(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년04월08일
(11) 등록번호 10-1028057
(24) 등록일자 2011년04월01일

(51) Int. Cl.
H04L 12/28 (2006.01) *H04L 12/403* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7003189
(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년09월14일
심사청구일자 2009년05월21일
(85) 번역문제출일자 2006년02월16일
(65) 공개번호 10-2006-0081694
(43) 공개일자 2006년07월13일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/030365
(87) 국제공개번호 WO 2005/029906
국제공개일자 2005년03월31일
(30) 우선권주장
60/502,856 2003년09월15일 미국(US)
60/504,936 2003년09월23일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
EP00765045 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
테크노버스, 인크.
미국, 캘리포니아 94954, 페털루머, 레드우드 웨이 1351
(72) 발명자
크래이머, 글렌
미국, 캘리포니아 94954, 페털루머, 롤링 힐 드라이브 821
보이드, 에드워드 더블유.
미국, 캘리포니아 94954, 페털루머, 펨브리지 스트리트 1806
(74) 대리인
특허법인에이아이피

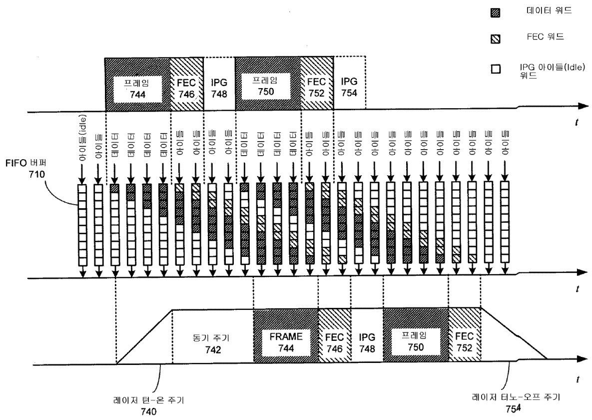
전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 김대성

(54) 이더넷 패시브 광 네트워크 환경에서의 전송 제어를 위한방법과 장치

(57) 요 약

본 발명의 하나의 실시예는 하나의 중앙 노드와 하나 이상의 원격 노드를 갖는 EPON에서 전송 제어를 용이하게 하는 시스템을 제공한다. 이때 원격 노드는 데이터 링크 레이어와 피지컬 레이어를 구현한다. 동작 중에, 상기 시스템은 원격 노드의 데이터 링크 레이어로부터 통신된 워드(word)를 원격 노드의 피지컬 레이어에서 수신함으로써 시작한다. 이때 워드는 데이터 워드이거나 아이들(idle) 워드일 수 있다. 그 다음에 상기 시스템은 워드가 트랜스미터에 의해 전송되기 전에 트랜스미터를 켜고 끄기 위한 시간을 제공하기 위해 미리 결정된 시간 동안 워드를 지연시킨다. 상기 시스템은 수신된 워드의 내용에 기반해, 또한 트랜스미터를 켜거나 끈다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

하나의 중앙 노드와, 데이터 링크 레이어 및 피지컬 레이어를 구현하는 하나 이상의 원격 노드를 포함하는 EPON(Ethernet passive optical network)에서의 전송 제어를 위한 방법으로서, 상기 방법은,

원격 노드의 상기 피지컬 레이어에서, 상기 원격 노드의 상기 데이터 링크 레이어로부터 통신된 워드를 수신하는 단계로서, 상기 워드는 데이터 워드이거나 아이들(idle) 워드일 수 있는, 워드를 수신하는 단계;

트랜스미터에 의해 워드를 전송가능하게 되기 전에, 미리 정해진 시간 동안 상기 워드를 지연시키는 단계로서, 이에 따라, 상기 트랜스미터를 켜거나 끄는 시간을 제공하는, 미리 정해진 시간 동안 워드를 지연시키는 단계; 및

상기 수신된 워드의 내용에 기반하여 상기 트랜스미터를 켜거나 끄는 단계를 포함하고,

상기 수신된 워드의 내용에 기반하여 상기 트랜스미터를 켜거나 끄는 단계는, 상기 트랜스미터가 현재 꺼진 상태라면, 그리고 상기 수신된 워드가 데이터 워드라면, 상기 트랜스미터를 켜는 단계와, 상기 트랜스미터가 현재 켜진 상태라면, 그리고 연속으로 수신된 아이들 워드의 수가 미리 정의된 수보다 크거나 같다면, 상기 트랜스미터를 끄는 단계를 포함하는, EPON에서의 전송 제어를 위한 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 미리 정해진 시간 동안 상기 워드를 지연시키는 단계는,

FIFO(first-in-first-out) 큐(queue)에 상기 워드를 임시 저장하는 단계;

FIFO 큐에 임시 저장된 각각의 워드를 FIFO 큐의 머리(head) 방향으로 일정한 시간 간격을 두고 이동시키는 단계; 및

FIFO 큐의 머리의 워드를 일정한 시간 간격을 두고 제거하는 단계를 포함하는, EPON에서의 전송 제어를 위한 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

레이저 턴-온 시간, AGC(automatic gain control), CDR(clock and data recovery)에 기반하여, 지연된 워드 시간의 총 시간을 결정하는 단계를 추가로 포함하는, EPON에서의 전송 제어를 위한 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 수신된 워드가 데이터 워드라면, 상기 데이터 링크 레이어가 다른 데이터 프레임을 상기 피지컬 레이어에서 수신된 현재 데이터 프레임의 바로 뒤에 보내는 것을 금지하여, 충분한 수의 아이들 워드를 데이터 프레임들 사이에 삽입할 수 있게 허용하는 단계를 추가로 포함하는, EPON에서의 전송 제어를 위한 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 피지컬 레이어에 수신된 충분한 수의 연속된 아이들 워드가 있다면, 상기 데이터 링크 레이어가 또 다른 데이터 프레임을 상기 피지컬 레이어에 보내는 것을 허용하는 단계를 추가로 포함하는, EPON에서의 전송 제어를 위한 방법.

청구항 8

하나의 중앙 노드와, 데이터 링크 레이어 및 피지컬 레이어를 구현하는 하나 이상의 원격 노드를 포함하는 EPON(Ethernet passive optical network)에서의 전송 제어를 위한 장치로서,

원격 노드의 상기 피지컬 레이어에서, 상기 원격 노드의 상기 데이터 링크 레이어로부터 통신된 워드를 수신하도록 구성된 수신 수단으로서, 상기 워드는 데이터 워드이거나 아이들(idle) 워드일 수 있는, 수신 수단;

트랜스미터에 의해 워드를 전송가능하게 되기 전에, 미리 정해진 시간 동안 상기 워드를 지연시키도록 구성된 지연 수단으로서, 이에 따라, 상기 트랜스미터를 켜거나 끄는 시간을 제공하는, 지연 수단; 및

상기 수신된 워드의 내용에 기반하여 상기 트랜스미터를 켜거나 끄도록 구성된 제어 수단을 포함하고,

상기 수신된 워드의 내용에 기반하여 상기 트랜스미터를 켜거나 끄는 동안, 상기 제어 수단은, 상기 트랜스미터가 현재 꺼져 있다면 그리고 상기 수신된 워드가 데이터 워드라면, 상기 트랜스미터를 켜도록 구성되고, 상기 트랜스미터가 현재 켜져 있다면 그리고 연속으로 수신된 아이들 워드의 수가 미리 정해진 수보다 크거나 같다면, 상기 트랜스미터를 끄도록 구성되는, EPON에서의 전송 제어를 위한 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

청구항 8에 있어서,

미리 정해지 시간 동안 상기 워드를 지연시키는 동안, 상기 지연 수단은,

상기 워드를 FIFO(first-in-first-out) 큐(queue)에 임시 저장하도록 구성되고,

FIFO 큐에 임시 저장된 각각의 워드를 FIFO 큐의 머리(head) 방향으로, 일정한 시간 간격으로 이동시키도록 구성되고,

FIFO 큐의 머리(head)에서 워드를 일정한 시간 간격으로 제거하도록 구성되는, EPON에서의 전송 제어를 위한 장치.

청구항 12

청구항 8에 있어서,

상기 지연 수단은 레이저 턴-온 시간, AGC(automatic gain control), CDR(clock and data recovery)에 기반하여, 지연된 워드 시간의 총 시간을 결정하도록 추가적으로 구성되는, EPON에서의 전송 제어를 위한 장치.

청구항 13

청구항 8에 있어서,

상기 수신된 워드가 데이터 워드라면, 상기 지연 수단은, 상기 데이터 링크 레이어가 다른 데이터 프레임을 피지컬 레이어에 수신된 현재 데이터 프레임의 바로 뒤에 보내는 것을 금지하여, 충분한 수의 아이들 워드를 데이터 프레임들 사이에 삽입할 수 있게 허용하도록 추가적으로 구성되는, EPON에서의 전송 제어를 위한 장치.

청구항 14

청구항 8에 있어서,

상기 피지컬 레이어에 수신된 충분한 수의 연속된 아이들 워드가 있다면, 상기 지연 수단은, 상기 데이터 링크 레이어가 또 다른 데이터 프레임을 피지컬 레이어에 보내는 것을 허용하도록 추가적으로 구성되는, EPON에서의 전송 제어를 위한 장치.

청구항 15

명령을 저장하는 컴퓨터 판독가능한 저장 매체로서, 상기 명령은, 컴퓨터에 의해 실행될 때, 하나의 중앙 노드와, 데이터 링크 레이어 및 피지컬 레이어를 구현하는 하나 이상의 원격 노드를 포함하는 EPON(Ethernet passive optical network)에서의 전송 제어를 위한 방법을 상기 컴퓨터가 수행하도록 하고, 상기 방법은,

원격 노드의 상기 피지컬 레이어에서, 상기 원격 노드의 상기 데이터 링크 레이어로부터 통신된 워드를 수신하는 단계로서, 상기 워드는 데이터 워드이거나 아이들(idle) 워드일 수 있는, 워드를 수신하는 단계;

트랜스미터에 의해 상기 워드를 전송가능하게 되기 전에, 미리 정해진 시간 동안 상기 워드를 지연시키는 단계로서, 이에 따라, 상기 트랜스미터를 켜거나 끄는 시간을 제공하는, 미리 정해진 시간 동안 상기 워드를 지연시키는 단계; 및

상기 수신된 워드의 내용에 기반하여 상기 트랜스미터를 켜거나 끄는 단계를 포함하고,

상기 수신된 워드의 내용에 기반하여 상기 트랜스미터를 켜거나 끄는 단계는, 상기 트랜스미터가 현재 꺼진 상태라면, 그리고 상기 수신된 워드가 데이터 워드라면, 상기 트랜스미터를 켜는 단계와, 상기 트랜스미터가 현재 켜진 상태라면, 그리고 연속으로 수신된 아이들 워드의 수가 미리 정의된 수보다 크거나 같다면, 상기 트랜스미터를 끄는 단계를 포함하는, 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

