



(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 I434540 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：098135787

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 22 日

(51)Int. Cl. : **H04J14/00 (2006.01)**

(30)優先權：	2008/11/05	美國	61/111,465
	2009/06/29	美國	61/221,339
	2009/10/12	美國	12/577,608

(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：荷斯 雷恩 HIRTH, RYAN E. (US)；波伊德 愛德華 BOYD, EDWARD W. (US)；
葛斯瓦米 桑傑 GOSWAMI, SANJAY (US)

(74)代理人：莊志強

(56)參考文獻：

US	2004/0109688A1	US	2006/0013138A1
US	2006/0029389A1	US	2008/0212964A1

審查人員：王紋星

申請專利範圍項數：28 項 圖式數：7 共 0 頁

(54)名稱

具有省電特徵之乙太網路被動式光纖網路 (EPON)

EPON WITH POWER-SAVING FEATURES

(57)摘要

一個實施例提供乙太網路被動式光纖網路(EPON)中的省電之系統。系統包含光學線路終端(OLT)、光纖網路單元(ONU)、配置成偵測進出 ONU 的流量狀態之流量偵測模組、以及配置成根據偵測到的流量狀態而將 ONU 置於睡眠模式之電力管理模組。ONU 包含光收發器，光收發器包含配置成發送光訊號給 OLT 的光送器以及配置成自 OLT 接收光訊號的光接收器。

One embodiment provides a system for power saving in an Ethernet Passive Optic Network (EPON). The system includes an optical line terminal (OLT), an optical network unit (ONU), a traffic-detection module configured to detect status of traffic to and from the ONU, and a power-management module configured to place the ONU in sleep mode based on the detected traffic status. The ONU includes an optical transceiver that includes an optical transmitter configured to transmit optical signals to the OLT and an optical receiver configured to receive optical signals from the OLT.

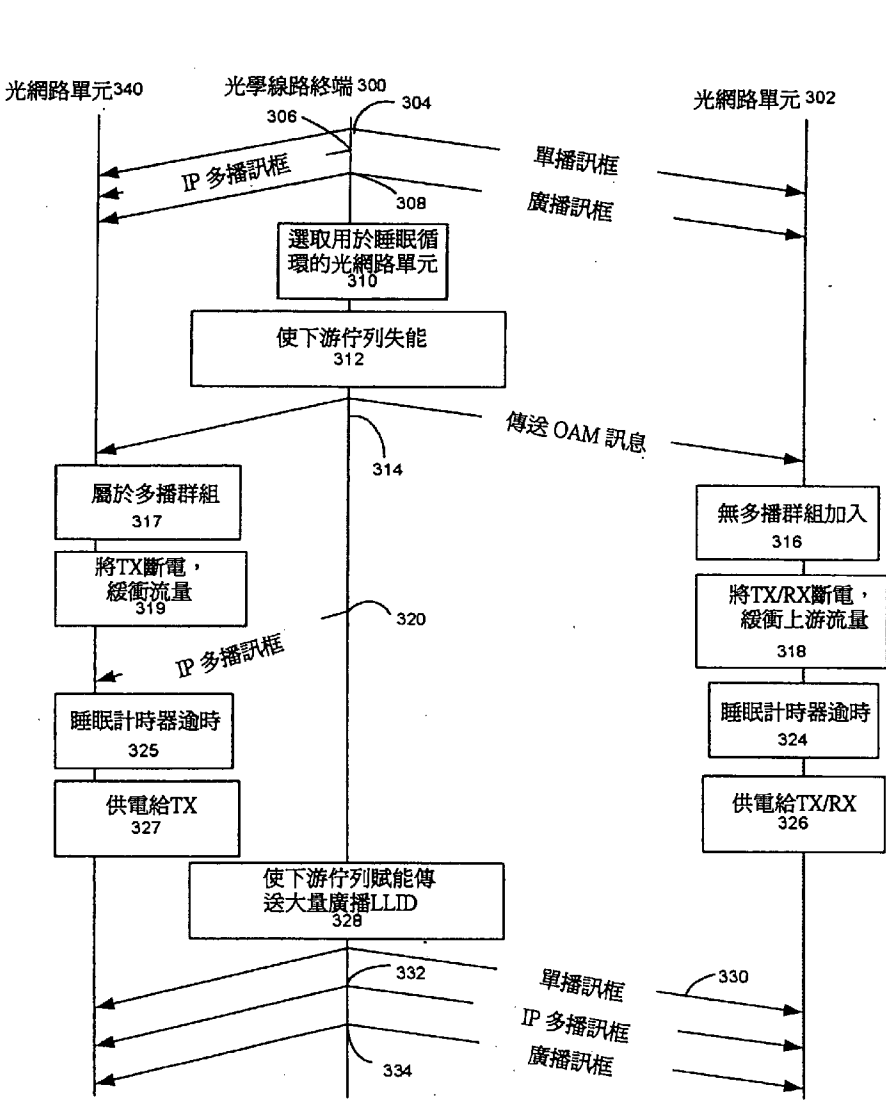


圖3

- 340 . . . 光網路單元
- 300 . . . 光學線路終端
- 302 . . . 光網路單元
- 304 . . . 單播訊框
- 306 . . . IP 多播訊框
- 308 . . . 廣播訊框
- 310 . . . 選取用於睡眠循環的光網路單元
- 312 . . . 使下游佇列失能
- 316 . . . 無多播群組加入
- 317 . . . 屬於多播群組
- 318 . . . 將 TX/RX 斷電, 緩衝上游流量
- 319 . . . 將 TX 斷電, 緩衝流量
- 320 . . . IP 多播訊框
- 324 . . . 睡眠計時器逾時
- 325 . . . 睡眠計時器逾時
- 326 . . . 供電給 TX/RX
- 327 . . . 供電給 TX
- 328 . . . 使下游佇列賦能傳送大量廣播 LLID
- 330 . . . 單播訊框
- 332 . . . IP 多播訊框
- 334 . . . 廣播訊框

發明摘要

※ 申請案號：098/135787

※ 申請日：98.10.22

※ IPC 分類：H04J 14/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

具有省電特徵之乙太網路被動式光纖網路(EPON)

EPON WITH POWER-SAVING FEATURES

【中文】

一個實施例提供乙太網路被動式光纖網路(EPON)中的省電之系統。系統包含光學線路終端(OLT)、光纖網路單元(ONU)、配置成偵測進出 ONU 的流量狀態之流量偵測模組、以及配置成根據偵測到的流量狀態而將 ONU 置於睡眠模式之電力管理模組。ONU 包含光收發器，光收發器包含配置成發送光訊號給 OLT 的光送器以及配置成自 OLT 接收光訊號的光接收器。

【英文】

One embodiment provides a system for power saving in an Ethernet Passive Optic Network (EPON). The system includes an optical line terminal (OLT), an optical network unit (ONU), a traffic-detection module configured to detect status of traffic to and from the ONU, and a power-management module configured to place the ONU in sleep mode based on the detected traffic status. The ONU includes an optical transceiver that includes an optical transmitter configured to transmit optical signals to the OLT and an optical receiver configured to receive optical signals from the OLT.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 3。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 340 光網路單元
- 300 光學線路終端
- 302 光網路單元
- 304 單播訊框
- 306 IP 多播訊框
- 308 廣播訊框
- 310 選取用於睡眠循環的光網路單元
- 312 使下游佇列失能
- 316 無多播群組加入
- 317 屬於多播群組
- 318 將 TX/RX 斷電，緩衝上游流量
- 319 將 TX 斷電，緩衝流量
- 320 IP 多播訊框
- 324 睡眠計時器逾時
- 325 睡眠計時器逾時
- 326 供電給 TX/RX
- 327 供電給 TX
- 328 使下游佇列賦能傳送大量廣播 LLID
- 330 單播訊框

332 IP 多播訊框

334 廣播訊框

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

具有省電特徵之乙太網路被動式光纖網路(EPON)

