



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0093787
(43) 공개일자 2013년08월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 10/25 (2013.01) H04L 27/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0147648
(22) 출원일자 2011년12월30일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
조승현
대전광역시 유성구 반석동 반석마을아파트 703동 1103호
이지현
대전광역시 서구 월평2동 무궁화아파트 104동 102호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인무한

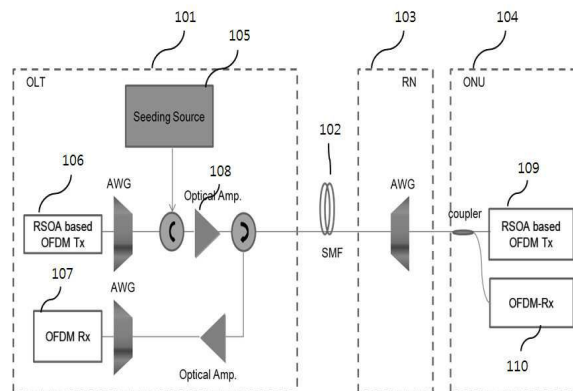
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템

(57) 요약

하이브리드 수동형 광가입자망 시스템이 개시된다. 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템은 파장 분할 다중 방식과 직교 주파수 분할 다중 방식이 혼용된 네트워크 구조로 광 선로 중단 장치와 광 네트워크 유닛을 포함한다. 여기서, 광 선로 중단 장치와 광 네트워크 유닛은 씨드 광원과 반사형 변조기를 사용하여 파장 재활용 방식을 통해 신호를 전송하며, 광원은 단일 파장을 가진 씨드 광원, 2개의 서로 다른 파장 대역을 가진 씨드 광원 또는 파장 가변 광원일 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

명승일

대전광역시 유성구 진민동 푸른아파트 113동 303호

이상수

대전광역시 중구 문화동 하우스토리 103-503

이종현

대전광역시 유성구 도룡동 스마트시티 502동 2304호

정의석

대전광역시 유성구 가정동 161번지

김광옥

전라북도 전주시 완산구 효자동3가 우미린아파트 101동 1201호

특허청구의 범위

청구항 1

하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)는,
 특정 파장을 가지는 씨드광을 출력하는 씨드 광원;
 반사형 변조기를 이용하여 상기 씨드 광원으로부터 출력된 씨드 광을 변조하고, 변조된 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 하향 광신호를 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)에 전송하는 광송신기; 및
 상기 적어도 하나의 광 네트워크 유닛으로부터 OFDM 상향 광신호를 수신하는 광수신기를 포함하고,
 상기 적어도 하나의 광 네트워크 유닛은,
 상기 OFDM 하향 광신호로부터 OFDM 상향 광신호의 파장을 획득하여 상기 OFDM 하향 광신호의 일부를 OFDM 상향 광신호로 재활용하는 것을 특징으로 하는 광 선로 종단장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 씨드 광원은,
 DFB-LD (Distributed Feedback Laser Diode), DBR (Distributed Bragg Reflector) 레이저, ECL (External Cavity Laser), VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) 중 적어도 하나를 포함하는 단일 종모드 발진 광원 (Single Longitudinal Mode operated Laser: SML)을 파장 별로 할당한 후 어레이 형으로 구현한 것을 특징으로 하는 광 선로 종단장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 씨드 광원은,
 EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier), SOA 또는 SLED (Super-luminescent Light Emitting Diode) 중 어느 하나의 광대역 광원을 스펙트럼 분할한 것을 특징으로 하는 광 선로 종단장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
 광링크의 길이와 링크 파워 버짓에 기초하여 OFDM 하향 광신호를 증폭하는 광증폭기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광 선로 종단 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 광송신기는,
 변조된 OFDM 하향 광신호의 최대값과 최소값의 차이를 나타내는 OFDM 하향 광신호의 광변조 지수를 고려하여 OFDM 하향 광신호를 전송하는 것을 특징으로 하는 광 선로 종단 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 씨드 광원은, OFDM 상향 광신호와 관련된 제1 파장 대역의 광원과 OFDM 하향 광신호와 관련된 제2 파장 대

역의 광원으로 구성되는 것을 특징으로 하는 광 선로 중단 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 광 네트워크 유닛들이 복수인 경우, 상기 광 네트워크 유닛들은,

상기 OFDM 하향 광신호와 관련된 복수의 OFDM 서브캐리어들을 공유하고, 상기 OFDM 하향 광신호로부터 OFDM 상향 광신호의 파장을 획득하여 상기 OFDM 하향 광신호의 일부를 OFDM 상향 광신호로 재활용하는 것을 특징으로 하는 광 선로 중단장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 복수의 광 네트워크 유닛들은,

대역폭 할당 요청에 따라 유희중인 서브캐리어를 추가로 할당받거나, 또는 대역폭 제한 요청에 따라 사용중인 서브캐리어를 반납하는 것을 특징으로 하는 광 선로 중단 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 광 네트워크 유닛들이 복수인 경우, 상기 광 네트워크 유닛들은,

상기 OFDM 하향 광신호와 관련된 하나의 OFDM 서브캐리어들을 시간 분할 다중(Time Division Multiplexing: TDM) 방식에 따라 공유하고, 상기 OFDM 하향 광신호로부터 OFDM 상향 광신호의 파장을 획득하여 상기 OFDM 하향 광신호의 일부를 OFDM 상향 광신호로 재활용하는 것을 특징으로 하는 광 선로 중단장치.

청구항 10

하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)은,

광 선로 중단장치(Optical Line Terminal: OLT)으로부터 전송된 OFDM 하향 광신호를 분기하는 광분기기;

상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 광신호의 일부를 수신하는 광수신기;

반사형 변조기를 이용하여 상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 광신호의 나머지를 변조하고, 변조된 OFDM 상향 광신호를 광 선로 중단장치에 전송하는 광송신기

를 포함하는 광 네트워크 유닛.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 광송신기는,

상기 OFDM 하향 광신호로부터 OFDM 상향 광신호의 파장을 획득하여 상기 OFDM 하향 광신호의 일부를 OFDM 상향 광신호로 재활용하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 유닛.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 광분기기는,

광링크의 길이 또는 광링크의 파워 버짓에 기초하여 상기 OFDM 하향 광신호의 분기 비율을 조절하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 유닛.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 광 선로 종단장치는, OFDM 상향 광신호와 관련된 제1 파장 대역의 씨드 광원과 OFDM 하향 광신호와 관련된 제2 파장 대역의 씨드 광원을 포함하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 유닛.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 광 네트워크 유닛들이 복수인 경우, 상기 복수의 광 네트워크 유닛들은,

상기 OFDM 하향 광신호와 관련된 복수의 OFDM 서브캐리어들을 공유하고, 상기 OFDM 하향 광신호로부터 OFDM 상향 광신호의 파장을 획득하여 상기 OFDM 하향 광신호의 일부를 OFDM 상향 광신호로 재활용하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 유닛.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 복수의 광 네트워크 유닛들은,

대역폭 할당 요청에 따라 유희중인 서브캐리어를 추가로 할당받거나, 또는 대역폭 제한 요청에 따라 사용중인 서브캐리어를 반납하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 유닛.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 광 네트워크 유닛들이 복수인 경우, 상기 복수의 광 네트워크 유닛들은,

상기 OFDM 하향 광신호와 관련된 하나의 OFDM 서브캐리어들을 시간 분할 다중(Time Division Multiplexing: TDM) 방식에 따라 공유하고, 상기 OFDM 하향 광신호로부터 OFDM 상향 광신호의 파장을 획득하여 상기 OFDM 하향 광신호의 일부를 OFDM 상향 광신호로 재활용하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 유닛.