청구항 15에 있어서,

상기 미리 정해진 시간 동안 상기 워드를 지연시키는 단계는,

FIFO(first-in-first-out) 큐(queue)에 상기 워드를 임시 저장하는 단계;

FIFO 큐에 임시 저장된 각각의 워드를 FIFO 큐의 머리(head) 방향으로 일정한 시간 간격을 두고 이동시키는 단계; 및

FIFO 큐의 머리의 워드를 일정한 시간 간격을 두고 제거하는 단계를 포함하는, 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

청구항 19

청구항 15에 있어서,

레이저 턴-온 시간, AGC(automatic gain control), CDR(clock and data recovery)에 기반하여, 지연된 워드 시간의 총 시간을 결정하는 단계를 추가로 포함하는, 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

청구항 20

청구항 15에 있어서,

상기 수신된 워드가 데이터 워드라면, 상기 데이터 링크 레이어가 다른 데이터 프레임을 상기 피지컬 레이어에서 수신된 현재 데이터 프레임의 바로 뒤에 보내는 것을 금지하여, 충분한 수의 아이들 워드를 데이터 프레임들 사이에 삽입할 수 있게 허용하는 것을 추가로 포함하는, 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

청구항 21

청구항 15에 있어서,

상기 피지컬 레이어에서 수신된 충분한 수의 연속된 아이들 워드가 있다면, 상기 데이터 링크 레이어가 또 다른 데이터 프레임을 상기 피지컬 레이어에 보내는 것을 허용하는 것을 추가로 포함하는, 컴퓨터 판독가능한 저장매체.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 EPON(ethernet passive optical networks)의 설계에 관한 것이다. 더 세부적으로는, 본 발명은 EPON에서의 서로 다른 노드들로부터의 레이저 노이즈에 의한 간섭을 감소시키기 위해 전송을 제어하는 방법과 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 인터넷 트래픽이 증가하는 속도를 일정하게 유지하기 위해서는, 백본 네트워크의 용량을 늘리기 위해 광섬유와 관련 광학 전송 장비가 광범위하게 배치된다. 그러나 이러한 백본 네트워크의 용량을 늘리는 방법은 액세스 네트워크의 용량 증가와 조화되지 못한다. 광대역을 사용해도, 예를 들어 DSL(digital subscriber line)과 CM(cable modem)같은 광대역 솔루션으로도, 현 액세스 네트워크에 의해 제공되는 제한된 대역폭은 최종 사용자에게 높은 대역폭을 전달함에 있어 극심한 병목 현상을 일으킨다.

[0003] 현재 개발된 여러 다른 기술들 중에서, EPONs(Ethernet passive optical networks)는 차세대 액세스 네트워크 중 하나이다. EPONs은 저렴한 패시브 광섬유들로 구성된 유비쿼터스 이더넷 기술이다. 따라서, EPONs은 비용-효율적인 대용량의 패시브 광섬유를 가지고, 이더넷의 단순성과 확장성을 제공한다. 특히, 광섬유의 높은 대역폭 때문에 EPONs는 광대역의 음성, 데이터, 영상 트래픽을 동시에 수용할 수 있다. 상기 음성, 데이터, 영상을 동시에 수용하는 서비스는 DSL이나 CM 기술로 구현되기에는 어려움이 있다. 게다가, APONs(ATM passive optical networks)이 고정된 크기의 ATM 셀을 사용해 결과적으로 패킷 분할과 패킷 재조합을 필요로 하는데 반해, EPONs는 원시 패킷(native packet)을 서로 다른 크기로 직접 캡슐화하기 때문에 인터넷 프로토콜 트래픽에 더 적합하다.

[0004] 통상, EPONs는 네트워크의 서비스 공급자의 중앙 오피스와, 사무실이나 가정의 가입자들 간의 연결을 제공하는 "퍼스트 마일"이란 네트워크에서 사용된다. 논리적으로, 상기 퍼스트 마일은 하나의 중앙 오피스가 다수의 사용자들에게 서비스를 제공하는 포인트-투-멀티포인트 네트워크이다. 하나의 EPON에서 하나의 트리 구조가 사용되는데, 거기서 광섬유는 중앙 오피스를 패시브 광스플리터에 연결한다. 패시브 광스플리터는 다운스트림 광신호를 분할해 사용자들에게 분배하고, 사용자로부터의 업스트림 광신호를 조합한다(도 1을 참고).

[0005] EPON 내에서의 전송은 통상적으로 OLT(optical line terminal)와 ONU(optical networks units) 사이에서 수행된다(도 2를 참고). 상기 OLT는 보통 중앙 오피스 안에 위치해 있고 광 액세스 네트워크를 ISP(Internet Service Provider)나 LEC(local exchange carrier)같은 외부 네트워크인 메트로 백본에 연결해 준다. ONU는 커브(curb)나 최종 사용자 측에 위치할 수도 있으며, 광대역의 음성, 데이터, 영상 서비스를 제공할 수 있다. ONUs는 통상 1xN 패시브 광커플러에 연결되는데, 여기서 N은 ONUs의 수이고, 상기 패시브 광커플러는 통상적으로 하나의 광링크를 통해 상기 OLT에 연결된다.(하나의 EPON에서는 더 많은 ONUs들을 적용하기 위해 다수의 광스플리터/커플러가 직렬로 연결될 수 있다.) 이러한 구성은 광섬유와 EPONs에 필요한 하드웨어의 수를 확실히 절약해준다.

[0006] EPON 내에서의 통신은 다운스트림 트래픽(OLT에서 ONUs로 가는)과 업스트림 트래픽(ONUs에서 OLT로 가는)으로 나뉜다. 다운스트림 방향에서는, 1xN 패시브 광커플러의 브로드캐스트 특성으로 인해, 다운스트림 데이터 프레임은 OLT에 의해 ONUs 전부로 브로드캐스팅되고 종착지 ONUs에 의해 추출된다. 업스트림 방향에서는, 오직 하나의 링크만이 패시브 광커플러와 OLT를 연결하고 있으므로, ONUs들은 채널 용량과 자원들을 공유할 필요가 있다.

[0007] 따라서, EPON은 데이터 충돌을 피하기 위해, 그리고 업스트림 광채널 용량의 공평한 분배를 위해, 중재 메카니즘을 사용한다. 상기 중재 메카니즘은 각각의 ONU에게 전송 타임슬롯을 할당하는 것이다. ONU의 로컬 타임이 전송 타임슬롯의 시작 시간에 이를 때까지 ONU는 가입자로부터 전송받은 데이터를 통상 임시 저장한다. 차례가 돌아오면, ONU 는 저장된 모든 프레임을 최고 채널 속도로 OLT에 "버스팅 "한다.

[0008] EPON을 설계하는데 있어 한가지 문제는 서로 다른 ONUs들로부터의 레이저 노이즈에 의한 데이터 전송 간섭이다. ONU내의 레이저 트랜스미터는 데이터 전송이 없을 때조차 자체적인 발산 노이즈를 생산해낸다. 그러므로, ONU의 레이저가 전송 타임슬롯들 사이에 켜진 채 남아 있다면, 레이저의 자체 발산 노이즈는 다른 ONU에 의해 전송된 데이터의 신호 질을 손상시킨다. 여러 개의 가깝게 위치한 ONUs들로부터의 노이즈가 멀리 있는 ONU로부터의 데이터 신호를 간섭할 때, 이러한 손상은 더 나빠질 수 있다.

[0009] 데이터를 전송하고 있지 않을 때, 레이저를 끔으로써, 레이저-노이즈 문제를 피할 수 있다. 상기 방법은 데이터 링크 레이어(data link layer)에서 생성되서 피지컬 레이어(physical layer)에서 수신되는 레이저-제어 신호를 사용함으로 이뤄낼 수 있다.

[0010] 그렇지만, 몇 개의 서브레이어를 가로질러 제어 신호를 보내는 것은 레이어나 서브레이어는 바로 이웃한 레이어나 서브레이어하고만 신호할 수 있다는 기본 레이어 원칙에 위반된다. ONU에서, 데이터 링크 레이어는 MAC(medium access control) 클라이언트 서브레이어, 멀티-포인트 MAC 제어 레이어, 그리고 MAC 서브레이어를 포함한다. 덧붙이자면, 피지컬 레이어는 조정 서브레이어, GMII(gigabit media independent interface), PCS(physical coding sublayer), PMA(physical medium attachment) 서브레이어, PMD(physical medium dependent)서브레이어를 갖는다. 이러한 환경에서, 레이저-제어 신호는 통상적으로 MAC 제어 서브레이어와 PMD 서브레이어 사이의 서브레이어들은 무시하고, MAC 제어 서브레이어에 의해 생성되고, PMD 서브레이어에 의해 수신된다.

[0011] 그러므로, 필요한 것은, 여러 개의 서브레이어를 통해 제어 신호를 보내지않고, ONU를 위한 레이저 전송을 효과적으로 제어하는 방법과 장치이다.

발명의 상세한 설명

[0012] 본 발명의 하나의 실시예는 하나의 중앙 노드와 하나 이상의 원격 노드를 갖는 EPON에서 전송 제어를 용이하게 하는 시스템을 제공한다. 이때 원격 노드는 데이터 링크 레이어와 피지컬 레이어를 구현한다. 동작 중에, 상기 시스템은 원격 노드의 데이터 링크 레이어로부터 통신된 워드(word)를 원격 노드의 피지컬 레이어에서 수신함으로써 시작한다. 이때 워드는 데이터 워드이거나 아이들(idle) 워드일 수 있다. 그 다음에 상기 시스템은 워드가 트랜스미터에 의해 전송되기 전에 트랜스미터를 켜고 끄기 위한 시간을 제공하기 위해 미리 결정된 시간 동안 워드를 지연시킨다. 상기 시스템은 수신된 워드의 내용에 기반해, 또한 트랜스미터를 켜거나 끈다.

[0013] 상기 실시예의 다른 예를 들어보면, 수신된 워드의 내용에 기반해서 트랜스미터를 켜거나 끄는 과정에는, 트랜스미터가 현재 꺼진 상태이거나 수신된 워드가 데이터 워드일 때 트랜스미터를 켜는 것이 수반된다.

[0014] 상기 실시예의 다른 예를 들어보면, 수신된 워드의 내용에 기반해서 트랜스미터를 켜거나 끄는 과정에는, 트랜스미터가 현재 켜진 상태이거나 연속적으로 수신된 아이들 워드의 수가 미리 정해진 숫자 이상이라면 트랜스미터를 끄는 것이 수반된다.

[0015] 상기 실시예의 다른 예를 들자면, 미리 정해진 시간 동안 워드를 지연시키는 것에는 다음 과정이 수반된다: FIFO(first-in-first-out) 큐(queue)에 워드를 임시 저장하는 과정; FIFO 큐에 임시 저장된 각각의 워드들를 FIFO 큐의 머리(head) 쪽으로 일정 시간 간격을 두고 이동시키는 과정; 일정 시간 간격으로 FIFO 큐의 머리의 워드를 빼내는 과정.