EPON WITH POWER-SAVING FEATURES

【技術領域】

本發明係有關於乙太網路被動式光纖網路(EPON)。更具體而言，本揭示係有關於 EPON 的省電特徵。

【先前技術】

為了跟上日漸增加的網際網路流量，網路操作者廣泛地佈置光纖及光傳輸設備，實質地增加骨幹網路的容量。但是，對應增加的網路存取量與此骨幹網路容量的增加無法相符。即使藉由例如數位用戶線(DSL)及纜線數據機(CM)，由目前的存取網路所提供的有限頻寬仍然在遞送大頻寬給終端使用者時呈現嚴重的瓶頸。

在不同的競爭技術中，被動式光纖網路(PON)是下一代存取網路的最佳選擇之一。根據光纖的大頻寬，PON 可以同時容納寬頻語音、資料、及影像流量。此整合服務難以提供有 DSL 或 CM 技術。此外，PON 可以建立有例如乙太網路及 ATM 等現有的通信協定，這些現有的通信協定便利 PON 與其它網路設備之間的相互操作性。

典型上，在提供服務提供者的中央局與用戶的基地台之間提供連接之網路的「第一哩(first mile)」中使用 PON。「第一哩」通常是邏輯上的點對多點網路，其中，中央局服務許多用戶。舉例而言，PON 可以採用樹狀拓撲，其中，一個主幹光纖耦合中央局至被動式分歧器/合併器。經由多個分支光纖，被動式光分歧器/合併器分割及散佈下游光訊號給用戶及合併來自用戶的上游光學訊號(請參見圖 1)。注意，例如環狀及網狀拓撲等其它的拓撲也是可能的。

典型上，在光學線路終端(OLT)與光纖網路單元(ONU)之間執行 PON 內的傳輸。OLT 一般而言係設於中央局以及使光學存取網路耦合至都會骨幹，都會骨幹可為屬於例如網際網路服務提供者或網路傳輸業者等的外部網路。ONU 可以設於用戶處及經由用戶基底台設備(CPE)而耦合至用戶自己的家庭網路。

在乙太網路 PON(EPON)的實例中，通訊可包含下游流量及上游流量。在下述說明中，「下游」意指從 OLT 至一或更多個 ONU 的方向，而「上游」意指從 ONU 至 OLT 的方向。在下游方向上，由於 1xN 被動光耦合器的廣播本質，資料封包由 OLT 廣播給所有 ONU 且由它們的目的地 ONU 選擇性地取出。此外，每一個 ONU 被指定一或更多個邏輯鏈路識別標誌(LLID)，並且，由 OLT 傳送的資料封包典型上指定目的地 ONU 的 LLID。在上游方向上，由於僅有耦合被動光耦合器至 OLT 的一個鏈路，所以，ONU 需要共用通道容量及資源。

圖 1 例舉被動式光纖網路，其包含中央局及多個經由光纖及被動式光分歧器耦合的用戶(先前技術)。被動式光分歧器 102 及光纖將用戶耦合至中央局 101。被動式光分歧器 102 可以設於接近終端使用者的位置以使初始的光纖佈建成本達最小。中央局 101 可以耦合至外部網路 103，例如由網際網路服務提供者(ISP)操作的都會區域網路。雖然圖 1 顯示樹狀拓撲，但是，PON 也可以根據例如邏輯環或邏輯匯流排等其它拓撲。注意，雖然在本揭示中，很多實施例是根據 EPON，但是，本發明的實施例並不限於 EPON 且可以被應用至不同的 PON，例如 ATM PON(APON)及分波長多工(WDM) PON。

隨著 EPON 的普及性增加，佈置 ONU 的數目也增加。結果，無法再忽視每一個 ONU 的耗電，並且，將省電特徵加入 ONU 設計日漸重要。由於網路流量的叢發性本質，所以，ONU、或者至少部份 ONU，常常維持不作用持續一段時間期間。舉例而言，除

非使用者正在傳送資料封包上游，否則 ONU 的發送器可以維持不作用，並且，除非正在接收下游流量，否則 ONU 的接收器可以維持不作用。當沒有流量發生時，ONU 的其它部份，例如負責封包處理、媒體存取控制(MAC)、改錯、等等的元件，也維持不作用。這些不作用的元件可能消耗顯著的電量。此外，EPON 逐漸增加地載送例如網路電話(VoIP)及影像資料等重要服務給使用者。因此，重要的是防止任何流量的下降及確保 ONU 於需要時準備好操作。

【發明內容】

一個實施例提供用於乙太網路被動式光纖網路(EPON)中的省電之系統。系統包含光學線路終端(OLT)、光纖網路單元(ONU)、配置成偵測進出 ONU 的流量狀態之流量偵測模組、以及配置成根據偵測到的流量狀態而將 ONU 置於睡眠模式之電力管理模組。ONU 包含光收發器，光收發器包含配置成發送光訊號給 OLT 的光發送器以及配置成從 OLT 接收光訊號的光接收器。

在實施例的變型中，流量偵測模組係設於 OLT 中，且流量偵測模組係配置成決定從 ONU 接收到之流量的型式。

在又一變型中，電力管理模組係設於 OLT 中，並且，電力管理模組係配置成根據對 ONU 發送及接收的流量之型式，指示 ONU 進入睡眠模式。

在又一變型中，電力管理模組經由營運、行政、及管理(OAM)訊息或多點控制協定(MPCP)延伸訊息，以指示 ONU 進入睡眠模式。

在又一變型中，ONU 被指示維持在睡眠模式預定時間，並且，當 ONU 在睡眠模式中的同時，OLT 係配置成緩衝至 ONU 的下游流量，以及，ONU 係配置成緩衝上游流量。

在又一變型中，當 OLT 係處於睡眠模式中的同時，OLT 緩衝廣播流量及使廣播佇列失能(disable)。此外，當 ONU 係處於睡眠模式中的同時，OLT 使用於單播流量的佇列失能。

在本實施例的變型中，流量偵測模組係設於 ONU 中，並且，流量偵測模組係配置成偵測來自 ONU 之上游流量的存在。

在又一變型中，電力管理模組係設於 ONU 中，並且，為了回應來自 ONU 的上游流量不存在，電力管理模組係配置成將 ONU 置於睡眠模式中。

在又一變型中，流量偵測模組又被配置成決定多播(multicast)流量是否存在，並且，為了回應多播流量存在，電力管理模組係配置成將光發送器、及/或與 ONU 上的傳輸有關之一或更多其它耗電元件斷電。

在又一變型中，流量偵測模組係配置成偵測設於 ONU 之使用者對網路介面是否作用，以及，為了回應介面係不作用，電力管理模組係配置成將 ONU 置於睡眠模式。

在本實施例的變型中，ONU 係配置成經由營運、行政、及管理(OAM)訊息或多點控制協定(MPCP)延伸訊息，將雷射電力開啟時間報告給 OLT。

【圖式簡單說明】

圖 1 顯示 PON，其中，中央局與多個用戶經由光纖及被動式光分歧器而相耦合(先前技術)。

圖 2 是方塊圖，顯示根據本發明的實施例之代表性 OLT 的架構。

圖 3 是狀態圖，顯示根據本發明的實施例之 ONU 睡眠循環。

圖 4 顯示根據本發明的實施例之睡眠循環的開啟及關閉時間期間，OLT 和 ONU 的狀態。

圖 5 是流程圖，顯示根據本發明的實施例之睡眠循環的程序。

圖 6 是方塊圖，顯示根據本發明的實施例之代表性 ONU 之架構。

圖 7 是流程圖，顯示根據本發明的實施例之進入睡眠模式的 ONU 的程序。

在圖式中，類似的代號代表相同的圖式元件。

【實施方式】

下述說明將使習於此技藝者能夠實施及使用實施例，並且，以特定應用和其需求的前後關係，而提供下述說明。在不違離本發明的精神及範圍之下，習於此技藝者清楚可知揭示的實施例之不同的修改，此處界定的一般原理可以應用至其它實施例及應用。因此，本發明不受限於所示的實施例，而是要依符合此處所揭示的原理及特點之最廣範圍解釋。

