



(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 I434549 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：101105785

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 02 月 22 日

(51)Int. Cl. : **H04L12/10 (2006.01)**(30)優先權：2011/02/25 日本 2011-039740
2012/01/27 世界智慧財產權組織 PCT/JP2012/051825(71)申請人：三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)
日本(72)發明人：向井宏明 MUKAI, HIROAKI (JP)；田野文彥 TANO, FUMIHIKO (JP)；田中正基
TANAKA, MASAKI (JP)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

US 2008/0186892A1 WO 2011/021307A1

審查人員：高雲豪

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：30 共 0 頁

(54)名稱

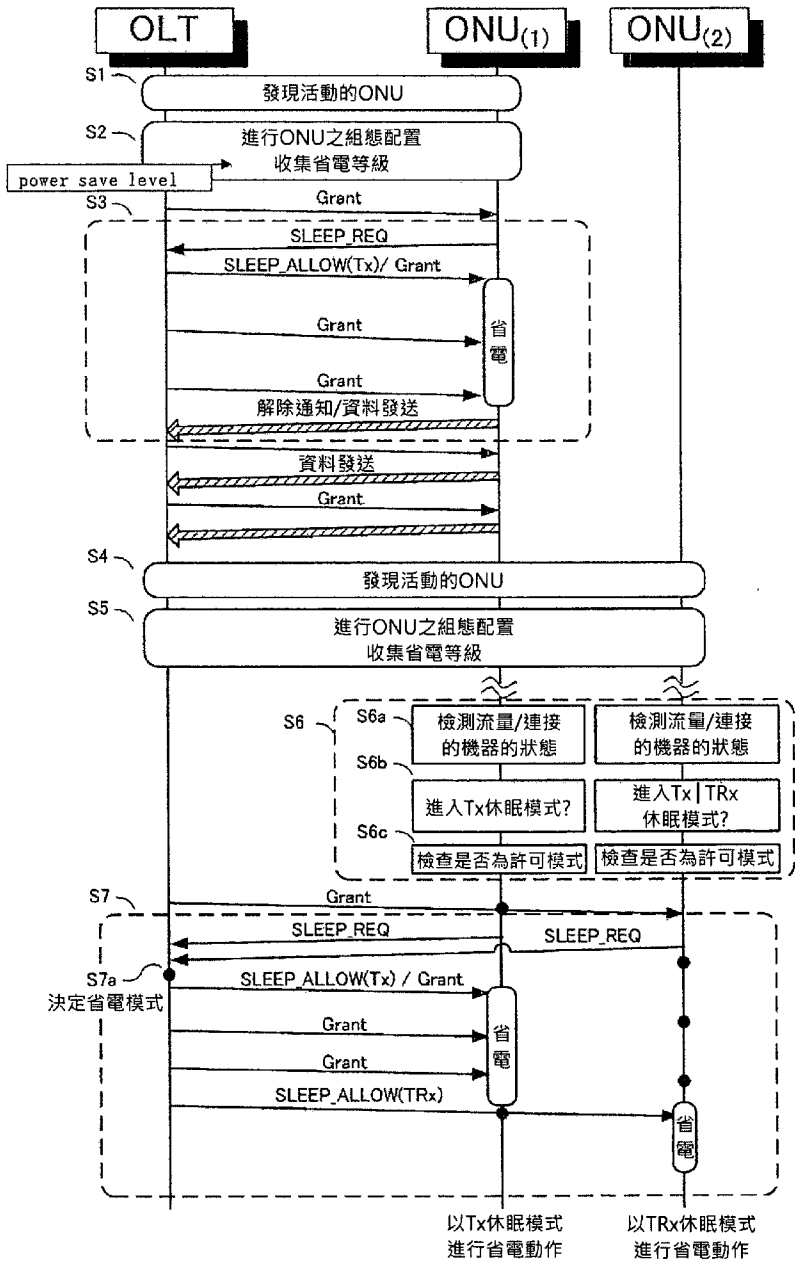
通訊系統、局方通訊裝置、利用者方通訊裝置、通訊方法以及控制裝置

COMMUNICATION SYSTEM, LINE TERMINAL SIDE COMMUNICATION DEVICE, USER SIDE
COMMUNICATION DEVICE, COMMUNICATION METHOD, AND CONTROL DEVICE

(57)摘要

OLT 1 具備有：OLT 控制部 2，針對一面將 ONU10-1 的光發送器 141 控制在省電狀態一面使光接收器 142 動作之第一省電動作、以及將光發送器 141 及光接收器 142 都控制在省電狀態之第二省電動作，指定不同的休止期間而產生用來控制 ONU10-1 的省電動作之控制訊號；以及局方發送器，將 OLT 控制部 2 所產生的控制訊號發送至 ONU。ONU10-1 具備有：透過光接收器 142 而接收控制訊號，並根據控制訊號所指定的休止期間而選擇性地執行第一省電動作及第二省電動作之 ONU 控制部 11。

This invention provides a communication system which includes a master station device OLT1 and slave station devices ONU10-1~10-3. The master station device 1 has an optical line terminal (OLT) control unit 2 and a master station side transmission unit. The optical line terminal control unit 2 produces a control signal for controlling a power saving operation of ONU10-1 by assigning different quiescent periods to a first power saving operation in which an optical signal receiver 142 is caused to operate while an optical transmission unit 141 of ONU10-1 is being controlled in the state of power saving and to a second power saving operation in which the optical transmission 141 and an optical receiver 142 are controlled in a power saving state. ONU10-1 receives a control signal through the optical signal receiver 142 and selectively performs a first power saving operation and a second power saving operation based on the quiescent periods assigned by the control signal.



第2圖

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：101105785

※申請日：101.2.22 ※IPC 分類：

H04L 12/10 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

通訊系統、局方通訊裝置、利用者方通訊裝置、通訊方法以及控制裝置

COMMUNICATION SYSTEM, LINE TERMINAL SIDE
COMMUNICATION DEVICE, USER SIDE COMMUNICATION
DEVICE, COMMUNICATION METHOD, AND CONTROL DEVICE

二、中文發明摘要：

OLT 1 具備有：OLT 控制部 2，針對一面將 ONU10-1 的光發送器 141 控制在省電狀態一面使光接收器 142 動作之第一省電動作、以及將光發送器 141 及光接收器 142 都控制在省電狀態之第二省電動作，指定不同的休止期間而產生用來控制 ONU10-1 的省電動作之控制訊號；以及局方發送器，將 OLT 控制部 2 所產生的控制訊號發送至 ONU。

ONU10-1 具備有：透過光接收器 142 而接收控制訊號，並根據控制訊號所指定的休止期間而選擇性地執行第一省電動作及第二省電動作之 ONU 控制部 11。

三、英文發明摘要：

This invention provides a communication system which includes a master station device OLT1 and slave station devices ONU10-1~10-3. The master station device 1 has an optical line terminal (OLT) control unit 2 and a master station side transmission unit. The optical line terminal control unit 2 produces a control signal for controlling a power saving operation of ONU10-1 by assigning different quiescent periods to a first power saving operation in which an optical signal receiver 142 is caused to operate while an optical transmission unit 141 of ONU10-1 is being controlled in the state of power saving and to a second power saving operation in which the optical transmission 141 and an optical receiver 142 are controlled in a power saving state. ONU10-1 receives a control signal through the optical signal receiver 142 and selectively performs a first power saving operation and a second power saving operation based on the quiescent periods assigned by the control signal.

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：

該代表圖無元件符號及其代表之意義。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於以共通的線路連接複數個終端機而構成的通訊系統、通訊方法，且係關於例如以 OLT(Optical Line Terminal(光纖線路終端機)：局方通訊裝置)及複數個 ONU(Optical Network Unit(光纖網路單元)：利用者方通訊裝置)構成之 PON(Passive Optical Network：被動式光纖網路)系統等。

【先前技術】

PON 系統，係在取得 OLT 與 ONU 之間的同步之情況下進行通訊以防止從 ONU 發送來的上行方向資料(data)相衝突。OLT 對於要給各 ONU 之發送許可進行規劃來讓上行方向資料不會發生衝突。此時，OLT 要考慮由於其與各 ONU 間的距離所造成之延遲。因此，OLT 要進行與各 ONU 之間的來回時間(round trip time)之計測及保活(keep alive)用的通訊，而且在利用光纖(fiber)而進行的傳送中因為有跳動(jitter)、漂移(wander)等之傳送路徑的變動，所以必須周期性地進行計測。

另一方面，資料通訊並非一直都在進行的，在例如夜間等就幾乎完全不進行資料通訊。不過，來回時間之計測及保活用訊號之收發，係如上述般不管有無資料通訊都要周期性地進行者。即使在不進行資料通訊的情況，為了進行來回時間之計測也要使 ONU 一直保持可通訊的狀態，而造成電力之浪費。因此，曾探討過由 ONU 要求進入省電狀

態，而間歇性地使 ONU 變為省電狀態之技術。

過去，有一種由 OLT 產生不用進行通訊的 ONU 之電源控制訊號，來控制該 ONU 的發送電路及接收電路的電源之 PON 系統(專利文獻 1)。在此 PON 系統中，OLT 以遠程控制方式控制 ONU 的電源開啟(on)/關閉(off)，所以可減低系統全體的消耗電力。

[先前技術文獻]

(專利文獻)

(專利文獻 1)日本特開平 7-154369 號公報

【發明內容】

(發明所欲解決之課題)

在專利文獻 1 記載的 PON 系統中，並沒有關於 ONU 的省電期間之記載。然而，提供給 ONU 之類的終端機裝置之通訊服務(service)有各式各樣的要求條件，例如，若設置省電期間則終端機裝置無法回應之期間就會變長，因而延遲時間會變長，而有若以低延遲性為優先就無法使收發器休止而無法減低消耗電力之課題。

(解決課題之手段)

本發明之通訊系統，係具備有局方通訊裝置(以下將之稱為 OLT)及利用者方通訊裝置(以下將之稱為 ONU)，且 ONU 透過已與通訊線路連接之利用者方發送器及利用者方接收器而與 OLT 進行通訊之通訊系統，其中，OLT 具備有：OLT 控制部，針對一面將利用者方發送器控制在省電狀態一面使利用者方接收器動作之第一省電動作、以及將利用

者方發送器及利用者方接收器控制在省電狀態之第二省電動作，指定不同的休止期間而產生用來控制 ONU 的省電動作之控制訊號；以及局方發送器，將 OLT 控制部所產生的控制訊號發送至 ONU，ONU 具備有：ONU 控制部，透過利用者方接收器而接收控制訊號，並根據控制訊號所指定的休止期間而選擇性地進行第一省電動作及第二省電動作。

本發明之局方通訊裝置，係透過通訊線路而與利用者方通訊裝置連接之局方通訊裝置，具備有：控制部，針對使利用者方通訊裝置的發送器或接收器間歇性地休止之省電模式，產生用來將省電模式中之利用者方通訊裝置的動作控制成讓利用者方通訊裝置可切換複數個休止期間之控制訊號；以及發送器，將控制部所產生之控制訊號發送至利用者方通訊裝置。

本發明之利用者方通訊裝置，係根據從局方通訊裝置發送來的控制訊號，而與局方通訊裝置進行通訊之利用者方通訊裝置，具備有：接收器，從局方通訊裝置接收與省電動作有關的控制訊號，而且可藉由使接收機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低之省電狀態；發送器，將要發送的訊號發送至局方通訊裝置，而且可藉由使發送機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低之省電狀態；以及控制部，根據接收器所接收到的控制訊號從複數個省電期間中選出要使用的省電期間，並根據此選出的省電期間將接收器或發送器控制在省電狀態。

本發明之通訊方法，係在具備有局方通訊裝置(以下

將之稱為 OLT)及利用者方通訊裝置(以下將之稱為 ONU)，且 OLT 控制 ONU 之第一省電動作、及與第一省電動作不同之第二省電動作之通訊系統中使用的通訊方法，包括：OLT 將與 ONU 的第一省電動作有關之第一省電期間及與第二省電動作有關之第二省電期間發送至 ONU 之步驟；ONU 接收從 OLT 發送來的控制訊號之步驟；ONU 判斷是否要進行省電動作之步驟；以及 ONU 依據判斷的結果而在第一省電期間進行第一省電動作，在第二省電期間進行第二省電動作之步驟。

本發明之控制裝置，係透過線路而與具備有：可藉由使接收機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低的省電狀態之接收器、及可藉由使發送機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低的省電狀態之發送器之利用者方通訊裝置(以下將之稱為 ONU)連接，以控制該 ONU 的動作之局方通訊裝置的控制裝置，其特徵在於：針對使 ONU 的發送器或接收器間歇性地休止之省電模式，產生用來將省電模式中之 ONU 的動作控制成讓 ONU 可切換複數個休止期間之控制訊號。

本發明之控制裝置，係設於具備有：從局方通訊裝置接收與省電動作有關的控制訊號，而且可藉由使接收機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低的省電狀態之接收器；以及將要發送的訊號發送至局方通訊裝置，而且可藉由使發送機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低的省電狀態之發送器之利用者方通訊裝置中之控制裝

置，其特徵在於：根據接收器所接收到的控制訊號從複數個省電期間中選出要使用的省電期間，並根據此選出的省電期間將接收器或發送器控制在省電狀態。

（發明之效果）

本發明所涉及的通訊系統、局方通訊裝置、利用者方通訊裝置、通訊方法以及控制裝置，可藉由設定複數個省電期間而減低消耗電力。

【實施方式】

實施形態 1.

·硬體(hardware)構成

第 1 圖係顯示本發明相關的 PON 系統的實施形態 1 的構成例之圖。如第 1 圖所示，本實施形態之 PON 系統係具備有 OLT 1(主站裝置)以及 ONU 10-1 至 10-3(副站裝置)。OLT 1 與 ONU 10-1 至 10-3 係透過分歧器(splitter)40 而以光纖 30 相連接。分歧器 40 使連接至 OLT 1 之幹線光纖 30 分歧成 ONU 10-1 至 10-3 的數目。ONU 10-1 與終端機 20-1 及 20-2 連接。此處所示的雖為三台 ONU 的例子，但 ONU 的台數並不限於此，可為任意台。以下，在以通例表示 ONU 10 之情況係將之記為 ONU i ($i=1, 2, \dots, N$ ， N 為 1 以上之整數)。

OLT 1 具備有：根據 PON 協定(PON protocol)而實施 OLT 側的處理之控制部 2(OLT 控制部)、作為用來儲存從 ONU 10-1 至 10-3 接收來的上行資料的緩衝器(buffer)之接收緩衝器 3、作為用來儲存要發送至 ONU 10-1 至 10-3 的下

行資料的緩衝器之發送緩衝器 4、進行光訊號的收發處理之光收發器 5、進行上行資料及下行資料的波長分割多工(Wavelength Division Multiplexing: WDM)之 WDM 耦合器(coupler)(簡記為 WDM)6、以及在與網路(未圖示)之間實現稱為 NNI(Network Node Interface)的物理介面機能之實體層處理部(簡記為 PHY)7。光收發器 5 具備有：進行從 ONU 10-1 至 10-3 發送來的光訊號的接收處理將之轉換為上行資料之光接收器(Rx: Receiver)51、以及進行要發送至 ONU 10-1 至 10-3 之下行資料的發送處理將之轉換為光訊號然後發送之光發送器(Tx: Transmitter)52。

此外，上述的 PON 協定，係指屬於層(layer)2 的副層之 MAC(Media Access Control)層等中所用的控制用協定，係為例如 IEEE 所規定的 MPCP(Multi-point Control Protocol)、OAM(Operation, Administration and Maintenance)等。

ONU 10-1 具備有：根據 PON 協定而實施 ONU 側的處理之控制部 11(ONU 控制部)、作為用來儲存要發送至 OLT 1 的發送資料(上行資料)的緩衝器之發送緩衝器(上行緩衝器)12、作為用來儲存從 OLT 1 接收的接收資料(下行資料)的緩衝器之接收緩衝器(下行緩衝器)13、光收發器 14、進行上行資料及下行資料的光訊號的波長分割多工之 WDM 15、以及分別在與終端機 20-1, 20-2 之間實現稱為 UNI(User Network Interface)的物理介面機能之物理層處理部(PHY)16-1, 16-2。

ONU 10-1 的光收發器 14 具有：進行要發送至 OLT 1 之上行資料的發送處理將之轉換為光訊號然後發送之光發送器(Tx：Transmitter)141、以及進行從 OLT 1 發送來的光訊號的接收處理將之轉換為下行資料之光接收器(Rx：Receiver) 142。控制部 11 係為了將光發送器 141 及/或光接收器 142 控制成導通(on)狀態/斷開(off)狀態，而利用省電控制用的訊號線與光收發器 14 連接。PHY 16-1 具有進行從終端機 20-1 發送來的資料的接收處理之接收部(Rx：Receiver)161-1、以及進行要發送至終端機 20-1 之資料的發送處理之發送部(Tx：Transmitter)162-1，PHY 16-2 同樣具有進行接收處理之接收部(Rx：Receiver) 161-2、以及進行發送處理之發送部(Tx：Transmitter) 162-2。

在本實施形態之通訊系統中，混合存在有(1)只可使光發送器 141 進入省電狀態之 ONU 10、(2)可使光發送器 141 及光接收器 142 都進入省電狀態之 ONU 10、以及(3)無法進行使光發送器 141 及光接收器 142 的任一方進入省電狀態的控制之 ONU 10。此等 ONU 10 可分類為支援以下的兩個省電模式的任一個、支援兩個省電模式、不支援任一個省電模式之四種類型。

[1] Tx 休眠模式(sleep mode)(Tx_only Sleep mode 或 Doze mode)：接收機能[Rx]一直為 on 狀態，只有發送機能[Tx]週期性地重複 on 及 off。

[2] TRx 休眠模式(TRx Sleep mode 或 Cyclic sleep mode)：

發送機能[Tx]及接收機能[Rx]都週期性地重複 on 及 off。

本例中，與 ONU 10-1 連接之終端機的數目雖為兩台，但終端機的數目並不限於此，可為任意台，且具備有與終端機的數目對應之物理層處理部(PHY)。另外，第 1 圖中雖僅代表性地顯示 ONU 10-1 的構成例，但 ONU 10-2, 10-3 的構成也與 ONU 10-1 的構成一樣。

OLT 1 的控制部 2，與傳統的 PON 系統一樣，進行對於 ONU 10-1 至 10-3 之頻寬分配以使上行資料的發送時間帶不會重疊，且藉由將分配的頻寬分別通知 ONU 10-1 至 10-3 之每一個作為發送許可，來防止從 ONU 10-1 至 10-3 發送來的上行資料發生衝突。該頻寬分配可採用任何方法，可採用例如：「Su-il Choi and Jae-doo Huh 著，"Dynamic Bandwidth Allocation Algorithm for Multimedia Services over Ethernet(註冊商標) PONs"，ETRI Journal, Volume 24, Number 6, December 2002 p.465 至 p.466」中記載的 Dynamic Bandwidth Allocation Algorithm 等。

·通訊系統的整體動作

接著，說明本實施形態之 OLT 1 及 ONU 10-1 至 10-3 的整體動作。控制部 2 將經由 PHY 7 而從網路接收到的下行資料(下行通訊資料)儲存在發送緩衝器 4 中。在 OLT 1 要發送資料之際，控制部 2 將儲存在發送緩衝器 4 中之下行資料讀出並輸出至光收發器 5，光收發器 5 的 Tx 52 將發送資料轉換為光訊號後將之輸出至 WDM 6，WDM 6 對於從光收發器 5 傳來的光訊號進行波長分割多工，經過波長分

割多工之訊號作為下行訊號而經由光纖 30 輸出至 ONU 10-1 至 10-3。另外，控制部 2 產生以發送頻寬分配的結果作為發送許可而進行通知時所用之控制訊息(control message)、進行連線(link)維持的詢問時所用之控制訊息等，並將此等控制訊息輸出至光收發器 5，使之接受與下行資料一樣的處理然後與下行資料一樣發送至 ONU 10-1 至 10-3。在第 1 圖之 PON 系統中，為了進行使上行訊號及下行訊號成為不同波長的光訊號之波長分割多工而使用 WDM 6, 15，但在以單一波長進行通訊之情況，則不使用 WDM 6, 15，此時，控制部 2 也進行上行/下行之發送頻寬分配。

以下，將上行資料及上行方向的控制訊息經轉換為光訊號而成者統稱為上行訊號，將下行資料及下行方向的控制訊息經轉換為光訊號而成者統稱為下行訊號。

ONU 10-1 至 10-3 要從 OLT 1 接收下行訊號時，係利用 WDM 15 將下行訊號從上行訊號分離出來然後予以輸出至光收發器 14，光收發器 14 的 Rx 142 將下行訊號轉換成電訊號之下行資料或控制訊息然後予以輸出至控制部 11。控制部 11 將從光收發器 14 的 Rx 142 傳來的下行資料儲存在接收緩衝器 13，並從控制訊息取得與發送許可及連線維持之詢問有關之資訊。然後，根據所取得的這些資訊進行後述之發送處理。

控制部 11 另外還將儲存於接收緩衝器 13 之下行資料讀出並依據該資料要發送前往的目的地而將之輸出至 PHY

16-1, 16-2 的雙方或一方。接收到下行資料之 PHY 16-1, 16-2 對於下行資料實施預定的處理，然後將之發送到本身所連接的終端機 20-1, 20-2。

另一方面，要從 ONU 10-1 至 10-3 發送上行訊號之情況，控制部 11 係將經由 PHY 16-1, 16-2 而從終端機 20-1, 20-2 取得的上行資料儲存在發送緩衝器 12。然後，根據 OLT 1 所給予之作為發送許可的頻寬分配的結果而將儲存於發送緩衝器 12 之上行資料讀出並將之輸出至光收發器 14。另外，控制部 11 產生與上述的連線維持等有關之控制訊息，並根據 OLT 1 所給予之發送頻寬而將之輸出至光收發器 14。光收發器 14 的 Tx 141 將上行資料轉換成光訊號（上行訊號），然後經由 WDM 15、光纖 30 而將之發送至 OLT 1。

OLT 1 利用光收發器 5 的 Rx 51 將經由光纖 30 及 WDM 6 而從 ONU 10-1 至 10-3 接收來的光訊號轉換成上行資料及控制訊息。控制部 2 將轉換得到的上行資料儲存在接收緩衝器 3，並進行根據控制訊息之動作的實施及對於控制訊息之回覆的產生等，然後將該控制訊息予以廢棄。控制部 2 若再接收到上行資料，則將暫時儲存在接收緩衝器 3 之上行資料讀出，然後經由 PHY 7 而將之輸出至網路。

·PON 系統的省電(power save)動作

接著，利用第 2 至 4 圖來說明 PON 系統的省電動作，作為通訊系統的省電動作之一例。在第 2 圖所示之通訊系統中，具有 Tx 休眠模式之省電機能（支援省電模式）之 ONU(1)、及具有 Tx 休眠模式/TRx 休眠模式這兩個省電機

能之 ONU(2)與一個 OLT 1 相連接。第 2 圖顯示 OLT 1 配合 ONU 10 的能力(省電機能)而使 ONU 10 以省電狀態動作之控制順序。

首先，在步驟 S1，OLT 1 為了找出活動中的(active) ONU 10 而進行發現(discovery)處理。OLT 1 以用來發現活動的 ONU 之控制訊息(發現用控制訊息)作為下行訊號而進行廣播(broadcast)，接收到此控制訊息之各 ONU 10 以該 ONU 的序列編號等的固有識別資訊回覆 OLT 1。此處，處於可通訊狀態之所有 ONU 10 都會產生控制訊息，並以之回覆發送該發現用控制訊息之 OLT 1，所以 OLT 1 可藉由接收此回覆控制訊息而檢測出活動狀態的 ONU 10。步驟 S1 之狀態，係假設為 ONU(2)的電源切斷而未傳回回覆訊息之狀態。

然後 OLT 1 與在步驟 S1 中檢測出之 ONU 10 交換與 ONU 10 的能力及通訊條件有關之各種參數，進行相互通訊之條件設定(步驟 S2)。

當步驟 S2 之組態配置(configuration)結束時，OLT 1 就進入通常之通訊狀態。OLT 1 將上行通訊所需之頻寬分配給各 ONU 10，並將此上行通訊所需之頻寬當作發送許可資訊(Grant 或 Gate)而發送至 ONU 10。OLT 1 可將該 Grant 與下行方向的其他資料一起放在訊框(frame)中發送至 ONU 10，亦可分別加以發送。其中，訊框亦可改稱為封包(package)。

接收到 Grant 之 ONU 10，在發送緩衝器 12 中有上行

方向的發送資料之情況就以全服務模式(full service mode)(Tx, Rx 皆為 on 狀態)開始資料發送，不過此處說明的是沒有發送資料所以 ONU 10 進入省電模式之情況(步驟 S3)。

在進入省電狀態之情況，ONU 10 將要求許可變換到省電模式之請求(request)訊號發送至 OLT 1。OLT 1 根據例如在步驟 S2 中收到的 ONU 10 的各種資訊及與該 ONU 10 的上行下行的通訊狀況等，來判斷是否要許可 ONU 10 進入省電模式，然後將許可訊號(不許可訊號)發送至 ONU 10。接收到許可訊號，ONU 10 就根據該許可訊號時，使光發送器 141(或光發送器 141 及光接收器 142)的電源 off 預定的時間，以減低在光收發器 14 消耗的電力。此外，OLT 1 亦可依據組態配置結果而許可與 ONU 10 所要求的省電模式不同的省電模式。

在步驟 S3 中，OLT 1 亦分配頻寬給處在使光發送器 141 的電源 off 之 Tx 休眠模式中之 ONU 10，發送 Grant 給該 ONU 10。接收到 Grant 之 ONU 10，在有想要發送之上行資料產生時就產生要求解除 Tx 休眠模式之控制訊息，且使光發送器 141 的電源 on，然後利用分配到的頻寬將資料發送至 OLT 1，或產生要求解除 Tx 休眠模式之控制訊息，然後利用透過 Grant 而分配到的頻寬將該控制訊息發送至 OLT 1。

不過，ONU 10 還對於是否有預定的閾值以上的上行資料產生、或者是否有要求大頻寬之終端機(與之連接的機器)