[0016] 상기 실시예의 다른 예에서, 상기 시스템은 레이저 턴-온 시간, AGC(automatic gain control), 그리고 CDR(data and recovery)시간에 기반해, 워드가 지연되는 시간을 결정한다.

[0017] 상기 실시예의 다른 예에서, 수신된 워드가 데이터 워드라면, 상기 시스템은 피지컬 레이어에 현재 데이터 프레임이 수신된 직후에 데이터 링크 레이어가 다른 데이터 프레임을 전송하는 것을 일시적으로 금하며, 충분한 수의 아이들 워드가 데이터 프레임들 사이에 삽입되게 한다.

[0018] 상기 실시예의 다른 예에서, 피지컬 레이어에 수신된 충분한 수의 연속된 아이들 워드가 있다면, 상기 시스템은 데이터 링크 레이어가 피지컬 레이어에게 다른 데이터 프레임을 보내게 한다.

실 시 예

[0030] 본 발명을 구성하고 사용하는 것은 배경지식이 있는 누구라도 할 수 있을 것이다. 설명된 실시예들의 다양한 응용들이 배경지식이 있는 사람들에게는 쉽게 이해될 것이며, 본원에서 정의된 일반 원리들이 본 발명의 사상 및

범위 내에서 다른 실시예와 애플리케이션에 적용될 수 있다(예를 들면, 일반적인 패시브 광네트워크(PON) 구조). 그러므로, 본 발명은 본원에서 제시되는 실시예에 의해 제한받지 않으나, 본원에서 정의된 원리들 및 특징들을 에 따른 가장 넓은 범위로 간주되어야 할 것이다.

[0031] 상세하게 설명된 데이터 구조물과 과정들이 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 통상적으로 저장되고, 상기 컴퓨터 판독 가능 저장 매체로는 컴퓨터에서 사용되는 코드나 데이터를 저장할 수 있는 어떤 장치나 매체라도 가능하다. 상기 매체는 ASICs(application specific integrated circuits), FPGAs(field-programmable gate arrays), 반도체 메모리, 디스크 드라이브나 마그네틱 테이프나 CD나 DVD 같은 마그네틱, 광 저장 장치, (신호 변조시 캐리어 전파를 쓰든 쓰지 않든)컴퓨터 명령 신호를 포함한 전송 매체 같은 응용장치들을 포함한다(그러나 제한 받지는 않음).

[0032] <u>패시브 광네트워크(PON)의 구조</u>

[0033] 도 1은 PON안에 중앙 오피스와 다수의 가입자들이 광섬유와 패시브 광스플리터로 연결되어 있는 것을 도식한 도면이다(종래 기술). 도 1에서 보듯이, 다수의 가입자들은 광섬유와 패시브 광스플리터(102)를 통해 하나의 중앙 오피스(101)에 연결되어 있다. 패시브 광스플리터(102)는 광섬유의 초기설치 비용을 줄이기 위해 최종 사용자 위치에 가까운 곳에 위치할 수 있다. 중앙 오피스(101)는 도시권통신망(metropolitan area network)같은 ISP기능을 하는 외부 네트워크(103)에 연결될 수 있다. 도 1에서는 트리 구조를 도식했지만, PON은 다른 구조,예를 들면 링이나 버스 구조를 기반으로 할 수 있다.

[0034] <u>EPON의 보통 작동 모드</u>

[0035] 도 2는 보통 작동 모드에서의 EPON을 도식한다(종래 기술). ONUs를 EPON에 임의로 넣기 위해서, EPON은 통상적으로 두 가지 작동 모드를 갖는다: 보통 작동 모드와 탐색(초기)모드. 보통 작동 모드는 정규 업스트림 데이터 전송을 제공하고, OLT는 초기화된 모든 ONU들에게 전송 기회를 할당한다.

[0036] 도 2에서 도식된 바와 같이, 다운스트림 방향에서는, OLT(201)가 ONU(211), ONU(212), ONU(213)에게 다운스트림 데이터를 브로드캐스팅한다. 모든ONUs들이 똑같은 다운스트림 데이터를 받는 반면, 각각의 ONU들은 자신들에게 도착한 데이터에 한해서 사용자(221),사용자(222), 사용자(223) 중 해당되는 사용자들에게 선택적으로 보낼 수 있다.

[0037] 업스트림 방향에서, OLT(201)는 먼저 스케줄링하고, 전송 타임슬롯을 ONU의 서비스-레벨 어그리먼트에 따라 각각의 ONU들에게 할당한다. 전송 타임슬롯을 할당받지 못하면, ONU는 사용자에게 받은 데이터를 통상적으로 임시 저장한다. 전송 타임슬롯이 할당되면, ONU는 할당된 전송 윈도우 내에서 임시 저장된 사용자 데이터를 전송한다.

[0038] OLT의 스케줄에 따라 모든 ONU가 업스트림 데이터를 전송할 차례를 갖기 때문에, 업스트림 링크의 용량이 효율적으로 사용될 수 있다. 하지만, 스케줄링을 완벽하게 하기 위해서는, 상기 OLT가 새로 연결된 ONU를 탐색하고 초기화할 필요가 있다. 탐색하는 동안에, 상기 OLT가 ONU의 RTT(round-trip time),MAC 어드레스, 서비스-레벨 어그리먼트 등 같은 스케줄링을 하는데 중요한 정보를 수집할 수 있다.(어떤 경우에는, 서비스-레벨 어그리먼트를 OLT가 알고 있을 수도 있다.)

[0039] <u>일반적인 이더넷 요구사항</u>

[0040] 도 3은 브리지로 연결된 이더넷 세그먼트를 도식한 도면이다(종래 기술). IEEE 802 표준은 이더넷 세그먼트가 포인트-투-포인트 모드에서 작동되는 것을 허용한다. 포인트-투-포인트 이더넷 세그먼트에서, 하나의 링크가 두 개의 호스트들을 연결하거나, 하나의 호스트와 하나의 이더넷 브리지를 연결한다. 포인트-투-포인트 모드는 기가비트 이더넷 같은 스위치로 연결된 이더넷에서 작동되는 공통된 양식이다.

[0041] 여러 개의 이더넷 호스트들이 서로서로 통신할 필요가 있을 때, 세그먼트 간의 통신을 허락하기 위해 이더넷 브리지는 여러 개의 포인트-투-포인트 이더넷 세그먼트 사이를 통상적으로 연결하고 스위칭한다. 도 3에서 나타낸 바와 같이, 이더넷 브리지(310)는 여러 개의 포트를 갖는다. 포인트-투-포인트 세그먼트(321,322,323)는 포트(311,312,313)에 각각 연결되어 있다. 만약 세그먼트(322) 상의 호스트가 데이터 프레임을 세그먼트(321) 상의 호스트에게 보낸다면, 상기 데이터 프레임은 데이터 프레임의 도착지 이더넷 MAC 어드레스에 따라 포트(312)에서 포트(311)를 거쳐 이더넷 브리지(310)에 의해 스위칭된다. 보통, 브리지는 프레임을 상기 프레임이 도착한 포트로 다시 내보내지 않는다.

[0042] EPON에서의 포인트-투-포인트 에뮬레이션(PtPE)

[0043] 하나의 EPON에서, 하나의 ONU로부터 하나의 OLT까지의 업스트림 전송은 포인트-투-포인트 통신이기 때문에, EPON의 동작은 이상적으로는 IEEE 802 표준에 의한 포인트-투-포인트 이더넷 동작에 맞춰져 있다. 그렇지만, 상기 EPON 구조는 브리징된 포인트-투-포인트 이더넷의 요구사항을 자동적으로 만족시키진 않는다: 만약 EPON 업스트림 링크가 이더넷 브리지 포트에 연결되어 있다면, 그리고 모든 업스트림 트래픽이 상기 포트에서 받아들여 진다면, 같은 EPON 상의 다른 ONUs들에게 연결된 사용자들은 서로 통신하지 못할 것이다. OLT 안에 위치한 이더넷 브리지는 업스트림 데이터들을 스위칭하지 못할 것이다. 왜냐하면, 같은 포트에서 전송 받기 때문이다. 상기 설정들은 같은 EPON 내의 ONUs들 사이에서 데이터 트래픽이 레이어 3(네트워크 레이어) 단계에서 처리되고, 상기 EPON의 밖에 있는 장치들에 의해 스위칭 되도록 한다(예를 들어,OLT가 연결된 IP 라우터). 이는 인트라-EPON 트래픽을 전달하는 매우 비효율적인 방식이다.

[0044] 상기 문제점을 해결하기 위해, 그리고 다른 이더넷 네트워크와 EPON의 매끄러운 연결을 위해서, 이상적으로는 상기 EPON 매체에 장착된 장비들이 포인토-투-포인트 매체를 에뮬레이트하는 서브레이어를 갖는다. 상기 서브레이어는 조정 서브레이어(RS:reconciliation sublayer)라고 불리며, IEEE 802.3 표준에 정의된 이더넷 MAC 동작을 존중하기 위해 데이터 링크 레이어 아래에 존재한다. RS의 동작은 각각의 ONU에게 고유한 태그를 가지고 이더넷 프레임을 태깅하는 것으로 이루어진다. 상기 태그들은 LLID(logic link IDs)라 불리며, 각각의 프레임 앞의 프리앰블에 위치한다.

[0045] 도 4A에서는 EPON 안에서 포인트-투-포인트 에뮬레이션을 갖고 다운스트림 트래픽을 전송하는 것을 도식한다(종래 기술). PtPE 모드에서, OLT(400)는 여러 개의 MAC 포트(인터페이스)를 갖고, 각각의 MAC 포트는 ONU 하나당 대응한다. MAC 포트(431)로부터 이더넷 프레임 다운스트림을 보낼 때, OLT(400)내의 조정 서브레이어(40)는 MAC 포트(431)에 관련된 LLID(461)를 삽입한다. 프레임이 패시브 광커플러를 통해 각각의 ONU에게 브로드캐스팅될지라도, 적절한 LLID를 가진 ONU -예를 들어,LLID(461)을 갖는 ONU(451)- 내에 위치한 조정 서브레이어 모듈은 보다 상세한 검증을 위해 프레임을 받아, 상기 프레임을 상기 ONU의 MAC 서브레이어로 보낼 것이다. 그 외 다른 ONUs들 내의 MAC 레이어-LLID(462)를 갖는 ONU(452)와 LLID(463)를 갖는 ONU(453)-는 보통 상기 프레임들을 전송받지 않는다. 따라서, 프레임이 포인트-투-포인트 링크를 통해 오직 도착지 ONU에만 전송되는 것처럼 보인다.

[0046] 도 4B에서는 하나의 EPON 안에서의 포인트-투-포인트 에뮬레이션을 이용한 업스트림 트래픽 전송을 도식한다. 업스트림 방향에서, ONU(451)는 각각의 전송 프레임의 프리앰블에 할당된 LLID(461)을 삽입한다. 따라서, OLT(400)의 조정 서브레이어(440)은 MAC 포트(431)에 상기 프레임을 퍼뜨린다.