為了節省 ONU 消耗的電力，在其閒置時間期間，ONU 需要至少部份地關閉電力，或者關閉其閒置元件的電力。除了關閉電力(進入睡眠)，當 ONU 不再處於閒置模式時，其也需要能夠開啟(「甦醒」)。本發明的實施例提供一系統，其可以根據 ONU 的流量狀態而選取要被置於睡眠循環的 ONU。當鏈路流量低且並未偵測到時間關鍵(time-critical)流量時，系統可以切斷全部或部份 ONU 或 ONU 的發送器的電力。在一個實施例中，當偵測到流量時，ONU「甦醒」。為了避免流量損失，在某些實施例中，上游及下游流量分別藉由 ONU 及 OLT 來予以緩衝。

在某些實施例中，OLT 監視所有 ONU 的流量狀態及決定它們的睡眠資格。假使 ONU 流量低且無關鍵時間流量出現，則 ONU 可以合格進入睡眠循環。舉例而言，這將為當 ONU 流量僅含有操作、監督、及管理(OAM)流量、網際網路控制訊息協定(ICMP)、或跨度流量時的情形。圖 2 是方塊圖，例舉根據本發明實施例之代表性 OLT 的架構。OLT 200 包含查詢引擎 202、電力管理模組 204、及 OAM 模組 206。

在操作期間，OLT 查詢引擎 202 使用以規則為基礎的統計，將上游及下游鏈結上的流量特徵化。OLT 根據特徵化的 ONU 流量，選取用於進入睡眠循環的 ONU。舉例而言，假使 OLT 根據統計而決定進出 ONU 的流量速率低，且沒有時間關鍵格/封包出現

時，OLT 電力管理模組 204 可以將 ONU 置於睡眠循環。在一個實施例中，OAM 模組 206 產生 OAM 訊息，OAM 訊息被傳送給 ONU 以致使 ONU 能夠進入睡眠循環。在 ONU 的睡眠持續時間期間，OLT 緩衝下游單播(unicast)及廣播流量，並繼續傳送多播(multicast)流量下游。注意，以規則為基礎的統計僅會對例如 VoIP 或影像資料等應用流量增量，並且，對網路管理流量維持不變。因此，雖然 ONU 可以偵測上游流量的存在，但是，OLT 仍然可以根據從 ONU 接收到的流量型式而決定是否要將 ONU 置於睡眠循環。

ONU 睡眠循環界定用於 ONU 的開啟(ON)及關閉(OFF)時間。在關閉時間期間，一或更多 ONU 元件被置於睡眠模式(斷電)，並且，睡眠中的 ONU 緩衝所有的上游傳輸。在一個實施例中，被選擇睡眠循環的 ONU 也會檢查其是否已加入多播群組。假使 ONU 判定其已加入多播群組，則 ONU 僅將其發送路徑斷電，其發送路徑包含 ONU 發送器及其相關的控制電路。相反地，假使 ONU 判定 ONU 不具有任何加入的多播群組時，ONU 將發送及接收路徑均斷電。注意，為了將其發送及接收路徑獨立地斷電，ONU 包含用於發送器及接收器電力的分別控制。在又一實施例中，除了 ONU 發送器及/或接收器之外，又將例如 SerDes 等高速串列介面置於睡眠模式中。

注意，睡眠模式的一個重要特徵是確保當 ONU 在睡眠模式中的同時並未損失流量。因此，需要適當的封包緩衝。在一個實施例中，假使 OLT 決定多個耦合的 ONU 中之一或多個係處於睡眠模式中時，OLT 緩衝所有廣播流量。OLT 延遲廣播流量傳輸直至所有耦合的 ONU 甦醒為止。此外，OLT 也緩衝目的地為睡眠模式中的 ONU 之單播流量。此時，ONU 緩衝上游流量。

在一個實施例中，OLT 將訊息傳送給 ONU 以藉由計時器來啟始睡眠模式。一旦計時器逾時，ONU 即致能收發器介面並且恢復正常發送及接收功能。圖 3 是狀態圖，顯示根據本發明的一實施

例之 ONU 睡眠循環。在正常操作期間，OLT 300 發送單播訊框給 ONU 302 和 340(操作 304)、發送網路協定(IP)多播訊框給 ONU 340(操作 306)、以及發送廣播訊框給 ONU 302 和 340(操作 308)。根據流量狀態，OLT 300 選取 ONU 302 及 ONU 340 進入睡眠循環(操作 310)。為了使 ONU 302 和 340 準備進入睡眠模式，OLT 300 使其用以保持 ONU 302 和 340 的流量之下游單播佇列以及其廣播佇列失能(操作 312)。接著，OLT 300 傳送 OAM 訊息給 ONU 302 和 340(操作 314)。在一個實施例中，OAM 訊息包含標示 ONU 302 和 340 應維持在睡眠模式中的時間期間之時間。在一個實施例中，ONU 302 和 340 接收個別的 OAM 訊息。在接收到「進入睡眠」OAM 訊息時，ONU 302 決定其不屬於任何多播群組(操作 316)，將其發送器斷電，以及緩衝其上游流量(操作 318)。同時，ONU 340 決定其屬於多播群組(操作 317)。因此，ONU 340 將其發送路徑斷電，並且，緩衝其上游流量(操作 319)。當 ONU 302 和 340 維持在睡眠模式中時，OLT 300 緩衝所有用於 ONU 302 和 340 之廣播訊框及單播訊框，並且，繼續發送多播訊框給 ONU 340(操作 320)。注意，ONU 302 不屬於包含 ONU 340 的多播群組。

一旦 ONU 302 的睡眠計時器及 ONU 340 的睡眠計時器逾時(操作 324 和 325)，ONU 302 即供電給其整個光路徑(操作 326)，並且 ONU 340 供電給其發送路徑(操作 327)。OLT 300 致能其下游單播佇列到 ONU 302 和 340，並且藉由發送所有延遲的廣播訊框而大量發送廣播 LLID。接著，OLT 300 藉由發送單播訊框、IP 多播訊框、及廣播訊框給 ONU 302 和 340，而恢復正常傳輸(操作 330-334)。

圖 4 顯示根據本發明的實施例之睡眠循環的開啟及關閉時間期間 OLT 和 ONU 的狀態。OLT 400 包含多個佇列，多個佇列包括例如佇列 402-406 等單播佇列、例如佇列 408 等多播佇列、及廣播佇列 410。OLT 400 經由被動光學分歧器 412 而被耦合至包含

ONU 414-418 之多個下游 ONU。OLT 單播佇列 402、404、及 406 分別儲存目的地為 ONU 414、416、及 418 的單播流量。每一個 ONU 包含發送器、接收器、包含高速介面的 ONU 晶片、及乙太網路實體層(PHY)介面。舉例而言，ONU 414 包含發送器 420、接收器 422、包含串列器/解串列器(SERDES) 426 之 ONU 晶片 424、及 PHY 介面 428。

在操作期間，OLT 400 決定那一個 ONU 符合被置於睡眠模式中的資格。ONU 414 藉由發送上游及接收下游流量而為作用的，且不夠資格睡眠。ONU 416 僅接收下游多播流量，因而符合睡眠資格。舉例而言，用戶可能正在觀看 TV。ONU 418 呈現低流量頻寬，因而也符合睡眠資格。

在睡眠循環的甦醒時間(開啟時間)期間，使 OLT 400 中的所有佇列致能，並且供電給包含 ONU 的發送及接收路徑之所有 ONU。在一個實施例中，ONU 甦醒時間設定為 30ms。在睡眠循環的斷電時間(關閉時間)期間，ONU 416 和 418 被置於睡眠模式中。因此，OLT 400 使其單播佇列 404 和 406、及其廣播佇列 410 失能。由於 ONU 416 接收多播流量，所以，ONU 416 僅將其發送路徑斷電。ONU 418 將其發送及接收路徑斷電。此外，ONU 418 可以將其 SERDES 斷電。在一個實施例中，斷電時間設定為 200ms。