開始通訊等情形進行監視，並根據監視的結果來決定省電模式之解除。決定要解除省電模式之 ONU 10，可利用接收到的 Grant 將解除訊息 SLEEP_ACK(wake up)或資料發送至 OLT 1 藉以通知 OLT 1 其解除省電狀態之決定。從此 ONU 10 接收到解除訊息或資料之 OLT 1，判斷該 ONU 10 已結束省電模式之狀態且進入到全服務模式(Tx, Rx 皆為 on 狀態)，然後進行在通常的通訊狀態中之 Grant 之分配。

另外，在 OLT 1 並未接收到解除訊息 SLEEP_ACK (wake up)，但從 ONU 10 接收到新的上行資料的頻寬分配要求之情況，亦可將此情況判斷為該 ONU 10 做出了解除省電模式之決定。

接著，說明支援 Tx 休眠模式/TRx 休眠模式這兩種模式之 ONU(2)啟動了之情況的控制。當 OLT 1 藉由定期進行之發現(步驟 S4)而找到 ONU (2)，就在 OLT 1 與 ONU (2)之間進行組態配置(步驟 S5)。

由於 OLT 1 已在步驟 S2 中取得 ONU(1)的各種參數，因此若沒有將取得的各種參數之資訊予以重設(reset)等情形發生的話，可將步驟 S5 中之與 ONU(1)之間的組態配置予以省略。又，若在步驟 S5 中進行了組態配置，但結果與步驟 S2 的結果不同，則以之後進行的組態配置的結果(此情況為步驟 S5 的結果)為優先。

當組態配置結束，ONU(2)就開始進行通訊。從 OLT 1 接收到 Grant 之 ONU(2)，在沒有上行資料之情況係與步驟 S3 一樣發送要求變換到省電模式的許可之請求(SLEEP_REQ)

(步驟 S7)。

就第 2 圖的例子而言，在步驟 S7 中，ONU (1) 及 ONU (2) 將要求變換到省電模式之請求(SLEEP_REQ)發送至 OLT 1。OLT 1 根據組態配置之結果而開始在其與 ONU (1) 之間進行依據 Tx 休眠模式的省電協定而進行之通訊。另一方面，因為 ONU (2) 係支援 Tx 休眠模式/TRx 休眠模式這兩種模式者，所以 OLT 1 確認下行緩衝器(發送緩衝器 4)的狀態而決定所要許可的省電模式，然後使用與所決定的省電模式對應之省電協定而開始在其與 ONU (2) 之間進行通訊。

以下，利用第 3 圖來說明步驟 S7 的詳細內容。

接收到請求(SLEEP_REQ)之 OLT 1，在沒有來自 ONU 10 之省電模式的指定之情況係檢測上行或下行通訊的流量(traffic)的狀態(有無及多少量)、連線的種類、ONU 10 側連接的機器(種類、on/off 等)，然後根據檢測的結果及組態配置中許可的省電模式的資訊來選擇省電模式(步驟 S7a)。

另一方面，在有來自 ONU 10 之省電模式的指定之情況，則是根據要求的省電模式、檢測通訊狀況等所得到的結果、及組態配置中許可的省電模式的資訊來選擇省電模式(步驟 S7a)。然後，以選擇的結果作為許可通知(或不許可通知)來回覆 ONU 10。

此外，關於省電模式的選擇及往省電模式之變換的詳細內容將在後面說明。

此處，先回到第 2 圖繼續進行說明。ONU 10 還可藉由

步驟 S6 而在請求(SLEEP_REQ)時一併指定想要變換過去之省電模式的資訊。在此情況，OLT 1 係使用與指定的資訊對應之省電協定而開始與該 ONU(2)之通訊。ONU 10 針對想要變換過去的省電模式進行指定之狀況，可想到的有例如在通訊開始之後該 ONU 10 變為可進入省電模式的時候。如此之狀況，係在由於網站瀏覽(Web browsing)而只有斷續的且少量的資料通訊及小頻寬的聲音通訊產生的情況、或只因 IP 電話而電源 on 且為等待狀態之情況發生。

ONU 10 可藉由進行發送緩衝器 12 的監視及連接的機器的狀態監視來檢知該等狀況，並在符合各個預定的條件之時做出要進入省電模式的決定，並以之作為想要變換過去之省電模式而通知 OLT 1。例如，ONU 10 之進入省電模式之判斷，係在預定期間的上行、下行各方向的流量總量或平均值變到閾值以下之情況、或利用連接的機器的狀態與可進入的省電模式的對比表等而在預定條件一致之情況下進行(步驟 S6a, S6b)。

ONU 10 係藉由存取(access)記憶裝置(未圖示)來檢查從流量狀態等而決定出之省電模式，是否就是 OLT 1 所許可的省電模式(步驟 S6c)，若是許可模式就將請求(SLEEP_REQ)發送至 OLT 1。此時，若決定出的省電模式並非 OLT 1 所許可的省電模式，則 ONU 10 將模式變更為與許可模式相當者然後發送請求，或抑制請求之發送。如此，抑制與許可模式不相同的請求，就可節省頻寬之白白浪費及節省處理所用之電力。以上所述之步驟 S6 並非必要的步驟。

(連線管理及頻寬分配通知)

在此，說明 OLT 1 與 ONU 10 間之連線(link)管理。OLT 1 週期性地對於在步驟 S1 中發現的 ONU 10 發送與連線維持有關之詢問用的控制訊息。接收到此詢問訊息之 ONU 10 以回覆訊息進行回覆，OLT 1 接收到此回覆訊息就維持連線狀態，若連續預定的次數都沒有收到回覆就切斷連線。省電模式之 ONU 10 要周期性地使光發送器 141(或光發送器 141 及光接收器 142)的電源 on，以回覆此連線維持之詢問。ONU 10 亦可利用分配給它之用來進行連線維持的回覆之頻寬，來發送其他的控制資訊或儲存於發送緩衝器 12 中之小容量的資料。

與連線維持有關之詢問亦可使用專用的控制訊息，但在本 PON 系統中，係使用用來通知頻寬分配之 Grant 來作為與連線維持有關之詢問用的控制訊息。

例如，在第 4 圖中，OLT 1 係不管動作模式為何都於每個頻寬更新週期發送 Grant。ONU 10 在全服務模式時係每次都回覆 Data(時點 u1, u2)，但在 Tx 休眠模式中發送完休眠要求(時點 u3)後，在光發送器 141 的電源為 off 之情況並不回覆(時點 u4, u5)，在光發送器 141 的電源暫時變為 on 之情況才做回覆(時點 u6)。亦即，ONU 10 在時點 u4, u5 接收到的 Grant 只是單純地通知該 ONU 10 的上行資料發送用的頻寬分配而已，並不進行連線維持之詢問，在時點 u6 接收到的 Grant 則除了通知該 ONU 10 的上行資料發送用的頻寬分配之外，也進行連線維持之詢問。

是否要使連線維持用之詢問周期與 Grant 的發送周期相同，係依據省電協定等而在 OLT 1 與 ONU 10 之間決定。在使光發送器 141 的電源 off 的期間當中 ONU 10 有想要發送之上行資料產生時，若有頻寬分配，ONU 10 就可使使光發送器 141 的電源 on 而將資料發送至 OLT 1。或者，可產生用來要求解除 Tx 休眠模式之控制訊息，並利用分配到的頻寬將該控制訊息發送至 OLT 1。藉由如此之 Tx 休眠模式的省電協定，ONU 10 即使在有上行資料產生的情況也能以較短的延遲時間發送資料。

此外，OLT 1 可在全服務模式中的各頻寬更新周期每次都進行對於使光發送器 141 的電源 off 之 ONU 10 之頻寬分配，亦可考慮上行通訊較少發生之情形而在全服務模式的情況以每數次才進行一次之間隔進行。

另一方面，Tx 休眠模式之 ONU 10，在回覆來自 OLT 1 之連線維持的詢問方面必須使光發送器 141 的電源 on，且逐一回覆每個 Grant 會造成電力之浪費。因此，Tx 休眠模式的省電協定，係使來自 OLT 1 之與連線維持有關的詢問在數次頻寬分配通知中進行一次，來抑制 ONU 10 之對於 Grant 的回覆次數而使光發送器 141 的電源 off 期間變長。如此，就可在減低消耗電力的情況下維持連線狀態。

另外，TRx 休眠模式的省電協定，係使連線維持用之詢問周期與頻寬分配的周期相同，且將使光發送器 141 及光接收器 142 的電源 off 的時間設定為比全服務模式中之 Grant 的發送周期長，比 Tx 休眠模式中之使光發送器 141

的電源 off 的時間短。這是因為：TRx 休眠模式因為要將光發送器 141 及光接收器 142 的電源控制成一起 on /off 所以無須在連線維持之詢問與頻寬分配上改變周期，且因為上行之通訊與全服務模式之情況相比而言較少所以可拉長 Grant 的發送間隔之緣故。TRx 休眠模式之 ONU 10，除了光發送器 141 之外，亦使光接收器 142 的電源 off，所以可減低消耗電力，且以上述之方式設定 Grant 的發送間隔，故可在省電模式中維持連線狀態，同時可在 ONU 10 中有上行資料產生之情況以較短的延遲時間發送資料。

(組態配置之詳細內容)

接著，利用第 3 圖來說明在步驟 S2 及步驟 S5 中進行之組態配置(configuration)的詳細內容。其中，在步驟 S5 中，係在 ONU(1)及 ONU(2)兩者與 OLT 1 之間進行組態配置。第 3 圖中標註與第 2 圖一樣的符號之部份係表示相同或相當之處理。而且，此協定只是一個例子，本發明並不限於第 3 圖所示的各種發送訊框及其名稱、步驟，亦可使用例如擴張 OAM(eOAM)、OMCI(ONU management and control interface 或 ONT management and control interface)等。

第 3 圖中，步驟 S4 之發現程序完成，ONU 10 就收集終端機 20-1 等連接的機器的種類、on /off、線路的種類、速度、進行省電動作的休止期間(與第 4 圖之 T_SLEEP 的期間有關之時間)、在省電模式中間歇性地使光收發器 14 的電源 on 而動作之暫時啟動時間(與第 4 圖之 T_AWARE 的期

間有關之時間)等之屬性的資訊(步驟 S5a)，然後與記錄在本身的記憶裝置(未圖示)中之與本身的機能、性能有關之資訊相組合，而產生屬性資訊(步驟 S5b)。ONU 10 將此屬性資訊當作是省電機能之支援資訊(power_save_attr)而記錄起來。

發現程序完成，OLT 1 就發送 OUTU 10 的屬性資訊之要求指令(Get_cmd)。各 ONU 10 收到此要求指令就以回覆訊框(Get_rsp)將屬性資訊傳給 OLT 1。此外，還有不具省電機能之 ONU 10 並不傳送省電機能之支援資訊(power_save_attr)之情況。

OLT 1 接收到回覆訊框(Get_rsp)，就以如後述之第 12 圖所示的形式在自己的記憶裝置(資料庫)記錄所取得之 ONU 10 的屬性資訊。

OLT 1 的記憶裝置中，預先記錄有 Tx 休眠模式用的休止期間 T1(Tx 休眠模式之 ONU 10 使光發送器 141 的電源 off 之省電期間)、以及 TRx 休眠模式用的休止期間 T2(TRx 休眠模式之 ONU 10 使光發送器 141 及光接收器 142 的電源 off 之省電期間)。此外，還記錄有每一使用者(user)的契約的資訊。

OLT 1 根據預先記錄在記憶裝置中之每一使用者的契約，調查每一使用者或每一提供的服務的省電模式的限制事項(步驟 S5c)，來決定要許可各 ONU 10 之省電模式及條件(步驟 S5d)。限制事項的例子顯示於第 12 至 16 圖中。例如，在使用者要求迅速的回應之伺服器用途使用通訊線

路之情況，不希望在 ONU 10 進入省電模式時發生延遲。OLT 1 及 ONU 10 可藉由在開始通訊之前預先確認所許可的省電模式，而預先抑制該不希望有的延遲。

此處，將下行資料的容許延遲時間與 ONU 10 的平均消耗電力的關係顯示於第 5 圖中。其中，實線表示休止期間與 TRx 休眠模式相同之 Tx 休眠模式，一點鏈線表示本實施形態之 Tx 休眠模式(休止期間與 TRx 休眠模式不同)，虛線表示 TRx 休眠模式。而且，ONU 10 的平均消耗電力係以全服務模式中之消耗電力為基準加以標準化者。另外，將在 Tx 休眠模式及 TRx 休眠模式中間歇性地使電源 on 的期間(T_AWARE)與使電源 off 的期間(T_SLEEP)之消耗電力的相對關係顯示於第 6 圖中。

從第 5 圖之 TRx 休眠模式及傳統的 Tx 休眠模式的狀態可知：下行資料的容許延遲時間越長所消耗的電力越少。亦即，將省電模式之休止期間設定得長些，可減低 ONU 10 的消耗電力。不過，在 TRx 休眠模式將休止期間設定得長些，則在 ONU 10 有上行資料產生之情況的延遲時間就會變長該休止期間延長份的量。另一方面，Tx 休眠模式之情況則即使將休止期間設定得長些，ONU 10 也可如上述般解除省電模式，所以能以較短的延遲時間發送資料。

本實施形態中之 Tx 休眠模式，係個別地設定 Tx 休眠模式的休止期間與 TRx 休眠模式的休止期間，且使 Tx 休眠模式的休止期間比 TRx 休眠模式的休止期間長。由於 Tx 休眠模式之 ONU 10 即使在休眠期間中也可接收下行資料，

所以即使是下行資料的容許延遲時間短數 ms 之情況也能保持省電狀態(光發送器 141 的電源 off 狀態)。因此，與使用和 TRx 休眠模式相同的休止期間之傳統的 Tx 休眠模式相比可減低消耗電力。

休止期間的值，可考慮例如：在 Tx 休眠模式方面設定為可得到消耗電力的減低效果之 50 ms，在 TRx 休眠模式方面以電話(要求低延遲之代表性的服務)的呼叫回應要求時間為基準而設定為 50 ms 等。但設定值並不限於此。

接著，OLT 1 針對 ONU 10 而產生包含決定的許可省電模式及對應的休止期間的資訊之指示訊框(Set_cmd)，並發送給 ONU 10。ONU 10 接收到指示訊框(Set_cmd)時，就將許可的省電模式及休止期間記錄在本身的記憶裝置中(步驟 S5e)。許可省電模式有兩個之情況，OLT 1 可在發送給 ONU 10 之指示訊框(Set_cmd)中插入兩個許可省電模式及休止期間 T1, T2 之資訊。省電模式有三個以上之情況也一樣，指示訊框可包含各個省電模式的資訊。

如此，藉由 OLT 1 通知依照 ONU 10 的省電模式而異之休止期間 T1, T2，Tx 休眠模式之 ONU 10 就可減低消耗電力，TRx 休眠模式之 ONU 10 就能以短延遲時間發送上行資料。

(省電模式之選擇及往省電模式之變換)

在步驟 S5d、步驟 S5e 中許可的省電模式有複數個之情況，在 ONU 10 變換到省電模式之前，OLT 1 或 ONU 10 必須決定要選擇哪一個省電模式。以下，分為四種情況來

進行說明。

(a)OLT 1 進行詢問，ONU 10 決定省電模式之情況

OLT 1 產生用來詢問究竟選擇 Tx 休眠模式及 TRx 休眠模式的哪一個之控制訊息 SLEEP_ALLOW(Tx | TRx)，並發送給 ONU 10。接收到 SLEEP_ALLOW 之 ONU 10 根據本身的能力(本身所具有的省電機能)來決定要選擇哪一個省電模式，然後將先前 OLT 1 所通知的休止期間 T1, T2 之中與選擇的省電模式對應的休止期間當作是自己的休止期間並記憶起來。例如 ONU 10 選擇 Tx 休眠模式之情況，ONU 10 產生包含有選擇作為對於 SLEEP_ALLOW 的回覆之省電模式的資訊之 SLEEP_ACK(Tx)，並傳送給 OLT 1。此時，ONU 10 變換到 Tx 休眠模式。OLT 1 接收到 SLEEP_ACK(Tx)時，就在本身的記憶部中記錄下該 ONU 10 的省電模式為 Tx 休眠模式，並將該 ONU 10 看成已變換到 Tx 休眠模式。

此處說明的雖然是 ONU 10 支援 Tx 休眠模式之情況，但支援 TRx 休眠模式之情況也一樣，從 OLT 1 接收到 SLEEP_ALLOW(Tx | TRx)之 ONU 10 根據本身的能力而選擇 TRx 休眠模式，然後將此省電模式之資訊及休止期間 T2 記錄在 ONU 10 的記憶部中，隨後變換到 Tx 休眠模式。然後，產生 SLEEP_ACK(TRx)並傳送給 OLT 1。接收到此 SLEEP_ACK(TRx)之 OLT 1 在本身的記憶部中記錄下該 ONU 10 的省電模式為 TRx 休眠模式，並且將該 ONU 10 看成已變換到 TRx 休眠模式。

藉由如此之給予 ONU 10 決定權，就能夠實現依照 ONU

10 的上行緩衝器(發送緩衝器 12)的狀態之省電模式的決定。

(b)OLT 1 決定省電模式並通知 ONU 10 之情況

OLT 1 亦可不使 ONU 10 選擇省電模式，而是在自己內部決定要許可的省電模式，然後將決定出的省電模式(Tx 或 TRx)當作是許可通知(SLEEP_ALLOW)發送給該 ONU 10。

此時，ONU 10 並不需要給 OLT 1 回覆。OLT 1 考慮 RTT(Round Trip Time)及光收發器 14 的設定(setup)時間等而在許可通知到達 ONU 10 的時間登錄為該 ONU 10 變換至省電模式。該 ONU 10 接收到許可通知就變換到省電模式。

在 ONU 10 給 OLT 1 回覆之情況，ONU 10 在回覆許可通知之際進入到省電模式，OLT 1 接收到此回覆時將該 ONU 10 看成已變換到省電模式。若 ONU 10 並未於預定時間內回覆，OLT 1 就再發送許可資訊，如此便可確實地使 OLT 1 與 ONU 10 都知道省電模式為何。

(c) OLT 1 按照來自 ONU 10 之要求而進行詢問，然後 ONU 決定省電模式之情況

ONU 10 將要求 OLT 1 進行是否要進入省電模式的詢問之控制訊息 SLEEP_REQ 發送至 OLT 1。接收到 SLEEP_REQ 之 OLT 1 指定許可的省電模式然後將用來詢問究竟選擇哪一個省電模式之 SLEEP_ALLOW(Tx | TRx)發送給 ONU 10。之後，與上述(a)之情況一樣，ONU 10 決定出省電模式並通知 OLT 1。

(d)ONU 10 決定出省電模式，然後向 OLT 1 要求許可之情

況

ONU 10 根據發送緩衝器 12 的狀態等來決定出本身的省電模式，然後將包含所決定出的省電模式的資訊之 SLEEP_REQ 發送到 OLT 1。接收到此 SLEEP_REQ 之 OLT 1 根據 ONU 10 所決定出的省電模式的資訊以及記錄於記憶裝置中的資訊，判斷是否可許可 ONU 10 所決定的省電模式然後將許可通知 SLEEP_ALLOW(或不許可通知)發送至該 ONU 10。ONU 10 接收到 SLEEP_REQ 的許可通知就變換到省電模式，OLT 1 在許可通知到達 ONU 10 之時點將該 ONU 10 看成要變換到省電模式。

在此情況，因為 ONU 10 係事前選擇而決定省電模式，所以可將 OLT 1 詢問 ONU 10 之步驟省略，可簡化步驟。而且，因為 OLT 1 可不管 ONU 10 的省電模式為何而分配頻寬給該 ONU 10，所以 ONU 10 能以較短的延遲時間發送上行資料。

又，在許可的省電模式為一個之情況，在 ONU 10 要變換至省電模式之際，如上述(a)、(b)般由 OLT 1 進行詢問，或如上述(c)、(d)般由 ONU 進行要求，就可使 OLT 1 與 ONU 10 雙方都知道動作模式的狀態。另外，在 ONU 10 已接收到 SLEEP_ALLOW(Tx | TRx)之情況，ONU 10 在要進入省電模式之際先發送 SLEEP_REQ 為一般的做法，但亦可如上述(c)、(d)般在接收 SLEEP_ALLOW(Tx | TRx)之前就發送 SLEEP_REQ。

(省電模式間之變更)

接著，利用第 7 圖來說明在不同的省電模式間之模式變更。在第 7 圖中，標註與第 2 圖相同的符號之部份係表示相同或相當之處理。而且，此協定只是一個例子，本發明並不限於第 7 圖所示的各種發送訊框及其名稱、步驟。

第 7 圖顯示 ONU 10 從 Tx 休眠模式變到 TRx 休眠模式，然後再回到 Tx 休眠模式的樣子。此複數個省電模式間之模式變更，係根據在第 2 圖的步驟 S6a 至 S6c 中說明過之 ONU 10 的判斷，而由 ONU 10 自發性地進行，但亦可由 OLT 1 下達模式變更之指示。以下，以 OLT 1 指示進行模式變更之情況為例進行說明。

在期間 P1 以全服務模式進行著動作之 ONU 10，若指定 Tx 休眠模式然後將想要變換至省電模式之請求(SLEEP_REQ)發送至 OLT 1，OLT 1 就決定是否要許可此省電請求(步驟 S7a)，並將請求許可之回覆(SLEEP_ALLOW(Tx))傳給 ONU 10。ONU 10 接收到此許可通知就進入 Tx 休眠模式，在期間 P2 當中以 Tx 休眠模式進行動作。另外，ONU 10 將 SLEEP_ACK(Tx)傳給 OLT 1 作為回覆。進入 Tx 休眠模式之 ONU 10，一方面維持光接收器 142 的供給電力另一方面將光發送器 141 的供給電力切斷(cut)，開始進行抑制消耗電力之運轉。第 7 圖中，Tx 及 Rx 分別表示光發送器 141 及光接收器 142 的電源 on 狀態(未記載的期間為電源 off 狀態)。

在期間 P2，光接收器 142 為 on 狀態，所以 OLT 1 可發送下行資料。此處所謂的可發送資料，係指 ONU 10 可接

收 OLT 1 發送的資料。另外，雖未圖示，但 OLT 1 除了給予下行資料之外，還將 Grant 給予 ONU 10。ONU 10 雖然接收到 Grant，但在沒有要發送的資料之情況，就不供給電力給光發送器 141，以壓低消耗的電力。

在步驟 S10 中若從 OLT 1 發送到 ONU 10 之下行流量沒了，OLT 1 會從發送緩衝器 4 等的監視結果檢知這種情況，然後比對記憶於記憶裝置中之步驟 S2 的組態配置的結果，來判斷下行通訊是否也要進行省電模式。下行流量沒了之檢知，係依據例如在一定的期間從發送緩衝器 4 讀出的下行流量是否降到預定的閾值以下而進行。

在 OLT 1 判斷為要進行從 Tx 休眠模式到 TRx 休眠模式的變更之情況，OLT 1 以休眠模式變更要求(SLEEP_ALLOW)指定要變更過去之模式(TRx)，並將之發送給 ONU 10。接收到此變更指示之 ONU 10，與上述步驟 S7 之往省電模式的變換一樣將 SLEEP_ACK(TRx)發送給 OLT 1，然後將省電模式從 Tx 休眠模式切換到 TRx 休眠模式。然後，ONU 10 將光接收器 142 的供給電力切斷，以更加抑制消耗電力之狀態進行動作。

在 TRx 休眠模式中，進行以固定或可變的周期使電源重複 on 與 off 之周期休眠(cyclic sleep)。關於在哪個期間使電源 off，係以稱為 sleep time 之參數來加以指定。sleep time 可為由組態配置加以決定之預設值(在 Tx 休眠模式的情況為休眠期間 T1，在 TRx 休眠模式的情況為休眠期間 T2)，亦可為由 SLEEP_ALLOW(TRx)加以指定之值。例

如，在 SLEEP_ALLOW(TRx)中並未指定 sleep time 之情況，ONU 10 及 OLT 1 係使用預設值之休止期間 T2。

在 sleep time 之指定上，有例如：指定讓光收發器 14 的電源 off 的期間之方法、指定開始時刻及結束時刻之方法、指定電源 off 的開始時刻及電源 off 持續期間之方法。以下，以 sleep time 係只指定讓電源 off 的期間者為例進行說明。

在期間 P3，ONU 10 按照 sleep time 暫時使光發送器 141 及光接收器 142 的電源 on，以對於來自 OLT 1 之詢問做出是否繼續 TRx 休眠模式、或是否要變更省電模式之回覆(SLEEP_ACK)。OLT 1 藉由接收 SLEEP_ACK 就可確認其與該 ONU 10 之間並未發生線路障礙。

接著，針對在 TRx 休眠模式中有下行流量發生或增加之情況進行說明。在檢測出透過發送緩衝器 4 的監視而得知之流量的狀況變化或新的通訊發生等之情況，OLT 1 判斷是否要變更休眠模式(步驟 S11)，且在要變更的情況，將變更要求(SLEEP_ALLOW)發送至 ONU 10。此時，在判斷為只有下行的通訊流量增加之情況，OLT 1 亦可發送指示 ONU 10 從 TRx 休眠模式變更到 Tx 休眠模式之 SLEEP_ALLOW(Tx)給 ONU 10。此指示可獲得比從 TRx 休眠模式進入到全服務模式(Tx, Rx 都為 on 狀態)之情況還要更減低 ONU 10 所消耗的電力之效果。

在解除以 Tx 模式動作中之 ONU 10 的省電模式之情況，OLT 1 將變更要求(SLEEP_ALLOW(AWAKE))發送至該 ONU

10。從 OLT 1 那裏接收到 SLEEP_ALLOW(AWAKE)之 ONU 10，使光發送器 141 的電源 on 而進入全服務模式，然後將 SLEEP_ACK(AWAKE)傳給 OLT 1 作為給 OLT 1 之回覆。

在第 7 圖的例子中，在 Tx 休眠模式與 TRx 休眠模式之間之模式變更上，使用 SLEEP_ALLOW 與 SLEEP_ACK 這兩個訊息，但亦可如第 8 圖所示，使用 SLEEP_REQ、SLEEP_ALLOW、SLEEP_ACK 這三個訊息來進行模式切換。

使用三個訊息來進行模式切換之情況，以省電模式進行動作中之 ONU 10 之變到全服務模式，係在有上行流量發生時從監視中的發送緩衝器 12 的資料蓄積量來檢知有上行流量發生，然後使光發送器 141 的電源 on 而進入全服務模式。然後，ONU 10 發送 SLEEP_REQ(WAKE_UP)，OLT 1 接收到此 SLEEP_REQ(WAKE_UP)就將 ONU 10 看成已進入全服務模式，並再開始在全服務模式中之 Grant 之發送。

根據本實施形態，因為設計成因應省電模式而在 Tx 休眠模式及 TRx 休眠模式可個別設定使 ONU 10 的光收發器 14 的電源 off 之時間，因此在使 Tx 休眠模式的 ONU 10 的休止期間比 TRx 休眠模式的 ONU 10 的休止期間長之情況即使下行資料的容許延遲時間很短，也可相較於傳統的 Tx 休眠模式的消耗電力使 Tx 休眠模式的 ONU 10 的消耗電力減低。

此外，依據省電模式而定之休止期間，可視需要而藉由在 OLT 1 與 ONU 10 之間進行新的協商(negotiation)而加以變更。

實施形態 2.