[0047] 여러개의 ONUs들 간의 업스트림 링크 공유

[0048] EPON에서, 여러 개의 ONUs들은 통상적으로 업스트림 데이터를 전송하기 위한 하나의 업링크를 공유한다. 왜냐하면, 광스플리터와 OLT 사이에는 오직 하나의 링크만 있기 때문이다. 이러한 시분할 전송을 하기 위해서, 상기 OLT가 전송 타임슬롯을 각각의 ONU들에게 할당한다. 이러한 시분할 전송 설계의 구현에 있어 한가지 문제점은 ONU로부터 전송된 데이터에 의한 간섭이다. 이때 간섭은 다른 ONUs로부터의 레이저 노이즈에 의해 야기된다.

[0049] 파워가 켜진 레이저 트랜스미터는 자체적인 발산 노이즈를 데이터 전송이 없을 때조차 생성한다. 데이터를 전송하지 않을 때, ONU의 레이저 트랜스미터가 꺼지지 않는다면, 여러 개의 ONUs로부터의 축적된 노이즈는 또 다른 ONU의 데이터 전송에 간섭을 일으킬 수 있다. 데이터-전송 ONU보다, 노이즈-생성 ONUs가 광스플리터에 가깝게 있다면 상기 간섭은 악화된다.

[0050] 상기 간섭 문제를 해결하기 위한 하나의 방법은 전송 슬롯 사이에서 레이저를 끄는 것이다. 도 5A에서는 EPON에서의 전송 타임슬롯의 구조를 도식한다(종래 기술). 전송 타임슬롯 안에 수용된 업스트림 데이터 버스트는 자신의 데이터 페이로드 옆에 몇몇 파트를 포함한다. 도 5A에서 나타낸 바와 같이, 타임슬롯은 레이저 턴-온 주기(501), AGC(automatic gain control) 주기(502), CDR(clock and data recovery) 주기(503), 데이터/아이들 페이로드(data/idle payload)(504), 그리고 레이저 턴-오프 주기(505)를 갖는다. 레이저가 보통 한순간에 켜지거나 꺼지지 않기 때문에, 할당된 타임슬롯에 대해 레이저를 켜거나 끄는 총 시간이 계산될때, 레이저 응답 시간이 제시되어야 한다.

[0051] 도 5B에서는 여러 개의 ONUs들로부터의 업스트림 데이터 버스트의 전송을 도식한다(종래 기술). 도 5B에서 나타낸 바와 같이, 다섯 개의 ONUs(521-525)는 OLT(500)와 통신한다. ONUs(521,522)에 의해 각각 전송된 업스트림 데이터 버스트(541,542)는 같은 업링크를 공유한다. ONU(521)가 데이터 버스트(541)을 전송할 때, ONUs(522-

525) 내의 레이저들은 꺼진다. 데이터 전송이 완료된 후, ONU(521)는 ONU(522)가 데이터 버스트(542)를 전송할 수 있도록,자신의 레이저를 끈다.

[0052] ONU 전송 제어

[0053] 할당된 타임슬롯이 도착할 때 레이저를 켜기 위해, 전송이 완료됐을 때 레어저를 끄기 위해, 피지컬 레이어에 속한 레이저를 제어하기 위해, 간단하게 레이저 온/오프 제어 신호를 데이터 링크 레이어로부터 생성할 수 있다. 이것이 IEEE 802.3ah 표준에 기반해, ONU의 로컬 클락(clock)이 통상적으로 데이터 링크 안에 존재해야 하는 이유이며, 그러므로 데이터 링크 레이어는 전송 타임 슬롯의 시작과 끝을 검출하기 적합하다. 하지만, 이러한 접근은 레이어나 서브레이어는 오직 바로 이웃 레이어나 서브레이어와만 신호할 수 있다는 기본 레이어 원칙에 위반된다.

[0054] 도 6에서는 피지컬 레이어에 속한 레이저를 제어하기 위한 레이저 제어 신호를 데이터 링크 레이어로부터 생성하는 것을 도식한다(종래 기술). 도 6에서 나타낸 바와 같이, OSI 모델 레이어들은 피지컬 레이어(612), 데이터 링크 레이어(614), 네트워크 레이어(616), 트랜스포트 레이어(618), 세션 레이어(620), 프리젠테이션 레이어(622), 그리고 애플리케이션 레이어(624)로 구성되어 있다. EPON 장비들은 주로 피지컬 레이어(612)와 데이터 링크 레이어(614) 내에서 작동한다. IEEE 802.3 표준에 기반해, EPON내의 데이터 링크 레이어(614)는 LLC/MAC 클라이언트 서브레이어(622), 멀티-포인트 MAC 제어 서브레이어(628),그리고 MAC 서브레이어(630)를 포함하며; 피지컬 레이어는 조정 서브레이어(636), GMII 인터페이스(638), PCS 서브레이어(640), PMA 서브레이어(642), PMD 서브레이어(644), MDI(medium dependent interface)(646), 그리고 물리적 매체(광섬유)(648)를 포함한다. 특히, PHY(physical-layer device)는 일반적으로 PCS,PMA,그리고 PMD를 구현한다.

[0055] 레이저 온/오프 제어 신호(650)는 통상적으로 멀티-포인트 MAC 제어 서브레이어(628)에서 생성되고, 레이저를 켜거나 끄기 위해 PMD 서브레이어(644)로 보내진다. 상기 시그널링 매커니즘은 간단함에도 불구하고, 보통 서브레이어는 여러 개의 레이어들/서브레이어들을 통과해 신호하지못한다는 레이어 원칙에 위반된다. 이러한 레이어 위반을 피하는 한가지 방법은 신호가 여러 개의 서브레이어를 통과할 때 레이저 제어 신호(650)를 제거하는 것이다.

[0056] 본 발명의 한가지 실시예를 들면, 데이터 링크 레이어로부터 수신된 워드의 미리 정해진 지연 합을 피지컬 레이어에서 사용하는 것이다. 이런 방식으로, 상기 피지컬 레이어는 지연된 워드를 관찰함으로써, 전송된 데이터가 존재하는 시기를 결정할 수 있고, 레이저를 켜는 충분한 시간을 가질 수 있으며, 데이터 전송을 준비할 수 있다. 마찬가지로, 피지컬 레이어는 전송된 데이터가 더 이상 존재하지 않을 시기를 결정할 수 있고, 그에 따라 레이저를 끌 수 있다. 앞서 설명한 지연 메카니즘을 구현하기 위해서, 우리는 각각의 워드들을 임시저장하는 FIFO 큐를 사용할 수 있다.

[0057] 도 7에서는 본 발명의 실시예에 따라, 데이터 링크 레이어로부터 수신된 임시 저장된 워드에 기반해, 레이저 트랜스미터를 제어하는 과정을 도식한다. 도 7의 윗부분에 나타낸 바와 같이, 데이터 링크 레이어로부터 수신된 데이터는 데이터 프레임(744,750)을 포함한다. 프레임(744)의 뒷부분은 선택 사항인 FEC(forward error correction) 패리티 비트(746)와 IPG(inter-packet gap)(748)를

[0058] 위한 공간이다. 마찬가지로, 프레임(750)의 뒷부분은 선택 사항인 FEC를 위한 공간(752)과 IPG를 위한 공간(754)이다. FEC 인코더는 FIFO 큐의 앞이나 뒤에 구현된다. 그러므로, FEC를 위한 공간(746,752)은 (만약 FEC 인코딩이 FIFO 큐 앞에서 구현된다면,)앞선 프레임을 위한 FEC 패리티 데이터를,(만약 FEC 인코딩이 FIFO 큐 뒤에서 구현된다면) 아이들(idles) 상태만을 포함할 수 있다.

[0059] 통상적으로, FEC 공간의 길이는 앞선 프레임 길이에 비례한다. 도식된 예를 보면, FEC 공간(746)은 프레임(744)의 길이에 따르고, FEC 공간(752)은 프레임(750)의 길이에 따른다. 덧붙이자면, IPG를 위해 최소 요구되는 길이가 있다. 예를 들어, IEEE 802.3ah 표준은 IPG가 12워드의 길이를 갖는다고 정의하지만, 선택 사항이다.

[0060] 워드가 피지컬 레이어에 도착하면, 상기 워드는 미리 정해진 지연 시간을 갖는 FIFO 버퍼(710)에 저장된다. 각각의 워드가 FIFO 버퍼(710)의 꼬리(tail)에 저장된 후, 각각의 워드는 일정한 시간 간격으로 FIFO 버퍼(710)의 머리(head)쪽으로 움직인다.

[0061] 언제 레이저를 켜고, 끌 것인지를 정하기 위해, 이상적으로 시스템은 수신된 워드의 내용을 모니터한다. 수신된 워드가 데이터 워드이고, 레이저가 현재 꺼져있다면, 시스템은 레이저를 켠다. 그 다음엔 수신된 워드가 FIFO 버퍼(710)에 저장되고, FIFO 버퍼(710)에 의해 알려진 총 지연은, 피지컬 레이어에서 알려진 다른 지연과 결합될 때, 이상적으로 레이저 턴-온 주기(740)와 동기 주기(742)를 수용하기에 충분하다. 동기 주기(742)는 OLT가

업스트림 데이터를 접수하기 위한 준비를 하도록 하는 AGC(automatic gain control) 주기와 CDR(clock and data recovery) 주기를 포함할 수 있다.

[0062] 프레임(744) 뒤에 오는 FEC 공간(745)은 프레임(744)을 위한 FEC 패리티 비트를 적용한다. FEC 인코딩이 FIFO 큐 앞이나 뒤에서 구현되기 때문에, 데이터 링크 레이어로부터 수신된 데이터를 위한 FEC 공간(746)은 인코딩된 FEC 패리티 데이터를 포함하거나, 오직 아이들(idles) 상태만 포함할 수 있다. FEC 공간(746) 후에, IPG 공간(748)이 프레임(744)-FEC 공간(768)을 포함하는-과 다음에 오는 프레임(752)간의 최소한의 간격이 있음을 보증해준다. 도 7에서 나타낸 바와 같이, IPG 공간(768)은 레이저 턴-온 주기(740)와 동기 주기(742)의 합보다 짧다. 그러므로, 시스템은 IPG 공간(748) 동안에 레이저를 끄지 않는다.

[0063] 마찬가지로, 프레임(750), FEC 공간(752)과 IPG 공간(754) 모두가 그들이 피지컬 레이어에 도착했을 때, FIFO 버퍼(710)에 저장된다. 피지컬 레이어가 충분히 많은 연속된 IPG 아이들 워드를 수신할 때만, 시스템은 레이저를 끈다. 레이저가 꺼지기 위해 요구되는 최소한의 연속된 IPG 아이들 워드는 이상적인 경우에 레이저 턴-온 주기(740)나 동기 주기(742)를 수용하기에 충분하다. 그래서, 데이터 워드가 상기 아이들 워드 다음에 올 때, 레이저가 켜지는 충분한 시간을 허용할 수 있다.