청구항 17

하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)는,

제1 파장 가변 광원을 이용하여 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 하향 광신호를 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)에 전송하는 광송신기; 및

상기 적어도 하나의 광 네트워크 유닛으로부터 제2 파장 가변 광원에 기초하여 생성된 OFDM 상향 광신호를 수신하는 광수신기

를 포함하고,

상기 제1 파장 가변 광원과 제2 파장 가변 광원은, 서로 다른 파장 대역을 가지는 광을 출력하는 것을 특징으로 하는 광 선로 종단장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 광 네트워크 유닛들이 복수인 경우, 상기 복수의 광 네트워크 유닛들은, 하나의 OFDM 서브캐리어를 시간 분할 다중 방식에 따라 공유하거나 또는 복수의 OFDM 서브캐리어를 서로 공유하는 것을 특징으로 하는 광 선로 종단장치.

청구항 19

하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 구성하는 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU) 각각은,

광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)의 제1 파장 가변 광원에 기초하여 전송된 OFDM 하향 광신호를 분기하는 광분기기;

상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 광신호의 일부를 하나의 OFDM 서브캐리어를 통해 수신하는 광수신기; 및
 제2 파장 가변 광원을 이용하여 OFDM 상향 광신호를 광 선로 종단장치에 전송하는 광송신기
 를 포함하는 광 네트워크 유닛.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 광 네트워크 유닛들이 복수인 경우, 상기 복수의 광 네트워크 유닛들은, 하나의 OFDM 서브캐리어를 시간 분할 다중 방식에 따라 공유하거나 또는 복수의 OFDM 서브캐리어를 서로 공유하는 것을 특징으로 하는 광 네트워크 유닛.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 초고속 광가입자망 시스템의 네트워크 구조에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 직교 주파수 분할 다중화 (OFDM) 기반의 광모뎀을 기본 송수신 수단으로 파장 분할 다중화 방식 및 시간 분할 다중화 방식을 결합한 형태의 수동형 광가입자망 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 전력 소모가 없는 수동 소자를 위주로 구축하는 수동형 광가입자망 (passive optical network, PON)은 광섬유를 주요 전송 매체로 활용한다. 수동형 광가입자망은 물리적 전송 대역폭의 극대화가 가능하고, 수동형 소자를 가입자 분기 수단으로 사용함에 따라 사업자 입장에서 경제적인 유지 및 보수가 용이하며, 전송 대역폭의 제고를 위해 현존하는 다양한 다중 레벨 변조 신호의 수용이 가능하다는 장점이 있어, 미래형 가입자 네트워크의 가장 강력한 후보에 해당한다.

[0003] 지금까지 수동형 광가입자망의 실용화를 위해 주로 상하향 전송을 위한 광링크 차원에서의 송수신 기능을 담당하는 광송수신기와 관련된 장치를 개발하는데 많은 비용 및 시간이 투자되었다. 하지만 기존의 PON 에서 사용된 광송수신기는 레이저 다이오드 및 외부변조기 등과 같은 고가의 광소자를 기반으로 상, 하향 전송을 수행한다. 이러한 이유 때문에 가입자 입장에서 추가적인 대역폭 요구 사항 등이 발생하는 경우 시스템 차원의 업그레이드가 대부분 하드웨어 측면에서 이루어짐에 따라 사용자의 경제적 부담을 가중시키고, 네트워크 차원에서 시스템 확대 및 전송 자원의 효율적인 이용을 위한 트래픽 제어 등을 위한 망 재구성 및 능동적인 자원 할당 과정에 장애물이 되고 있다.

[0004] 특별히, 가입자당 요구되는 대역폭의 증가 추세와 맞물려 단순히 광송수신기의 물리적 대역폭을 증가시키면 광섬유 색분산 (chromatic dispersion)이나 편광 모드 분산(polarization mode dispersion)이 발생하여 고속 변조가 가능한 광원 또는 광변조기 개발 이외에 추가적으로 물리층 보상 기술들이 추가되어야 한다. 이러한 추가 기술로 인해 많은 비용이 소모되는 문제가 발생한다.

[0005] 위에서 언급한 문제점들을 해결하기 위하여, OFDM 기술을 접목한 수동형 광가입자망 관련 연구가 유럽 및 미국 등에서 장거리 대용량 전송 구현을 목적으로 활발히 진행 중에 있다. 이러한 OFDM 기반 광가입자망 관련 구축 기술에 관한 연구는 대부분 대용량 (최대 집속 대역폭 40 Gbps 이상) 장거리 전송 (60 km 이상), 다분기 (최대 64분기 이상) 가입자 동시 수용을 목적으로 진행되고 있다.

[0006] 수동형 광가입자망 구축 기술은 현재까지 크게 2가지 기술로 진행 및 발전되어 왔다. 시간 프레임을 각각의 가입자당 할당하여 상하향 전송을 달성하는 TDM-PON 기술과 파장을 각각의 가입자당 할당하여 상하향 전송을 달성하는 WDM-PON 기술이 있다.

[0007] TDM-PON 기술은 현재 상, 하향 최대 집속 대역폭이 10 Gbps까지 가능하고 가입자당 평균 대역폭은 약 150 Mbps (64 분기 수용시)이다. 물론 TDM-PON의 경우도 동적 대역폭 할당 기능의 제공이 가능하므로 가입자당 요구되는 대역폭의 변화에 적절하게 대응할 수 있는 장점을 갖고 있기는 하지만 최대 집속 대역폭을 증가시킬 경우 송신기 및 수신기 하드웨어의 변경이 반드시 요구되는 단점이 있다.

[0008] 이에 반해 WDM-PON 기술은, 현재 가입자당 평균대역폭을 약 1 Gbps까지 제공이 가능하고 최대 집속 대역폭은 이론적으로 40 Gbps까지 제공이 가능하다. 하지만 WDM-PON의 경우 각 가입자당 제공되는 대역폭이 파장과 고속 변

조가 가능한 광원 등의 물리적 대역폭의 한계에 의해 결정되므로 기존의 TDM-PON에 비해서 네트워크 차원의 유연성이 떨어지고 가입자당 평균 포설비가 비교적 크다는 단점이 있다. 더불어 파장당 고속 대역폭의 제공을 위해서는 상술한 물리층에서의 보상 기술 등이 추가되어야 하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 OFDM 광모뎀을 파장 분할 다중화(WDM) 및 시간 분할 다중화 (TDM) 기반의 수동형 광가입자망 시스템에 적용한 하이브리드형 수동형 광가입자망 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 제1 실시예에 따른 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)는, 특정 파장을 가지는 씨드광을 출력하는 씨드 광원; 반사형 변조기를 이용하여 상기 씨드 광원으로부터 출력된 씨드 광을 변조하고, 변조된 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 하향 신호를 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)에 전송하는 광송신기; 및 상기 광 네트워크 유닛으로부터 OFDM 상향 신호를 수신하는 광수신기를 포함하고, 상기 광 네트워크 유닛은, 상기 OFDM 하향 신호로부터 OFDM 상향 신호의 파장을 획득하여 상기 OFDM 하향 신호의 일부를 OFDM 상향 신호로 재활용할 수 있다.

[0011] 본 발명의 제1 실시예에 따른 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)은, 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)으로부터 전송된 OFDM 하향 신호를 분기하는 광분기기; 상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 신호의 일부를 수신하는 광수신기; 반사형 변조기를 이용하여 상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 신호의 나머지를 변조하고, 변조된 OFDM 상향 신호를 광 선로 종단장치에 전송하는 광송신기를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)는, 특정 파장을 가지는 씨드광을 출력하는 씨드 광원; 반사형 변조기를 이용하여 상기 씨드 광원으로부터 출력된 씨드 광을 변조하고, 변조된 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 하향 신호를 복수의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU) 각각에 전송하는 광송신기; 및 상기 복수의 광 네트워크 유닛 각각으로부터 OFDM 상향 신호를 수신하는 광수신기를 포함하고, 상기 복수의 광 네트워크 유닛들은, 상기 OFDM 하향 신호와 관련된 복수의 OFDM 서브캐리어들을 공유하고, 상기 OFDM 하향 신호로부터 OFDM 상향 신호의 파장을 획득하여 상기 OFDM 하향 신호의 일부를 OFDM 상향 신호로 재활용할 수 있다.

