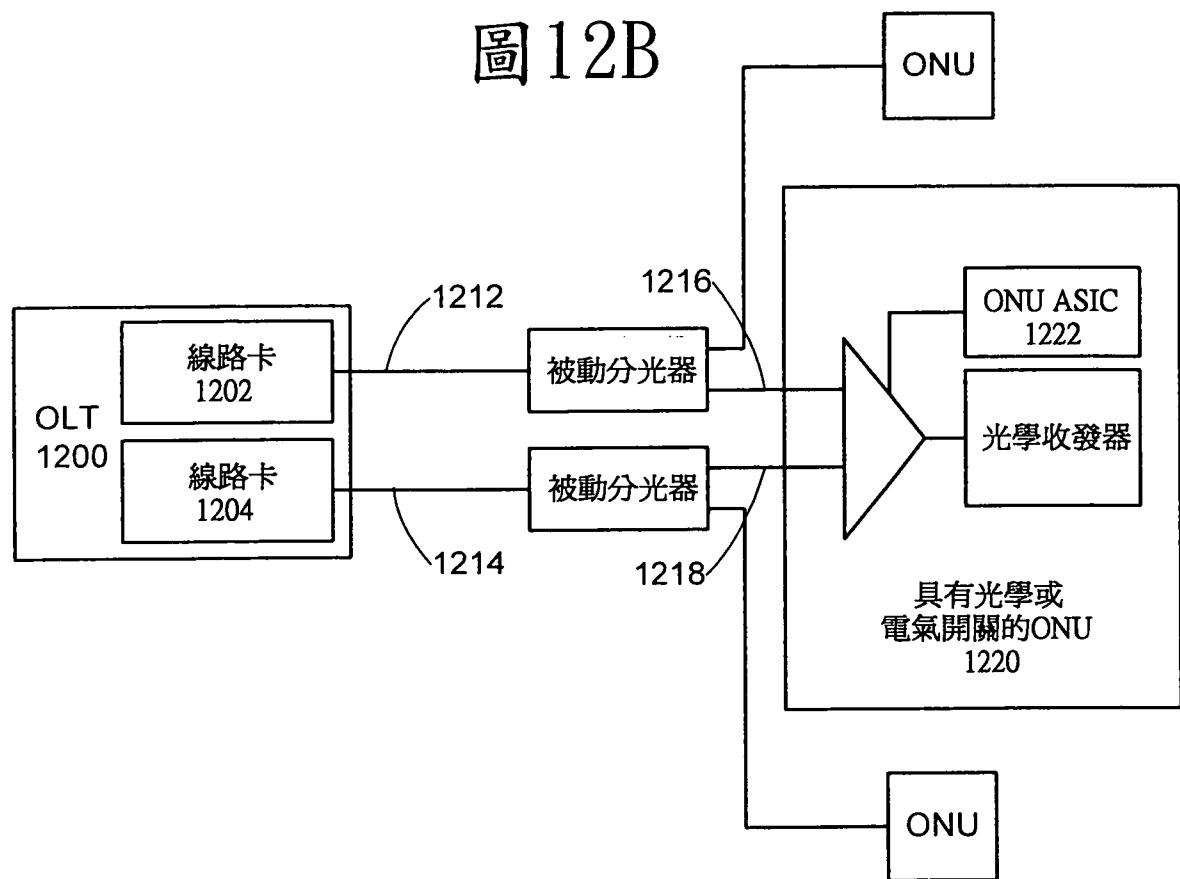


圖 12C

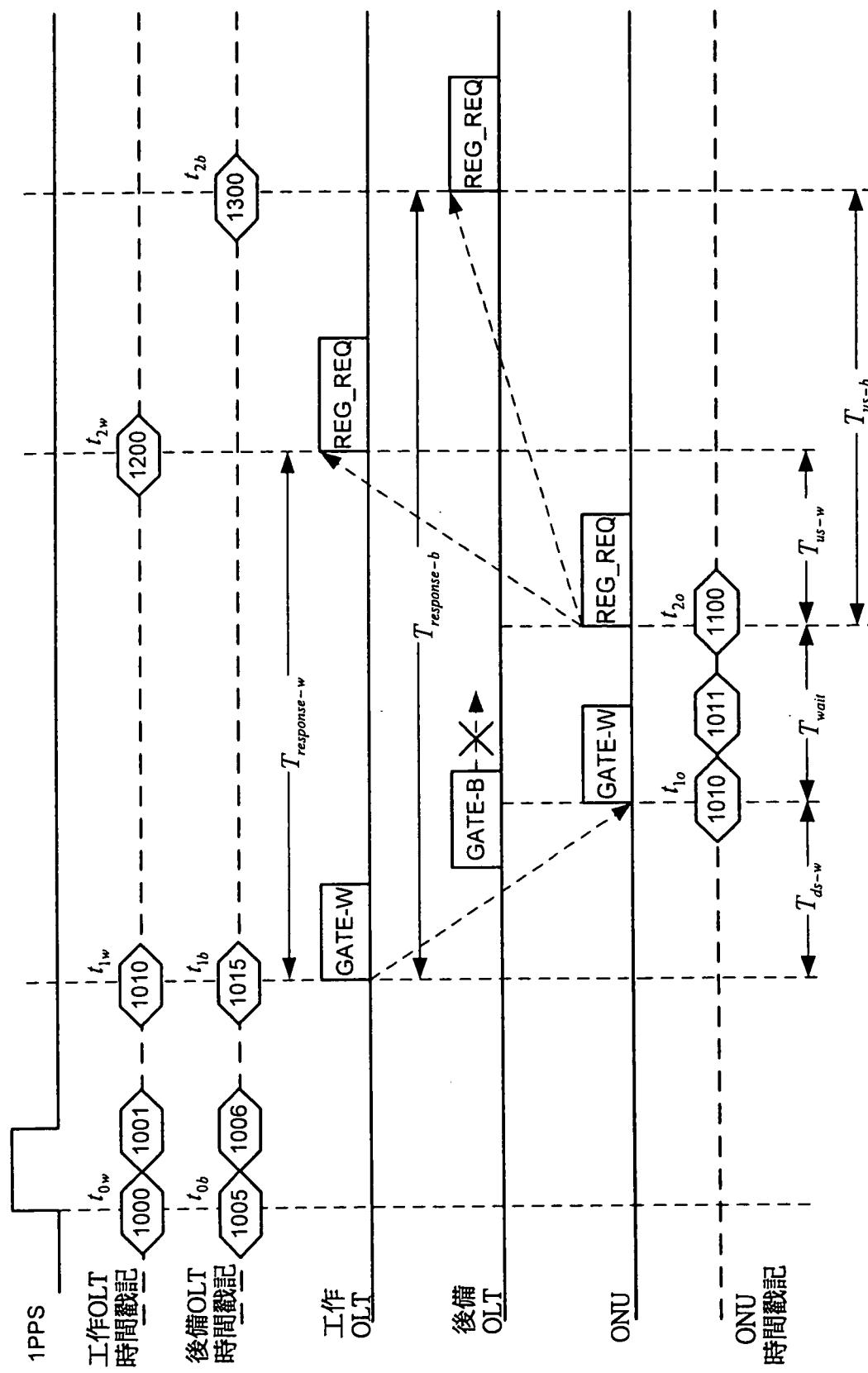