實施形態 1 係針對依省電模式而設定不同的休止期間之 PON 系統進行說明。實施形態 2 則是說明：在省電模式的選擇時或變更時，若下行資料的容許延遲時間比預定的閾值低則 OLT 1 就強制地變更省電模式之情況。

第 9 圖係用來說明本實施形態 2 之 OLT 1 中的控制部 2 的處理之流程圖。實施形態 2 之控制部 2，係可應用於實施形態 1 之通訊系統者，與通訊系統全體有關之點都與實施形態 1 一樣。

控制部 2 係使用於 OLT 1 等之主機中之控制裝置，係由數位訊號處理器(digital signal processor)、泛用處理器、與軟體的組合所構成。此等處理器係由高度積體化的 IC(Integrated Circuit)晶片化而成，且利用訊號線與光收發器 5 等結合而組合起來，構成 OLT 1 而發揮機能。

首先，控制部 2 透過光收發器 5 而開始進行發現(discovery)處理。在發現處理中得到的是 ONU 10 的序列編號，所以控制部 2 根據該序列編號而存取其內建的或連接於其外部之記憶裝置，確定出使用 ONU 10 之使用者。然後，控制部 2 進行使用者與使用者簽約得到的服務之相對應(步驟 S50)。舉例來說，第 12 圖顯示該相對應的例子，控制部 2 使 ONU 的序列編號、使用者 ID、及使用者簽的是商業用途合約、還是適合一般家庭的使用者等之一的合約等之服務資訊相對應。相對應之資訊，係具有與服務線路的種別相關的資訊(IPTV、IP 電話、及網際網路

(internet))等之資訊。此等服務線路依其種別而定，上行下行各自的保證頻寬及容許延遲時間等的服務要求條件(QoS)並不相同。

·組態配置(configuration)

接著，控制部 2 開始進行與第 2 圖之步驟 S2 相當之 ONU 10 的組態配置。控制部 2 為了要向各 ONU 10 要求省電機能之支援資訊(power_save_attr)，而產生要求訊息(Get_cmd)並發送至各 ONU 10(步驟 S51)。此時，控制部 2 也可要求其他的 ONU 10 的屬性資訊。ONU 10 的屬性資訊，係為例如 ITU-T G.984. 4 ONT management and control interface 中規定之資訊，而且其組態配置方法可用與此處所述者一樣之方式實施。另外，ONU 10 的屬性資訊可使用 ITU-T G.988 ONU management and control interface 或今後將制定之次世代的規格 XG-PON(Next Generation Passive Optical Network)等的同等規格一樣之資訊而取得。

接著，控制部 2 從緩衝器或光收發器 5 取得光收發器 5 從各 ONU_i 接收到的省電機能之對應資訊 OC_i(步驟 S52)，然後藉由比較透過發現處理而確定出之活動的 ONU 10 的序列編號與發送該支援資訊 OC_i 之 ONU 10 的序列編號，來確定出沒有省電機能之支援資訊 OC_i 之 ONU 10 將之當作是不支援省電機能之 ONU 10(步驟 S53)。另外，在 ONU 10 使用 Get_rsp 訊息來發送表示不支援省電機能之支援資訊 OC_i 之情況也一樣，控制部 2 將該 ONU 10 認定為不支援省電機

能之 ONU 10。

控制部 2 係以例如第 12 圖所示之形態將支援資訊與 ONU 10 相對應地寫入內建的記憶裝置(步驟 S54)。控制部 2 取得的支援資訊不僅包含省電模式，也包含休止期間(sleep time)等之與省電機能有關的各種參數。因此，雖然並未記載於第 12 圖中，但上述的各種參數同樣由控制部 2 將之記錄於記憶裝置中。

接著，控制部 2 對於如第 12 至 16 圖所示之服務資料庫(service database)(記憶裝置)進行存取，以針對 N 個 ONUi 的每一個決定許可的省電模式、及省電參數(步驟 S5c, S5d)。此決定可用例如以下的方法實施。

控制部 2 根據與 ONUi 相對應之使用者識別符(ID)而從記憶裝置(參照第 12 圖)中讀出使用者簽約得到的服務 ID，並針對各個服務 ID 從第 13 及 14 圖這兩個圖的資訊表確定出禁止的省電模式 Fi。此時，禁止 ONUi 採用之省電模式雖可用任何演算法(algorithm)來決定，但在第 13 及 14 圖的任一圖中標註為「不可」之情況，控制部 2 將該省電模式設定為禁止的省電模式 Fi。

控制部 2 從第 12 圖的資訊表確定出 ONUi 本身可支援的省電模式，然後從此處確定出的省電模式中將禁止的省電模式 Fi 去除掉來決定出許可的省電模式 AMi。然後將許可的省電模式 AMi 記憶於記憶裝置中。

然後，當控制部 2 從 ONU 10 取得 sleep time 時，就以其作為取得休眠期間 GSTi 而將其儲存於記憶裝置中(第

15 圖)。sleep time 為與省電機能有關之參數之一，可用來代替預先設定於 OLT 1 中之預設的休止期間 T1, T2。控制部 2 選擇取得休眠期間 GSTi、或預設的休止期間，以其作為適用於該 ONU 10 之 sleep time 並將其儲存於記憶裝置中。此處，在取得了 sleep time 之情況係使用取得休眠期間 GSTi。

控制部 2 亦可以以根據服務的資訊來調整省電模式之方式，依據服務而使用預定的限制值或預設值來調整 sleep time。例如，在 ONU 10 所通報來的 sleep time 太長之情況，因為上行通訊的通訊品質會降低，下行流量則會壓迫 OLT 1 的接收緩衝器的記憶區域，所以以調整過的值作為取得休眠時間 GSTi 並將之儲存在記憶裝置中。

另外，控制部 2 也將從 ONUi 取得的最大休眠期間 MaxSTi 儲存在記憶裝置中(參照第 16 圖)。此最大休眠期間 MaxSTi 係為動態地調整取得休眠時間 GSTi 之情況的限制值，可在 OLT 1 中預先設定來取代從 ONU 10 那裏取得。控制部 2 可將 MaxSTi 用作為 LOS(loss of signal)、LOB(loss of burst)等警報之判斷條件。

又，OLT 1 可針對第 15 及 16 圖的表分別製作 OLT 1 所預先記憶的表及依照與 ONU 10 協商的結果而決定的表這兩種表並記憶起來。

針對各 ONU 10 決定出關於各個省電模式的許可模式 AMi、休眠時間 STi、及最大休眠期間 MaxSTi，控制部 2 就使用訊息(Set_cmd)通知各 ONU 10 這些參數(步驟 S55)。

ONU 10 接收到 Set_cmd 後，將此等參數記錄在 ONU 10 的記憶裝置中，以用於省電協定之控制。

·休眠模式控制

接著，利用第 10 圖來說明控制部 2 所做的休眠模式之控制。第 10 圖中以[A]表示的連接符號(connector)，係表示其以下的流程接在第 9 圖的連接符號[A]之後。首先，控制部 2 在步驟 S60 至 S65 進行省電模式中的頻寬分配控制。OLT 1 從其中的緩衝器 3、4 的狀態及 ONU 10 傳來的資訊等得知上下行的流量或 ONU 10 連接的機器的狀態。此狀態資訊將使用於步驟 S66 的頻寬分配及步驟 S67 之是否進入省電模式之判斷中。

接著，控制部 2 調查作為其對象之 ONU 10 現在的省電模式，進行依照各模式而定之頻寬分配量的限制、給予 Grant 的機會限制(步驟 S61)。若 ONU 10 並不處於省電模式之狀態(全服務模式)，則控制部 2 不進行針對省電模式而進行之頻寬分配限制。若 ONU 10 處於 Tx 休眠模式，則控制部 2 將上行通訊的分配頻寬限制 B_i 限制在預定的值，或者限制在依模式而定之值(步驟 S62)。若其省電模式處於 TRx 休眠模式，則控制部 2 與步驟 S62 一樣設定 B_i (步驟 S63)，以及將 Grant 的機會限制成每 m 次(m 為 1 以上的整數)頻寬更新周期給予一次 Grant(步驟 S64)。

例如，設定許可跳過旗標(grant skip flag)GSi 來作為不分配該頻寬更新周期的發送機會之旗標(flag)，且若未設定此旗標，則控制部 2 在步驟 S66 中就不在該周期給

與該 ONU_i 發送機會。在步驟 S64 中控制部 2 藉由在每 m 次中設定 $(m-1)$ 次 GSi 來實現每 m 次頻寬更新周期給予該 ONU_i 一次發送機會。

上述的對應於省電模式之頻寬分配方法，只是一個例子，控制部 2 亦可視需要而限制/不限制在各模式之頻寬、及設定發送機會之限制/不限制。例如，控制部 2 即使在 Tx 休眠模式也可限制 Grant 及上行連線(uplink)之資料發送機會，或者可對於 TRx 休眠模式的 ONU 10 不進行許可跳過(grant skip)，而每次都給予 Grant。另外，頻寬限制亦可任意，例如，即使未特意設定分配頻寬限制 B_i ，也因為沒有來自 ONU 10 的上行流量之狀態、或頻寬分配要求的值很小使得在步驟 S66 的動態的頻寬分配中分配到的量相對於其他的 ONU 10 來得少，所以控制部 2 可不用區別省電模式的 ONU 10 與並非省電模式的 ONU 10 而進行頻寬分配。

針對所有的 ONU 10 都完成上述的處理，控制部 2 就將頻寬分配給各 ONU 10。此時，要使用上述的許可跳過旗標 GSi 及分配頻寬限制 B_i 。首先，控制部 2 將設定有許可跳過旗標 GSi 之 ONU_i 從下一周期的頻寬分配對象中排除掉，然後使用 Traffic monitoring DBA(Dynamic Bandwidth Allocation)、status report DBA 或此兩者之組合來分配頻寬給各 ONU 10。此時，控制部 2 並不給予省電模式的 ONU 10 超出分配頻寬限制 B_i 之頻寬。頻寬分配完成，控制部 2 就將各 GSi, B_i 予以重設(reset)。

在步驟 S67 中，控制部 2 根據光收發器 5 所接收到的

請求(SLEEP_REQ)，進行為了產生許可訊號 SLEEP_ALLOW 所需之準備。具體的處理將在後面利用第 11 圖進行說明。

接著，控制部 2 在步驟 S68 至 S75 進行由 OLT 1 下指示之省電模式的變更指示控制。藉由此控制，OLT 1 就可使下屬的 ONU 10 從省電模式變到全服務模式、或從某一個省電模式變到另一個省電模式，用於通訊系統可更有效率地減低消耗電力，此外，還可提高通訊品質。

控制部 2 根據記憶裝置中的資料而判斷該 ONU_i 是否在休眠模式中(步驟 S69)。若該 ONU_i 並不在休眠模式中，則控制部 2 檢查有沒有休眠模式的開始因素(步驟 S70)。若判斷為沒有休眠模式的開始因素，則控制部 2 接著進行步驟 S75 之處理，針對下一個 ONU_i(i 值加 1 後之 ONU_i)重複進行同樣的處理。

另一方面，在下行連線(downlink)(下行方向的連線)之流量減少、或上行連線(uplink)(上行方向的連線)之流量減少等情況，控制部 2 分別接著進行步驟 S71、S72 之處理，進行發送用來使 ONU 10 進入省電模式之 SLEEP_ALLOW 之準備。

下行連線之流量減少，而要從全服務模式或 Tx 休眠模式變換到 TRx 休眠模式之情況，控制部 2 就指定 TRx 休眠模式作為省電模式(步驟 S71)。但在即使下行連線之流量減少上行連線之通訊也仍繼續之情況，則不選擇 TRx 休眠模式而進行步驟 S75 之處理。另一方面，若有下行連線之流量，但因為上行連線的流量減少而要進入省電模式時，

則控制部 2 指定 Tx 休眠模式作為省電模式(步驟 S72)。

在步驟 S69 中若判斷為該 ONU_i 係在休眠模式中時，則控制部 2 檢測有無休眠模式的中斷因素(步驟 S73)。若沒有中斷因素，則控制部 2 使休眠模式繼續然後進行下一個 ONU 10 之處理。另一方面，若中斷因素在上行連線(有閾值以上的上行流量發生)，則為了中斷省電模式並進入全服務模式，而指定 AWAKE 然後進行發送 SLEEP_ALLOW 之準備(步驟 S74)。另外，若中斷因素在下行連線(有閾值以上的下行流量發生)，則為了使 ONU 10 從 TRx 省電模式變到 Tx 省電模式或使 Tx 省電模式繼續，控制部 2 進行發送 SLEEP_ALLOW(Tx)之準備(步驟 S72)。

又，休眠的開始因素、中斷因素，只要其本身是抑制消耗電力同時保持必要的通訊品質之基準即可，可為任何因素。例如，如上述之在一定期間中的流通量、儲存於緩衝器中的資料量、連接至 ONU 10 之連接機器的 on off 資訊、或新服務的開始等都可作為基準。

當以上的處理結束，控制部 2 就產生其中儲存了頻寬分配的結果及 SLEEP_ALLOW 等的控制訊息之訊框，並將之發送至 ONU 10(步驟 S76)。此時，亦可將下行資料儲存在與控制資訊相同的訊框中一起發送。

控制部 2 接著判斷是否到了需要進行發現(discovery)處理的時點(步驟 S77)，若需要進行則進行第 9 圖之步驟 S1 之處理(參照連接符號[B])，若不需要進行發現則回到第 10 圖之步驟 S60 之處理，進行下一個頻寬更新周期之發

送控制。

·請求(SLEEP_REQ)之處理

第 11 圖顯示根據 OLT 1 的控制部 2 所接收到的請求(SLEEP_REQ)來產生 SLEEP_ALLOW 所需的準備處理之一例。控制部 2 從 ONU 10 接收到 SLEEP_REQ(步驟 S90)，就判斷是否要許可或變更 ONU 10 的要求，並將結果做成 SLEEP_ALLOW 訊息來進行回覆。

控制部 2 存取記憶裝置中的資料來調查 SLEEP_REQ 中指定作為參數之省電模式是否包含於該 ONU_i 的許可模式 AM_i 中(步驟 S91)。此處，若 SLEEP_REQ 中並未指定省電模式，則控制部 2 將省電模式設定為藉由第 2 圖的步驟 S2 等的組態配置而事前訂定的省電模式的預設值(步驟 S92)。另一方面，若指定的模式並不在許可模式 AM_i 中，則控制部 2 將該指定的模式變更為許可模式、或設定拒絕 ONU 10 要進入省電模式的要求之拒絕資訊(步驟 S93)。此外，在控制部 2 要變更 ONU 10 所指定的省電模式之情況，必須不對於通訊品質造成不良影響。

若上述的處理結束或指定的模式為許可模式 AM_i，則控制部 2 進行接下來的步驟 S94 之處理。在此步驟中，控制部 2 判斷許可模式 AM_i 或預設的省電模式是否為 TR_x 休眠模式(步驟 S94)。若為 TR_x 休眠模式則判斷下行資料的容許延遲時間 T_{dd} 是否小於預定的閾值 T_{th}(步驟 S95)。該容許延遲時間 T_{dd} 可利用第 12 圖之服務 ID 及使用者 ID 等來指定。

其中，預定的閾值 T_{th} 係為在第 5 圖中的 Tx 休眠模式與 TRx 休眠模式的線圖的交點處的容許延遲時間。下行資料的容許延遲時間 T_{dd} 小於閾值 T_{th} 則 Tx 休眠模式的消耗電力比 TRx 休眠模式的消耗電力低，下行資料的容許延遲時間 T_{dd} 大於等於預定的閾值 T_{th} 則 TRx 休眠模式的消耗電力比 Tx 休眠模式的消耗電力低。

在步驟 S95 中若判斷為下行資料的容許延遲時間 T_{dd} 小於閾值 T_{th} ，則控制部 2 做出強制地使許可模式 AM_i 變更為 Tx 休眠模式之決定，或設定拒絕 ONU 10 要進入省電模式的要求之拒絕資訊(步驟 S96)。藉由如此之 OLT 1 強制地變更省電模式之設計，就可減低 ONU 10 的消耗電力。另外，容許延遲時間 T_{dd} 大於等於閾值 T_{th} 之情況，則不進行從 Tx 休眠模式到 TRx 休眠模式之變更。這是因為必須確認有無下行資料的緣故。有無下行資料之確認，係以相當於上述的第 10 圖中的步驟 S69 至 S75 之處理來進行。

若步驟 S96 之處理結束或在步驟 S94 中判斷為並非 TRx 休眠模式或在步驟 S95 中判斷為容許延遲時間 T_{dd} 大於等於閾值 T_{th} ，則控制部 2 存取記憶裝置中的資料來調查 SLEEP_REQ 中指定作為參數之 sleep time 是否小於等於該 ONU_i 中設定的最大休眠期間 $MaxST_i$ (步驟 S97)。此處，若 SLEEP_REQ 中並未指定 sleep time，則控制部 2 將 sleep time 設定為藉由第 2 圖的步驟 S2 等的組態配置而事前訂定的 sleep time 的預設值 ST_i (步驟 S98)。另一方面，若指定的 sleep time 比 $MaxST_i$ 大，則控制部 2 將該指定的

sleep time 變更為 MaxSTi、或設定拒絕 ONU 10 要進入省電模式的要求之拒絕資訊(步驟 S99)。

若上述的處理結束或 $\text{sleep time} \leq \text{MaxSTi}$ ，則控制部 2 將省電模式資訊 P_{Si} 記錄在記憶裝置中作為對應 ONU_i 的省電模式資訊，同時將 sleep time 設定至第 10 圖中的步驟 S64、S66 的 Grant 的時序、或作為省電中的警報抑止所需的基準之計時器(timer)PSTi (步驟 S100)。

此處理結束，控制部 2 就針對接收到的所有 SLEEP_REQ，重複進行上述的處理(步驟 S101)。

實施形態 3.

上述的實施形態係針對在 Tx 休眠模式及 TRx 休眠模式設定不同的休止期間之 PON 系統進行說明。實施形態 3 則是針對在上行連線及下行連線設定不同的休止期間之 PON 系統進行說明。

第 17 圖係顯示本實施形態中之休眠模式時的通訊協定之順序圖。第 17 圖中，與第 7 或第 8 圖相同的符號表示相同的順序。就此通訊系統而言，在組態配置步驟(步驟 S2)中，OLT 1 將上行連線用的 sleep_time 1 及下行連線用的 sleep_time 2 發送至 ONU 10。sleep_time 1 表示使光發送器 141 的消耗電力減低之期間(光發送器 141 的休止期間)，sleep_time 2 表示使光接收器 142 的消耗電力減低之期間(光接收器 142 的休止期間)。

ONU 10 根據接收到的休眠參數進行省電動作。第 17 圖中之期間 P2 係為 Tx 休眠模式期間，在此期間中 ONU 10

重複進行使光接收器 142 的接收機能維持著，使光發送器 141 的消耗電力有 sleep_time 1 期間之減低之動作。期間 P3 係為 TRx 休眠模式期間，在此期間中 ONU 10 重複進行使光接收器 142 的消耗電力有 sleep_time 2 期間之減低，使光發送器 141 的消耗電力有 sleep_time 1 期間之減低之動作。另外，在第 17 圖中，Tx 表示光發送器 141 的發送機能 on 之期間，Rx 表示光接收器 142 的接收機能 on 之期間。

本實施形態之通訊系統，係藉由設定如此之複數個休止期間，而可與上述的實施形態一樣任意調整延遲時間與消耗電力這兩個相反的參數。

以下說明此通訊系統的動作。為了顯示多樣的變形例，第 17 圖顯示不僅休眠參數，連通訊步驟也與第 7 或第 8 圖不同的例子。在發現處理後的組態配置(步驟 S2)中，OLT 1 將 get_command 訊息發送至 ONU 10，以要求 ONU 10 送出休眠參數。雖未圖示，但 OLT 1 在 get_command 中指定有想取得的參數的識別符。接收到此 get_command 之 ONU 10，從自身的記憶裝置讀出記憶在其中的休眠參數，並使用 get_response 訊息將讀出的參數發送至 OLT 1。

此處，在休眠參數方面係發送下述的參數。

- Tx_init：光發送器 141 從休止狀態回到動作狀態所需的時間
- TRx_init：光收發器 14(光發送器 141 及光接收器 142)從休止狀態回到動作狀態所需的時間

· Capability : ONU 10 可進行的省電模式之資訊(例如 Tx、TRx、或 Tx 及 TRx)

Tx_init 及 TRx_init 可用每單位 16 ns 之 MPCP 計數器(counter)的值來表示, 頻寬更新周期為 125 μ s 時, 也可用此頻寬更新周期的數目來表示。

OLT 1 從 ONU 10 接收到休眠參數, 就根據這些休眠參數來決定出上行連線用的 sleep_time 1、下行連線用的 sleep_time 2、要許可該 ONU 10 之休眠模式(allowed_mode), 並使用 Set_command 訊息將之發送至 ONU 10。關於決定 sleep_time 1 及 sleep_time 2 的方法, 可採用任何方法, 並不限於特定的方法。

決定方法的一個例子, 係為使 Tx_init 為最小時間而決定任意的 sleep_time 1, 使 TRx_init 為最小限的時間而決定 sleep_time 2 之方法。為了使省電效果較大, 可將 sleep_time 1 及 sleep_time 2 設定為比 Tx_init 大之值。另外, OLT 1 亦可從 ONU 10 取得光接收器 142 從休止狀態回到動作狀態所需的時間, 來取代 TRx_init, 並根據 sleep_time 2 來決定此參數。sleep_time 1 及 sleep_time 2 的上限可根據容許延遲時間來設限, 另外, OLT 1 亦可從 ONU 10 取得兩者的上限值作為休眠參數。

其他的可採用的決定方法, 還有依據要提供給使用者的服務來決定 sleep_time 1、sleep_time 2 及許可的休眠模式之方法。又, 另外有藉由網路的操作者(operator)等來設定任意的參數給 OLT 1 之方法; 以及以依據時間帶而

變更該等參數之方式使 OLT 1 具有每個時間帶的參數表 (parameter table) 之方法。此外，還可採用根據連接至 ONU 10 之終端機 20-1, 20-2 的種別、執行中的應用程式 (application) 來加以決定之方法。

ONU 10 將從 OLT 1 接收的休眠參數記憶在自己的裝置內，根據此等參數來進行省電動作。

在第 17 圖所示的通訊系統中，係使用 OLT 1 預先將休眠許可 (Sleep_allow 訊息) 發送至 ONU 10，接收到許可之 ONU 10 在任意的時點將其要進到休眠狀態之事通知 (Sleep_request 訊息) OLT 1，然後進行省電動作之協定，來作為省電協定的一例。OLT 1 從下行連線通訊的狀況等來判斷 ONU 10 可進到省電狀態，並用 Sleep_allow 訊息來給予 ONU 10 許可。Sleep_allow 訊息作為一個參數，具有表示許可之 "ON" 或指示不許可/從省電狀態回復之 "OFF" 之資訊。

ONU 10 接收到此 Sleep_allow 訊息，就將省電動作處於許可狀態之情況記憶起來。獲得許可之 ONU 10 並不一定要進入省電狀態，ONU 10 可根據其發送緩衝器 12 中蓄積的資訊量、正提供給使用者的服務、連接的終端機 20-1, 20-2 的種別、啟動狀態等而獨自判斷是否要進入省電狀態。

決定要進入省電狀態之 ONU 10，指定其要使用的休眠模式然後將 Sleep_request 訊息發送給 OLT 1。在只有一個預先以 allowed_mode 許可的模式之情況，可將此休眠模

式之指定予以省略。發送出 Sleep_request 訊息之 ONU 10，按照其所決定之休眠模式(此處為 Tx 休眠模式)使收發器 14 的消耗電力減低。此處，ONU 10 係重複進行在以 sleep_time1 表示的期間使光發送器 141 的電源 off 之動作。

另外，雖未圖示，但 OLT 1 進行之發送頻寬的分配通知(Grant 或 Gate)、ONU 10 進行之頻寬分配要求(Report)等之控制訊息的收發、資料的收發都如通常的方式進行。

要中止省電動作之情況有兩個，一個是 OLT 1 發送來表示省電許可的解除之 Sleep_allow(OFF)訊息之情況，另一個是 ONU 10 自發地解除省電動作，指定意謂著解除之 "Awake" 資訊並將 Sleep_request 訊息發送至 OLT 1 之情況。

接著，說明 TRx 休眠模式期間(P3)的動作。要進入省電狀態之請求獲得許可之 ONU 10 所要進入的是 TRx 休眠模式之際，係指定表示 TRx 休眠模式之資訊並將 Sleep_request 訊息發送出去。接收到此訊息之 OLT 1 與上述之 Tx 休眠模式的情況一樣，將 ONU 10 已進入 TRx 休眠模式之狀況記憶起來，並將此資訊用於頻寬分配或警報監視控制。

當 ONU 10 進入 TRx 休眠模式時，就進行使收發器 14 的消耗電力減低之控制。此時，ONU 10 從自己的記憶體中讀出預先記憶的休眠參數(sleep_time1 及 sleep_time2)，在根據 sleep_time1 之期間使發送機能停止，在根據

sleep_time2 之期間使接收機能停止。

第 17 圖中之休眠參數的設定，係將 sleep_time1 設定得比 sleep_time2 長，使光接收器 142 比光發送器 141 更頻繁啟動。因此，可使光發送器 141 的省電效果較大，而且 ONU 10 可更頻繁地接收發送頻寬的分配通知(Grant 或 Gate)，所以可在一旦需要發送時解除光發送器 141 的省電狀態，並利用分配到的發送頻寬發送資料。因此，本通訊系統可實現更高的省電效果及低延遲效果。