圖 5 是流程圖，顯示根據本發明的實施例之睡眠循環的程序。在睡眠循環開始時，OLT 決定 ONU 是否合於睡眠的資格(操作 500)。假使否，則 ONU 跳過此睡眠循環(操作 502)。否則，OLT 使用於 ONU 之其下游廣播佇列及單播佇列失能，以使下游廣播及單播流量失能(操作 504)，並且，將睡眠訊息傳送給 ONU(操作 506)。在接收睡眠訊息時，ONU 決定其是否已加入任何多播群組(操作 508)。假使是，則 ONU 將其例如發送器等上游發送光路徑元件斷電，及使其至 OLT 的上游流量失能(操作 510)。在睡眠期間，ONU 決定是否符合「早醒」條件(操作 511)。在一個實施例中，

「早醒」條件包含但不限於：偵測到時間關鍵上游流量、加入新多播群組(例如偵測到 IPTV 頻道更換)、警報條件(例如，垂死喘息警報)、以及上游佇列已越過某臨界值。假使為是，則 ONU 藉由供電給其上游光路徑元件而初始化「早醒」操作，並且，致能到 OLT 的上游流量(操作 514)。假使為否，則 ONU 決定其睡眠計時器是否逾時(操作 512)。注意，睡眠時間界定 ONU 維持斷電的時間期間。假使為是，則 ONU 供電給其上游光路徑元件及致使到 OLT 的上游流量(操作 514)。否則，系統返回至操作 511。

假使 ONU 決定其尚未加入多播群組(操作 508)，則 ONU 將例如發送器及接收器等其上游及下游光路徑元件斷電，並且，使至 OLT 的上游流量失能(操作 516)。在睡眠期間，ONU 決定是否符合「早醒」條件(操作 517)。假使為是，則 ONU 藉由供電給其上游光路徑元件而初始化「早醒」操作，並且，致能進出 OLT 的流量(操作 520)。假使為否，則 ONU 進一步決定其睡眠計時器是否逾時(操作 518)。假使為是，則 ONU 供電給其所有上游光路徑元件及致能進出 OLT 的上游流量(操作 520)。否則，系統返回至操作 517。

在 ONU 供電之後，OLT 使其單播及廣播佇列賦能，以使其至 ONU 的下游傳輸賦能(操作 522)。然後，OLT 等待其甦醒計時器逾時(操作 524)。注意，甦醒計時器界定 ONU 保持甦醒的時間期間。在甦醒計時器逾時之後，新的睡眠循環開始。

ONU 維持在睡眠模式中的最長時間可由 OLT 及 ONU 的緩衝器容量及其它用者考量來決定。在節省的電量與喪失流量或延遲使用者應用的風險之間有所交換。假使二睡眠循環之間的時間間隔(對應於最大睡眠時間)太短時，則節省的電量有限。另一方面，二連續的睡眠循環之間較長的時間間隔會因 OLT 或 ONU 緩衝器溢流而增加使用者流量喪失之風險。

除了最大的睡眠時間之外，ONU 也可以通知 OLT 其最小睡眠

時間。ONU 的最小睡眠時間可由其發送器的開啟時間(供電後發送器穩定所需的時間)來予以決定。假使 OLT 決定 ONU 斷電與下一個排程的 ONU 甦醒之間的時間間隔小於最小 ONU 睡眠時間時，則 OLT 可以防止 ONU 進入睡眠模式。注意，ONU 發送器的開啟時間係由所使用之雷射的型式來予以決定，並且，ONU 可以經由 OAM 訊息或多點控制協定(MPCP)擴充訊號，通知與此參數有關的 OLT。除了使用雷射開啟時間以設定 ONU 最小睡眠時間之外，在一個實施例中，OLT 也配置成當其傳輸排程在下游 ONU 甦醒之後時，將雷射開啟時間列入考慮。舉例而言，假使將 ONU 排程為在時間 t_0 離開睡眠模式以及 OLT 知道 ONU 雷射的開啟時間為 Δt 時，則 OLT 將 ONU 的上游傳輸排程在比 $t_0 + \Delta t$ 還晚的時間。

也能夠允許 ONU 將其斷電循環與 MPCP ONU-輪詢循環同步，MPCP ONU-輪詢循環可以根據 ONU 流量狀態而適應地調整。在一個實施例中，OLT 週期性地輪詢 ONU 其狀態。假使 ONU 在一個 ONU 輪詢循環內回報沒有流量時，則 OLT 指令 ONU「進入睡眠」或斷電直到下一個 ONU 輪詢之排程時間為止。此外，假使 ONU 在接著的輪詢時間回報沒有流量時，OLT 可以降低 ONU 輪詢速率，或增加下一個 ONU 輪詢之前的等待時間。一旦 ONU 回報流量存在時，OLT 即指示 ONU「甦醒」，以及恢復其原始的 ONU 輪詢速率。

注意，由於 ONU 在每一個輪詢時間監視及回報流量，或者，ONU 不用從 OLT 接收指示即可喚醒其自己。在某些情形中，一個 ONU 被指定有多個 LLID，而多個 LLID 都共用相同的發送器及接收器。為了省電，OLT 可以將多個 LLID 一起分成一組，以及，在相同的輪詢循環中，傳送這些 LLID 的報告。假使所有 LLID 回報零流量時，OLT 指示 ONU 進入睡眠模式。

在某些實施例中，系統根據監視使用者流量的 ONU 而決定是否允許 ONU 進入睡眠模式。圖 6 是方塊圖，顯示根據本發明的實

施例之代表性 ONU 的架構。在圖 6 中，ONU 600 包含用以耦合至光纖的光介面 602、耦合至光介面 602 的光雙向收發器 604、串列器/解串列器(SerDes)610、流量偵測模組 612、電力管理模組 614、用以接收使用者資料之使用者至網路介面(UNI)616、以及以特定應用積體電路(ASIC)之方式來實施的 ONU 晶片 618。

光雙向收發器 604 包含光發送器 606 和光接收器 608。經由光介面 602，光發送器 606 發送光訊號給光纖，並且，光接收器 608 從相同的光纖接收光訊號。例如 SerDes 610 等高速串列介面係耦合至光收發器 604。

流量偵測模組 612 可以偵測耦合至 UNI 616 的 UNI 鏈結的狀態。舉例而言，假使沒有乙太網路纜線被插入 UNI 616 中，則流量偵測模組 612 偵測到 UNI 鏈路下降。在此情形中，由於 ONU 600 並未在使用中，所以，其可以進入睡眠模式。在一個實施例中，ONU 600 藉由將多個元件斷電而進入睡眠模式，這些元件包含發送器 606、接收器 608、SerDes 610、ONU 晶片 618、及其它消耗電力的元件。但是，當在睡眠模式中時，ONU 600 仍然能夠監視 UNI 616 的鏈結狀態。舉例而言，當 ONU 600 的其餘部份進入睡眠模式時，流量偵測模組 612 仍然可以維持甦醒。一旦 UNI 616 的鏈結狀態上升時，例如乙太網路纜線被插入 UNI 616 中，則 ONU 600 能夠離開睡眠模式(甦醒)。

除了偵測 UNI 鏈結狀態之外，流量方向模組 612 也可以偵測 ONU 600 是否正經由 UNI 616 而從使用者接收任何上游流量。在一個實施例中，假使判定 ONU 600 已有某段時間並未收到任何上游流量，則電力管理模組 614 可以將發送器 606 及其相關連的控制電路置於睡眠模式。注意，在此情形中，雖然 OLT 並未正從 ONU 600 接收輪詢的回報，但是，OLT 仍然使 ONU 600 保持被登入。當流量偵測模組 612 偵測到上游流量存在時，電力管理模組 614 喚醒發送器 606 及其相關的控制電路。發送器 606 接著開始發送

流量上游到 OLT。

為了避免多播流量損失，在一個實施例中，流量偵測模組 612 也藉由偵測 ONU 600 是否已加入多播群組，以偵測多播流量的存在。假使判定 ONU 600 並不屬於任何多播群組，則電力管理模組 614 可以將接收器 608 置於睡眠模式。當 ONU 600 處於睡眠模式中時，流量偵測模組 612 繼續偵測 ONU 600 是否加入多播群組，以及，假使流量偵測模組 612 偵測到新的多播連結，則 ONU 600 將被帶出睡眠模式。