[0064] 본 발명의 하나의 실시예에서, 시스템은 레이저를 끄기 위해, 오직 IPG 아이들 워드만 포함하는 FIFO 버퍼(710)를 요구할 수 있다. 이러한 방식으로 o레이저를 켜는 충분한 시간, 다음 데이터 워드를 위한 동기 시간을 제공할 충분한 시간이 있음을 보증할 수 있다. 도 7에서 나타낸 바와 같이, FIFO 버퍼(710)는, FIFO 버퍼(710)에서 나간 FEC 공간(752)의 마지막 워드 뒤에, 오직 IPG 아이들 워드만 포함한다. 이때 시스템은 레이저 턴-오프 주기(754) 후에 완벽히 차단된 레이저를 끈다. 만약 FEC가 사용되지 않는다면, 상기 시스템은 FIFO 버퍼(710)가 FIFO 버퍼(710)에서 나간 프레임(750)의 마지막 워드 뒤에 오직 IPG 아이들 워드만 포함하는 과정만큼 빨리 레이저를 꺼야 할 것이다.

[0065] ONU가 OLT 가까이에 있는 경우에는, 상기 OLT는 동기화할 때, 디폴트 AGC와 CDR 시간보다 더 작은 시간을 필요로 한다. 따라서, 이러한 ONU 안의 시스템은 감소된 동기 주기에 대응하기 위해, 전송 오버헤드를 감소시키기 위해, FIFO 버퍼(710)에서 알려진 지연을 짧게 한다. 보통 상기 시스템은 유연성을 위해, FIFO 버퍼(710)의 지연을 재설정할 수 있다.

[0066] 두 개의 연속된 데이터 프레임들 간에서 FEC 공간과 IPG 공간의 정확한 길이가 예약되는 것이 중요하다. FEC 공간과 IPG 공간의 예약은 데이터 링크 레이어나 피지컬 레이어에서 이뤄진다. 첫 번째 경우, 상기 데이터 링크 레이어(예를 들면, 멀티-포인트 MAC 제어 서브레이어)는 데이터 프레임의 경계를 검출하고, FEC 패리티 데이터와 IPG를 위한 필요 공간을 삽입하는 일을 한다. 따라서, 피지컬 레이어의 전송-제어 메카니즘에서는 데이터를 전송할 시간과 전송을 그만둘 시기에 관해 데이터 링크 레이어에 신호할 필요가 없다.

[0067] 두 번째 경우에선, 데이터 링크 레이어가 데이터 프레임들 사이에 FEC와 IPG를 위한 공간을 삽입할 필요가 없다. 대신, 피지컬 레이어가 데이터 프레임의 경계를 검출하고, FEC와 IPG를 위한 필요한 공간을 삽입한다. 따라서, 상기 피지컬 레이어는 이상적으로는 데이터를 전송할 시간과 전송을 그만둘 시기에 관해 데이터 링크 레이어에 신호한다.

[0068] 도 8A에서는 본 발명의 실시예에 따라, 데이터 링크 레이어에 프레임간 간격 제어를 하기 위한 신호 과정을 갖지않고, 데이터 링크 레이어로부터 수신된 워드를 임시 저장하는 과정을 나타낸 플로우 차트를 도식한다. 시스템은 데이터 링크 레이어로부터 워드를 수신함으로써 시작된다[스텝(810)]. 그 다음에 시스템은 수신된 워드가 데이터 워드인지, 아이들 워드인지 판단한다[스텝(812)].

[0069] 수신된 워드가 데이터 워드라면, 상기 시스템은 아이들 길이(idle lenth)의 카운터를 0으로 설정한다[스텝(813)]. 아이들 길이는 연속된 아이들의 숫자를 나타내고, 레이저가 꺼질 것인지를 판단하는데 사용된다. 그 다음에 시스템은 레이저가 켜질 것인지를 판단한다[스텝(814)]. 만약 레이저가 꺼져 있다면, 시스템은 상기 레이저를 켠다[스텝(816)]. 그렇지 않을 경우에, 시스템은 FIFO 버퍼의 제 1 워드를 제거하기 위한 단계로 바로 직행한다[스텝(840)]. 다음 단계에서, 시스템은 FIFO 버퍼 안의 워드들을 버퍼의 머리로 이동시키고[스텝(841)], 수신된 데이터 워드를 FIFO 버퍼의 꼬리에 덧붙인다[스텝(842)]. 그리고나서, 시스템은 다음 워드를 데이터 링크 레이어로부터 수신할 준비를 한다[스텝(810)].

[0070] 수신된 워드가 아이들 워드라면, 시스템은 먼저 아이들 길이의 카운터를 증가시켜, 1로 설정한다[스텝(820)]. 다음엔, 시스템이 레이저가 현재 켜져 있는지를 판단하고, 그리고 아이들 길이가 레이저 턴-온 주기와 동기 시간의 합으로 정의된 지연 한도보다 큰 지를 판단한다[스텝(852)]. 만약 두 조건이 모두 참(true)이라면, 시스템

은 레이저를 끄고[스텝(854)], FIFO 버퍼의 제 1 워드를 제거한다[스텝(840)]. 그렇지 않을 경우에, 시스템은 레이저의 현재 상태를 바꾸지 않고, FIFO 버퍼의 제 1 워드를 제거하기 위한 단계로 바로 직행한다[스텝(840)].

[0071] 도 8B에서는 본 발명의 실시예에 따른, 데이터 링크 레이어로부터 수신된 워드를 임시 저장하는 과정과 프레임간의 간격 제어를 위해 데이터 링크 레이어에 신호하는 과정을 나타낸 플로우 차트를 도식한다. 시스템은 데이터 링크 레이어로부터 워드를 수신함으로써 시작된다[스텝(860)]. 그리고 나서 시스템은 수신된 워드가 데이터 워드인지 아이들 워드인지 판단한다[스텝(862)].

[0072] 만약 수신된 워드가 데이터 워드라면, 시스템은 아이들 길이의 카운터를 0으로 설정하고[스텝(864)], 수신된 현재의 프레임 바로 뒤에, 데이터 링크가 백-투-백 프레임(back-to-back frame)을 보내는 것을 일시적으로 금한다[스텝(866)]. (IEEE 802.3에 기반해,이 과정은 캐리어-센스 신호를 "참"에 설정함으로써 이뤄낼 수 있다. "참"으로 설정된 상기 캐리어-센스 신호는 현재 데이터 프레임이 데이터 링크 레이어로부터의 전송을 끝내도록 해주며, 데이터 링크 레이어가 다음 데이터 프레임을 보내지 못하게 해준다.) 그 다음에 시스템은 레이저가 켜져 있는지를 판단한다[스텝(870)]. 만약 레이저가 꺼져 있다면, 시스템은 레이저를 켠다[스텝(872)]. 반대의 경우에는. 시스템은 FIFO 버퍼의 머리에 위치한 처음에 들어간 워드를 제거한다[스텝(874)]. 그 다음에는, 시스템이 FIFO 버퍼 안의 워드들을 버퍼의 머리 방향으로 이동시키고[스텝(876)], FIFO 버퍼의 꼬리에 수신된 데이터 워드를 붙인다[스텝(878)]. 그 다음에는, 시스템이 다음 워드를 데이터 링크 레이어로부터 수신할 준비를 한다[스텝(860)].

[0073] 만약 수신된 워드가 아이들 워드라면, 시스템은 먼저 아이들 길이의 카운터를 1로 추가한다[스텝(880)]. 그 다음에는, 시스템이 연속된 아이들 워드의 수(아이들 길이)가 최소한의 프레임간의 간격보다 크거나 같은지를 판단한다[스텝(882)]. (상기 최소한의 프레임간의 간격에는 이상적으로는 (FEC가 사용된다면)FEC 패리티 비트를 위한 공간과 디폴트 IPG 공간이 포함된다.) 그렇다면, 시스템은 데이터 링크 레이어가 다음 프레임을 보내도록 허용한다[스텝(884)]. (IEEE 802.3 표준에 기반해, 상기 과정은 캐리어-센스 신호를 "거짓"에 설정함으로써 이뤄질 수 있다.) 반대의 경우에는, 시스템이 레이저가 현재 켜져 있는지를 판단하고, 아이들 길이가 레이저 턴-온 주기와 동기 시간의 합으로 정의된 지연 한도보다 큰지를 판단한다[스텝(886)]. 두 조건이 모두 참이라면, 시스템은 레이저를 끄고[스텝(888)], FIFO 버퍼의 제 1 워드를 제거한다[스텝(874)]. 그렇지 않을 경우에, 시스템은 레이저의 현재 상태를 변화시키지 않고, FIFO 버퍼 안의 제 1 워드를 제거하기 위한 단계로 바로 직행한다[스텝(874)].

[0074] 앞에서 설명한 본 발명의 실시예를 도면과 설명으로 나타냈다. 도면과 설명들에서 나타난 형식들은 본 발명을 총 망라하거나, 제한하지 않는다. 따라서, 많은 수정과 변형들이 당 분야의 기술을 보유한 전문가들에게는 명확히 보일 것이다. 덧붙여, 본원은 본 발명을 제한하지 않는다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항들에 의해 정의된다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 하나의 중앙 오피스와 다수의 가입자들이 광섬유와 패시브 광스플리터를 통해 연결되어 있는 EPON(Ethernet passive optical network)을 도식하는 도면이다(종래 기술).

[0020] 도 2는 보통 작동 모드에서의 EPON을 도식한 도면이다(종래 기술).

[0021] 도 3은 브리징된 이더넷 세그먼트를 도식한 도면이다(종래 기술).

[0022] 도 4A는 EPON에서 포인트-투-포인트 에뮬레이션을 이용한 다운스트림트래픽의 전송을 도식한 도면이다(종래 기술).

[0023] 도 4B는 EPON에서 포인트-투-포인트 에뮬레이션을 이용한 업스트림 트래픽의 전송을 도식한 도면이다(종래 기술).

[0024] 도 5A는 EPON에서의 전송 타임슬롯의 구조를 도식한 도면이다(종래 기술).

[0025] 도 5B는 다수의 ONUs들로부터 업스트림 데이터 버스트를 전송하는 것을 도식한 도면이다(종래 기술).

[0026] 도 6은 피지컬 레이어에 속한 레이저를 제어하기 위해, 데이터 링크 레이어로부터 레이저 제어 신호를 생성하는 과정을 도식한 도면이다(종래 기술).