在如此設定的情況，OLT 1 可考慮 ONU 10 的光發送器 141 的啟動時間(Tx_init)而給予一個或複數個在將來的頻寬分配周期中之發送頻寬。

第 18 圖顯示將 sleep_time1 設定得比 sleep_time2 短之情況的通訊順序。此通訊系統在：下行連線的通訊所要求的延遲時間短、或者在上行連線持續地傳送的資料流率(data rate)比在下行連線接收的資料流率高之情況可發揮有利的效果。此時，OLT 1 係進行預先給予該 ONU 10 一個或複數個發送頻寬以使得 ONU 10 在其接收機能依照 sleep_time2 而停止時可以發送資料。

第 19 圖係能夠進行使得省電動作時的暫時啟動時間可變化的控制之通訊系統。在組態配置步驟 S2 中，OLT 1 指定暫時啟動時間然後發送 set_command 訊息。在此例中，雖然在 set_command 訊息中設定 aware_time1 作為上行連線用的暫時啟動時間，設定 aware_time2 作為下行連線用的暫時啟動時間，但亦可只指定一個 aware_time1。

接收到此 set_command 訊息之 ONU 10，將該等休眠參數記憶起來，並根據該等參數來控制省電動作。此外，可以與 sleep_timel 一樣，用每單位 16 ns 之 MPCP 計數器值來表示 aware_timel 及 aware_time2，頻寬更新周期為 125 μ s 時，也可用此頻寬更新周期的數目來表示。

ONU 10 在省電動作中要使光發送器 141 暫時啟動之情況，係在啟動後至少 aware_timel 所表示的期間，使光發送器 141 的發送機能維持在 on。由於 OLT 1 可從 aware_timel 及 sleep_timel 來確定該 ONU 10 可發送的可發送期間，所以可在該可發送期間分配發送頻寬。此外，因為使延遲時間減低等理由，OLT 1 還可在該可發送期間以外的期間分配發送頻寬給該 ONU 10。

ONU 10 在要使光接收器 142 暫時啟動之情況，在啟動後至少 aware_time2 所指定的期間，使光接收器 142 的接收機能維持在 on。由於 OLT 1 可從 aware_time2 及 sleep_time2 來確定該 ONU 10 可接收的可接收期間，所以可在該可接收期間發送 grant 及 sleep_request 等之控制訊號、或/及資料給 ONU 10。在可接收期間發送給 ONU 10 的 grant(或 gate)，因為要用在 ONU 10 的保活判定中所以很重要。OLT 1 一直對於其與 ONU 10 的通訊線路是否維持有效進行監視，且利用內建的計時器(timer)，在一定期間內 ONU 10 都沒有回覆之情況，判斷為與 ONU 10 的通訊發生障礙，並解除與該 ONU 10 之連線(link)。由於回覆訊號係利用藉 grant(或 gate)而分配來的發送頻寬發送，所以

OLT 1 必須在可接收分配的期間發送 grant 給 ONU 10，給予 ONU 10 正常的發送機會。

在此通訊系統中，控制暫時啟動時間就可任意控制發送時序及接收時序。例如，將暫時啟動時間設定得長些，使啟動頻率減小，就可得到較高的省電效果。如同 Tx_init、TRx_init 之參數所示者，收發器 14 從休止狀態變換到啟動狀態之際需要啟動時間。因此，為了接收發送，必須比實際需要的時間還要早開始啟動，且在此啟動時間也會消耗電力。此情形在暫時啟動時間結束後也一樣。因此，使暫時啟動時間的頻率減小，就可減少在該啟動時間等當中消耗的電力。

接著，說明 ONU 10 的控制部 11 所做之省電動作的控制。第 20 及 21 圖顯示控制部 11 所做之控制。此控制可藉由專用的電子電路來實現，亦可藉由以程式語言記載演算法則(algorithm)而做成軟體再使泛用的處理器執行該軟體來實現同樣的機能。第 20 圖顯示發送處理，第 21 圖顯示接收處理。發送處理及接收處理係並行執行。

首先，說明第 20 圖之發送處理中之省電控制。在步驟 S110 中，控制部 11 利用記憶於記憶體(memory)等中之模式資訊等來判別現在的動作模式。動作模式為通常的通訊狀態，亦即使用收發機能之全服務模式時，控制部 11 檢知蓄積於接收緩衝器 13 中之資料的量、連接的機器(終端機 20-1, 20-2)的動作狀態(步驟 S111)。

接著，控制部 11 根據檢知的狀態來決定是否要進入

休眠模式。例如，在接收及發送緩衝器 12, 13 的統計的資料量小於預定的值時、或屬於連接的機器之終端機 20-1, 20-2 皆在停止狀態、或終端機 20-1, 20-2 執行的應用程式(application)的種類為例如容許延遲的應用程式等情況，就進入休眠模式。另外，因為進入休眠模式的前提必須要接收到來自 OLT 1 的休眠許可，亦即 Sleep_allow(ON)，且此許可並未遭到解除，所以，控制部 11 係參照記憶於其本身裝置之該休眠許可之資訊來判斷是否可進入休眠模式。

關於要選擇何種休眠模式，係藉由調查上行連線及下行連線的通訊狀態、連接的機器的狀態、或/及執行的應用程式的種類等而判斷。控制部 11 在與光發送器 141 有關之休眠模式方面主要係根據上行連線的狀態，在與光接收器 142 有關之休眠模式方面主要係根據下行連線的狀態來進行判斷。依照上行連線中之通訊的要求條件而定，會有必須頻繁地接收 grant 之情況，所以在這樣的時候，控制部 11 不僅在與光發送器 141 有關之休眠模式方面，而且在與光接收器 142 有關之休眠模式方面都要依據上行連線的狀態來進行選擇以符合必要的通信條件。

控制部 11 在選擇休眠模式之際，係參照在組態配置步驟 S2 中接收的 allowed_mode，而不選擇不被許可之休眠模式來作為要使用的模式。

在要變換到休眠模式之情況，控制部 11 係作成 Sleep_request 訊息(步驟 S133)，並在其中插入與在步驟

S112 中選出的休眠模式對應之資訊，例如 Tx, TRx。

在步驟 S133 結束之情況，以及在步驟 S112 中判斷為不進入休眠模式之情況，控制部 11 進行步驟 S113 之處理。控制部 11 將發送資料及控制資料作為將放在發送訊框中之承載資料(Payload)。另外，控制部 11 根據儲存於接收緩衝器 13 中之資料量等而作成頻寬要求資訊(report)。然後，控制部 11 作成發送訊框(步驟 S115)。此處，將作成的承載資料及頻寬要求資訊放在下位層的訊框中。放入的資訊還包含在步驟 S126、S132、S133 中作成之 Sleep_request。

訊框之發送準備完成，控制部 11 在到達發送頻寬的分配通知所指定的時間之前，都不進行發送而只是待命(步驟 S116)。而且，控制部 11 可在到達發送開始時間之前，並行進行其他的處理。當到達發送時間，控制部 11 就透過光發送器 141 將發送訊框發送至 OLT 1(步驟 S117)。

然後，控制部 11 判斷是否要變換到休眠模式(步驟 S118)，並在要變換之情況，進行切斷或減少對於光發送器 141 的電力供給之處理(步驟 S119)。是否要變換到休眠模式，係依照步驟 S112 之判斷結果而進行。此外，在後述之步驟 S130 中，在判斷為必須切斷或減少暫時啟動時間後的供給電力之情況，也在此步驟 S119 進行上述之處理。

控制部 11 還令用來測定休止期間之計時器(以下將之稱為 S 計時器)開始計時。此 S 計時器中設定有 sleep_time1，當計時開始後經過 sleep_time1 時，控制部 11 就可知道休

止期間已結束。

接著，控制部 11 判斷是否要使通訊結束(步驟 S120)，若還不要使通訊結束就回到步驟 S110，重複上述之處理。

接著，說明在休眠模式之休止期間中的動作。

在步驟 S110 中，若判斷為 ONU 10 現在的動作狀態為 Tx 或 TRx 休眠模式之休止期間中的動作，則控制部 11 判斷 S 計時器的計測時間是否到了，亦即根據 sleep_time1 之休止期間是否已經結束(步驟 S121)。若休止期間已經結束，控制部 11 就令 S 計時器停止(步驟 S122)，並使光發送器 141 的發送機能復活，使減少或切斷對於光發送器 141 的供給電力之動作中止(步驟 S123)。然後，控制部 11 為了進行暫時啟動時間之計測而令另一個計時器(以下將之稱為 A 計時器)開始計測經過時間(步驟 S124)。設定的資訊係為表示光發送器 141 的暫時啟動時間之 Aware_time1。

若在步驟 S121 中判斷為 S 計時器的計測時間尚未到，則控制部 11 判斷是否有必要結束休眠模式而變到全服務模式，亦即是否有必要解除省電動作而轉換到 aware 狀態(步驟 S125)。此時，休眠模式的解除條件，係如以下所述。第一個條件係為是否接收到來自 OLT 1 之取消休眠許可的訊息 Sleep_allow(OFF)。第二個條件係為與步驟 S111 一樣檢測緩衝器及連接的機器之狀態，是否檢測到與要變換到休眠模式之情況的條件相反的條件。若接收到上述訊息，或檢測到上述相反的條件，ONU 10 就結束休眠模式。

要使休眠模式結束時，控制部 11 作成具有表示休眠

模式之解除的資訊("awake")之 Sleep_request 訊息，且使 S 計時器停止(步驟 S126)。此 Sleep_request 訊息將在後面的處理，在步驟 S117 中發送出去。然後，控制部 11 與在步驟 S123 進行的處理一樣使光發送器 141 的電源 on (步驟 S127)。另一方面，若還不要使休眠模式結束，則控制部 11 回到步驟 S110。

此處，因為如上述控制部 11 在休止期間中判斷是否要解除休眠模式，使發送機能復活，所以 ONU 10 可儘快使發送再開始，可減低延遲時間。而且，即使在休止期間中，控制部 11 也可以與在步驟 S113 進行的處理一樣作成承載資料(Payload)。

接著，針對在休眠模式中之暫時啟動時間中的動作進行說明。

若在步驟 S110 中判斷為暫時啟動時間，則控制部 11 判斷 A 計時器的計測時間是否到了(步驟 S128)。若已到了，則控制部 11 使 A 計時器停止(步驟 S129)，並進行減低或切斷對於光發送器 141 的電力供給之準備。由於到步驟 S119 才實際減低或切斷供給電力，所以在步驟 S130 中先將指示供給電力的減低或切斷之資訊記憶在記憶體、或暫存器(register)中。又，從下達電力切斷之指示到實際切斷對於發送器 141 的供給電力為止會耗費時間，所以在可進行步驟 S117 之訊框的發送之情況，控制部 11 可在此步驟 S130 進行將用來指示供給電力的減低或切斷之訊號發送至收發器 14 或停止電力供給之處理。

若在步驟 S128 中判斷為 A 計時器的計測時間尚未到，則控制部 11 與在步驟 S125 進行的處理一樣判斷是否要解除休眠模式(步驟 S131)。若要解除休眠模式，則控制部 11 與在步驟 S126 進行的處理一樣作成 Sleep_request，以通知 OLT 1 要解除休眠模式(步驟 S132)。然後，控制部 11 使 A 計時器停止。

如此，控制部 11 就可利用與 sleep_time1 有關之 S 計時器、以及與 aware_time1 有關之 A 計時器，而有效地進行 ONU 10 的省電控制。

接著，參照第 21 圖來說明接收處理中的省電控制。

控制部 11 首先在步驟 S140 中，根據記憶於記憶體等中之資訊等來判別現在的動作模式。動作模式為通常的通訊狀態，亦即使用收發機能之全服務模式，或為 Tx 休眠模式時，控制部 11 與在第 20 圖的步驟 S111 進行的處理一樣，檢知通訊狀態及連接的機器(終端機 20-1, 20-2)的動作狀態(步驟 S141)。

接著，控制部 11 進行接收處理，取出記憶在接收緩衝器等中之訊框(步驟 S143)，從訊框中取出承載資料，進行依照承載資料之處理(步驟 S144)。該承載資料中也包含有控制訊息，控制部 11 利用訊息的識別子等來判別控制訊息，進行依照控制訊息的種類之處理。

接著，控制部 11 判斷是否要變換到 TRx 休眠模式，若要變換則進行減少或切斷對於光接收器 142 的供給電源之處理。在收發器 14 具有使一部份或全部的發送處理或接

收處理停止之機能的情況，控制部 11 將控制訊號發送至收發器 14 就可進行此處理。另外，在控制部 11 可控制直接從電源電路供給至光發送器 141 或光接收器 142 的電流之情況，係控制電源電路或收發器與電源電路的中繼電路等，來使電力供給停止。在此步驟中進行之將供給電力切斷等之電力控制，不僅在要開始進行休眠模式之情況才進行，也在後述之步驟 S157 中判斷為暫時啟動時間結束之情況進行。

在為了進入 TRx 休眠模式而將光接收器 142 的電力供給切斷了之情況，控制部 11 根據 sleep_time2 而開始利用 S 計時器之時間計測。此 S 計時器係為與計測關於 sleep_time1 的時間之第 20 圖中提及的 S 計時器不同之計時器，用來測定光接收器 142 的休止期間。

接著，控制部 11 與在第 20 圖的步驟 S125 及 S131 進行的處理一樣，判斷是否要解除休眠模式，並在要解除之情況，控制部 11 使 S 計時器、及後述的 A 計時器停止，且將模式之變更記憶於記憶體等中(步驟 S149)。然後，判斷是否要結束通訊，若要結束則回到從步驟 140 開始之處理。

接下來，說明 TRx 休眠模式的休止期間中之處理。

若在步驟 140 中判斷為動作模式係 TRx 休眠模式的休眠時間，則控制部 11 判斷 S 計時器的計測時間是否到了(步驟 S153)。若判斷為 S 計時器的計測時間尚未到，則控制部 11 前進到步驟 S144，進行蓄積在接收緩衝器 13 中之接

收資料的處理。在光接收器 142 的接收機能停止中而不用進行蓄積在接收緩衝器 13 中之接收資料的處理之情況，可回到步驟 S140 之處理而繼續維持待命狀態。

若 S 計時器的計測時間到了，則控制部 11 令 S 計時器停止，且使切斷或減少對於光接收器 142 的電力供給之動作中止，使通常的電力供給再開始。然後，控制部 11 開始與 aware_time2 有關之 A 計時器的時間計測，開始進行從暫時啟動開始後直到以 aware_time2 指定的時間經過之時點的計測(步驟 S156)。此 A 計時器係可以計測與和 aware_time1 有關之 A 計時器不同的時間之計時器。控制部 11 進而將變到 aware 狀態(暫時啟動狀態)之事記憶起來，然後開始上述步驟 S143 的訊框接收處理。

接著，針對在 TRx 休眠模式中之暫時啟動時間中的動作進行說明。

若在步驟 S140 中判斷為現在的狀態為暫時啟動時間中的狀態，則控制部 11 為了檢測出暫時啟動時間之結束，而根據 A 計時器，判斷計測的時間是否已經到了 aware_time2 (步驟 S157)。若計測的時間還未到，則控制部 11 繼續從步驟 S141 開始之接收處理等，另一方面，計測的時間已經到了 aware_time2，則控制部 11 與在步驟 S152 進行的處理一樣開始切斷或減少對於光接收器 142 的供給電力之處理(步驟 S159)。此時，控制部 11 將從暫時啟動狀態到休止狀態之狀態變化記憶起來，接著進行上述從步驟 S141 開始之處理。

如此，控制部 11 可利用與 sleep_time2 有關之 S 計時器、以及與 aware_time2 有關之 A 計時器來調整光接收器 142 的供給電力，所以可有效地控制 ONU 10 的省電動作。另外，在第 19 圖之通訊順序中，雖將 sleep_time1 與 sleep_time2 設定為不同的值，但藉由將 sleep_time1 與 sleep_time2 設定為相同的值，將 aware_time1 與 aware_time2 設定為不同的值，也可適切地調整收發速率(rate)、消耗電力、延遲時間等。

在第 17 至 19 圖的通訊順序中，ONU 10 係預先從 OLT 1 取得休眠許可，接收到許可之 ONU 10 然後在自發的時點進入休眠模式，但此休眠協定只是一個例子，使用如在實施形態 1 或實施形態 2 中說明過之其他的休眠協定，也可控制本實施形態之省電動作。

以上，針對本發明的實施形態進行了說明。惟本發明並不限定於此等實施形態，只要包含在本發明的主旨內，不管做怎樣的變形皆可。例如，適用本通訊方法之通訊系統，並不一定要是 PON 系統，本通訊方法亦適用於採用主動元件(active element)之光通訊系統。而且，不限於光通訊，亦適用於在終端機間使用電訊號進行通訊之通訊系統。

實施形態 4.

接著，說明對應於各休眠模式而設定休止期間之通訊順序(sequence)的幾個例子。本實施形態中說明的順序係在每一模式設定休止期間之點與實施形態 1 或 2 一樣，基

本上係以實施形態 1 或 2 作為基礎(base)。

第 22 圖係顯示本實施形態之通訊順序之圖。步驟 S2 (組態配置步驟)亦稱為能力發現步驟，係進行 OLT 1 檢測出新的活動的 ONU 10 的能力，尤其是省電機能的能力之處理。在此步驟中，ONU 10 將對應於各模式之 sleep_time1、sleep_time2 之 ONU 10 的要求值傳送給 OLT 1。此 sleep_time1、sleep_time2 可為 sleep_time 的容許最小值、容許最大值之數值，亦可為如實施形態 3 之與收發器的能力有直接關係之資訊。

OLT 1 許可 ONU 10 進入休眠模式時，係指定許可模式然後發送 SLEEP_ALLOW 訊息。ONU 10 可選擇要使用的休眠模式，在要變換到 Tx 休眠模式時係選擇 sleep_time1(相當於實施形態 1 之 T1)，且將 sleep_time1 設定至計時器，來測定休止期間。另外，在要變換到 TRx 休眠模式時係將 sleep_time2(相當於實施形態 1 之 T2)設定至計時器，來測定休止期間。另外，變換到休眠模式之時，ONU 10 是否要發送 SLEEP_ACK 係為可任意選擇之事項。

第 23 圖係第 22 圖之通訊系統的一個變更例，其中 OLT 1 在 SLEEP_ALLOW 訊息中插入對應於 Tx 休眠模式之 sleep_time1 及對應於 TRx 休眠模式之 sleep_time2 這兩個休眠參數，並發送給 ONU 10。此外，亦可使用同樣的訊息，在其中插入對應於光發送器 141 之 sleep_time1 及對應於光接收器 142 之 sleep_time2 這兩個休眠參數，然後如實施形態 3 般控制 ONU 10。

第 24 圖顯示 OLT 1 不在 SLEEP_ALLOW 訊息中指定休眠模式，只是在其中插入對應於 Tx 休眠模式之 sleep_time1 及對應於 TRx 休眠模式之 sleep_time2 這兩個休眠參數之順序。在此順序中，OLT 1 在步驟 S2 中預先通知 ONU 10 許可的休眠模式。在許可的休眠模式沒有限制之情況，OLT 1 可不發送此 Set_command。

第 25 圖顯示 ONU 10 的控制部 11 選擇與休眠模式對應之休止期間(sleep_time1, 2)之處理。控制部 11 接收到 SLEEP_ALLOW 訊息(步驟 S170)，就與上述的實施形態一樣選擇休眠模式(步驟 S171)。

若選擇了 Tx 休眠模式，則控制部 11 控制光發送器 141 使之進入省電狀態(步驟 S172)，並選擇 sleep_time1 作為休止期間，然後開始計時器之計測(步驟 S173)。在 Tx 休眠模式中進行接收處理(步驟 S174)，然後控制部 11 在步驟 S175、S176 中，在計時到了 sleep_time1 之前就解除休眠時，係解除光發送器 141 的省電狀態(步驟 S177)，然後回到通常的接收發送處理。並非在計時到了 sleep_time1 之前就解除休眠時，則控制部 11 回到步驟 S174 之接收處理。

另一方面，若選擇了 TRx 休眠模式，則控制部 11 控制光發送器 141 及光接收器 142 使兩者進入省電狀態(步驟 S178)，並選擇 sleep_time2 作為休止期間，然後開始計時器之計測(步驟 S179)。接著，控制部 11 在計時器計測的時間到了之前都維持兩者之省電狀態，計時器計測的時間

到了(步驟 S180)之同時解除光發送器 141 及光接收器 142 之省電狀態(步驟 S181)回到通常的收發送處理。另外，在計時器計測的時間到了之前，因為要使發送速率增加等理由，控制部 11 亦可進行使省電狀態解除之控制。

在上述的實施形態 1 至 4 中，使光收發器 14 進入省電狀態之控制，亦可以以不僅切斷光發送器 141 及光接收器 142 的電源，而且使發送機能或接收機能的一部份停止來抑制消耗電力之方式進行。在光發送器 141 具有例如雷射二極體(laser diode)、雷射二極體驅動器(laser diode driver)、訊號調節器(signal conditioner)等的電路之情況，控制器 11 可使這些部件的一部份停止，使剩下的部件保持活動狀態來抑制消耗電力。以及，在光接收器 142 具有例如光電二極體(photo diode)、光電二極體用電源電路、轉換阻抗放大器(transimpedance amplifier)、限制放大器(limit amplifier)等之情況，控制器 11 可使這些部件的一部份停止，使剩下的部件保持活動狀態來抑制消耗電力。再者，在光收發器 14 內建於微電腦(microcomputer)中之情況，控制器 11 可進行使該微電腦 on 或 off 之控制。

又，在上述的實施形態中，OLT 1 考慮 ONU 10 的機能或提供給 ONU 10 的服務(service)，而指示 ONU 10 進入省電模式及條件(參數)，OLT 1 就可控制通訊系統上的省電機能。關於此機能，OLT 1 是否根據省電機能之支援資訊而發送發送許可訊號為選擇性的事項。

在省電模式方面，雖然舉 Tx 休眠模式、TRx 休眠模式

為例進行說明，但省電模式及其協定並不限於此。此外，可將 Tx 休眠模式稱為休眠模式 1，將 TRx 休眠模式稱為休眠模式 2，以及將對應的模式參數都以 "1" 表示休眠模式 1，"2" 表示休眠模式 2 之方式加以符號化。另外，在上述實施形態 1 至 3 中，雖然針對採用 Tx 休眠模式、TRx 休眠模式之省電動作進行說明，但亦可將只使 ONU 10 所具有的光發送器 141 及光接收器 142 中的光接收器 142 進入省電狀態之 Rx 休眠模式，使用作為另一個休眠模式。在此情況，發送頻寬可在變為省電狀態之前由 OLT 1 預先分配，或者固定地分配給與。

實施形態 5.