圖 7 是流程圖，顯示根據本發明的實施例之進入睡眠模式的 ONU 的程序。在操作期間，ONU(週期性地)監視其上游流量(操作 702)，以及決定上游流量是否存在(操作 704)。假使沒有上游流量存在，則 ONU 發送器進入睡眠模式(操作 706)。ONU 也偵測多播流量是否存在(操作 708)，並且，假使為否，則 ONU 接收器進入睡眠模式(操作 710)。

在一個實施例中，當睡眠模式中的 ONU 接收到的僅有流量為例如簡單的網路管理協定(SNMP)訊息、擴充樹協定(STP)訊息、網際網路控制訊息協定(ICMP)等網路管理流量，且無例如 VoIP 及影像等應用資料出現時，則 ONU 週期性地甦醒以處理下游廣播及任何管理封包，而後返回至之後的睡眠。

在某些實施例中，ONU 也包含電力計，電力計測量 ONU 的用電。電力計可以測量 ONU 甦醒及睡眠時間期間的用電，以及計算 ONU 消耗的電力估計。在一個實施例中，ONU 經由 OAM 訊息或簡單的網路管理協定(SNMP)訊息，將其用電統計報告給 OLT。

在某些實施例中，網路管理系統(NMS)能夠使每一個別的 ONU 的省電特徵賦能/失能。此外，電力管理模組對 NMS 報告 ONU 被置於睡眠模式中的全部時間與此時段期間所節省的電量。根據這些統計，NMS 可以決定使 ONU 的省點特徵賦能/失能。此外，NMS 藉由選取當 ONU 處於睡眠模式中時可被緩衝及稍後處理的

流量型式，以規劃流量偵測模組。

本詳細說明中所述的資料結構及碼典型上係儲存於電腦可讀取儲存媒體上，儲存媒體為可以儲存由電腦系統使用的碼及/或資料之任何裝置或媒體。電腦可讀取儲存媒體包含但不限於揮發性記憶體、非揮發性記憶體、磁性及光學儲存裝置，例如磁碟機、磁帶、CD(光碟)、DVD(數位影音光碟或數位視頻碟片)、或能夠儲存電腦可讀取媒體之現在已知或未來開發的媒體。

在實施方式一節中所述的方法及處理可以以能夠儲存於如上所述的電腦可讀取儲存媒體中的碼及/或資料之方式而被具體地實施。當電腦系統讀取及執行儲存於電腦可讀取儲存媒體上的碼及/或資料時，電腦系統執行以資料結構和碼來具體實施之且儲存於電腦可讀取的儲存媒體內的方法及處理。

此外，上述方法及處理可以包含於硬體模組中。舉例而言，硬體模組包含但不限於特定應用積體電路(ASIC)晶片、現場可編程閘陣列(FPGA)、及現在已知或未來開發之其它可編程的邏輯裝置。當硬體模組被致動時，硬體模組執行包含於硬體模組之內的方法及處理。

上述不同實施例的說明僅作為說明之用。它們並非是詳盡無遺的或是要將本發明限定於所揭示的態樣。因此，習知於此技藝者將清楚很多修改及變化。此外，上述揭示並非要限定本發明。

【符號說明】

- 200 光學線路終端
- 202 查詢引擎
- 204 電力管理模組
- 206 營運行政及管理模組
- 300 光學線路終端

302	光纖網路單元
340	光纖網路單元
400	光學線路終端
402	單播佇列
404	單播佇列
406	單播佇列
408	多播佇列
410	廣播佇列
412	被動式光學分歧器
414	光纖網路單元
416	光纖網路單元
418	光纖網路單元
600	光纖網路單元
602	光介面
604	光雙向收發器
606	發送器
608	接收器
610	串列器/解串列器
612	流量偵測模組
614	電力管理模組
616	使用者至網路介面
618	晶片

申請專利範圍

1.一種用以提供乙太網路被動式光纖網路(EPON)中的省電之系統，包括：

光學線路終端(OLT)；

光纖網路單元(ONU)，包括：

光收發器，包含配置成發送光訊號給該 OLT 的光發送器以及配置成從該 OLT 接收光訊號的光接收器；及

流量偵測模組，係配置成偵測進出該 ONU 的流量狀態；以及

電力管理模組，係配置成根據該偵測到的流量狀態而將該 ONU 置於睡眠模式；

其中，當該 ONU 係處於該睡眠模式中的同時，該 OLT 係配置成緩衝下游流量至該 ONU，並且該 ONU 係配置成緩衝上游流量。

2.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，該流量偵測模組係設於該 OLT 中，且其中，該流量偵測模組係配置成決定前往至及接收自該 ONU 的流量的類型。

3.如申請專利範圍第 2 項之系統，其中，該電力管理模組係設於該 OLT 中，且其中，該電力管理模組係配置成根據傳送至及接收自該 ONU 的該流量類型，指示該 ONU 進入該睡眠模式。

4.如申請專利範圍第 3 項之系統，其中，該電力管理模組經由營運、行政、及管理(OAM)訊息或多點控制協定(MPCP)延伸訊息，以指示該 ONU 進入該睡眠模式。

5.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，該 OLT 又配置成：
當該 ONU 係處於該睡眠模式中的同時，緩衝廣播流量及使廣播佇列失能；以及

當該 ONU 係處於該睡眠模式中的同時，使用於單播流量的佇列失能。

6.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，該流量偵測模組係設

於該 ONU 中，且其中，該流量偵測模組係配置成偵測來自該 ONU 之上游流量的存在。

7.如申請專利範圍第 6 項之系統，其中，該電力管理模組係設於該 ONU 中，且其中，回應於來自該 ONU 的上游流量係不存在的，該電力管理模組係配置成將該 ONU 置於該睡眠模式中。

8.如申請專利範圍第 7 項之系統，其中，該流量偵測模組又配置成決定多播流量是否存在，且其中，回應於該多播流量係存在的，該電力管理模組係配置成將光發送器、及/或與該 ONU 上的傳輸有關之一或多個其它耗電元件斷電。

9.如申請專利範圍第 6 項之系統，其中，該流量偵測模組係配置成偵測設於該 ONU 上之使用者對網路介面是否作用，且其中，回應於該介面係不作用的，該電力管理模組係配置成將該 ONU 置於睡眠模式。

10.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，該 ONU 係配置成經由營運、行政、及管理(OAM)訊息或多點控制協定(MPCP)延伸訊息，將雷射電力開啟時間報告給該 OLT。

11.一種用以提供乙太網路被動式光纖網路(EPON)中的省電特徵之方法，包含：

偵測進出光纖網路單元(ONU)的流量狀態；

根據該偵測到的流量狀態而將該 ONU 置於睡眠模式；以及

當該 ONU 係處於該睡眠模式中的同時，在該 OLT 處緩衝下游流量，並且，在該 ONU 處緩衝上游流量。

12.如申請專利範圍第 11 項之方法，其中，偵測該流量狀態係藉由耦合至該 ONU 的光學線路終端(OLT)來予以實施，且其中，偵測該流量狀態又包括偵測前往至及接收自該 ONU 之流量的類型。

13.如申請專利範圍第 12 項之方法，其中，將該 ONU 置於睡眠模式是藉由該 OLT 來予以實施，並且，包括根據發送至及接收

自該 ONU 的該流量類型，以指示該 ONU 進入該睡眠模式。

14.如申請專利範圍第 13 項之方法，其中，指示該 ONU 進入該睡眠模式是經由營運、行政、及管理(OAM)訊息或多點控制協定(MPCP)延伸訊息來予以實施。

15.如申請專利範圍第 11 項之方法，又包括：

當該 ONU 係處於該睡眠模式中的同時，緩衝廣播流量及使 OLT 處的廣播佇列失能；以及

當該 ONU 係處於該睡眠模式中的同時，使在 OLT 處用於單播流量的佇列失能。

16.如申請專利範圍第 11 項之方法，其中，偵測該流量狀態係藉由該 ONU 來予以實施，且其中，偵測該流量狀態包括偵測來自該 ONU 之上游流量的存在。

17.如申請專利範圍第 16 項之方法，其中，將該 ONU 置於睡眠模式中係藉由該 ONU 來予以實施，且其中，回應於來自該 ONU 的上游流量係不存在的，將該 ONU 置於該睡眠模式中。