[0013] 본 발명의 제2 실시예에 따른 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 구성하는 복수의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU) 각각은 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)로부터 전송된 OFDM 하향 신호를 분기하는 광분기기; 상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 신호의 일부를 복수의 OFDM 서브캐리어들 중 할당된 적어도 하나의 OFDM 서브캐리어를 통해 수신하는 광수신기; 및 반사형 변조기를 이용하여 상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 신호의 나머지를 변조하고, 변조된 OFDM 상향 신호를 복수의 OFDM 서브캐리어들 중 할당된 적어도 하나의 OFDM 서브캐리어를 통해 광 선로 종단장치에 전송하는 광송신기를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 제3 실시예에 따른 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)는, 특정 파장을 가지는 씨드광을 출력하는 씨드 광원; 반사형 변조기를 이용하여 상기 씨드 광원으로부터 출력된 씨드 광을 변조하고, 변조된 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 하향 신호를 복수의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU) 각각에 전송하는 광송신기; 및 상기 복수의 광 네트워크 유닛 각각으로부터 OFDM 상향 신호를 수신하는 광수신기를 포함하고, 상기 복수의 광 네트워크 유닛들은, 상기 OFDM 하향 신호와 관련된 하나의 OFDM 서브캐리어들을 시간 분할 다중(Time Division Multiplexing: TDM) 방식에 따라 공유하고, 상기 OFDM 하향 신호로부터 OFDM 상향 신호의 파장을 획득하여 상기 OFDM 하향 신호의 일부를 OFDM 상향 신호로 재활용할 수 있다.

[0015] 본 발명의 제3 실시예에 따른 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 구성하는 복수의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU) 각각은, 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)로부터 전송된 OFDM 하향 신호를 분기하는 광분기기; 상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 신호의 일부를 하나의 OFDM 서브캐리어를 통해 수신하는 광수신기; 및 반사형 변조기를 이용하여 상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 신호의 나머지를 변조하고, 변조된 OFDM 상향 신호를 하나의 OFDM 서브캐리어를 통해 시간 분할 다중(Time Division Multiplexing: TDM)

방식에 따라 광 선로 종단장치에 전송하는 광송신기를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 제4 실시예에 따른 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)는, 제1 파장 가변 광원을 이용하여 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 하향 신호를 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)에 전송하는 광송신기; 및 상기 광 네트워크 유닛으로부터 제2 파장 가변 광원에 기초하여 생성된 OFDM 상향 신호를 수신하는 광수신기를 포함하고, 상기 제1 파장 가변 광원과 제2 파장 가변 광원은, 서로 다른 파장 대역을 가지는 광을 출력할 수 있다.

[0017] 본 발명의 제4 실시예에 따른 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 구성하는 복수의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU) 각각은, 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)의 제1 파장 가변 광원에 기초하여 전송된 OFDM 하향 신호를 분기하는 광분기기; 상기 광분기기를 통해 OFDM 하향 신호의 일부를 하나의 OFDM 서브캐리어를 통해 수신하는 광수신기; 및 제2 파장 가변 광원을 이용하여 OFDM 상향 신호를 광 선로 종단장치에 전송하는 광송신기를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 제5 실시예에 따른 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)는, 파장 가변 광원을 이용하여 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 하향 신호를 복수의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU) 각각에 전송하는 광송신기; 및 상기 복수의 광 네트워크 유닛들 각각으로부터 파장 가변 광원에 기초하여 생성된 OFDM 상향 신호를 수신하는 광수신기를 포함하고, 상기 복수의 광 네트워크 유닛들은, 하나의 OFDM 서브캐리어를 시간 분할 다중 방식에 따라 공유하거나 또는 복수의 OFDM 서브캐리어를 서로 공유할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 일실시예에 따르면, WDM-TDM-OFDM 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 통해 WDM 및 TDM-PON 기술의 단점에 대한 보완이 가능하다.

[0020] 본 발명의 일실시예에 따르면, WDM-TDM-OFDM 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 통해 다분기, 장거리 전송 및 가입자당 고대역폭을 제공할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일실시예에 따르면, WDM-TDM-OFDM 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 통해 차세대 유무선 융합 가입자망 구조로도 응용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 단일 씨드 광원과 반사형 변조기를 이용한 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 단일 씨드광원과 다중 접속이 가능한 반사형 변조기를 이용하는 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 서브캐리어를 TDM 방식에 따라 공유하는 예시를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 2개의 씨드 광원과 반사형 변조기를 이용한 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 2개의 씨드 광원과 다중 접속이 가능한 반사형 변조기를 이용하는 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 파장 가변 광원을 사용하는 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 다중 접속이 가능한 파장 가변 광원을 사용하는 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 구체적으로, 본 발명과 관련된 실시예들은 다음과 같이 구성될 수 있다.

[0024] (1) 단일 파장의 씨드 광원, 반사형 변조기 및 단일 ONU로 구성된 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템: 도 1

- [0025] (2) 단일 파장의 씨드 광원, 반사형 변조기 및 WDM 방식/TDM 방식에 따라 서브캐리어를 공유하는 복수의 ONU로 구성된 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템: 도 2, 도 3
- [0026] (3) 2개의 서로 다른 파장을 가진 씨드 광원, 반사형 변조기 및 단일 ONU로 구성된 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템: 도 4
- [0027] (4) 2개의 서로 다른 파장을 가진 씨드 광원, 반사형 변조기 및 WDM 방식/TDM 방식에 따라 서브캐리어를 공유하는 복수의 ONU로 구성된 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템: 도 5
- [0028] (5) 파장 가변 광원, 반사형 변조기 및 단일 ONU로 구성된 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템: 도 6
- [0029] (6) 파장 가변 광원, 반사형 변조기 및 WDM 방식/TDM 방식에 따라 서브캐리어를 공유하는 복수의 ONU로 구성된 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템: 도 7
- [0030] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 단일 파장 광원과 반사형 변조기를 이용한 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.
- [0031] 도 1을 참고하면, 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템은 광 선로 종단장치(Optical Line Terminal: OLT)(101), 단일 모드 광섬유(Single Mode Fiber: SMF)(102), 역외 노드(Remote Node: RN)(103) 및 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)(104)를 포함한다.
- [0032] OLT(101)는 반사형 변조기 기반의 광송신기(106)와 광수신기(107)를 포함하고, ONU(109)는 반사형 변조기 기반의 광송신기(109)와 광수신기(110)를 포함한다. 이 때, OLT(101)와 ONU(109)는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 신호를 송수신할 수 있다. 여기서, 반사형 변조기는 반사형 반도체 광증폭기(reflective semiconductor optical amplifier: RSOA), 페브리-페롯 레이저 다이오드 (Fabry-Perot Laser Diode: FP-LD) 또는 반사형 반도체 광증폭기와 동일 기관 위에서 동시에 집적된 전계 흡수 변조기등(reflective electro-absorption modulator integrated with Semiconductor Optical Amplifier: REAM-SOA)를 포함할 수 있다. 특히, 도 1은 ONU(104)에 반사형 변조기가 할당되어 상향 광신호의 파장을 하향 광신호로부터 취득하여 하향 광신호의 일부를 상향 광신호로 재활용하는 WDM-OFDM 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 나타낸다.
- [0033] 도 1에 도시된 링크 구조는 RSOA등을 사용하는 파장 재활용 방식의 WDM-PON 구조와 유사하다. 하향 광신호의 파장은 OLT(101)에 포함된 씨드 광원(105)에 의해 결정된다. 씨드 광원은 DFB-LD (Distributed Feedback Laser Diode), DBR (Distributed Bragg Reflector) 레이저, ECL (External Cavity Laser), VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) 등과 같은 단일 종모드 발진 광원 (Single Longitudinal Mode operated Laser: SML)을 파장 별로 구비한 후 어레이 형으로 구현하여 사용하거나 EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier), SOA 또는 SLED (Super-luminescent Light Emitting Diode)등으로부터 나오는 광대역 광원을 스펙트럼 분할하여 사용할 수 있다.
- [0034] 도 1에 도시된 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템의 동작은 다음과 같이 수행된다.
- [0035] 씨드 광원(105)로부터 도출된 임의의 파장을 가진 씨드 광은 광순환장치 (Optical Circulator)와 배열 도파로형 격자 (Arrayed Waveguide Grating: AWG)를 거쳐 반사형 변조기 기반의 광송신기(106)에 주입된다. 광송신기(106)은 반사형 변조기를 이용하여 OFDM 하향 광신호를 직접/외부 변조하고, 피더 광섬유인 SMF(102)와 RN(103)를 거쳐 OFDM 하향 광신호를 ONU(104)에 전송한다.
- [0036] 이 때, OLT(101)에 포함된 광증폭기(108)은 광링크의 길이와 신호 수신에 필요한 링크 파워 버짓 등을 고려하여 선택적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 링크 전송거리가 20 km 이상이거나 링크 파워 버짓이 20 dB이상일 경우에는 광증폭기의 사용이 필수적일 수 있다.
- [0037] 또한, 파장 재활용 방식의 WDM-PON 구조의 특성상 하향 광신호의 광변조지수 (Optical Modulation Index: OMI)를 제한하여 전송할 필요가 있다. 광변조지수는 아날로그로 변조된 광신호의 최대값 및 최소값의 차이를 나타낸다. 광변조지수가 클수록 광신호의 크기 변화 값이 큰 것을 의미하며 광변조지수가 작을수록 광신호의 크기 변화 값이 작은 것을 의미한다. 광신호의 크기 변화는 RSOA 또는 SOA 등을 이득 포화 상태로 운용할 경우 크기 변화를 최소화시켜 재변조를 달성할 수 있으므로, 광변조지수를 제한할 필요성이 크다. 왜냐하면, 광변조지수가 임계값보다 클 경우 상향 광신호의 재변조가 불가능할 수 있으며 또한 비교적 큰 파워 페널티를 갖고 전송되기 때문이다.