[0027] 도 7은 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 데이터 링크 레이어로부터 수신된 임시 저장된 워드에 기반한 레이저

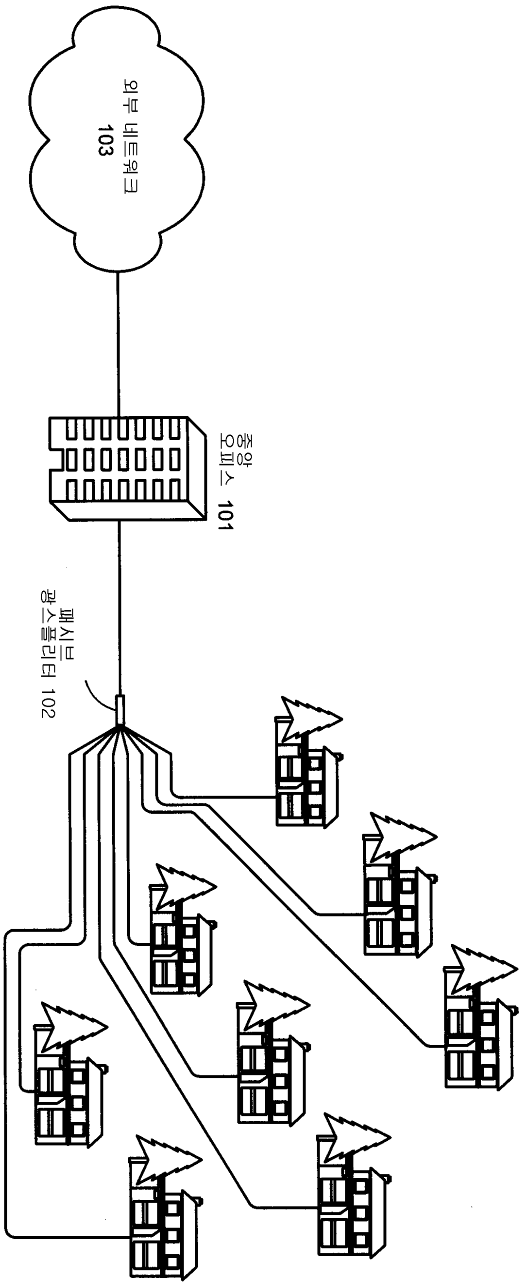
트랜스미터 제어 과정을 도식한 도면이다.

[0028] 도 8A는 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 프레임 간의 간격 제어를 위한 데이터 링크 레이어에 신호하는 과정 없이, 데이터 링크 레이어로부터 수신된 워드를 임시저장하는 과정을 도식한 플로우 차트이다.

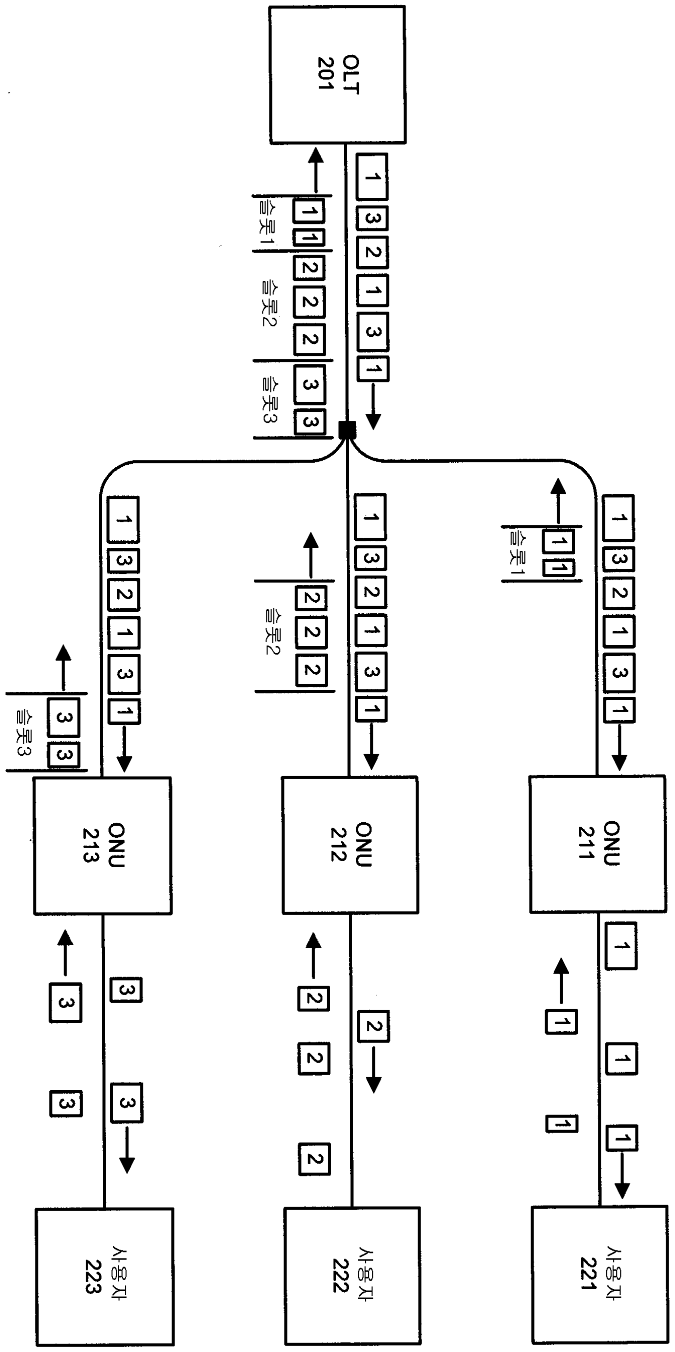
[0029] 도 8B는 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 프레임 간의 간격 제어를위해 데이터 링크 레이어에 신호하면서, 데이터 링크 레이어로부터 수신된 워드를 임시저장하는 과정을 도식한 플로우 차트이다.

도면

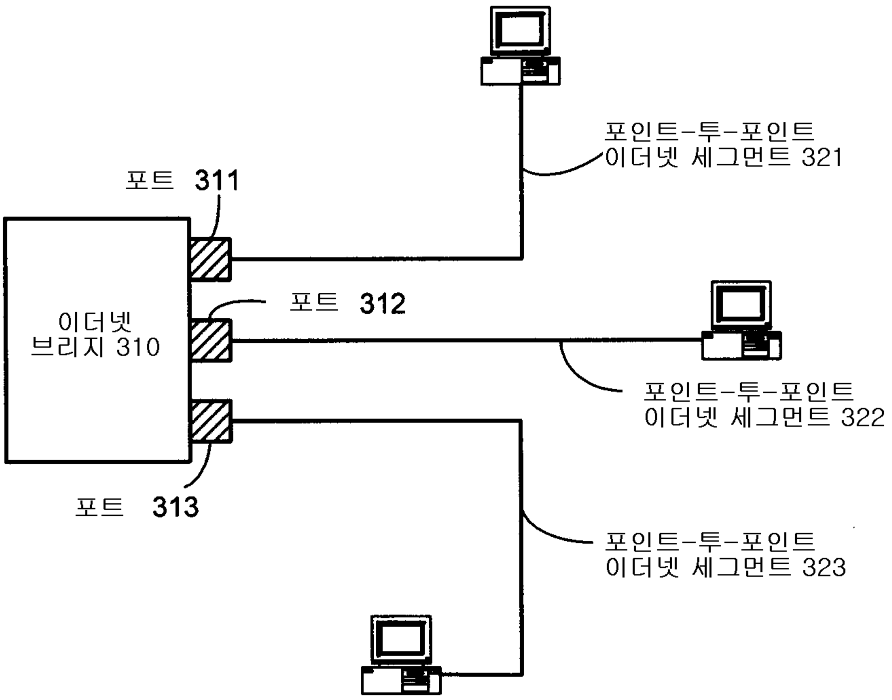
도면1



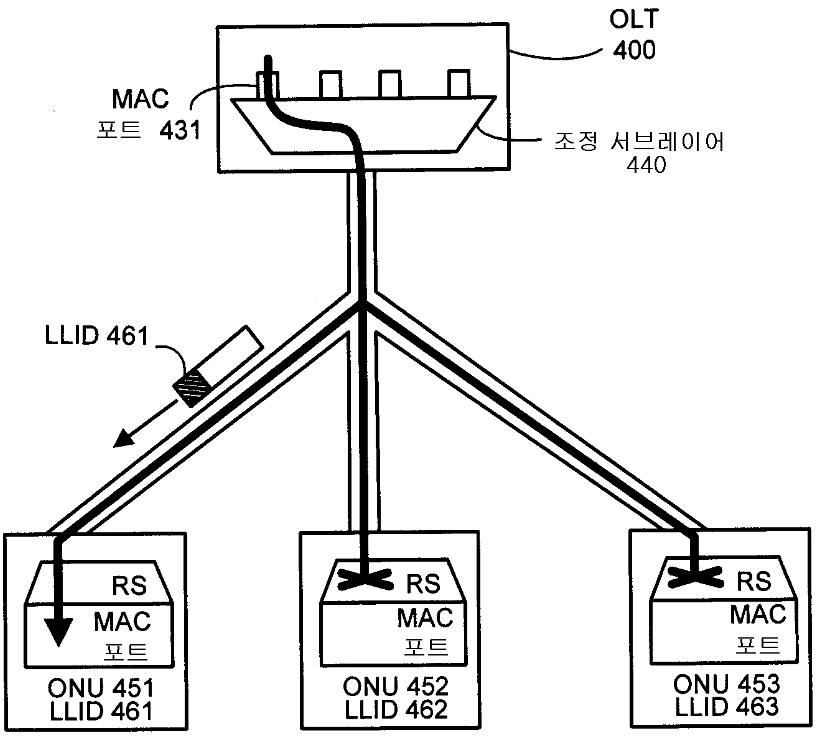
도면2


OLT
201
ONU
211
ONU
212
ONU
213
사용자
221
사용자
222
사용자
223
슬롯1
슬롯2
슬롯3

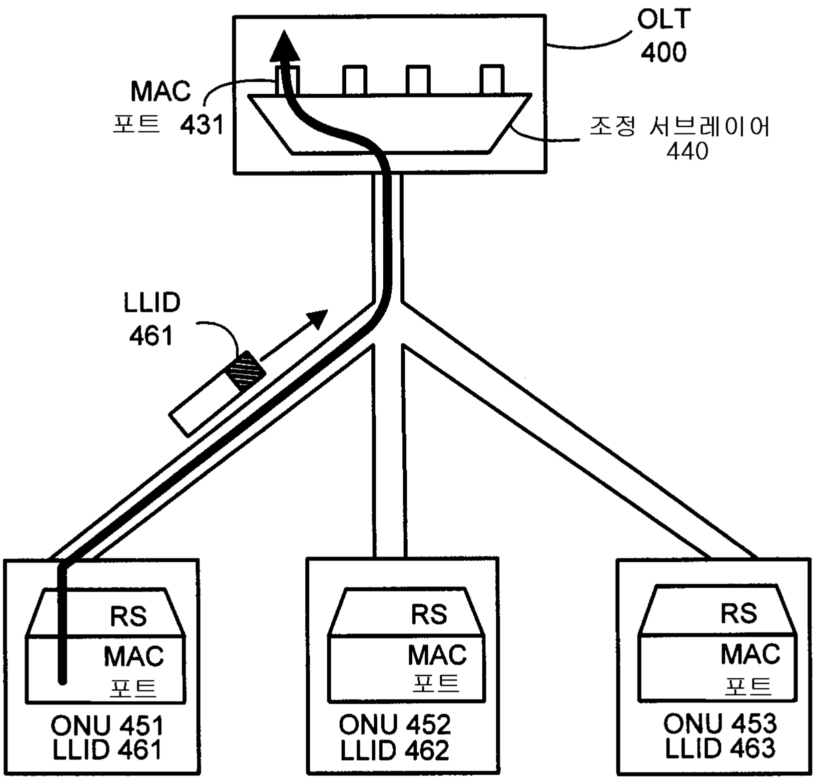
도면3


포인트-투-포인트
이더넷 세그먼트 321
포트 311
포트 312
이더넷
브리지 310
포인트-투-포인트
이더넷 세그먼트 322
포트 313
포인트-투-포인트
이더넷 세그먼트 323