18.如申請專利範圍第 17 項之方法，又包括：

決定多播流量是否存在；以及

回應於該多播流量係存在的，將光發送器、及/或與該 ONU 上的傳輸有關之一或多個其它耗電元件斷電。

19.如申請專利範圍第 16 項之方法，又包括：

決定設於該 ONU 上之使用者對網路介面是否作用，以及，

回應於該介面係不作用的，將該 ONU 置於睡眠模式。

20.如申請專利範圍第 11 項之方法，又包括經由營運、行政、及管理(OAM)訊息或多點控制協定(MPCP)延伸訊息，自 ONU 接收要給該 OLT 之雷射電力開啟時間。

21.一種光纖網路單元(ONU)，用以協助省電操作，包括：

光收發器，包含配置成發送光訊號給光學線路終端(OLT)的光發送器以及配置成從該 OLT 接收光訊號的光接收器；以及

流量偵測模組，係配置成偵測進出該 ONU 的流量狀態；以及
電力管理模組，係配置成根據該偵測到的流量狀態而將該
ONU 置於睡眠模式；

其中，當該 ONU 係處於該睡眠模式中的同時，該 OLT 係配置成緩衝下游流量至該 ONU，並且該 ONU 係配置成緩衝上游流量。

22.如申請專利範圍第 21 項之 ONU，其中，該流量偵測模組係配置成偵測來自該 ONU 之上游流量的存在，且其中，回應於來自該 ONU 的上游流量係不存在的，該電力管理模組係配置成將該 ONU 置於該睡眠模式中。

23.如申請專利範圍第 22 項之 ONU，其中，該流量偵測模組又配置成決定多播流量是否存在，且其中，回應於該多播流量係存在的，該電力管理模組係配置成將光發送器、及/或與該 ONU 上的傳輸有關之一或多個其它耗電元件斷電。

24.申請專利範圍第 21 項之 ONU，其中，該流量偵測模組係配置成偵測設於該 ONU 上之使用者對網路介面是否作用，且其中，回應於該介面係不作用的，該電力管理模組係配置成將該 ONU 置於睡眠模式。

25.如申請專利範圍第 21 項之 ONU，又包括報告機構，該報告機構係配置成經由營運、行政、及管理(OAM)訊息或多點控制協定(MPCP)延伸訊息，將雷射電力開啟時間報告給該 OLT。

26.一種光學線路終端(OLT)，用於乙太網路被動式光纖網路(EPON)中的省電，包括：

流量偵測模組，係配置成偵測進出耦合到該 OLT 之光纖網路單元(ONU)的流量狀態；以及

電力管理模組，係配置成根據該偵測到的流量狀態而將該 ONU 置於睡眠模式；

其中，當該 ONU 在該睡眠模式中的同時，該 OLT 係配置成

緩衝至該 ONU 的下游流量。

27.如申請專利範圍第 26 項之 OLT，其中，該電力管理模組係配置成經由營運、行政、及管理(OAM)訊息或多點控制協定(MPCP)延伸訊息，以指示該 ONU 進入該睡眠模式。

28.如申請專利範圍第 26 項之 OLT，其中，該 OLT 又配置成：

當該 ONU 係處於該睡眠模式中的同時，緩衝廣播流量及使廣播佇列失能；以及

當該 ONU 係處於該睡眠模式中的同時，使用於單播流量的佇列失能。

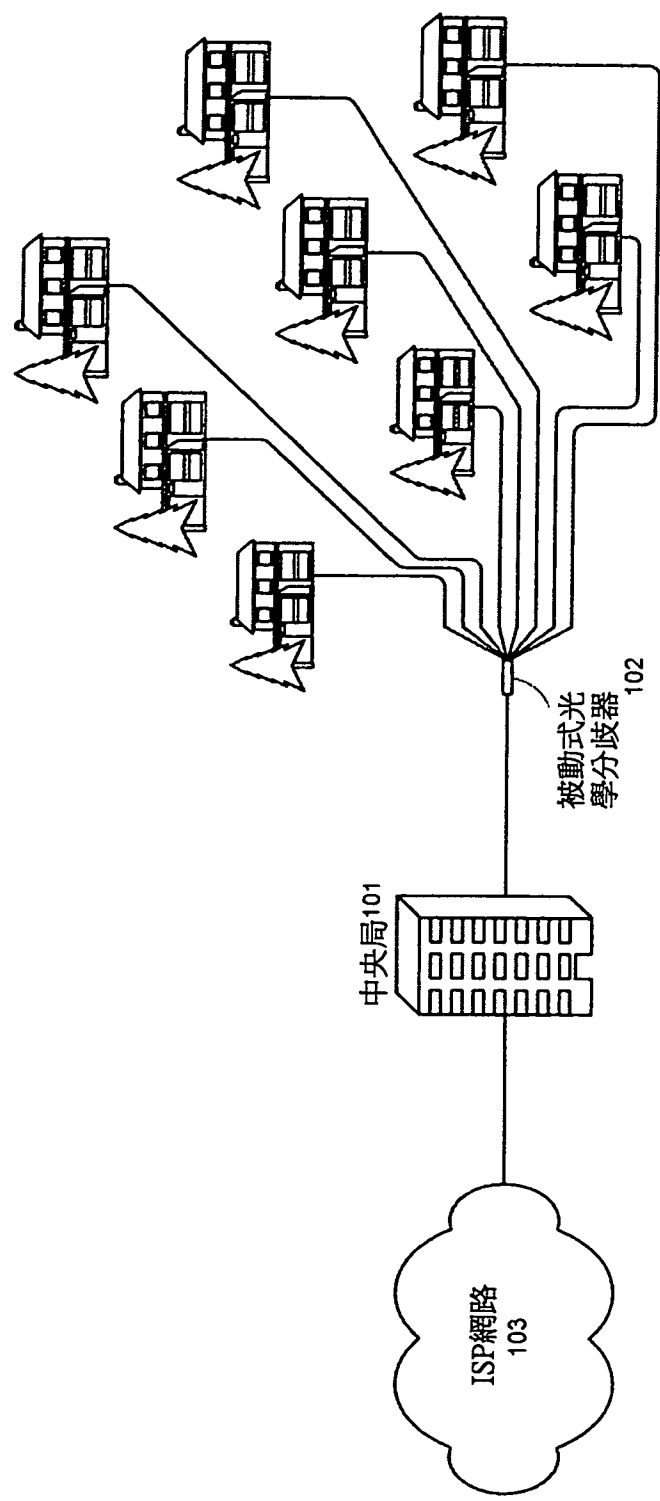


圖1 (先前技術)