- [0038] RN(103)을 거친 하향 광신호의 일부는 ONU(104) 앞단에 위치하는 광분기기 (Optical Coupler)를 거쳐 광수신기 (110)으로 진행하고, 하향 광신호의 나머지는 광송신기(109)에 진행된다. 반사형 변조기를 사용하는 광송신기 (109)는 하향 광신호의 나머지를 상향 광신호의 파장 재활용 과정에 사용한다.
- [0039] 이 때 광분기기의 분기비는 링크의 길이 및 파워 버짓, 반사형 변조기의 광학적 이득 등을 고려하여 신중히 결정될 수 있다. 기본적으로는 50:50 분기비를 갖는 광분기기가 사용될 수 있다. 그러나, 링크 길이가 20km 이상이거나 광링크의 파워 버짓이 20 dB 이상일 경우에는 반사형 변조기를 사용하는 광수신기(109)로 주입되는 광파워를 증가시킬 수 있는 분기비율을 (60:40 또는 70:30 등) 조절할 수 있다. 즉, 광링크 길이가 증가하거나 또는 광링크의 파워 버짓이 증가하는 경우, 광분기기는 광송신기(109)로 진행되는 하향 광신호가 증가하도록 분기비율을 조절할 수 있다.
- [0040] ONU(104)에 포함된 반사형 변조기를 사용하는 광송신기(106)는 하향 광신호와 유사하게 OFDM 상향 광신호를 직접 변조하여 OLT(101)에 송신한다. ONU(104)에서 생성된 OFDM 상향 광신호는 RN(103)과 피더 광섬유인 SMF(102)를 거쳐 다시 OLT(101)로 진행된다. 그리고, 피더 광섬유의 길이와 링크 전체의 파워 버짓 등을 고려해 광증폭기가 선택적으로 사용될 수 있다. 증폭기를 거친 OFDM 상향 광신호는 다시 OLT(101)에 위치한 AWG를 거쳐 광수신기(107)로 입사된 후 상향 광신호 검출에 사용된다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따라 단일 파장 광원과 다중 접속이 가능한 반사형 변조기를 이용하는 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.
- [0042] 구체적으로, 도 2는 동일 파장 신호를 복수의 OFDM 서브캐리어 신호가 공유하여 다중 접속이 가능한 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 나타낸다. 기본적으로 도 2의 구성은 도 1에서 제시한 구조와 동일하며, 다만 RN(203)의 AWG 끝에 파워 스플리터를 위치시켜 복수의 OFDM 서브캐리어를 다수의 ONU(204, 205)가 서로 공유함으로써 ONU(204, 205)는 공유한 OFDM 서브캐리어를 통해 상향 광신호와 하향 광신호를 전송할 수 있다.
- [0043] 예를 들어, 단일 파장에 약 128개의 서브캐리어가 존재한다면 128 개의 ONU 각각에 할당된 서브캐리어를 통해 상하향 전송을 수행할 수 있다. 더불어, ONU 별로 대역폭의 증감은 서브캐리어의 수를 제어하여 조절할 수 있다. 서브캐리어의 제어는 MAC 계층에서 수행된다. 예를 들어 1번 ONU가 추가적으로 대역폭 할당을 요구하는 경우, 1번 ONU는 MAC 계층을 통해 유휴 서브 캐리어를 1번 ONU에 추가적으로 할당할 수 있다. 즉, 1번 ONU가 1번 서브캐리어를 이미 사용하고 있는 중에 추가로 대역폭 할당을 요구할 경우 유휴 서브캐리어인 127번이 1번 ONU에 추가로 할당될 수 있다.
- [0044] 반대로 1번 ONU가 1번과 127번 서브캐리어를 사용하고 있는 중에 대역폭 제한 혹은 대역폭 반납을 요청할 경우 127번 서브캐리어를 다시 반납하여 대역폭이 감소할 수 있다. 또한 파워 스플리터에 의해 발생하는 삽입 손실의 추가 보상을 위해 ONU(204, 205)의 입력단에 광증폭기가 추가적으로 사용될 수 있다. 광증폭기는 양방향 증폭이 가능할 수도 있고, 입력단 방향 또는 출력단 방향으로 분리해서 사용될 수 있다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 서브캐리어를 TDM 방식에 따라 공유하는 예시를 도시한 도면이다.
- [0046] 도 3은 도 2의 링크 구조를 기반으로 하나의 서브캐리어를 복수의 ONU가 TDM 방식으로 공유하는 경우를 나타낸다. 도 3에서 볼 수 있듯이, 하나의 서브캐리어를 복수의 ONU가 동시에 공유하게 되므로 상향 광신호를 전송할 때 시간 영역에서 버스트 모드에 따라 전송이 가능해야 한다. 예를 들어 t0~t1의 간격을 가지는 time frame 1에서는 ONU-1(302)가 서브캐리어 1번을 이용해 상향 전송을 하고, t1~t2의 간격을 가지는 time frame 2에서는 ONU-2(303)가 동일한 서브캐리어 1번을 이용해 상향 전송을 수행할 수 있다.
- [0047] 모든 서브캐리어 및 시간 프레임과 관련된 파장은 단일 파장을 사용한다. 결국, 도 3에 의하면, OFDM 다중 접속 및 TDM 다중 접속을 동시에 사용하게 되므로 동일한 피더 광섬유를 동시에 이용하는 ONU 수가 증가할 수 있다. 또한, ONU별로 유휴 대역폭의 가감을 위한 제어 등 정밀 제어가 가능한 장점을 동시에 제공할 수 있다. 예를 들어, 단일 서브캐리어의 유효 대역폭이 100 Mbps일 경우, 이를 10 Mbps로 나눌 경우 10개의 ONU가 단일 서브캐리어를 공유하여 TDMA 접속을 통해 상하향 전송을 할 수 있다.
- [0048] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 2개의 씨드 광원과 반사형 변조기를 이용한 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.
- [0049] 도 4는 상향 광신호와 하향 광신호를 전송할 때 서로 다른 파장을 가진 씨드 광원을 사용하는 경우를 나타낸다. 각각의 씨드 광원은 도 1에서 설명한 것과 동일하다. 다만 도 4에 도시된 2개의 씨드 광원이 출력하는 씨드 광의 파장 대역은 서로 다르다.