圖13

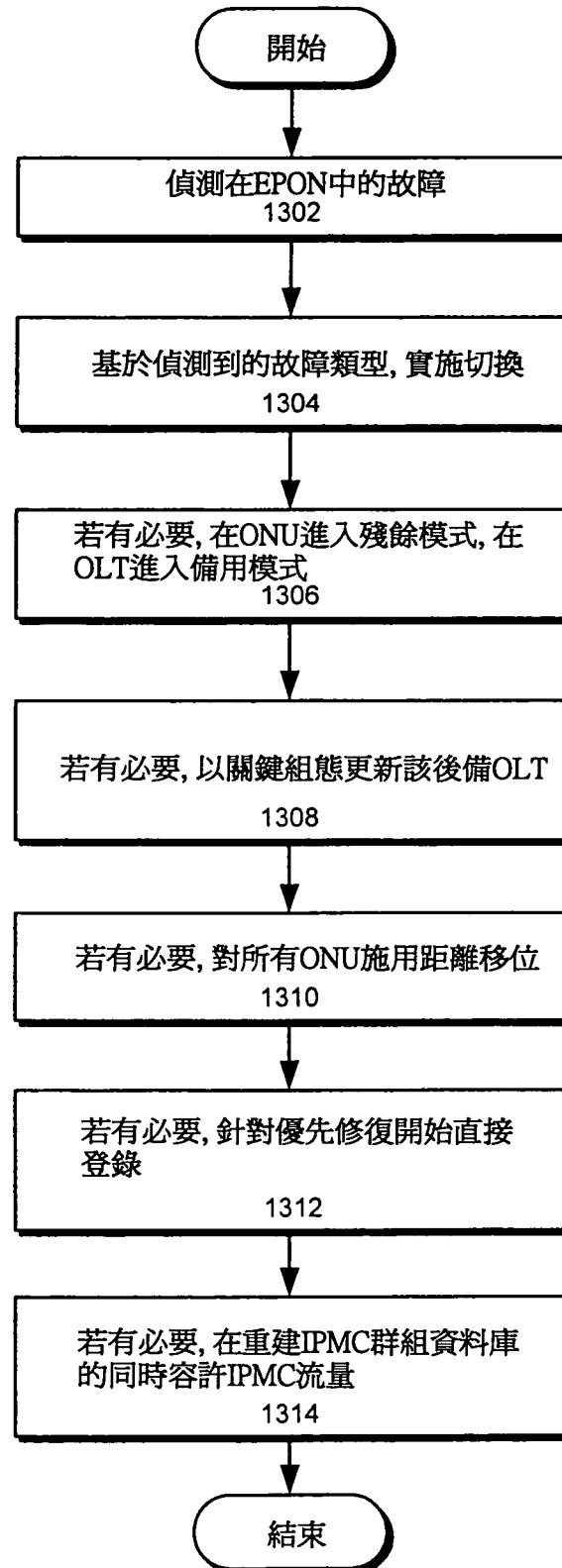


圖 14