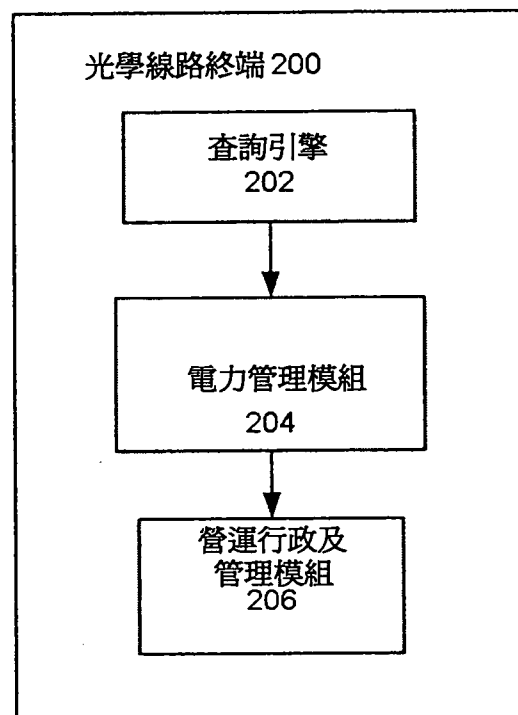


圖 2

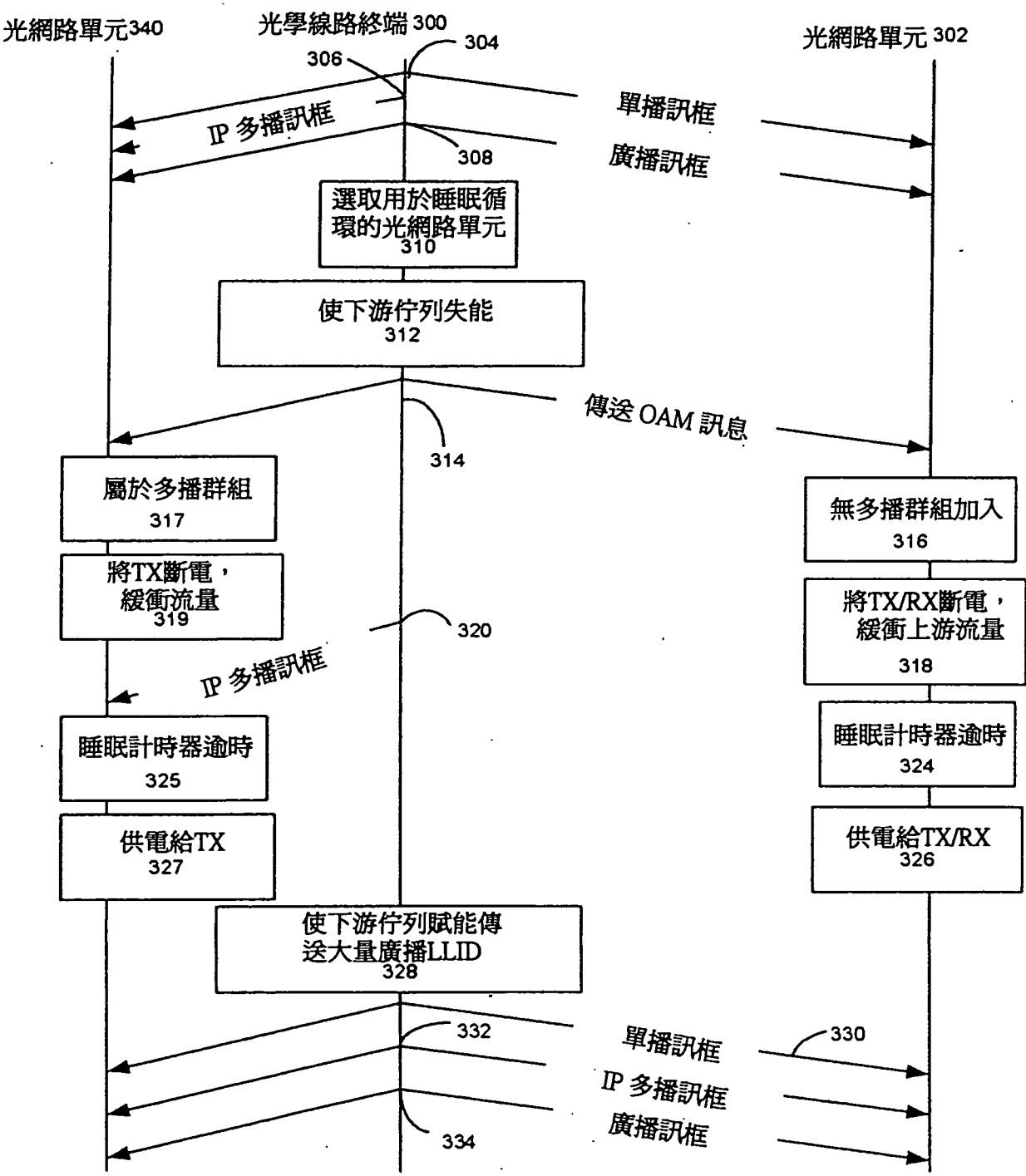


圖3

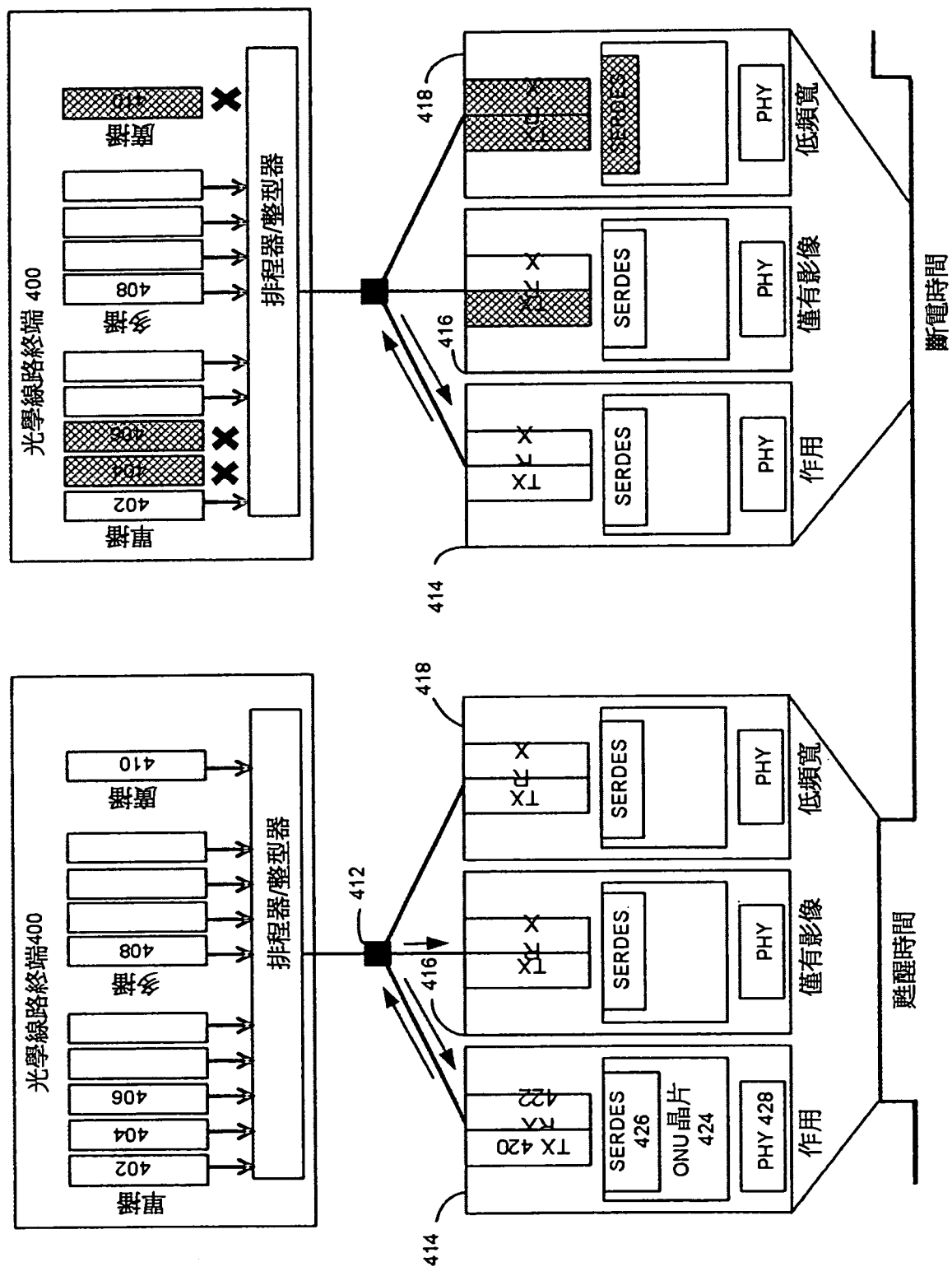


圖4