- [0050] 예를 들어 하향 신호를 위한 씨드 광원(406)이 L-밴드를 사용하는 씨드광을 출력할 경우 상향 신호를 위한 씨드 광원(405)은 C-, S-, E-, O- 밴드를 사용하는 씨드광을 출력할 수 있어야 한다. 참고로 씨드광의 파장 대역은 응용 분야에 따라 얼마든지 변경이 가능하며 특정 파장 대역으로의 고정 불필요하다. 다만 본 발명에서는 편의상 상향 광신호의 파장 대역을 C-밴드로 설정하고, 하향 광신호의 파장 대역을 L-밴드로 지정하여 설명한다.
- [0051] 씨드 광원(406)로부터 출력된 L-밴드에 해당하는 씨드광은 광섬유 결합기와 AWG를 거쳐 반사형 변조기를 사용하는 광송신기(407)로 주입된다. 그러면, 광송신기(407)는 반사형 변조기를 이용하여 OFDM 하향 광신호를 직접/외부 변조하여 ONU(404)에 전송한다. 참고로, AWG는 cyclic 특성을 가져야 하며 cyclic 특성에 따라 투과 대역이 C-밴드와 L-밴드 신호를 동시에 수용할 수 있어야 한다. OLT(401)에 포함된 광송신기(407)와 광수신기(408)의 전면에는 C/L 밴드 분리 필터(wavelength band splitter)가 위치하고 있어 L-밴드에 대응하는 씨드광은 반사형 변조기를 사용하는 광송신기(407)로 주입되고, C-밴드에 대응하는 씨드광에 기초한 상향 OFDM 광신호는 광수신기(408)로 주입된다. 광송신기(407)에서 생성된 하향 OFDM 신호는 다시 AWG를 거쳐 피더 광섬유인 SMF(402)와 RN(403)에 위치하는 AWG를 통과하게 된다.
- [0052] 광링크의 길이와 신호 수신에 필요한 링크 파워 버짓등을 고려하여 선택적으로 광증폭기(409)가 사용될 수 있다. 예를 들어, 링크 전송거리가 20 km 이상이거나 링크 파워 버짓이 20 dB이상일 경우에는 광증폭기의 사용이 필수적일 수 있다.
- [0053] 마찬가지로 상향 광신호의 전송을 위해 C-밴드에 대응하는 씨드 광원(405)로부터 출력된 씨드광은 피더 광섬유인 SMF(402)와 RN(403)의 AWG를 거쳐 ONU(404)로 주입된다. ONU(404)로 주입된 씨드광은 OLT(101)와 마찬가지로 C/L 밴드 분리 필터를 거쳐, C-밴드에 대응하는 씨드광은 반사형 변조기를 사용하는 광송신기(410)에 주입되고, L-밴드에 대응하는 씨드광에 기초한 하향 OFDM 신호는 광수신기(411)로 입사된 후 검출된다.
- [0054] 상향 OFDM 신호는 C-밴드에 대응하는 광송신기(410)의 반사형 변조기를 통해 직접 변조된 후 다시 RN(403)의 AWG와 피더 광섬유인 SMF(402)를 거쳐 OLT(401)로 진행한다. OLT(401)의 앞 부분에는 하향 OFDM 광신호와 동일하게 링크 파워 버짓 및 링크 길이에 따라 광증폭기(409)가 선택적으로 사용될 수 있다. OFDM 상향 광신호는 다시 OLT(101)에 포함된 AWG와 C/L 밴드 분리 필터를 거쳐 광수신기(408)에 입력된 후 검출된다.
- [0055] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 2개의 씨드 광원과 다중 접속이 가능한 반사형 변조기를 이용하는 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.
- [0056] 도 5는 동일 파장 신호를 복수의 OFDM 서브캐리어가 공유하여 다중 접속이 가능한 구조를 나타낸다. 도 5는 도 4와 달리 복수의 ONU가 존재하는 점에서 차이가 있을 뿐 나머지 동작은 실제 도 4와 동일하게 수행된다. 다만, 도 5의 경우 도 4와 달리 RN(503)의 AWG 종단에 파워 스플리터를 위치시켜 복수의 OFDM 서브캐리어를 복수의 ONU(504, 505)가 서로 나누어 공유하며, 복수의 ONU(504, 505) 각각은 할당된 OFDM 서브캐리어를 통해 상향 OFDM 광신호와 하향 OFDM 광신호의 전송을 수행할 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 단일 파장에 약 128개의 서브캐리어가 존재한다면 128 개의 ONU 각각에 할당된 서브캐리어를 통해 상하향 전송을 수행할 수 있다. 더불어, ONU 별로 대역폭의 증감은 서브캐리어의 수를 제어하여 조절할 수 있다. 서브캐리어의 제어는 MAC 계층에서 수행된다. 예를 들어 1번 ONU가 추가적으로 대역폭 할당을 요구하는 경우, 1번 ONU는 MAC 계층을 통해 유휴 서브 캐리어를 1번 ONU에 추가적으로 할당할 수 있다. 즉, 1번 ONU가 1번 서브캐리어를 이미 사용하고 있는 중에 추가로 대역폭 할당을 요구할 경우 유휴 서브캐리어인 127번이 1번 ONU에 추가로 할당될 수 있다.
- [0058] 반대로 1번 ONU가 1번과 127번 서브캐리어를 사용하고 있는 중에 대역폭 제한 혹은 대역폭 반납을 요청할 경우 127번 서브캐리어를 다시 반납하여 대역폭이 감소할 수 있다. 또한 파워 스플리터에 의해 발생하는 삽입 손실의 추가 보상을 위해 ONU(504, 505)의 입력단에 광증폭기가 추가적으로 사용될 수 있다. 광증폭기는 양방향 증폭이 가능할 수도 있고, 입력단 방향 또는 출력 단방향으로 분리해서 사용될 수 있다.
- [0059] 도 3에서 설명한 바와 마찬가지로, 도 5의 구조를 통해 단일 서브캐리어를 복수의 ONU(504, 505)가 TDM 방식으로 공유할 수 있다.
- [0060] 도 3에서 볼 수 있듯이, 하나의 서브캐리어를 복수의 ONU가 동시에 공유하게 되므로 상향 광신호를 전송할 때 시간 영역에서 버스트 모드에 따라 전송이 가능해야 한다. 예를 들어 t0~t1의 간격을 가지는 time frame 1에서는 ONU-1(302)가 서브캐리어 1번을 이용해 상향 전송을 하고, t1~t2의 간격을 가지는 time frame 2에서는 ONU-2(303)가 동일한 서브캐리어 1번을 이용해 상향 전송을 수행할 수 있다.