接著，說明根據消耗電力來選擇省電模式之 PON 系統。第 26 圖係顯示本實施形態之 PON 系統的構成例之圖。如第 26 圖所示，本實施形態之 PON 系統係具備有 OLT 1 以及 ONU 10a-1 至 10a-3(副站裝置)。OLT 1 與實施形態 1 之 OLT 1 一樣。ONU 10a-1 係在實施形態 1 之 ONU 10-1 中追加了消耗電力資訊記憶部 17，且替代控制部 11 而具備有控制部 11a，除此之外都與實施形態 1 之 ONU 10-1 一樣。ONU 10a-2 至 10a-3 也具有與 ONU 10a-1 一樣之構成。具有與實施形態 1 相同機能之構成元件，都標註與實施形態 1 相同之符號並省略其重複之說明。

ONU 10a-1 的控制部 11a 具備有省電模式選擇部 18。與省電模式選擇部 18 的動作相關聯之動作以外的 ONU 10a-1 的控制部 11a 的動作，都與實施形態 1 至 4 之 ONU

10-1 的控制部 11 的動作一樣。此處，與實施形態 1、2 一樣，針對在 Tx 休眠模式及 TRx 休眠模式設定不同的休止期間之例進行說明，但即使是如實施形態 3 一般之設定分別對應於光發送器 141 及光接收器 142 的休止期間之情況，也只是在後述之「休止期間/暫時啟動時間」的算出方法不同，同樣可以適用。

第 27 圖係顯示各省電模式的消耗電力的一例之圖。消耗電力特性 200 表示在 Tx 休眠模式中的消耗電力特性，消耗電力特性 201 表示在 TRx 休眠模式中的消耗電力特性。第 27 圖中的橫軸表示「休止期間/暫時啟動時間」，縱軸表示將全服務模式的消耗電力標準化為 1 後之消耗電力。休止期間，係表示在間歇性地進行休止之省電模式中一次休止的休止期間(間歇休止期間)，暫時啟動時間係表示休止期間之後的暫時的啟動時間。如第 27 圖所示，ONU 10a 的消耗電力，在使收發雙方都休止之 TRx 休眠模式方面，其省電效果比只使發送側休止之 Tx 休眠模式大，而且，兩省電模式都一樣，相對於暫時啟動期間，休止期間越長省電效果越大。亦即，各省電模式之消耗電力，係取決於休止期間及暫時啟動期間之比「休止期間/暫時啟動時間」。

關於如消耗電力特性 200、201 之省電效果的具體的特性，係聯決於 ONU 10a 的設計，為 ONU 10a 的製造業者等可知之值。在本實施形態中，ONU 10a 係將此消耗電力特性 200、201 作成資料庫(database)當作是消耗電力資訊記憶在消耗電力資訊記憶部 17 中。然後，省電模式選擇部

18 針對各省電模式，根據「休止期間/暫時啟動時間」與消耗電力資訊來求出消耗電力，然後選擇消耗電力少的省電模式。

此處，說明的雖然是將消耗電力特性 200、201 作成資料庫而記憶起來的例子，但亦可利用多項式近似等來定出根據「休止期間/暫時啟動時間」而求出消耗電力之計算式，然後由省電模式選擇部 18 以利用計算式之計算來求出各省電模式的消耗電力。而且，不限於資料庫的形式，亦可單純地將儲存有閾值之表(table)等資訊當作是消耗電力資訊而記憶起來，且消耗電力資訊之記憶方法、以及根據消耗電力特性 200、201 之省電模式的算出方法並不限定於上述的例子。

另外，在本實施形態中，雖然係設計成在控制部 11a 之外具備有消耗電力資訊記憶部 17，但亦可將消耗電力資訊記憶部 17 配備在控制部 11a 內。此外，亦可將省電模式選擇部 18 設在控制部 11a 外。

接著，說明本實施形態的動作例。第 28 圖係顯示本實施形態之省電模式設定步驟的一例之順序圖。如在實施形態 1 之(a)至(d)及實施形態 4 中說明過的，變換到休眠模式之步驟有很多種形態，只要是選擇省電模式之步驟，不管是怎樣的步驟，ONU 10a 都可採用。在此，說明與實施形態 1 之(a)(OLT 1 進行詢問，ONU 10 決定省電模式之情況)或第 22 圖之例一樣，在步驟 S2 的 ONU 組態配置中，由 OLT 1 通知 ONU 10a 分別對應於 Tx 休眠模式、TRx 休眠模

式之休止期間 sleep_time1、sleep_time2 之例。sleep_time1、sleep_time2 之通知，可使用如第 23、24 圖的例子般之 SLEEP_ALLOW 訊息。

在步驟 S2 的 ONU 組態配置之後，OLT 1 發送 SLEEP_ALLOW(Sleep_allow)訊息給 ONU(1)(ONU 10a-1)而許可 ONU 進入省電模式。此處，假設 ONU 10a-1 可支援 Tx 休眠模式及 TRx 休眠模式這兩種模式。OLT 1 在發送的 SLEEP_ALLOW 訊息中包含可進入 Tx 休眠模式及 TRx 休眠模式雙方之通知。

ONU 10a-1 的控制部 11a 的省電模式選擇部 18，在上行資料小於等於一定值之情況判斷為 ONU 10a-1 要進入省電模式。然後，省電模式選擇部 18 參照消耗電力資訊記憶部 17 的資料庫(步驟 S7b)，針對各省電模式，根據「休止期間/暫時啟動時間」與資料庫來求出消耗電力，再根據求出的消耗電力選擇省電模式(步驟 S7c)。藉由選擇消耗電力低之省電模式，就可設定省電效果較高之省電模式。又，此處，關於暫時啟動時間(T_AWARE)，係假設不管省電模式為何都設定為固定值。因此，各個省電模式的「休止期間/暫時啟動時間」可利用分別對應於 Tx 休眠模式、TRx 休眠模式之休止期間 sleep_time1、sleep_time2 來求出。又，在暫時啟動時間係依省電模式而不同之情況，在「休止期間/暫時啟動時間」之算出時只要使用與該模式對應之暫時啟動時間即可。

如在實施形態 3 中說明過的，在設定的是分別對應於

光發送器 141 及光接收器 142 的休止期間之情況，可用例如以下的方式來求出 Tx 休眠模式、TRx 休眠模式的消耗電力。求出相對於「休止期間/暫時啟動時間」之光發送器 141 的消耗電力特性及光接收器 142 的消耗電力特性，來取代第 27 圖所示之各省電模式的消耗電力特性 200、201，且在 Tx 休眠模式方面，係根據上行連線用的休止期間及暫時啟動時間與光發送器 141 的消耗電力特性來求出消耗電力。在 TRx 休眠模式方面，則是求出根據上行連線用的休止期間及暫時啟動時間與光發送器 141 的消耗電力特性而求出的消耗電力 $Pw1$ ，求出根據下行連線用的休止期間及暫時啟動時間與光接收器 142 的消耗電力特性而求出的消耗電力 $Pw2$ ，然後以 $Pw1$ 與 $Pw2$ 之和作為 TRx 休眠模式的消耗電力。

ONU 10a-1 在省電模式之選擇後，以其中存有表示將進入選擇的省電模式的狀況之資訊 SLEEP_ACK(Sleep_Ack) 訊息通知 OLT 1，然後進入選擇的省電模式。例如，Tx 休眠模式之休止期間與暫時啟動時間之比(「休止期間/暫時啟動時間」)為 10，TRx 休眠模式之休止期間與暫時啟動時間之比在 1 以下之情況，選擇 Tx 休眠模式之省電效果比選擇 TRx 休眠模式的時候高，所以選擇 Tx 休眠模式。第 28 圖顯示選擇 Tx 休眠模式之例，在發送 SLEEP_ACK 訊息後，ONU 10a-1 進入只使發送側休止之 Tx 休眠模式。

上述的例子雖然是 ONU 10a-1 從 OLT 1 那裏接收到 SLEEP_ALLOW 訊息後實施省電模式的選擇之例，但亦可在

步驟 S2 之組態配置之中通知過 sleep_time1、sleep_time2 之後才實施省電模式的選擇。又，省電模式之選擇(步驟 S7b、S7c)雖可每次接收到 SLEEP_ALLOW 訊息都實施，但亦可在再進行組態配置之前的期間，ONU 10a-1 將選擇結果記憶起來然後使用記憶的省電模式的選擇結果。又，實施了組態(configuration)再配置之情況，亦可在省電模式的「休止期間/暫時啟動時間」的比率有變更之情況才實施省電模式之選擇(步驟 S7b、S7c)。

又，關於第 27 圖中例示的消耗電力特性，在可以把握隨著時間經過而產生的變化等的特性時，亦可將此隨著時間之變化列入考慮而求出消耗電力。此外，因為消耗電力特性一般而言也取決於溫度，所以亦可將消耗電力特性的溫度相關性加以資料庫化，並在 ONU 10a-1 設置溫度監測器(monitor)，然後使用「休止期間/暫時啟動時間」及溫度監測器的檢測結果來參照資料庫而求出消耗電力。

再者，在上述的例子中，雖然係設計成由 ONU 10a-1 進行省電模式之選擇，但設計成在 OLT 1 側進行省電模式之選擇亦無妨。第 29 圖係顯示由 OLT 根據消耗電力來選擇省電模式之 PON 系統的構成例之圖。第 29 圖之 PON 系統係具備有 OLT 1a(主站裝置)以及 ONU 10b-1 至 10b-3。ONU 10b-1 至 10b-3 係在實施形態 1 之 ONU 10-1 至 10-3 中追加了消耗電力資訊記憶部 17，除此之外都與實施形態 1 之 ONU 10-1 至 10-3 一樣。OLT 1a 係在實施形態 1 之 OLT 1 中追加了消耗電力資訊記憶部 8，且替代控制部 2 而具備

有控制部 2a，除此之外都與實施形態 1 之 OLT 1 一樣。控制部 2a 具備有省電模式選擇部 9。

ONU 的消耗電力特性，係取決於 ONU 的安裝之值，所以上述的 ONU 10a 係設計成由 ONU 將其消耗電力特性記憶起來，但亦可設計成由 OLT 1a 將各 ONU 10b 的各省電模式的消耗電力特性記憶起來。本實施形態之 OLT 1a 係將各 ONU 10b 的各省電模式的消耗電力特性作成資料庫記憶在消耗電力資訊記憶部 8 中。此資料庫可由 ONU 10b 的製造業者等加以設定，然後由 ONU 10b 通知儲存於資料庫中之資訊。另外，在 OLT 1a 的資料庫由 ONU 10b 的製造業者等加以設定之情況，ONU 10b 並不需要具備消耗電力資訊記憶部 17，可為與 ONU 10 一樣之構成。

第 30 圖係顯示由 OLT 1a 選擇省電模式之情況的省電模式設定步驟的一例之順序圖。此處顯示由 ONU(1)(ONU 10b-1)通知 OLT 1a 儲存於資料庫中的資訊之例。而且，假設 ONU 10b-1 為可支援 Tx 休眠模式及 TRx 休眠模式雙方者。

與第 28 圖的例子一樣，在步驟 S1、步驟 S2 之後，OLT 1a 發送 SLEEP_ALLOW 訊息給 ONU 10b-1，然後 ONU 10b-1 參照消耗電力資訊記憶部 17 的資料庫，此處係將資料庫的所有資訊(消耗電力資訊)讀出(步驟 S7b)。然後，將讀出的資料庫資訊(消耗電力資訊)發送給 OLT 1a。

OLT 1a 的省電模式選擇部 9，將接收到的消耗電力資訊作成資料庫而儲存在消耗電力資訊記憶部 8 中，然後針對 ONU 10b-1，根據「休止期間/暫時啟動時間」及資料庫

來選擇省電模式(步驟 S7e)。然後，將表示許可該選擇的省電模式之 SLEEP_ALLOW 訊息發送給 ONU 10b-1，ONU 10b-1 在發送出 Sleep_Ack 訊息後就進入經來自 OLT 1a 之 SLEEP_ALLOW 訊息許可的省電模式。第 30 圖中顯示的是選擇 Tx 休眠模式之例。另外，ONU 10b-1 所進行之資料庫資訊的發送，只要在 ONU 10b-1 與 OLT 1a 連接後進行至少一次即可，且發送的時序並不限於第 30 圖之例。亦可在步驟 S2 之 ONU 組態配置中實施。

如以上所述，本實施形態係根據 ONU 的各省電模式的消耗電力特性而選擇較有效果的省電模式。因此，可提高省電效果。

(產業上的可利用性)

本發明適用於需要省電化之通訊方法、通訊系統等。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示本發明實施形態中的通訊系統的構成之構成圖。

第 2 圖係顯示本發明實施形態 1 中的通訊方法之順序圖。

第 3 圖係顯示本發明實施形態 1 中的組態控制及休眠控制之順序圖。

第 4 圖係顯示本發明實施形態 1 中之在省電模式下的通訊方法之順序圖。

第 5 圖係顯示本發明實施形態 1 中的下行資料的容許延遲時間與 ONU 的平均消耗電力的關係之圖。

第 6 圖係顯示本發明實施形態 1 中的省電模式的間歇動作與 ONU 的平均消耗電力的關係之圖。

第 7 圖係顯示本發明實施形態 1 中的省電協定之順序圖。

第 8 圖係顯示本發明實施形態 1 中的省電協定的另一例之順序圖。

第 9 圖係顯示本發明實施形態 2 中的控制裝置的組態處理等之流程圖。

第 10 圖係顯示本發明實施形態 2 中的控制裝置的省電模式控制等之流程圖。

第 11 圖係顯示本發明實施形態 2 中的控制裝置的省電模式的要求等之流程圖。

第 12 圖係顯示本發明實施形態 2 中的 ONU 及服務的資料之表。

第 13 圖係顯示本發明實施形態 2 中的服務與禁止省電模式的資料之表。

第 14 圖係顯示本發明實施形態 2 中的服務與禁止省電模式的資料之表。

第 15 圖係顯示本發明實施形態 2 中的服務與休眠期間的資料之表。

第 16 圖係顯示本發明實施形態 2 中的服務與最大休眠期間的資料之表。

第 17 圖係顯示本發明實施形態 3 中的省電協定之順序圖。

第 18 圖係顯示本發明實施形態 3 中的省電協定之順序圖。

第 19 圖係顯示本發明實施形態 3 中的省電協定之順序圖。

第 20 圖係顯示本發明實施形態 3 中的控制裝置的發送處理中的省電模式控制等之流程圖。

第 21 圖係顯示本發明實施形態 3 中的控制裝置的接收處理中的省電模式控制等之流程圖。

第 22 圖係顯示本發明實施形態 4 中的通訊順序之圖。

第 23 圖係顯示本發明實施形態 4 中的通訊順序的另一例之圖。

第 24 圖係顯示本發明實施形態 4 中之休眠參數的插入之順序圖。

第 25 圖係顯示本發明實施形態 4 中之選擇 ONU 的休止期間之處理之流程圖。

第 26 圖係顯示本發明實施形態 5 中的 PON 系統的構成例之圖。

第 27 圖係顯示各省電模式的消耗電力的一例之圖。

第 28 圖係顯示本發明實施形態 5 中之省電模式設定順序的一例之順序圖。

第 29 圖係顯示本發明實施形態 5 中的 PON 系統的另一構成例之圖。

第 30 圖係顯示本發明實施形態 5 中之省電模式設定順序的另一例之順序圖。

【主要元件符號說明】

1、1a	OLT
2、2a	控制部
3、13	接收緩衝器
4、12	發送緩衝器
5、14	光收發器
6、15	WDM
7、16-1、16-2	PHY
8、17	消耗電力資訊記憶部
9、18	省電模式選擇部
10-1 至 10-3、10a-1 至 10a-3、10b-1 至 10b-3	ONU
11、11a	控制部
20-1、20-2	終端機
30	光纖
40	分歧器
51、142、161-1、161-2	Rx
52、141、162-1、162-2	Tx
200、201	消耗電力特性

七、申請專利範圍：

1. 一種通訊系統，係具備有局方通訊裝置(以下將之稱為 OLT)及利用者方通訊裝置(以下將之稱為 ONU)，且前述 ONU 透過已與通訊線路連接之利用者方發送器及利用者方接收器而與前述 OLT 進行通訊之通訊系統，其中，

前述 OLT 具備有：OLT 控制部，針對一面將前述利用者方發送器控制在省電狀態一面使前述利用者方接收器動作之第一省電動作、以及將前述利用者方發送器及前述利用者方接收器控制在省電狀態之第二省電動作，指定不同的休止期間而產生用來控制前述 ONU 的省電動作之控制訊號；以及局方發送器，將前述 OLT 控制部所產生的前述控制訊號發送至前述 ONU，

前述 ONU 具備有：ONU 控制部，透過前述利用者方接收器而接收前述控制訊號，並根據前述控制訊號所指定的休止期間而選擇性地執行前述第一省電動作及前述第二省電動作。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之通訊系統，其中，

前述 OLT 控制部，係在取得前述 ONU 的能力資訊，執行前述通訊線路相關的通訊設定時，指定複數個前述不同的休止期間作為前述控制訊號發送至前述 ONU，

前述 ONU 控制部，係在前述通訊設定中記憶前述複數個不同的休止期間，而在前述通訊設定執行過後要執行前述第一或第二省電動作時，從前述複數個休止期間中選出與要執行的省電動作對應之休止期間，且以可變

的方式控制前述休止期間。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之通訊系統，其中，

前述第一省電動作的休止期間係比前述第二省電動作的休止期間長。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之通訊系統，其中，

各休止期間，係根據在對應的省電動作中產生的延遲時間以及由於該休止期間而削減的消耗電力而決定。

5. 一種局方通訊裝置，係透過通訊線路而與利用者方通訊裝置連接之局方通訊裝置，具備有：

控制部，針對使前述利用者方通訊裝置的發送器及接收器之至少一方間歇性地休止之省電模式，產生用來將在前述省電模式中之前述利用者方通訊裝置的動作控制成讓前述利用者方通訊裝置可切換複數個休止期間之控制訊號；以及

發送器，將前述控制部所產生之前述控制訊號發送至前述利用者方通訊裝置。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之局方通訊裝置，其中復具備有：

記憶手段，用來記憶針對第一省電模式之第一省電期間及針對第二省電模式之第二省電期間作為前述休止期間，其中，該第一省電模式係一面將前述利用者方通訊裝置的發送器控制在省電狀態一面使前述利用者方通訊裝置的接收器動作者，該第二省電模式係將前述利用者方通訊裝置的發送器及前述利用者方通訊裝置

的接收器控制在省電狀態者。

7. 如申請專利範圍第 5 項所述之局方通訊裝置，其中，

前述控制部，係將第一省電期間及第二省電期間插入前述控制訊號中，而該第一省電期間係為針對前述利用者方通訊裝置的發送器之前述休止期間，該第二省電期間係為針對前述利用者方通訊裝置的接收器之前述休止期間。

8. 如申請專利範圍第 5 至 7 項中任一項所述之局方通訊裝置，其中，

前述控制部，係將暫時啟動時間插入前述控制訊號中，而該暫時啟動時間係在前述省電模式中當前述利用者方通訊裝置進入前述休止期間後要暫時使前述利用者方通訊裝置的發送器或接收器啟動之期間。

9. 如申請專利範圍第 5 至 7 項中任一項所述之局方通訊裝置，其中，

前述控制部，係在取得前述利用者方通訊裝置的能力資訊，執行前述通訊線路上的通訊協定的通訊設定時，在前述控制訊號中指定前述休止期間並發送至前述利用者方通訊裝置，

且在根據前述通訊設定之通訊開始後，要許可前述利用者方通訊裝置進行前述省電模式時，將許可訊號發送至前述利用者方通訊裝置。

10. 如申請專利範圍第 6 項所述之局方通訊裝置，其中，

前述控制部，係產生在前述第一省電期間使對於前

述利用者方通訊裝置的發送器之電力供給間歇性地休止之第一控制訊號以及在前述第二省電期間使對於前述利用者方通訊裝置的發送器及接收器之電力供給間歇性地休止之第二控制訊號。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之局方通訊裝置，其中，

前述控制部，係將使對於前述利用者方通訊裝置的發送器之電力供給間歇性地休止之第一省電模式的消耗電力與於前述第 2 省電期間使對於前述利用者方通訊裝置的發送器及接收器之電力供給間歇性地休止之第二省電模式的消耗電力會相等之下行延遲時間設為閾值，然後在下行容許延遲時間比此閾值短之情況，將前述利用者方通訊裝置的省電模式決定為前述第一省電模式，然後產生前述第一控制訊號。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之局方通訊裝置，其中，

前述控制部，係產生具有與前述第一省電期間有關的時間資訊之第三控制訊號以及具有與前述第二省電期間有關的時間資訊之第四控制訊號。

13. 一種利用者方通訊裝置，係根據從局方通訊裝置發送來的控制訊號，而與前述局方通訊裝置進行通訊之利用者方通訊裝置，具備有：

接收器，從前述局方通訊裝置接收與省電動作有關的控制訊號，而且可藉由使接收機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低之省電狀態；

發送器，將要發送的訊號發送至前述局方通訊裝

置，而且可藉由使發送機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低之省電狀態；以及

控制部，根據前述接收器所接收到的前述控制訊號從複數個省電期間中選出要使用的省電期間，並根據此選出的省電期間將前述接收器及前述發送器之至少一方控制在省電狀態。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之利用者方通訊裝置，其中，

前述控制部，係使用只使前述接收器及前述發送器中之前述發送器進入省電狀態之第一省電模式、使前述接收器及前述發送器進入省電狀態之第二省電模式、及只使前述接收器及前述發送器中之前述接收器進入省電狀態之第三省電模式之中的至少兩個省電模式來控制前述接收器及前述發送器，且對應於各省電模式而設定前述複數個省電期間的各個省電期間。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述之利用者方通訊裝置，其中，

前述接收器，係接收具有與稱為第一省電期間之前述第一省電模式的省電期間相關的時間資訊之第一控制訊號以及具有與稱為第二省電期間之前述第二省電模式的省電期間相關的時間資訊之第二控制訊號，

前述控制部，係根據前述接收器所接收之前述第一控制訊號在前述第一省電期間使對於前述發送器的電力供給間歇性地休止，根據前述接收器所接收之前述第

二控制訊號在前述第二省電期間使對於前述發送器及前述接收器的電力供給間歇性地休止。

16. 如申請專利範圍第 13 項所述之利用者方通訊裝置，其中，

前述控制部，係使用只使前述接收器及前述發送器中之前述發送器進入省電狀態之第一省電模式、使前述接收器及前述發送器進入省電狀態之第二省電模式、及只使前述接收器及前述發送器中之前述接收器進入省電狀態之第三省電模式之中的至少兩個省電模式來控制前述接收器及前述發送器，且前述複數個省電期間之中的第一省電期間係針對前述發送器之省電期間，前述複數個省電期間之中的第二省電期間係針對前述接收器之省電期間。

17. 一種通訊方法，係在具備有局方通訊裝置(以下將之稱為 OLT)及利用者方通訊裝置(以下將之稱為 ONU)，且前述 OLT 控制前述 ONU 的第一省電動作、及與前述第一省電動作不同的第二省電動作之通訊系統中使用的通訊方法，包括：

前述 OLT 將與前述 ONU 之第一省電動作有關之第一省電期間及與前述第二省電動作有關之第二省電期間發送至前述 ONU 之步驟；

前述 ONU 接收從前述 OLT 發送來的控制訊號之步驟；

前述 ONU 判斷是否要進行省電動作之步驟；以及

前述 ONU 依據前述判斷的結果而在前述第一省電期間進行前述第一省電動作，在前述第二省電期間進行前述第二省電動作之步驟。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之通訊方法，其中，

在前述第一省電動作中，前述 ONU 的發送器及接收器之中的前述發送器係以省電狀態動作，在前述第二省電動作中，前述發送器及前述接收器係以省電狀態動作，而且前述第一省電期間比前述第二省電期間長。

19. 如申請專利範圍第 17 項所述之通訊方法，其中復具備有：

前述 OLT 將與前述 ONU 的第一省電動作有關之第一啟動期間及與前述第二省電動作有關之第二啟動期間發送至前述 ONU 之步驟。

20. 一種控制裝置，係透過線路而與具備有：可藉由使接收機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低的省電狀態之接收器、及可藉由使發送機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低的省電狀態之發送器之利用者方通訊裝置（以下將之稱為 ONU）連接，以控制該 ONU 的動作之局方通訊裝置的控制裝置，其特徵在於：

針對使前述 ONU 的前述發送器及前述接收器之至少一方間歇性地休止之省電模式，產生用來將在前述省電模式中之前述 ONU 的動作控制成讓前述 ONU 可切換複數個休止期間之控制訊號。

21. 一種控制裝置，係設於具備有：從局方通訊裝置接收與

省電動作有關的控制訊號，而且可藉由使接收機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低的省電狀態之接收器；以及將要發送的訊號發送至前述局方通訊裝置，而且可藉由使發送機能的一部份或全部休止而進入使消耗電力減低的省電狀態之發送器之利用者方通訊裝置中之控制裝置，其特徵在於：

根據前述接收器所接收的前述控制訊號從複數個省電期間中選出要使用的省電期間，並根據該選出的省電期間將前述接收器及前述發送器之至少一方控制在省電狀態。

22. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項所述之通訊系統，其中，

前述 ONU 控制部，係選擇性地執行以在前述第一省電動作中的休止期間作為間歇休止期間而間歇性地使前述利用者方發送器休止之第一省電模式、及以在前述第二省電動作中的休止期間作為間歇休止期間而間歇性地使前述利用者方發送器及前述利用者方接收器休止之第二省電模式，

前述 ONU 復具備有：

消耗電力資訊記憶部，用來將假設在前述間歇休止期間後要暫時使前述利用者方發送器啟動之期間或要暫時使前述利用者方發送器及前述利用者方接收器啟動之期間作為暫時啟動時間時，將各省電模式之前述間歇休止期間與前述暫時啟動時間之比和消耗電力的對

應關係記憶起來作為消耗電力資訊；以及

省電模式選擇部，就各省電模式，根據設定的前述間歇休止期間及前述暫時啟動時間和前述消耗電力資訊來求出消耗電力，然後根據求出的各省電模式的消耗電力來選擇省電模式，

且執行前述省電模式選擇部所選出的省電模式，並將前述選出的省電模式通知前述 OLT。

23. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項所述之通訊系統，其中，

前述 ONU 控制部，係選擇性地執行以在前述第一省電動作中的休止期間作為間歇休止期間而間歇性地使前述利用者方發送器休止之第一省電模式、及以在前述第二省電動作中的休止期間作為間歇休止期間而間歇性地使前述利用者方發送器及前述利用者方接收器休止之第二省電模式，

前述 OLT 復具備有：

消耗電力資訊記憶部，逐一就各 ONU，將在前述間歇休止期間後要暫時使前述利用者方發送器啟動之期間或要暫時使前述利用者方發送器及前述利用者方接收器啟動之期間作為暫時啟動時間時，將各省電模式之前述間歇休止期間與前述暫時啟動時間之比和消耗電力的對應關係記憶起來作為消耗電力資訊；以及

省電模式選擇部，就各省電模式，根據設定的前述間歇休止期間及前述暫時啟動時間和前述消耗電力資

訊來求出消耗電力，然後根據求出的各省電模式的消耗電力來選擇省電模式，

且將選出的省電模式通知前述 ONU，

前述 ONU 執行前述 OLT 所通知的省電模式。

24. 如申請專利範圍第 23 項所述之通訊系統，其中，

前述消耗電力資訊，係從前述 ONU 發送至前述 OLT 者。

25. 如申請專利範圍第 8 項所述之局方通訊裝置，其中復具備有：

消耗電力資訊記憶部，逐一就各 ONU，將各省電模式之省電期間與前述暫時啟動時間之比和消耗電力的對應關係記憶起來作為消耗電力資訊；以及

省電模式選擇部，就各省電模式，根據設定的前述省電期間及設定的前述暫時啟動時間和前述消耗電力資訊來求出消耗電力，然後根據求出的各省電模式的消耗電力來選擇省電模式。

26. 如申請專利範圍第 13 項所述之利用者方通訊裝置，其中，

前述控制部，係選擇性地執行只使前述接收器及前述發送器中之前述發送器進入省電狀態之第一省電模式、及使前述接收器及前述發送器進入省電狀態之第二省電模式，

前述接收器，係接收具有與稱為第一省電期間之前

述第一省電模式的省電期間相關的時間資訊之第一控制訊號以及具有與稱為第二省電期間之前述第二省電模式的省電期間相關的時間資訊之第二控制訊號，

前述控制部，係根據前述第一控制訊號以前述第一省電期間作為休止期間而間歇性地使對於前述發送器的電力供給休止，根據前述第二控制訊號以前述第二省電期間作為休止期間而間歇性地使對於前述發送器及前述接收器的電力供給休止，

且復具備有：

消耗電力資訊記憶部，逐一就各 ONU，將在前述省電期間後要暫時使前述發送器啟動之期間或要暫時使前述發送器及前述接收器啟動之期間稱為暫時啟動時間時，將各省電模式之前述省電期間與前述暫時啟動時間之比和消耗電力的對應關係記憶起來作為消耗電力資訊；以及