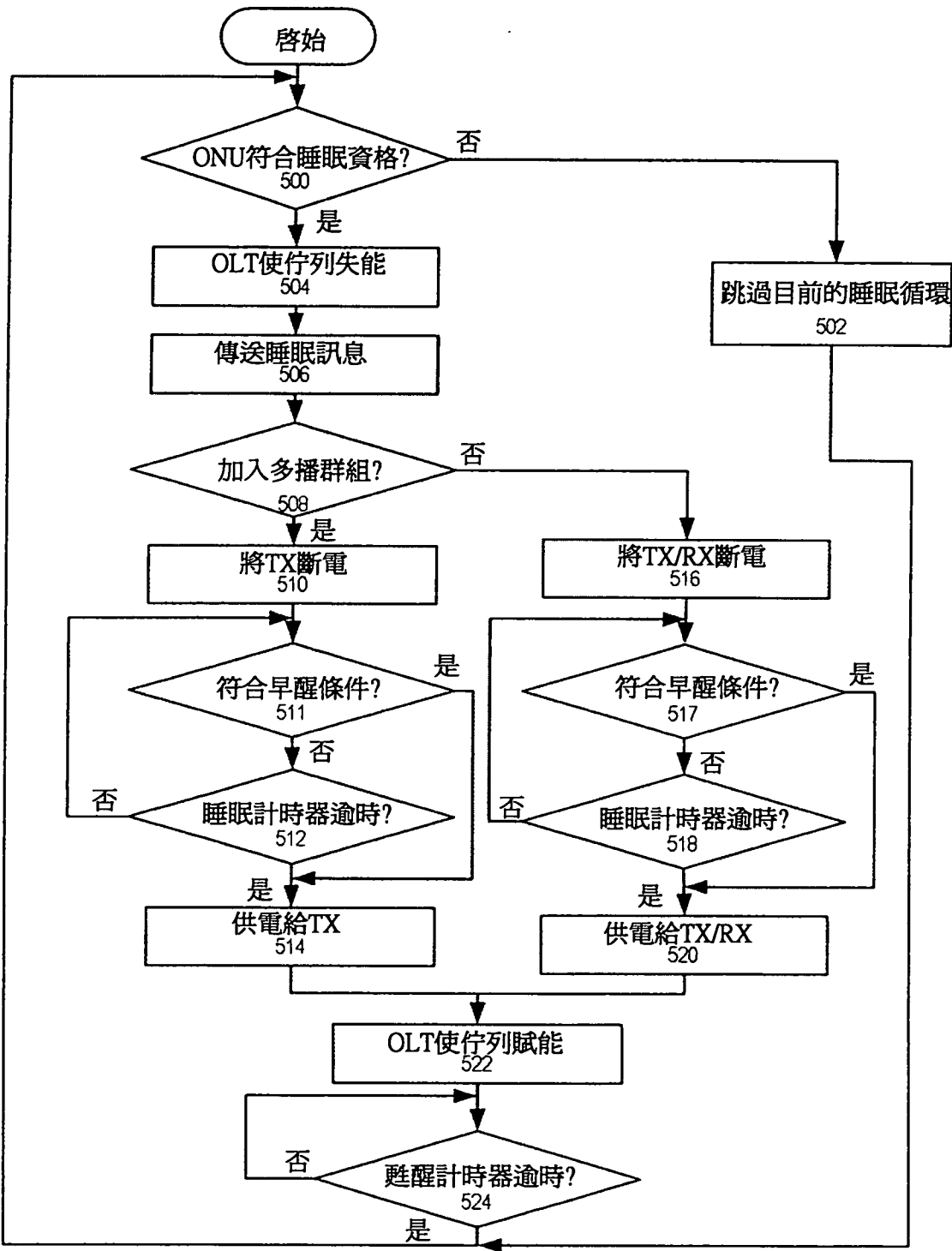


圖 5

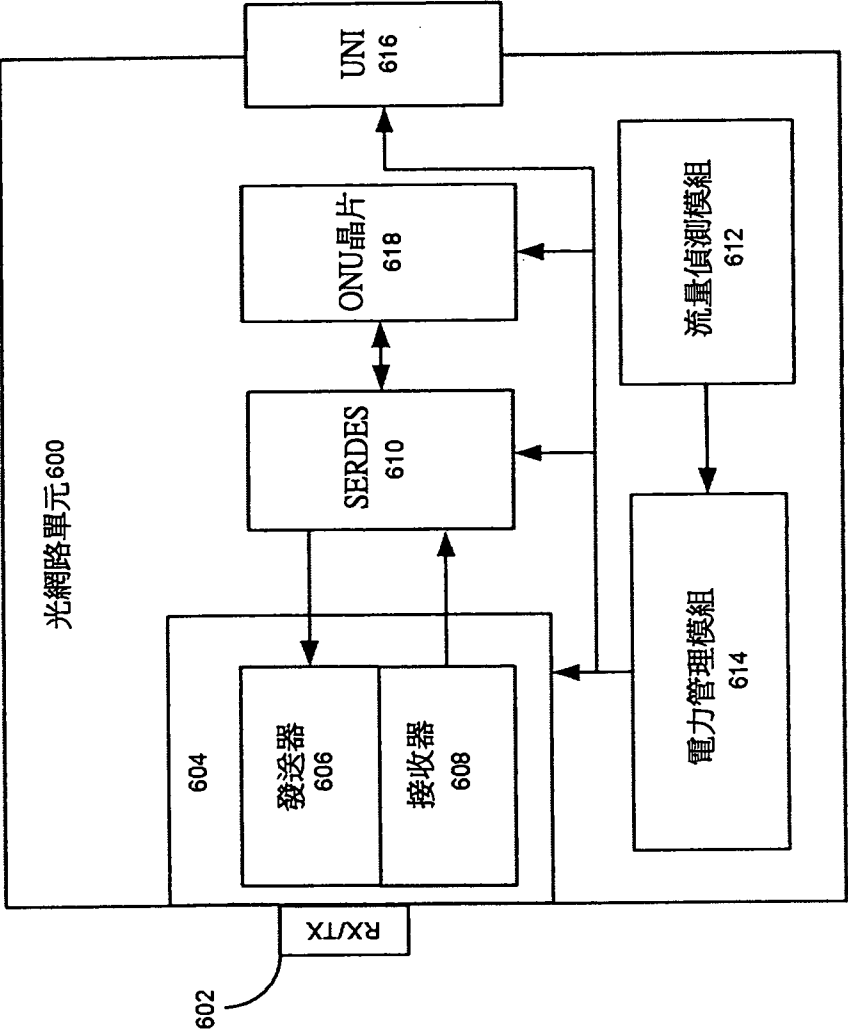


圖6

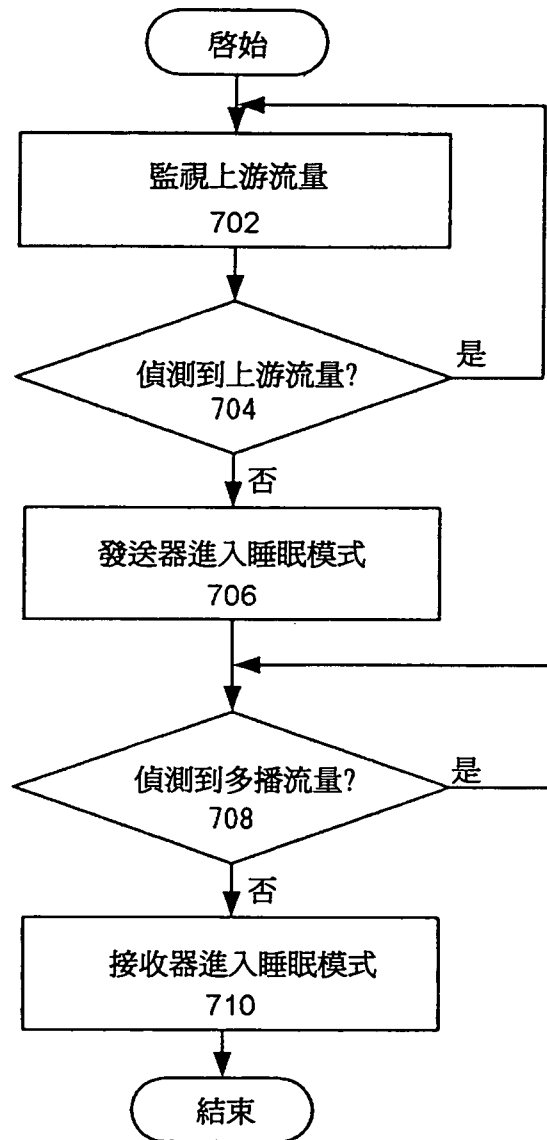


圖 7