- [0061] 모든 서브캐리어 및 시간 프레임과 관련된 파장은 단일 파장을 사용한다. 결국, 도 5에 의하면, OFDM 다중 접속 및 TDM 다중 접속을 동시에 사용하게 되므로 동일한 피더 광섬유를 동시에 이용하는 ONU 수가 증가할 수 있다. 또한, ONU별로 유휴 대역폭의 가감을 위한 제어 등 정밀 제어가 가능한 장점을 동시에 제공할 수 있다. 예를 들어, 단일 서브캐리어의 유효 대역폭이 100 Mbps일 경우, 이를 10 Mbps로 나눌 경우 10개의 ONU가 단일 서브캐리어를 공유하여 TDMA 접속을 통해 상하향 전송을 할 수 있다.
- [0062] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 파장 가변 광원을 사용하는 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.
- [0063] 도 6을 참고하면, OLT(601)의 광송신기(605)와 ONU(604)의 광송신기(608)은 파장 가변 광원을 사용할 수 있다. 구체적으로, SG-DBR (Sample Grating Distributed Bragg Reflector) 레이저, PLC-ECL (Planar Lightwave Circuit External Cavity Laser) 등의 파장 가변 광원이 OLT(601)와 ONU(604)의 상하향 전송을 위한 주요 광원으로 사용된다.
- [0064] 다만 OLT(601)와 ONU(604)에 파장 가변 광원의 출력광의 파장 대역은 서로 상이해야 한다. 예를 들어 하향 OFDM 광신호를 위한 파장 가변 광원의 파장 대역이 L-밴드인 경우, 상향 OFDM 광신호를 위한 파장 가변 광원의 파장 대역은 C-, S-, E-, O- 밴드므로 될 수 있다.
- [0065] 참고로, 파장 가변 광원의 파장 대역은 응용 분야에 따라 얼마든지 변경이 가능하며 특정 파장 대역으로의 고정 은 불필요하다. 다만 본 발명에서는 편의상 상향 광신호의 파장 대역을 C-밴드로, 하향 광신호의 파장 대역을 L-밴드로 지정하여 설명하고자 한다.
- [0066] L-밴드에 대응하는 파장 가변 광원을 포함하는 광송신기(605)에서 하향 OFDM 광신호를 직접/외부 변조하여 ONU(604)에 전송한다. 참고로 AWG는 cyclic 특성을 가져야 하며 cyclic 특성에 따라 투과 대역이 C-밴드와 L-밴드 (혹은 S-, E-, O-밴드) 신호를 동시에 수용할 수 있어야 한다. OLT(601)에 포함된 광송신기(605)와 광수신기(606)의 전면에는 C/L 밴드 분리 필터가 위치하고 있다. 따라서, C/L 밴드 분리 필터를 통해 L-밴드에 대응하는 파장 가변 광원이 포함된 광송신기(605)로부터 출력된 하향 OFDM 광신호는 ONU(604)으로 전송되고, C-밴드에 대응하는 파장 가변 광원이 포함된 광송신기(608)로부터 상향 OFDM 광신호는 OLT(601)에 위치한 광수신기(606)에 입력된다.
- [0067] 하향 OFDM 광신호는 다시 cyclic 특성을 갖는 OLT(601)의 AWG를 거쳐 피더 광섬유인 SMF(602)와 RN(603)에 위치하는 AWG를 통과한다. 이 때 광링크의 파워 버짓 및 링크 전송 거리에 따라 광증폭기(607)가 선택적으로 사용될 수 있다. ONU(604)로 입사된 L-밴드에 대응하는 하향 OFDM 광신호는 C/L 밴드 분리 필터를 거쳐 광수신기(609)로 입사된 후 검출된다. 그리고, C-밴드에 대응하는 상향 OFDM 광신호는 C/L 밴드 분리 필터를 거쳐 OLT(601)로 전송된다.
- [0068] 상향 OFDM 광신호는 C-밴드에 대응하는 파장 가변 광원이 포함된 광송신기(608)에서 직접/외부 변조된 후 RN(603)의 AWG와 피더 광섬유인 SMF(602)를 거쳐 OLT(601)로 진행한다. OLT(601)는 하향 광신호와 동일하게 링크 파워 버짓 및 링크 길이에 따라 광증폭기(607)를 추가적으로 사용할 수 있다. OFDM 상향 광신호는 다시 OLT(601)에 위치한 AWG와 C/L 밴드 분리 필터를 거쳐 광수신기(606)에 입력된 후 검출된다.
- [0069] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 다중 접속이 가능한 파장 가변 광원을 사용하는 하이브리드 수동형 광가입자망 시스템을 도시한 도면이다.
- [0070] 도 7은 동일 파장 신호를 복수의 OFDM 서브캐리어가 공유하여 다중 접속이 가능한 구조를 나타낸다. 도 7에 도시된 구조는 도 6에 도시된 구조와 동일하며 다만, RN(703)의 AWG 끝에 파워 스플리터를 위치시켜 복수의 OFDM 서브캐리어를 복수의 ONU(704, 705)가 서로 나누어 공유하며, 이를 통해 상하향 전송이 가능하다.
- [0071] 예를 들어, 단일 파장에 약 128개의 서브캐리어가 존재한다면 128 개의 ONU 각각에 할당된 서브캐리어를 통해 상하향 전송을 수행할 수 있다. 더불어, ONU 별로 대역폭의 증감은 서브캐리어의 수를 제어하여 조절할 수 있다. 서브캐리어의 제어는 MAC 계층에서 수행된다. 예를 들어 1번 ONU가 추가적으로 대역폭 할당을 요구하는 경우, 1번 ONU는 MAC 계층을 통해 유휴 서브 캐리어를 1번 ONU에 추가적으로 할당할 수 있다. 즉, 1번 ONU가 1번 서브캐리어를 이미 사용하고 있는 중에 추가로 대역폭 할당을 요구할 경우 유휴 서브캐리어인 127번이 1번 ONU에 추가로 할당될 수 있다.
- [0072] 반대로 1번 ONU가 1번과 127번 서브캐리어를 사용하고 있는 중에 대역폭 제한 혹은 대역폭 반납을 요청할 경우 127번 서브캐리어를 다시 반납하여 대역폭이 감소할 수 있다. 또한 파워 스플리터에 의해 발생하는 삽입 손실

의 추가 보상을 위해 ONU(704, 705)의 입력단에 광증폭기가 추가적으로 사용될 수 있다. 광증폭기는 양방향 증폭이 가능할 수도 있고, 입력단 방향 또는 출력 단방향으로 분리해서 사용될 수 있다.

[0073] 도 3에서 설명한 바와 마찬가지로, 도 7의 구조를 통해 단일 서브캐리어를 복수의 ONU(704, 705)가 TDM 방식으로 공유할 수 있다.

[0074] 도 3에서 볼 수 있듯이, 하나의 서브캐리어를 복수의 ONU가 동시에 공유하게 되므로 상향 광신호를 전송할 때 시간 영역에서 버스트 모드에 따라 전송이 가능해야 한다. 예를 들어 t0~t1의 간격을 가지는 time frame 1에서는 ONU-1(302)가 서브캐리어 1번을 이용해 상향 전송을 하고, t1~t2의 간격을 가지는 time frame 2에서는 ONU-2(303)가 동일한 서브캐리어 1번을 이용해 상향 전송을 수행할 수 있다.

[0075] 모든 서브캐리어 및 시간 프레임과 관련된 파장은 단일 파장을 사용한다. 결국, 도 7에 의하면, OFDM 다중 접속 및 TDM 다중 접속을 동시에 사용하게 되므로 동일한 피더 광섬유를 동시에 이용하는 ONU 수가 증가할 수 있다. 또한, ONU별로 유휴 대역폭의 가감을 위한 제어 등 정밀 제어가 가능한 장점을 동시에 제공할 수 있다. 예를 들어, 단일 서브캐리어의 유효 대역폭이 100 Mbps일 경우, 이를 10 Mbps로 나눌 경우 10개의 ONU가 단일 서브캐리어를 공유하여 TDMA 접속을 통해 상하향 전송을 할 수 있다.