省電模式選擇部，就各省電模式，根據設定的前述省電期間及前述暫時啟動時間和前述消耗電力資訊來求出消耗電力，且根據求出的各省電模式的消耗電力來選擇省電模式。

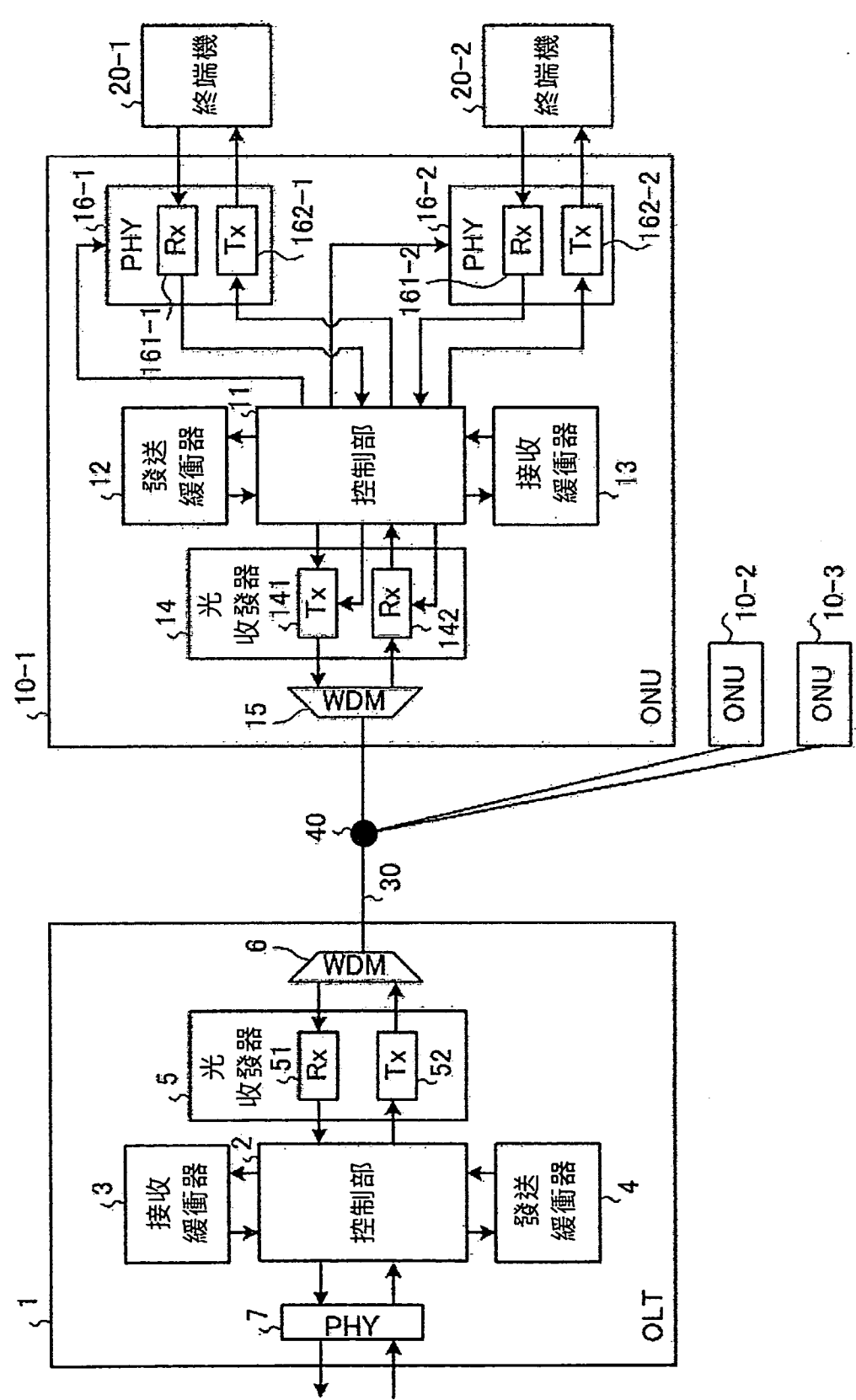
27. 如申請專利範圍第 19 項所述之通訊方法，其中復具備有：

前述 ONU 或 OLT，逐一就各 ONU，將各省電模式之前述第一或第二省電期間與前述第一或第二啟動時間之比和消耗電力的對應關係記憶起來作為消耗電力資

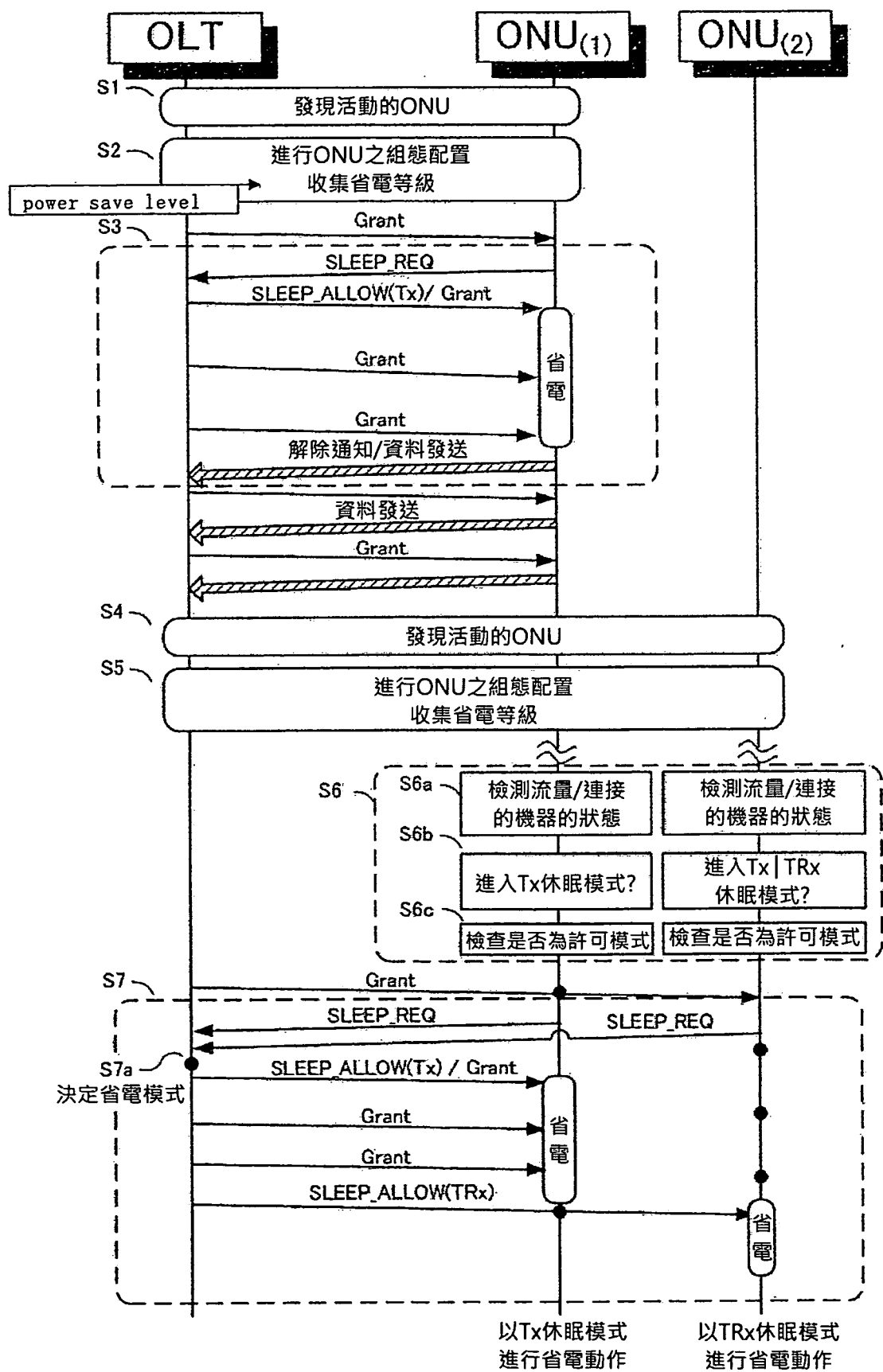
訊之步驟；

前述 ONU 或 OLT，就各省電模式，根據設定的前述第一或第二省電期間及設定的前述第一或第二啟動時間和前述消耗電力資訊來求出消耗電力，且根據求出的各省電模式的消耗電力來選擇省電模式之步驟；以及
前述 ONU 執行選擇的省電模式之步驟。