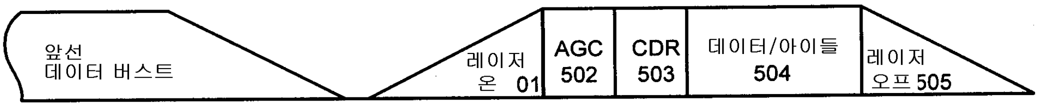
도면4a


OLT
400
MAC
포트 431
조정 서브레이어
440
LLID 461
RS
MAC
포트
ONU 451
LLID 461
RS
MAC
포트
ONU 452
LLID 462
RS
MAC
포트
ONU 453
LLID 463

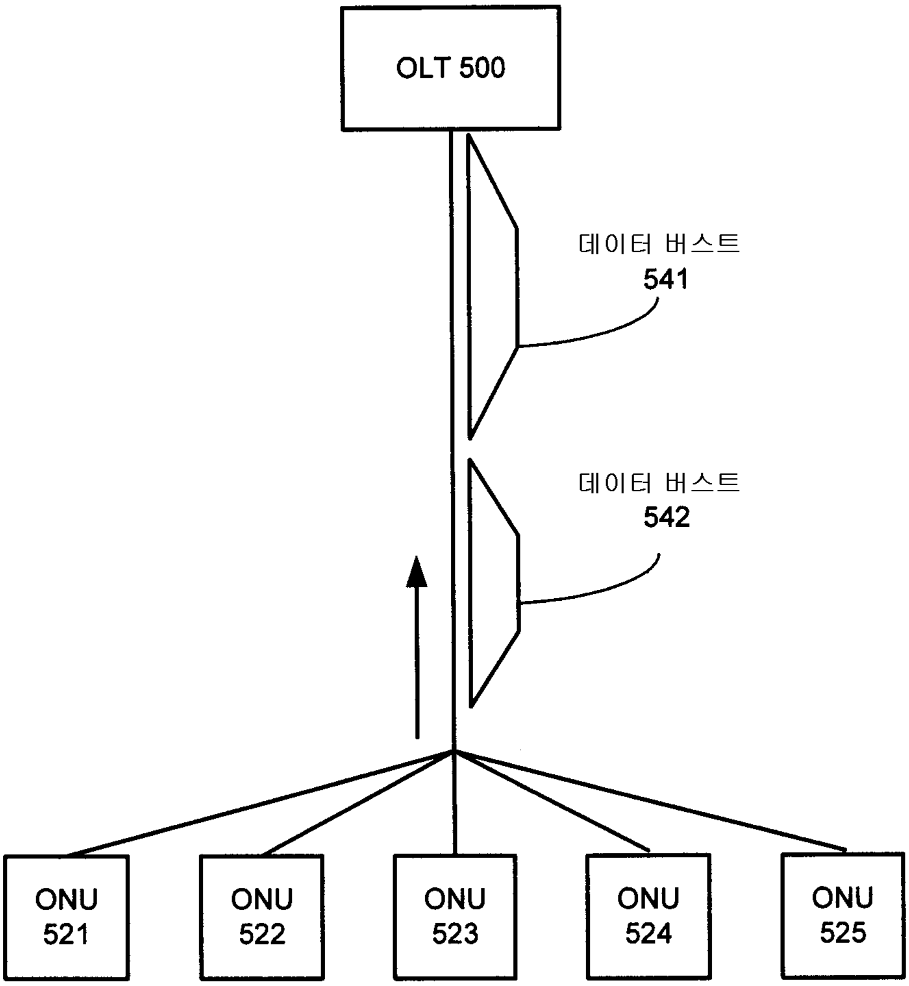
도면4b


OLT
400
MAC
포트 431
조정 서브레이어
440
LLID
461
RS
MAC
포트
ONU 451
LLID 461
RS
MAC
포트
ONU 452
LLID 462
RS
MAC
포트
ONU 453
LLID 463