[0076] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

[0077] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0078] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0079] 101: OLT

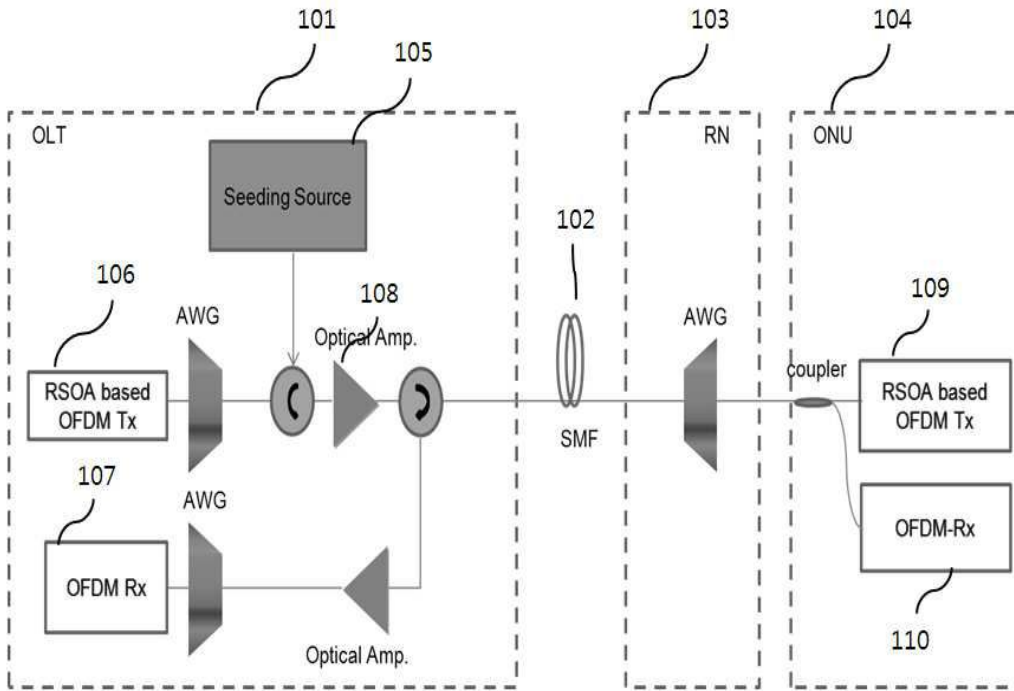
102: 단일 모드 광섬유

103: RN