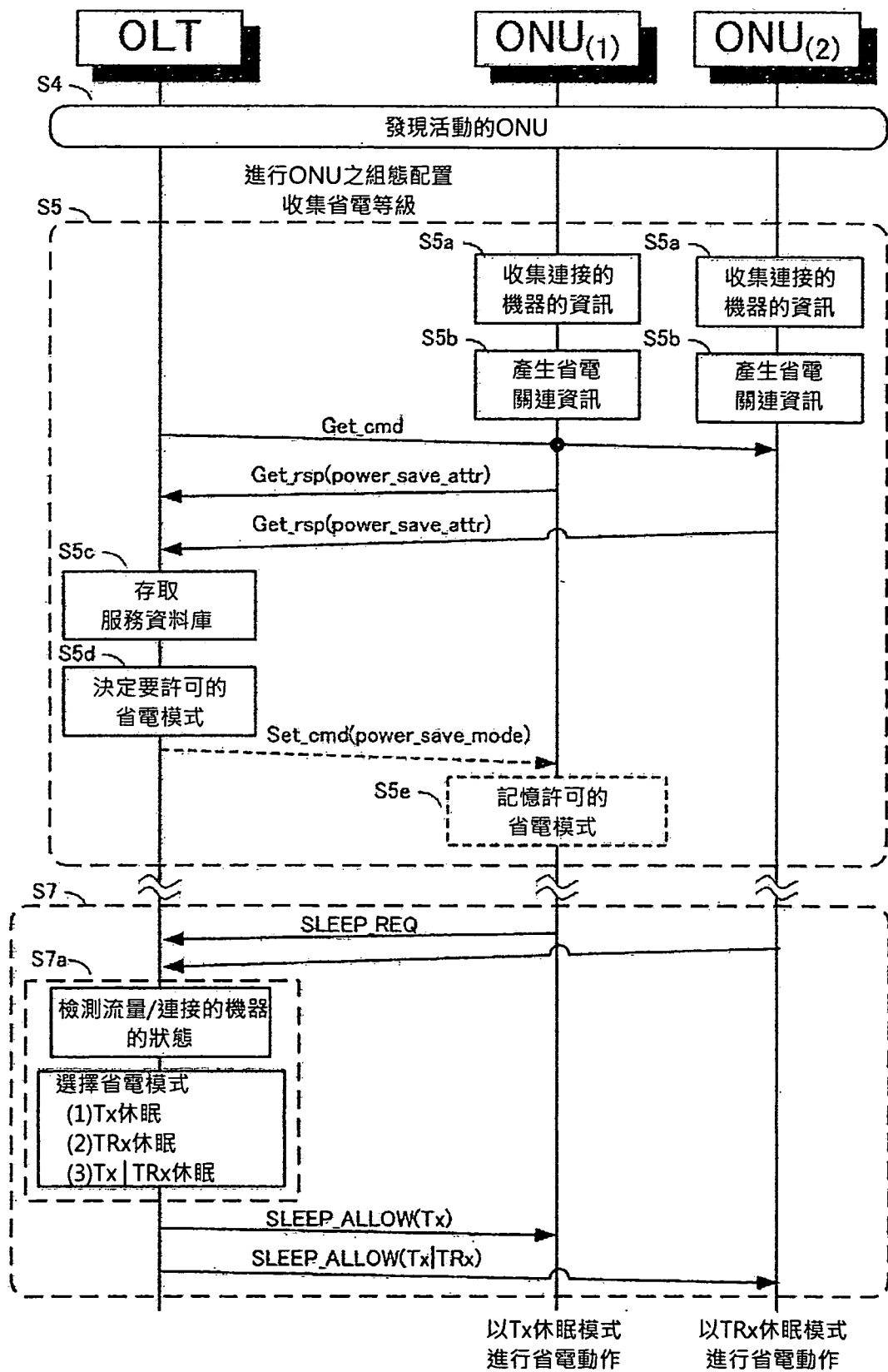
八、圖式：



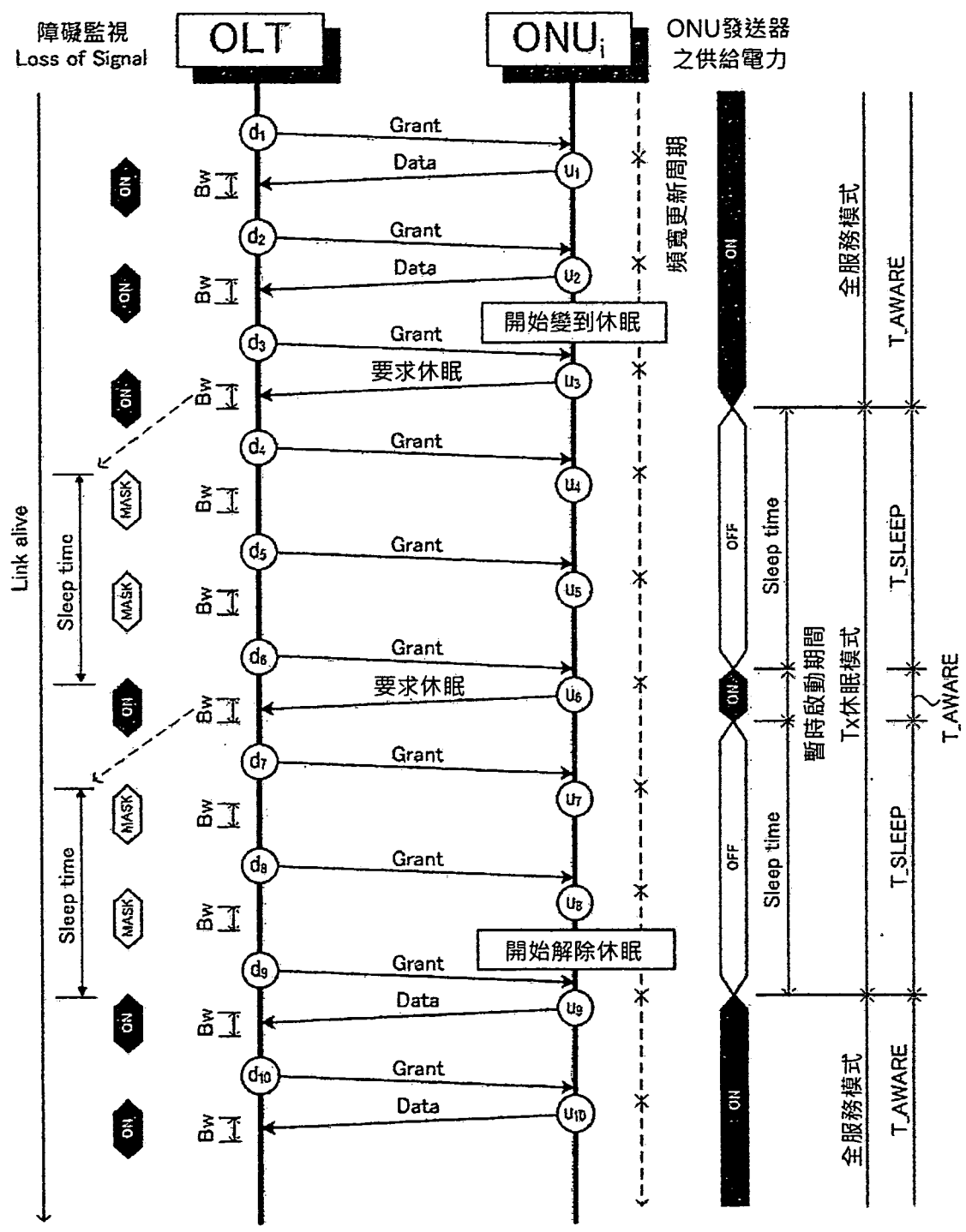
第1圖



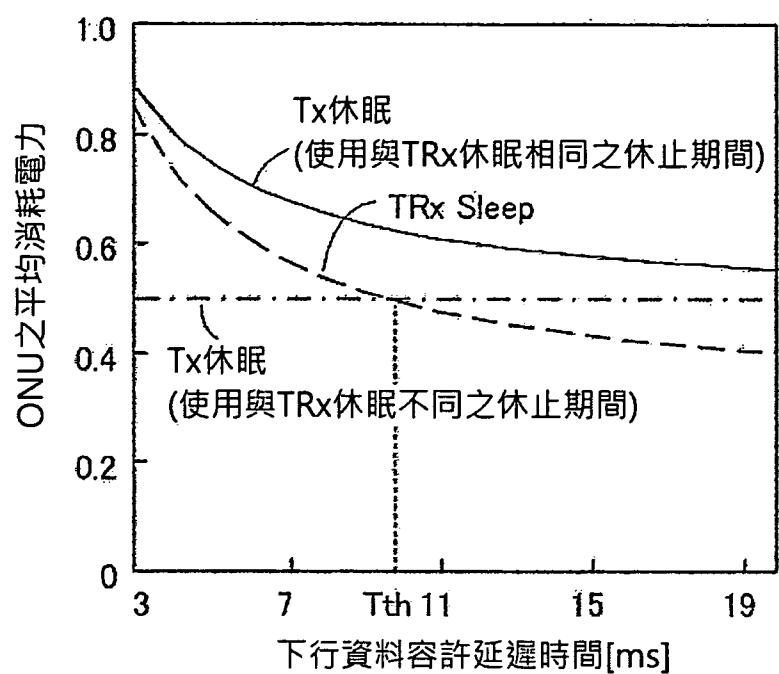
第2圖



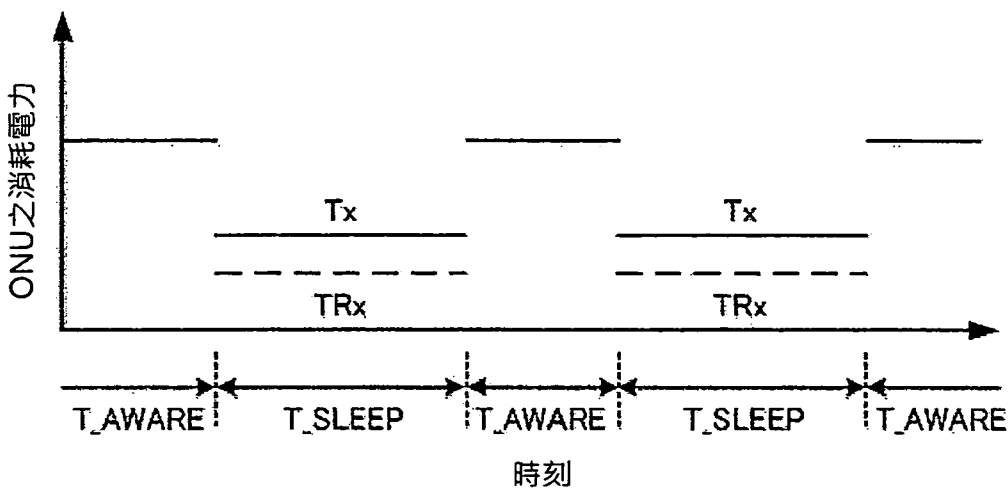
第3圖



第4圖

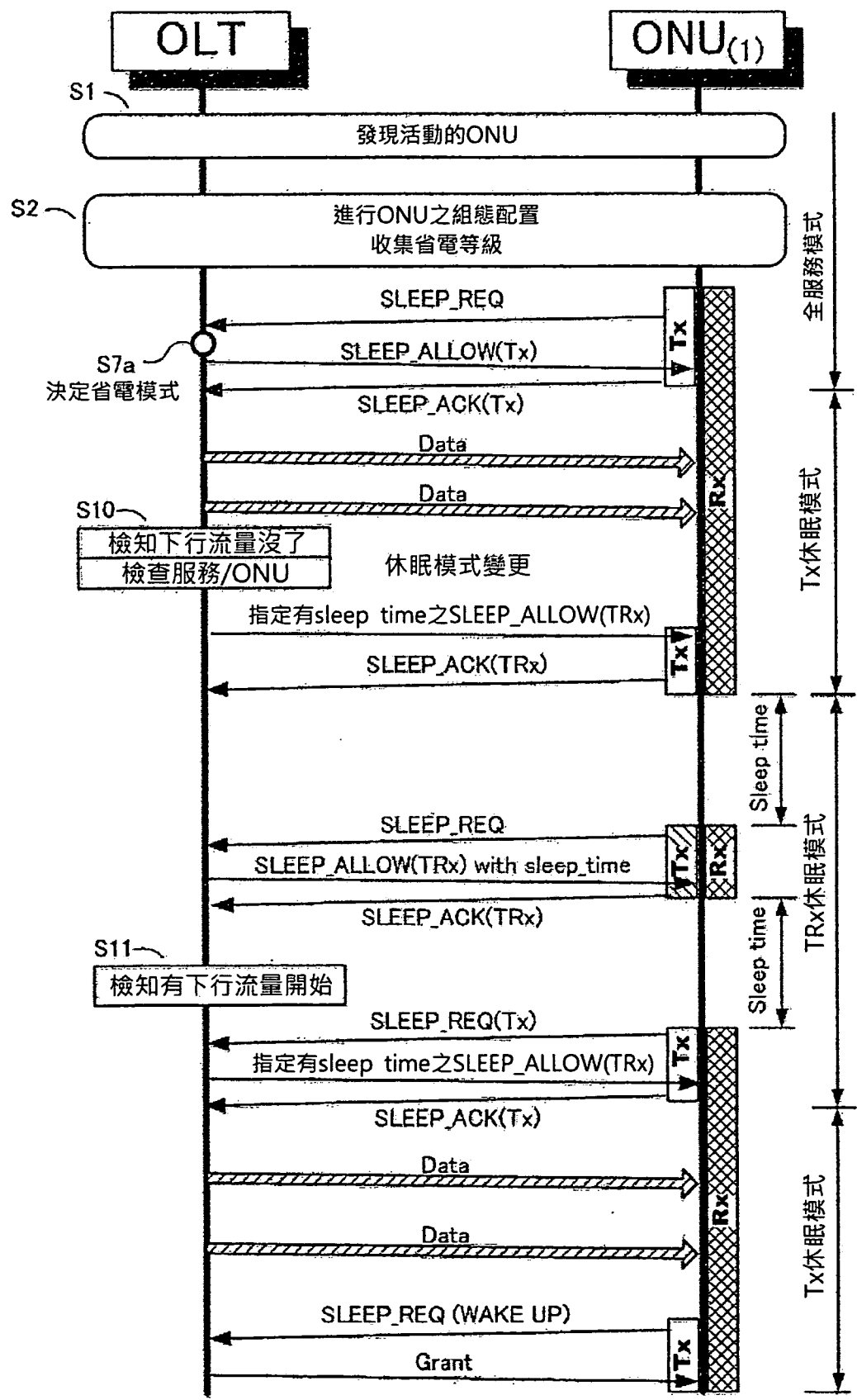


第5圖

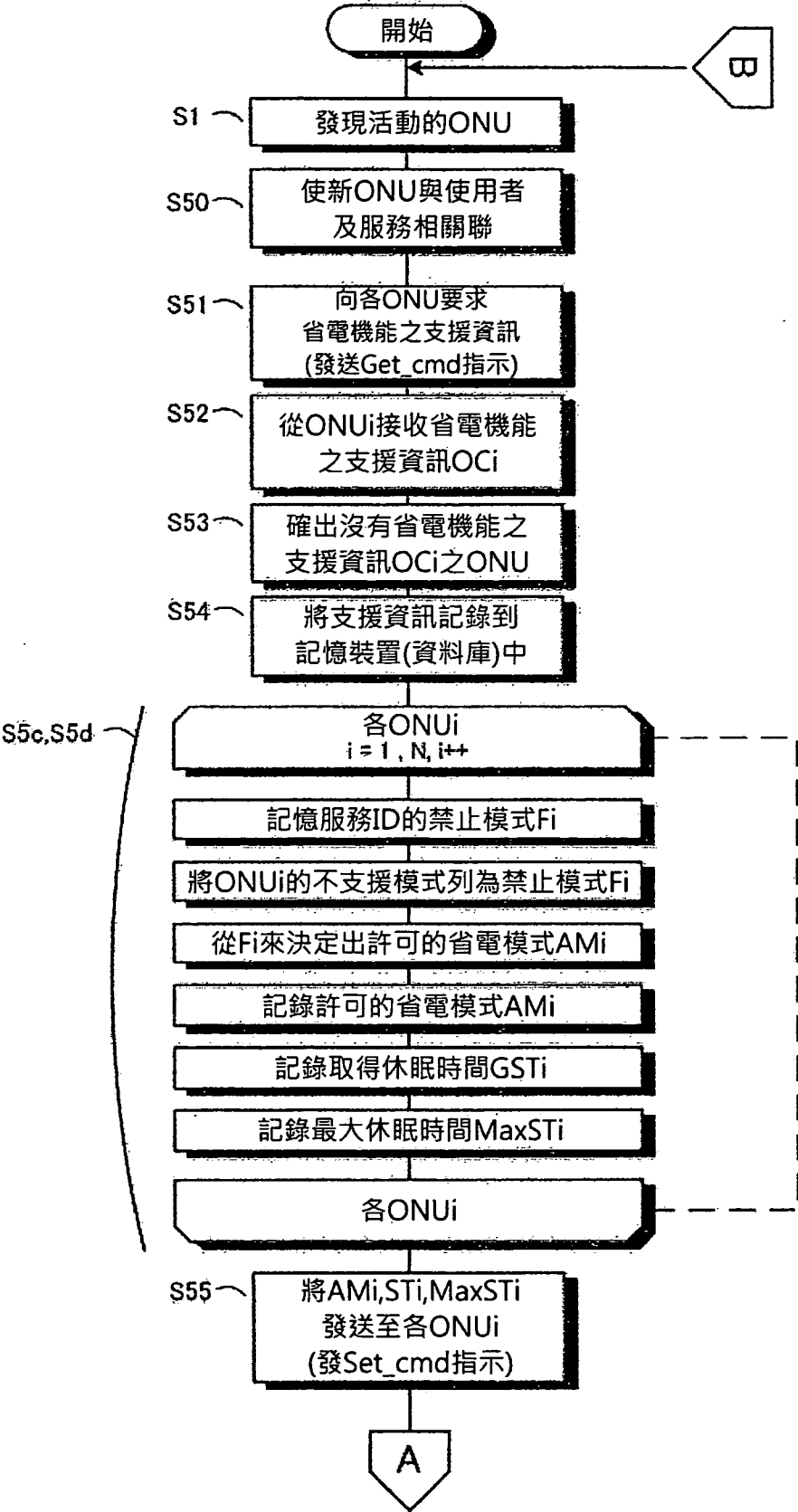


第6圖

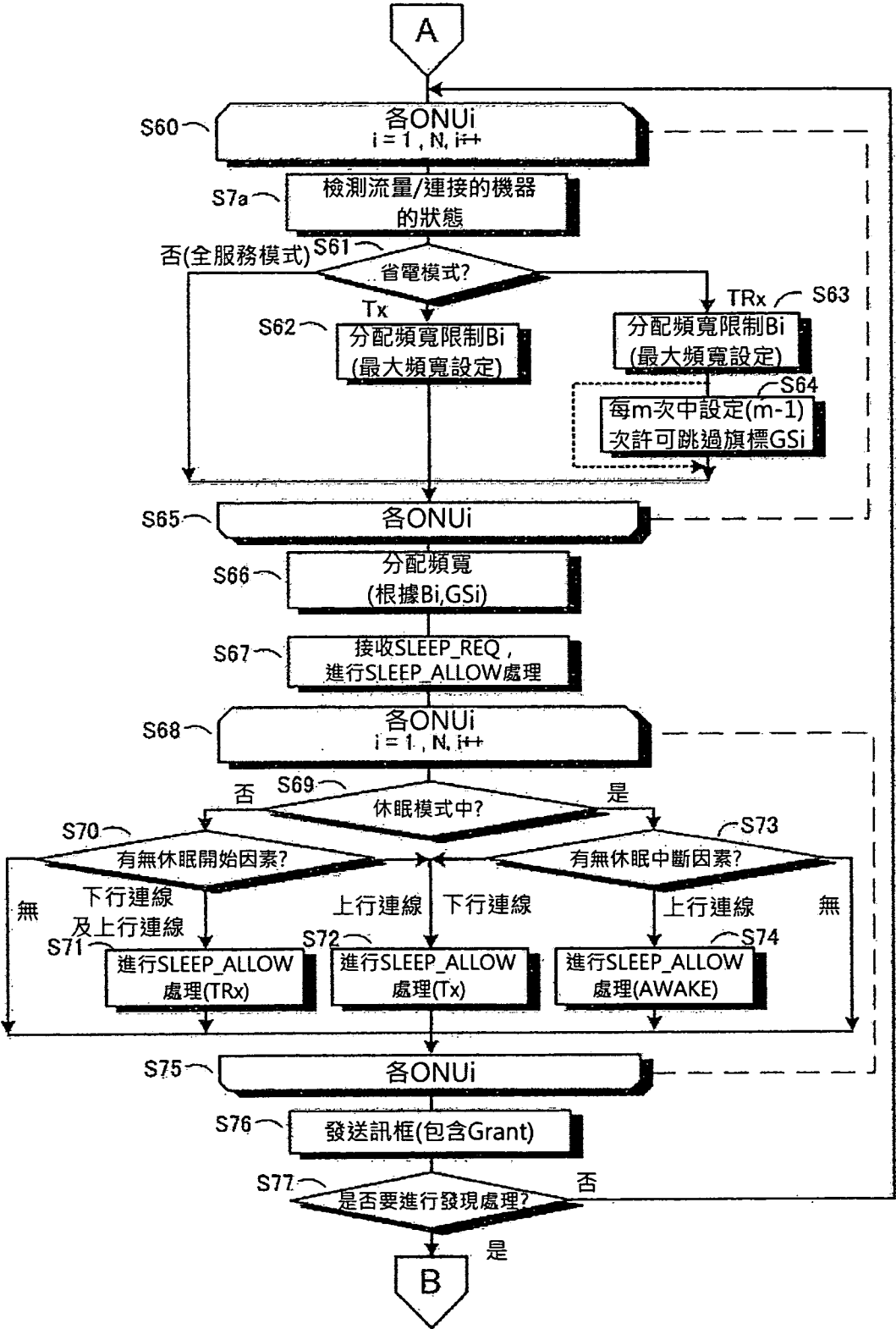




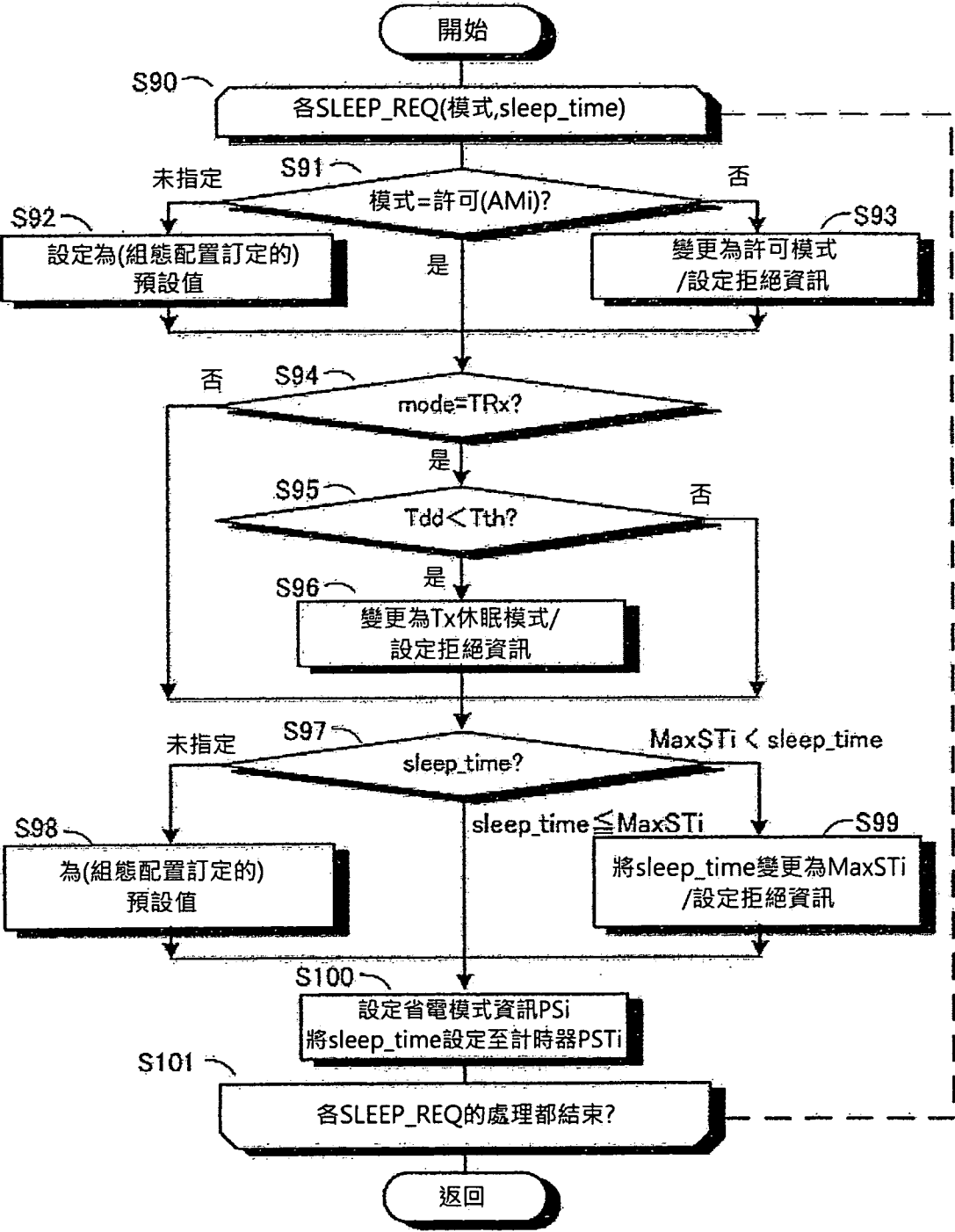
第8圖



第9圖



第10圖



第11圖

ONU 序列編號	ONU機能 省電模式	使用者 ID	服務 ID(1)	服務 ID(2)	使用者要求 的省電模式
2566941	Tx Sleep TRx Sleep	100201	商業	IPTV	Tx Sleep
				網際網路	
9852234	Tx Sleep	100202	一般	伺服器	
5551459	Tx Sleep TRx Sleep	100203	一般	IP電話	Tx Sleep
				網際網路	TRx Sleep
				IPTV	
1864257	無	100204	商業	IP電話	
				網際網路	
1900014	Tx Sleep	100205	一般	網際網路	

第12圖

服務ID(1)	禁止的省電模式	
	Tx休眠	TRx休眠
一般		
商業		不可

第13圖

服務 ID(2)	禁止的省電模式	
	Tx休眠	TRx休眠
網際網路		
IPTV		
IP電話		不可
伺服器	不可	不可

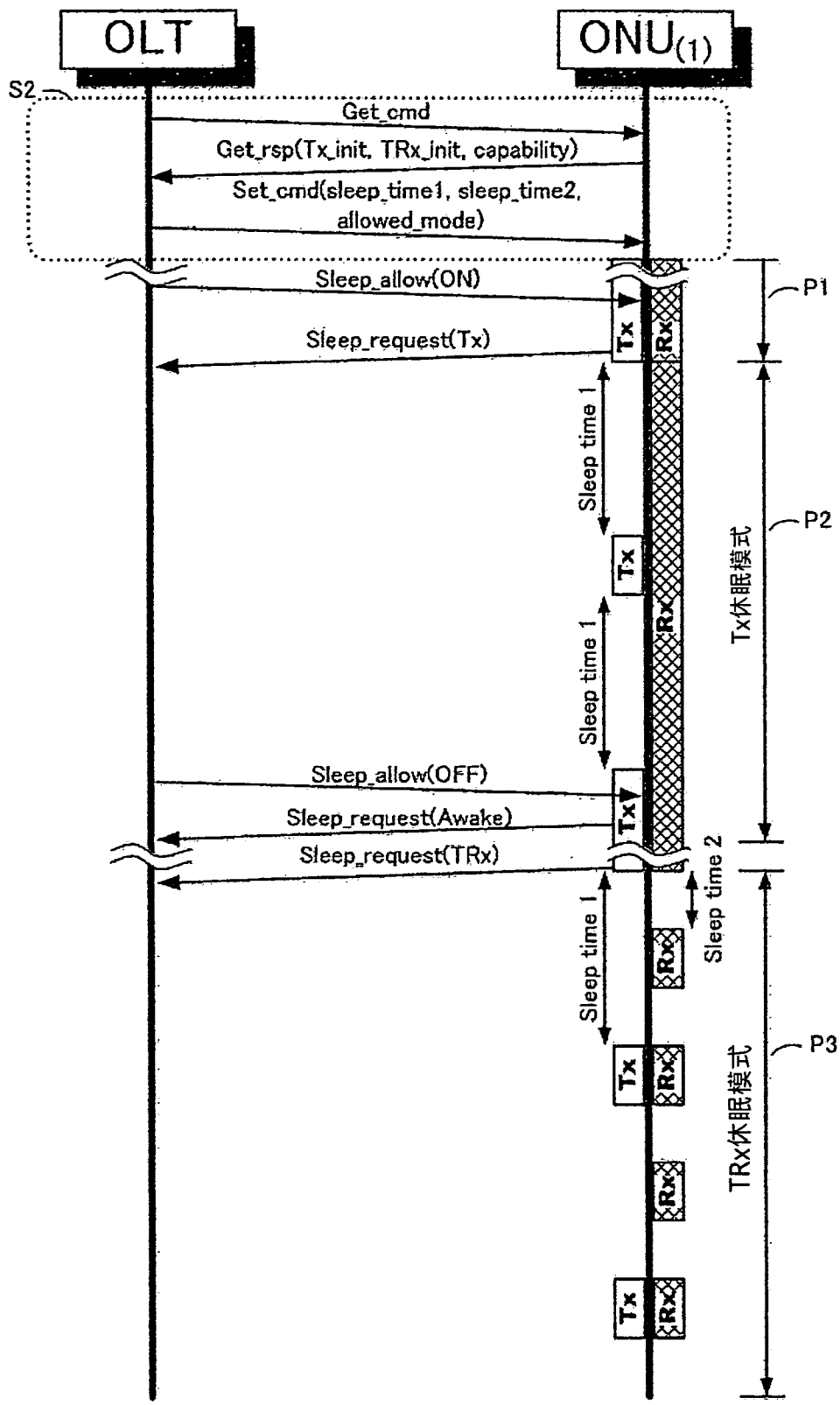
第14圖

服務 ID(2)	休眠期間[ms]					
	預設值		取得休眠期間		sleep time	
	Tx休眠	TRx休眠	Tx休眠	TRx休眠	Tx休眠	TRx休眠
網際網路	T1	T2	x	-	x	T2
IPTV	T1	T2	-	y	T1	y
IP電話	T1	T2	z	z	z	z
伺服器	0	0	0	0	0	0