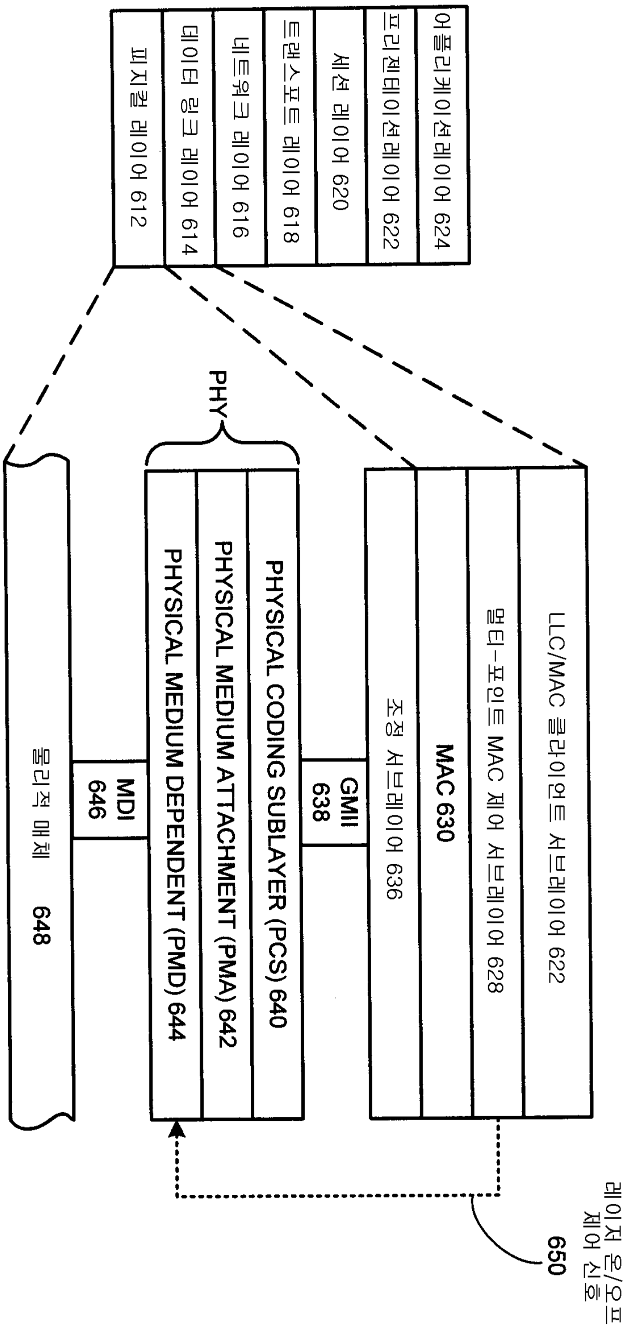
도면5a


앞선
데이터 버스트
레이저
온 01
AGC
502
CDR
503
데이터/아이들
504
레이저
오프 505

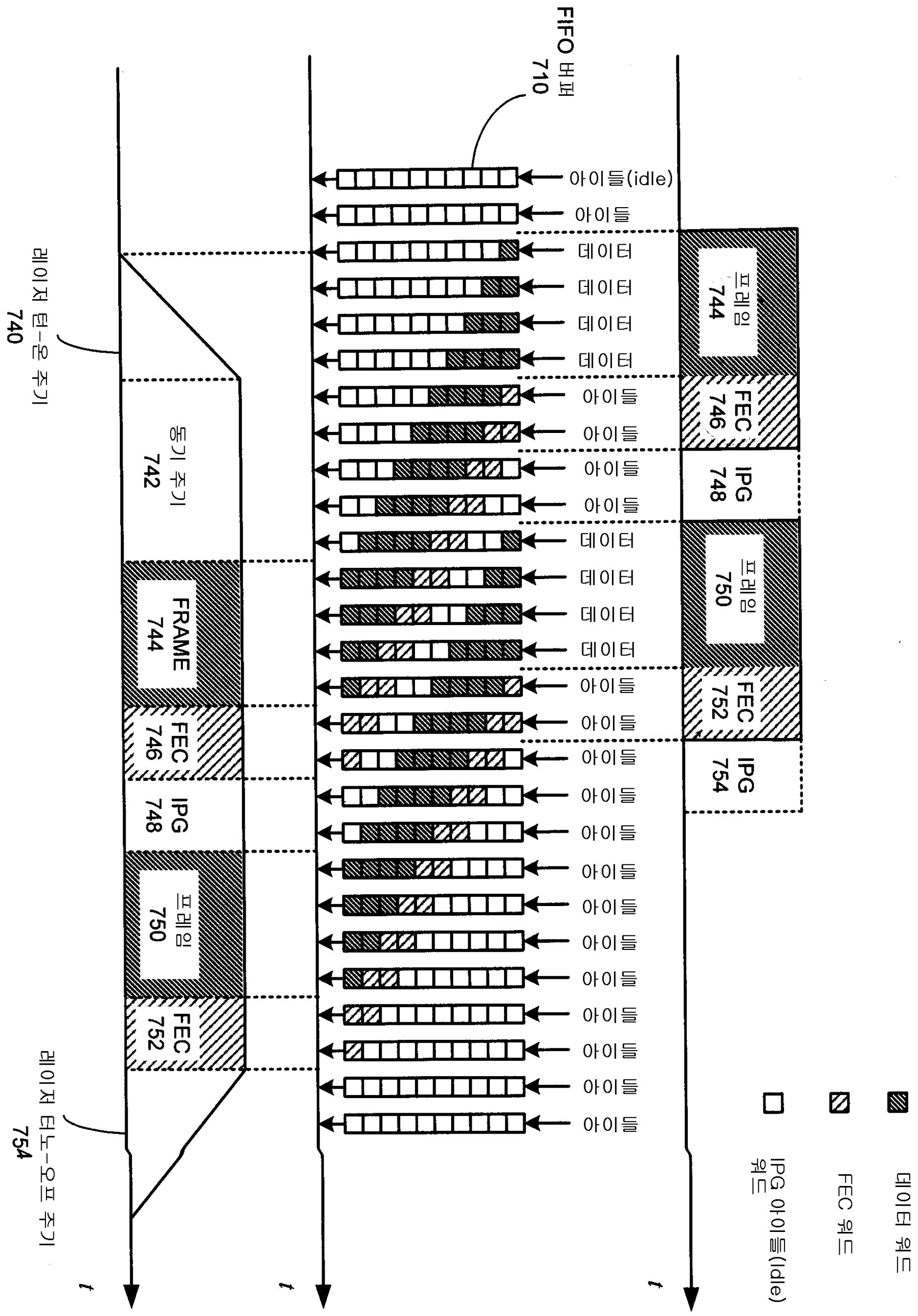
도면5b


OLT 500
데이터 버스트
541
데이터 버스트
542
ONU
521
ONU
522
ONU
523
ONU
524
ONU
525

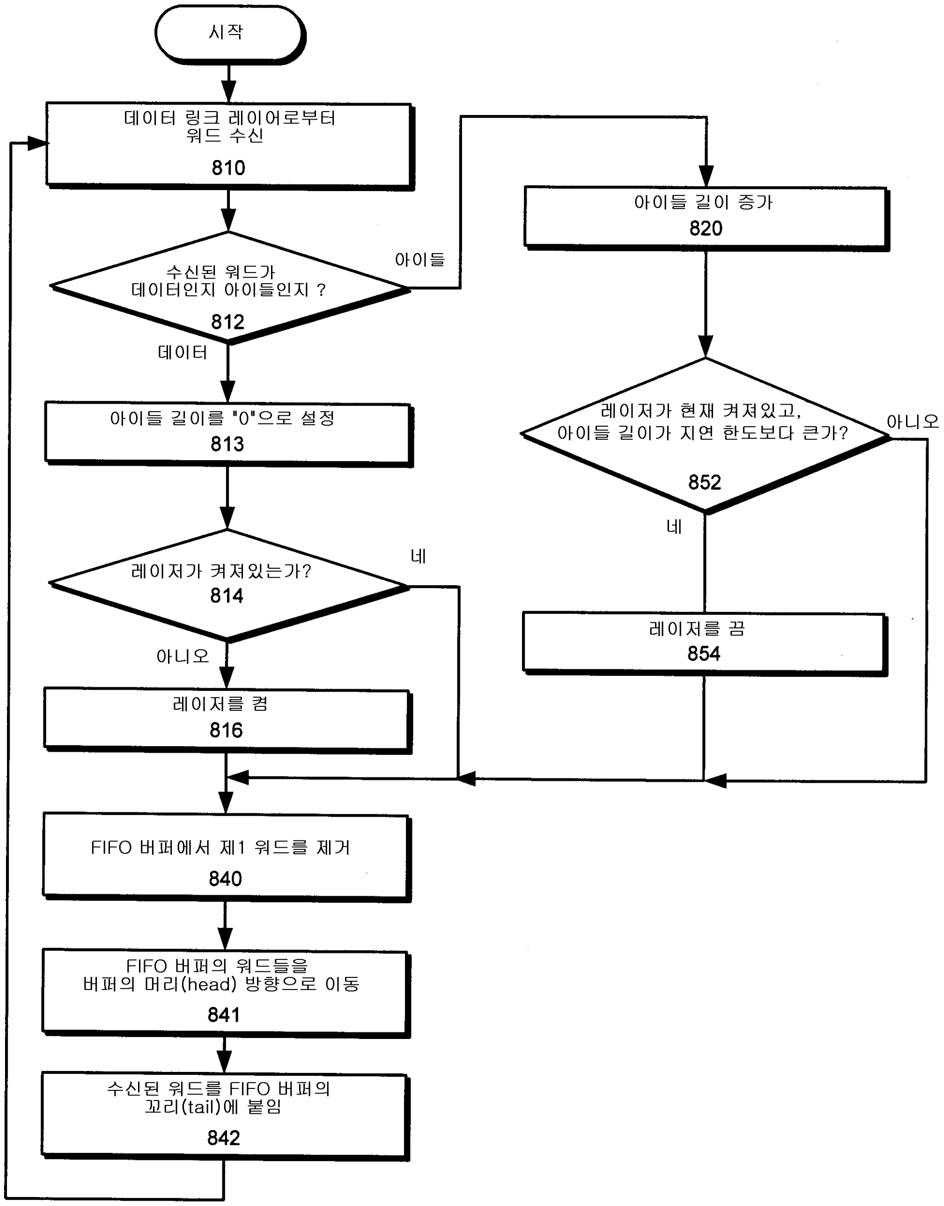
도면6


어플리케이션레이어 624
프리젠테이션레이어 622
세션 레이어 620
트랜스포트 레이어 618
네트워크 레이어 616
데이터 링크 레이어 614
피지컬 레이어 612
LLC/MAC 클라이언트 서브레이어 622
멀티-포인트 MAC 제어 서브레이어 628
MAC 630
조정 서브레이어 636
GMII
638
PHY
PHYSICAL CODING SUBLAYER (PCS) 640
PHYSICAL MEDIUM ATTACHMENT (PMA) 642
PHYSICAL MEDIUM DEPENDENT (PMD) 644
MDI
646
물리적 매체 648
레이저 온/오프
제어 신호
650

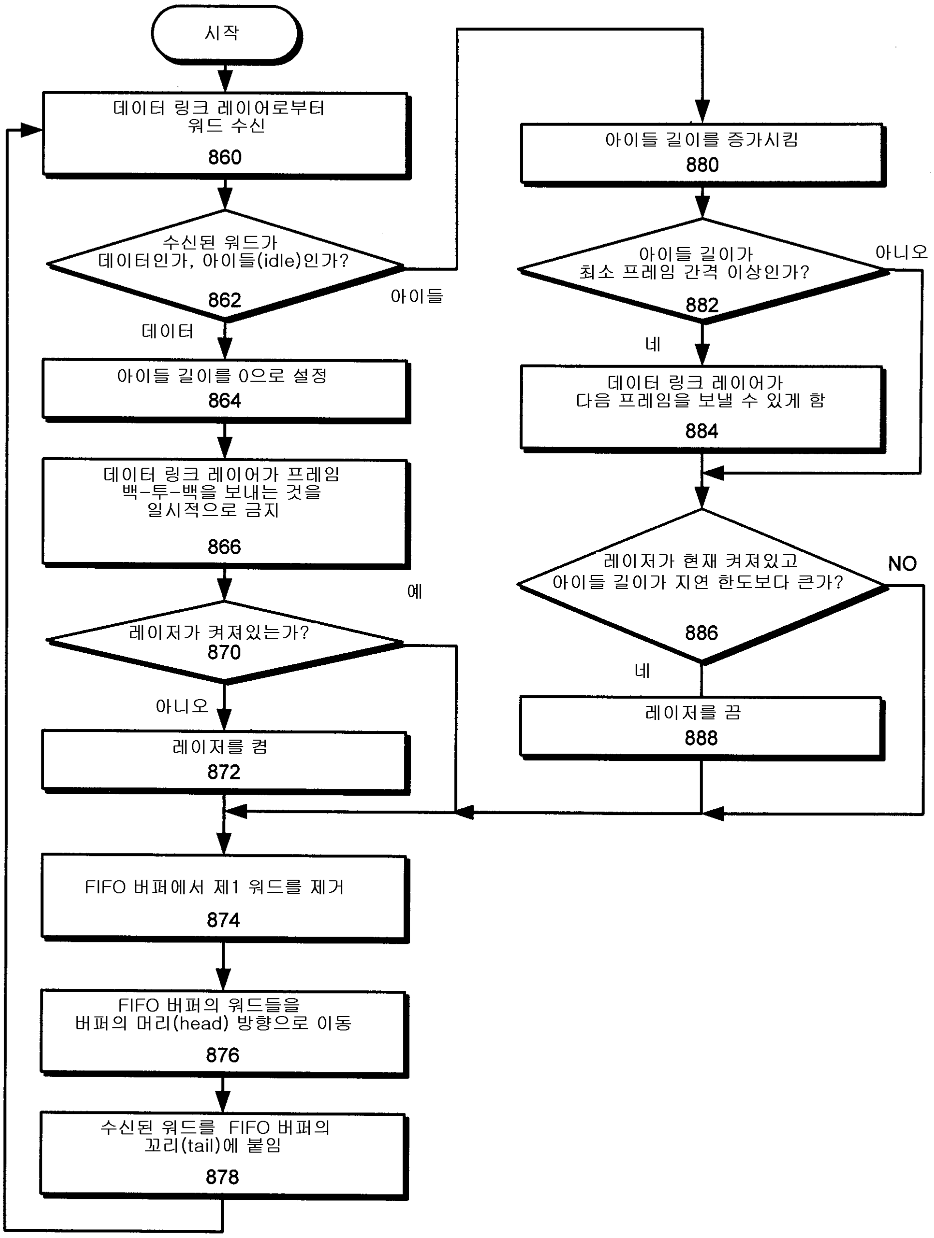
도면7


FIFO 버퍼
710
아이들(idle)
아이들
데이터
레이저 턴-온 주기
740
동기 주기
742
FRAME
744
FEC
746
IPG
748
프레임
750
FEC
752
레이저 턴-오프 주기
754
프레임
744
IPG
754
데이터 워드
FEC 워드
IPG 아이들(Idle) 워드
t

도면8a


시작
데이터 링크 레이어로부터 워드 수신
810
수신된 워드가 데이터인지 아이들인지 ?
812
아이들
데이터
아이들 길이 증가
820
아이들 길이를 "0"으로 설정
813
레이저가 현재 켜져있고, 아이들 길이가 지연 한도보다 큰가?
852
아니오
네
레이저가 켜져있는가?
814
네
아니오
레이저를 끔
854
레이저를 켬
816
FIFO 버퍼에서 제1 워드를 제거
840
FIFO 버퍼의 워드들을 버퍼의 머리(head) 방향으로 이동
841
수신된 워드를 FIFO 버퍼의 꼬리(tail)에 붙임
842

도면8b


시작
데이터 링크 레이어로부터
워드 수신
860
수신된 워드가
데이터인가, 아이들(idle)인가?
862
아이들
데이터
아이들 길이를 0으로 설정
864
데이터 링크 레이어가 프레임
백-투-백을 보내는 것을
일시적으로 금지
866
예
레이저가 켜져있는가?
870
아니오
레이저를 켬
872
FIFO 버퍼에서 제1 워드를 제거
874
FIFO 버퍼의 워드들을
버퍼의 머리(head) 방향으로 이동
876
수신된 워드를 FIFO 버퍼의
꼬리(tail)에 붙임
878
아이들 길이를 증가시킴
880
아이들 길이가
최소 프레임 간격 이상인가?
882
아니오
네
데이터 링크 레이어가
다음 프레임을 보낼 수 있게 함
884
레이저가 현재 켜져있고
아이들 길이가 지연 한도보다 큰가?
886
NO
네
레이저를 끔
888