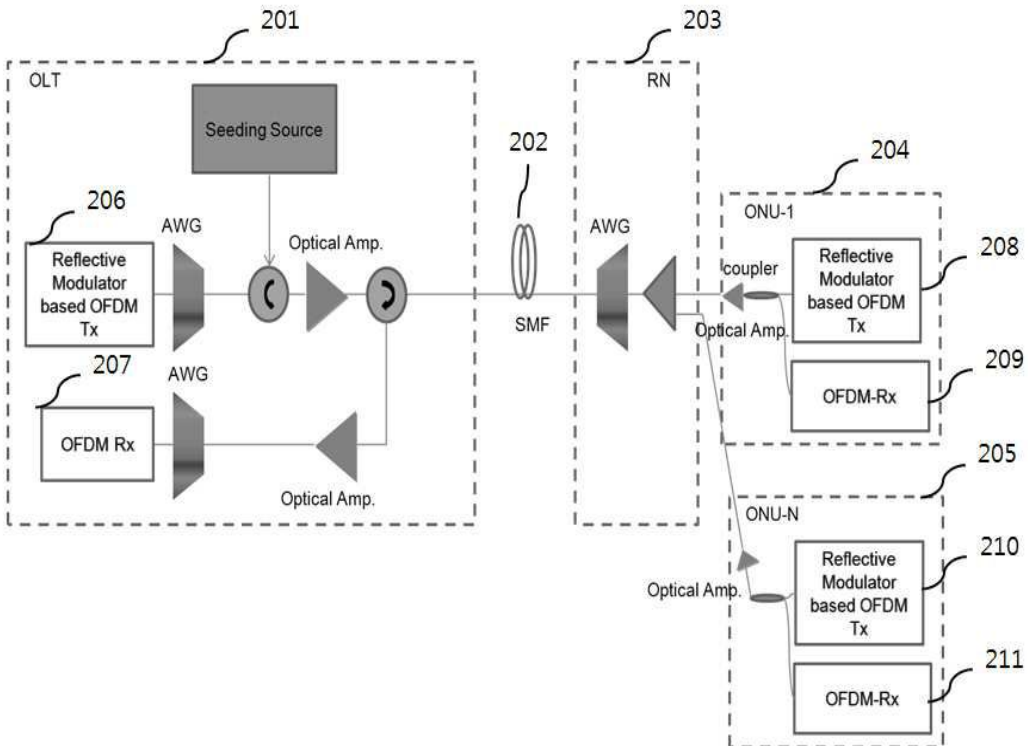
104: ONU

도면

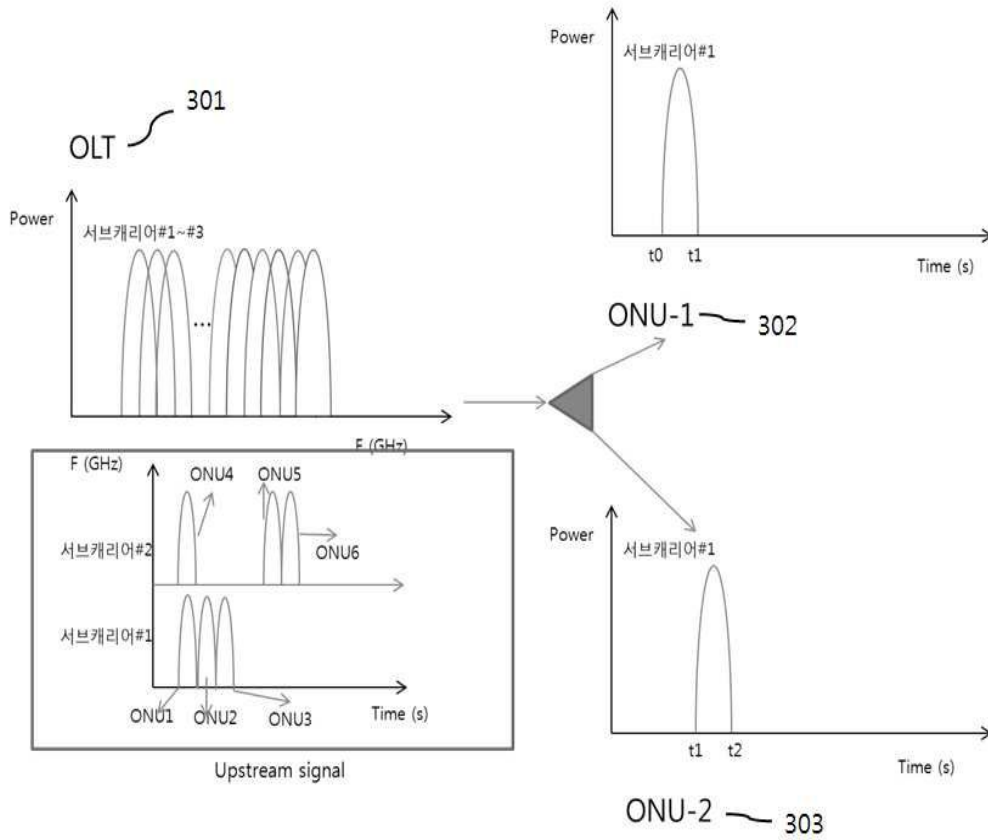
도면1



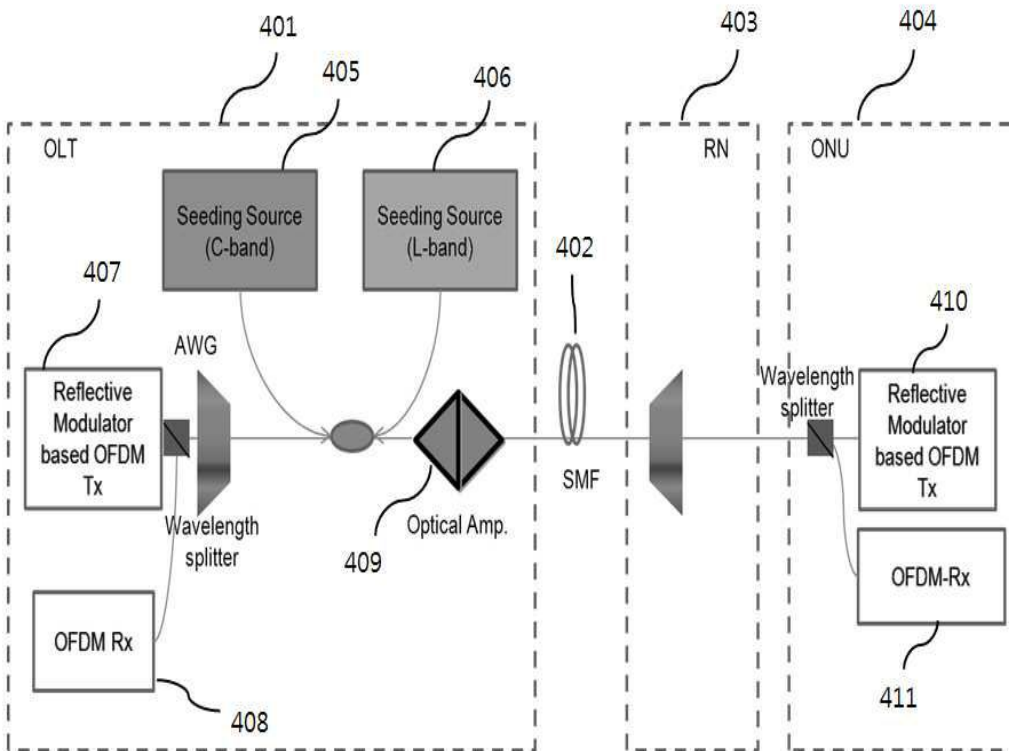
도면2



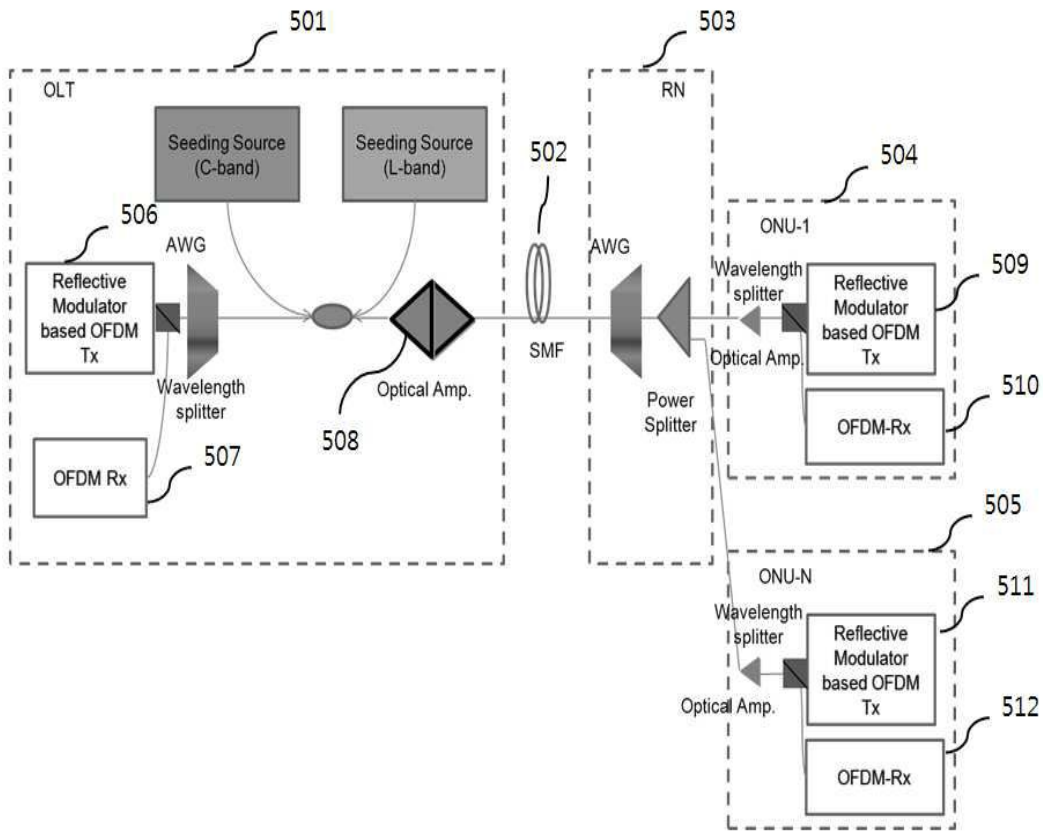
도면3



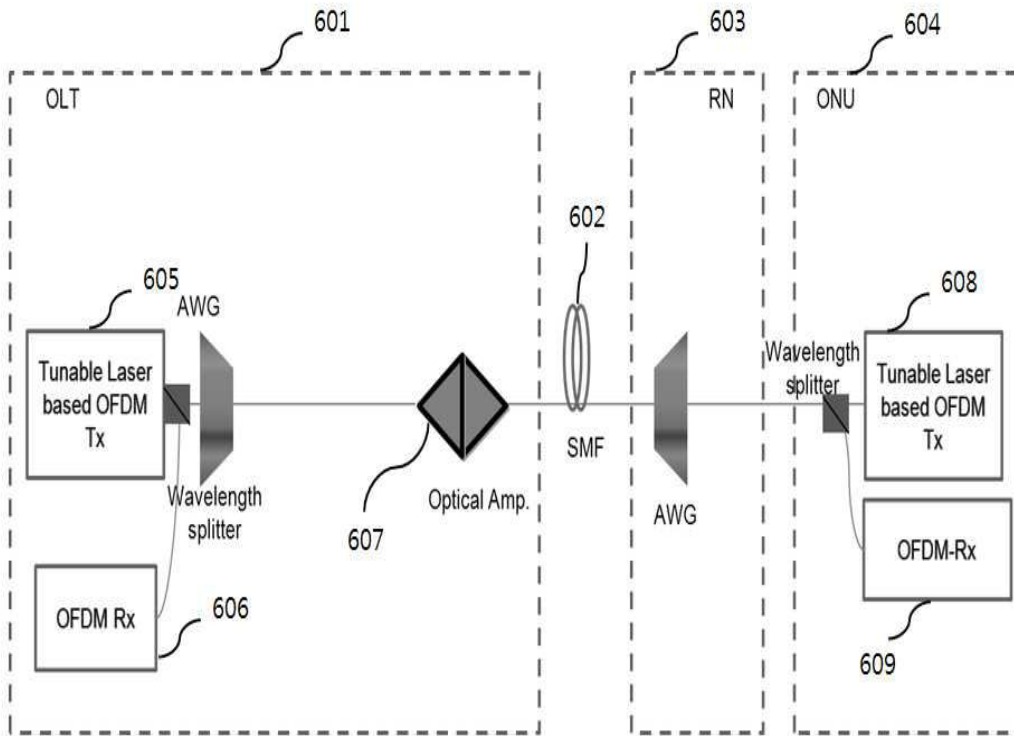
도면4



도면5



도면6



도면7