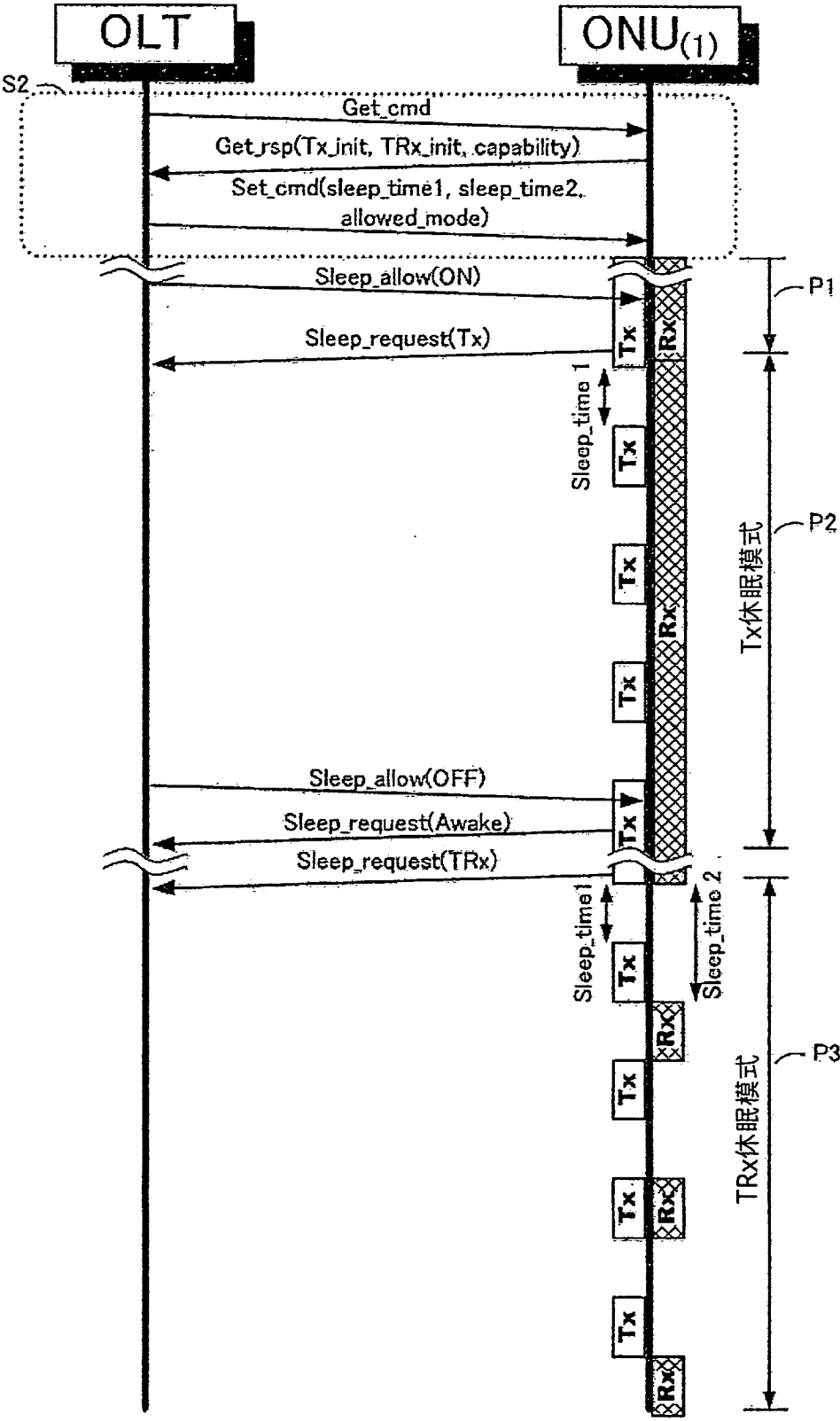
第15圖

服務 ID(2)	最大休眠期間[ms]	
	Tx休眠	TRx休眠
網際網路	1000	500
IPTV	200	100
IP電話	400	200
伺服器	0	0

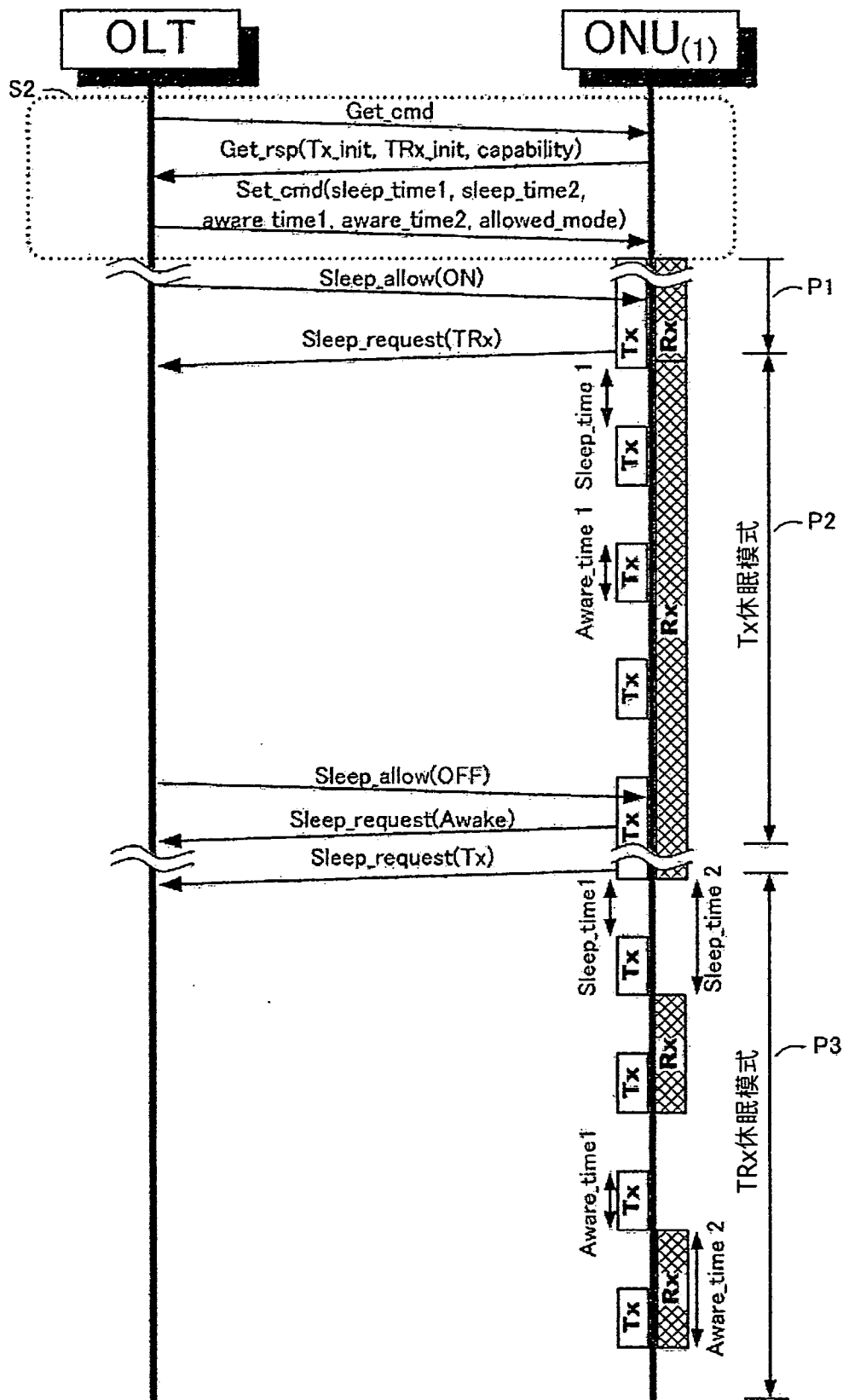
第16圖



第17圖

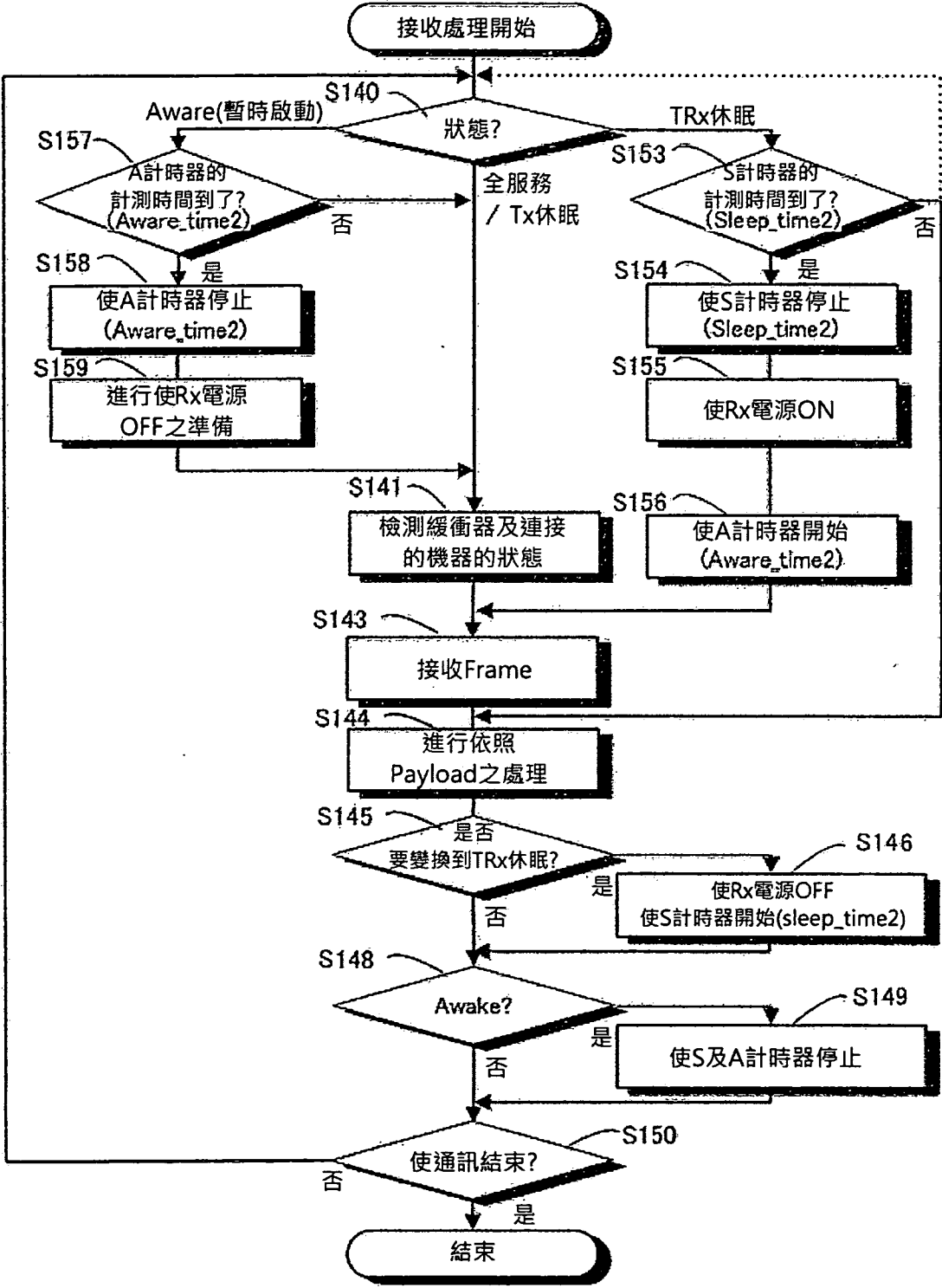


第18圖

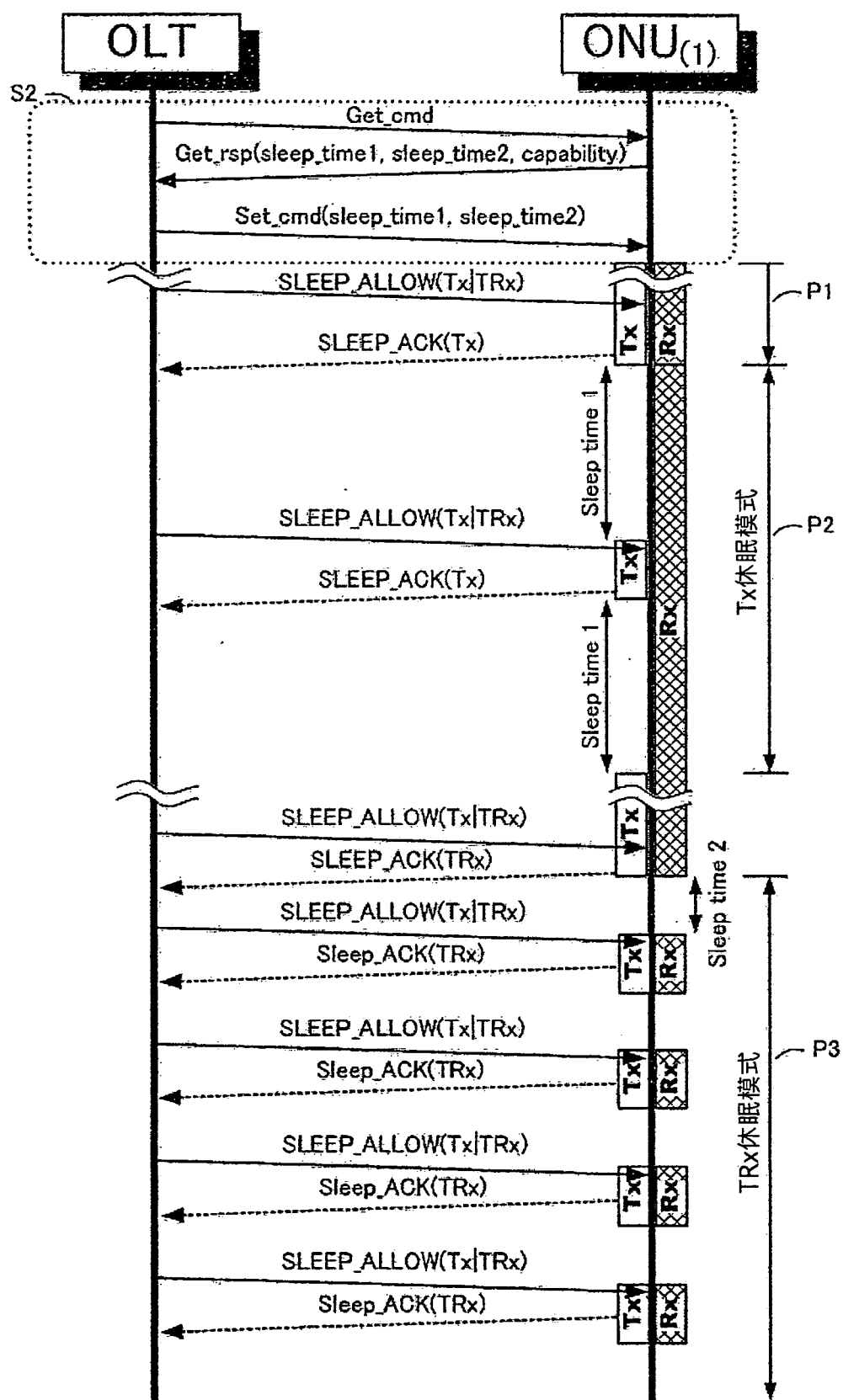


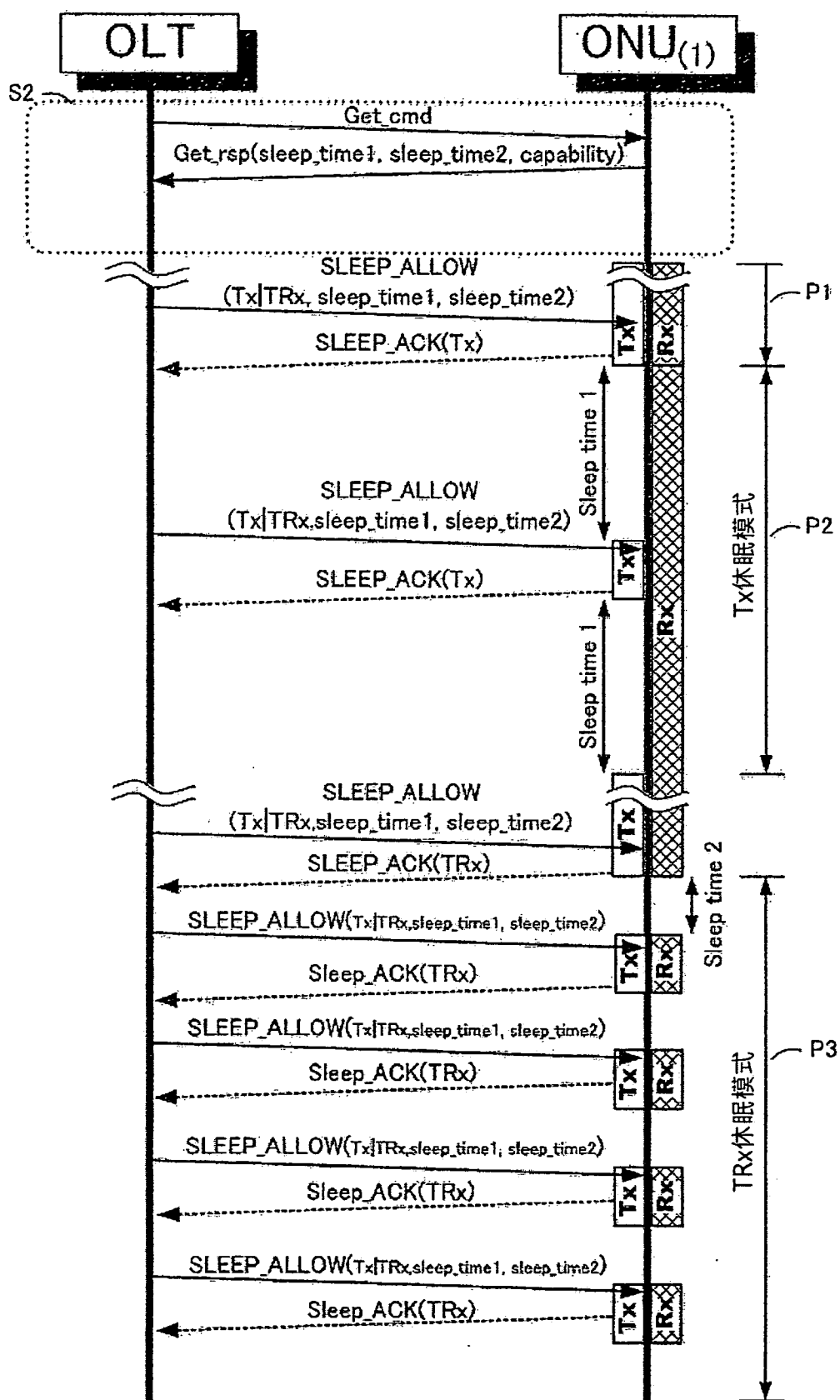
第19圖

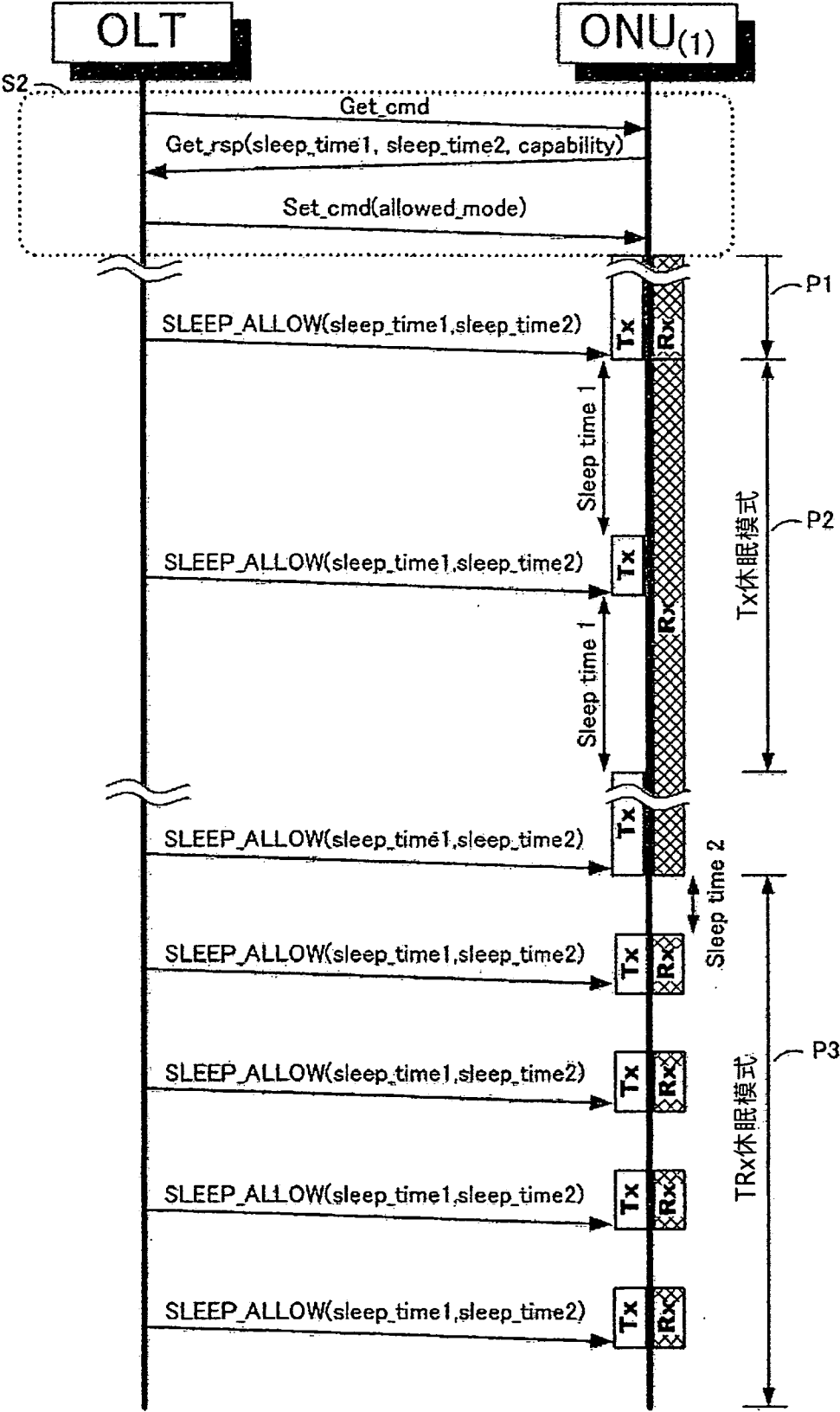




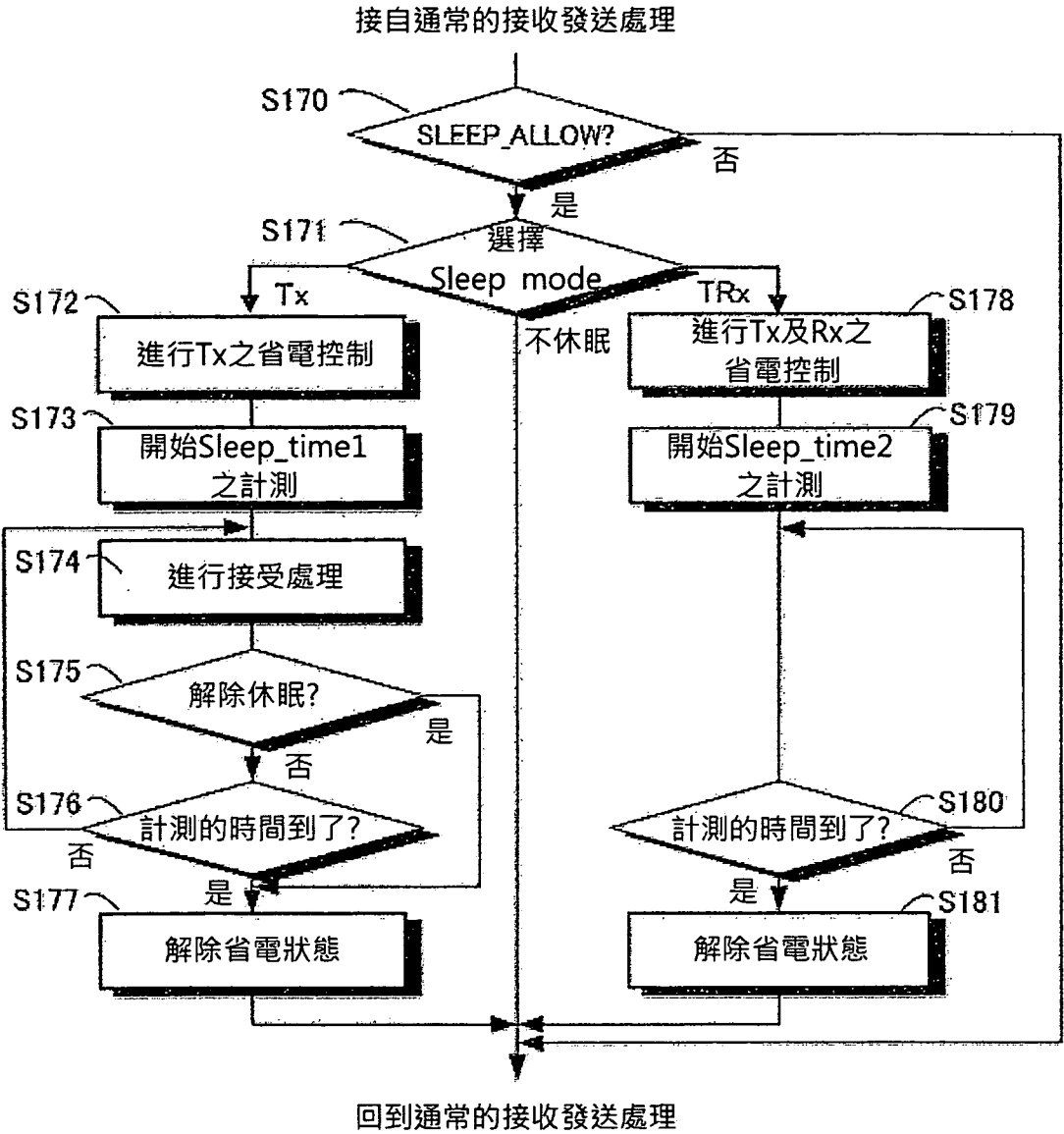
第21圖



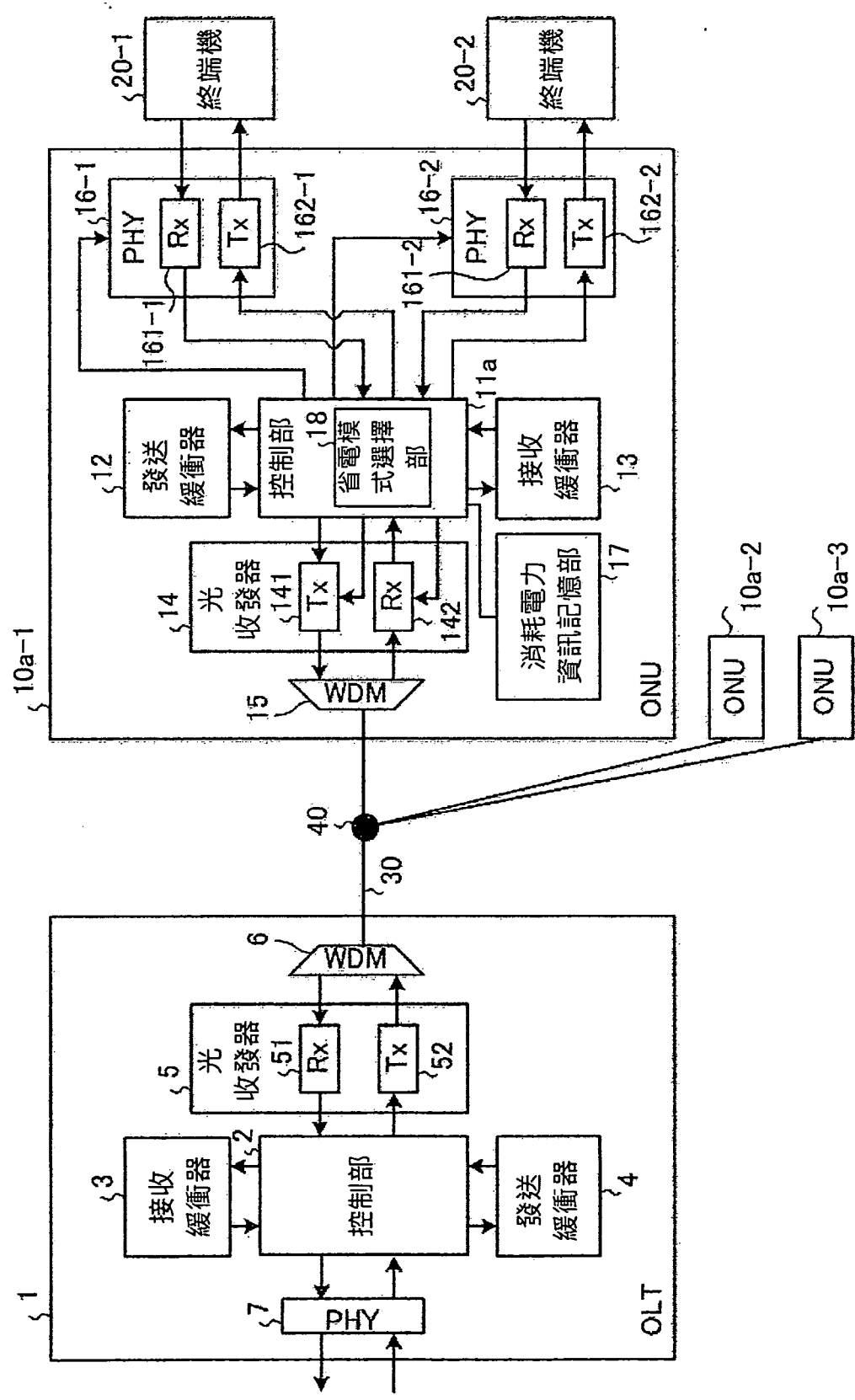




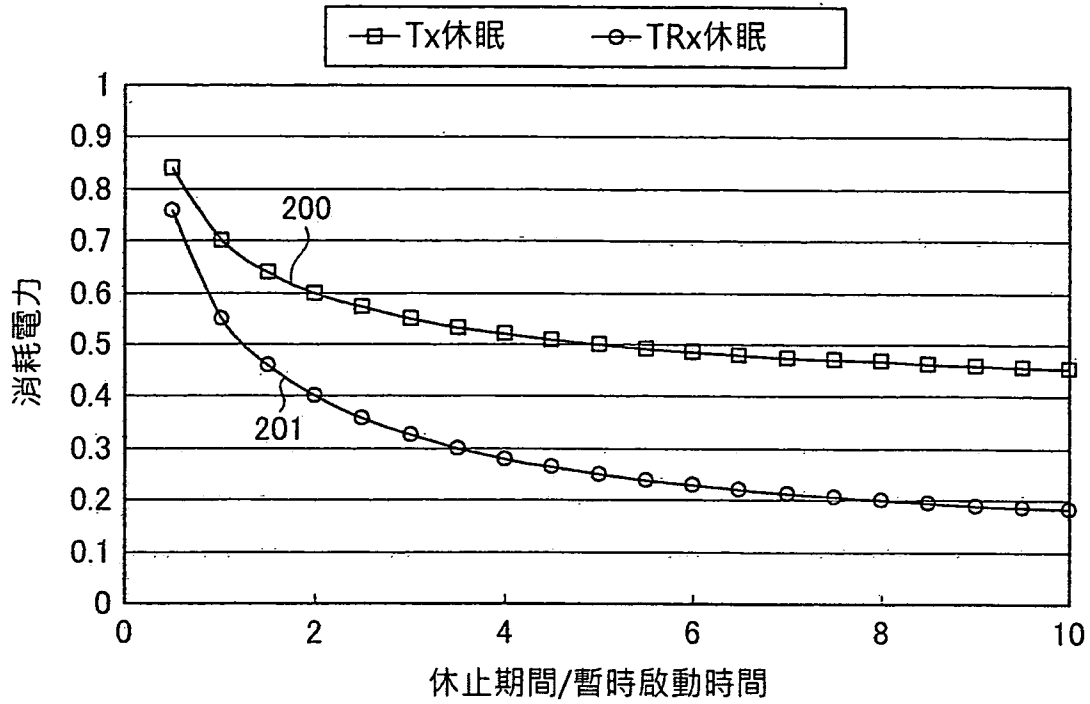
第24圖



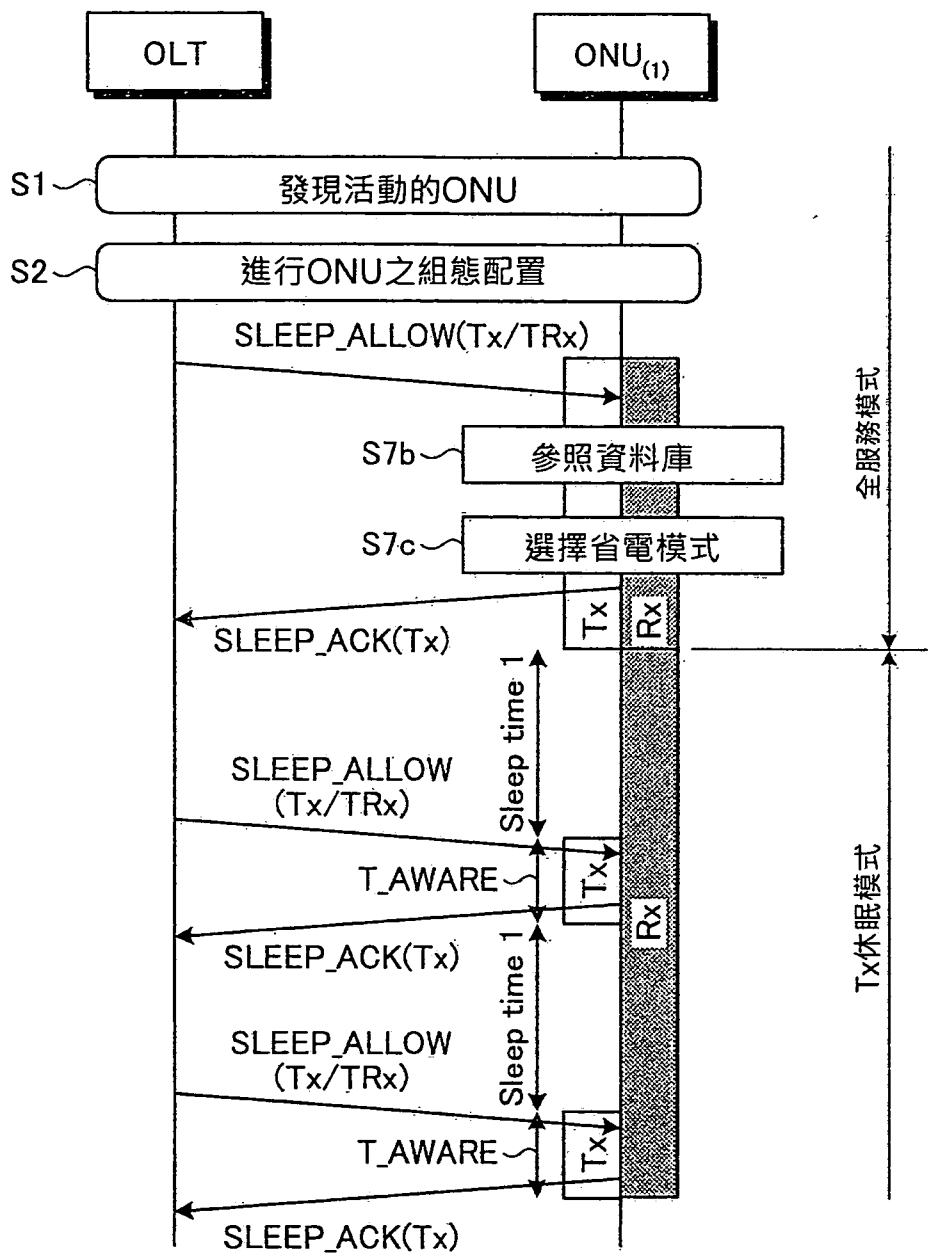
第25圖



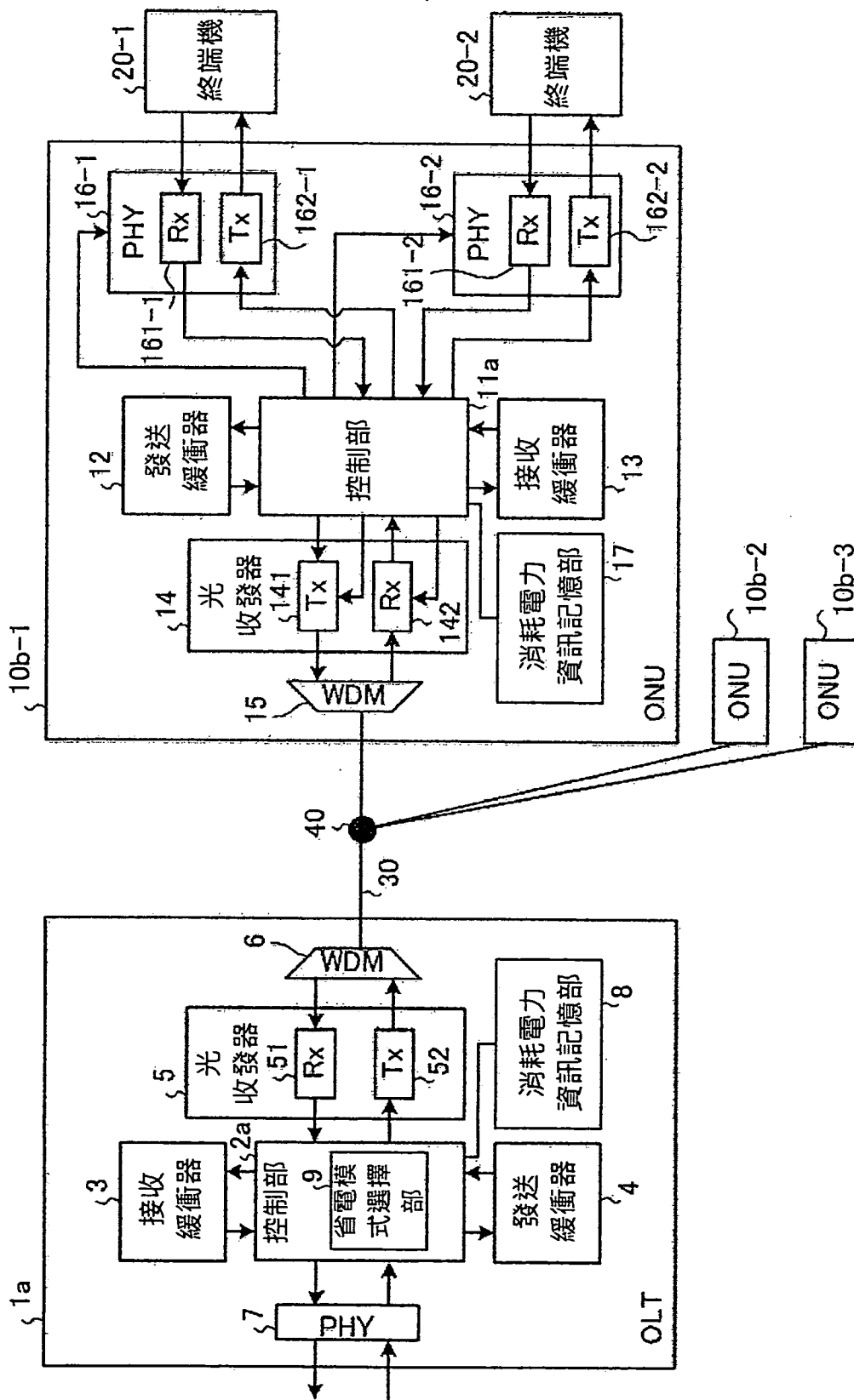
第26圖



第27圖



第28圖



第29圖

