(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
H04J 14/02 (2006.01)
H04B 10/20 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년02월02일
(11) 등록번호 10-0678024
(24) 등록일자 2007년01월26일

(21) 출원번호 10-2006-0013049
(22) 출원일자 2006년02월10일
심사청구일자 2006년02월10일

(65) 공개번호
(43) 공개일자

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 현유정
경기도 성남시 분당구 정자동 파크뷰 603동 3104호

신동재
서울특별시 강남구 역삼2동 역삼래미안 아파트 111동 1303호

정대광
경기도 수원시 권선구 권선동 권선3지구 주공3차 상록APT 335동1004호

(74) 대리인 이건주

심사관 : 제갈 현

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 무선 통신을 이용한 복합 수동형 광가입자망

(57) 요약

본 발명에 따른 무선 통신을 이용한 복합 수동형 광가입자망은, 하향 광신호들을 전송하는 중앙 기지국과; 상기 중앙 기지국으로부터 수신한 하향 광신호들을 파장분할 역다중화하고, 역다중화된 각 하향 광신호를 파워 분할함으로써 복수의 하향 광신호들을 생성하며, 상기 복수의 하향 광신호들을 해당 그룹의 광네트웍 유닛들로 전송하고, 무선 수신한 해당 그룹의 상향 부반송파들로 변조된 해당 상향 광신호를 생성하며, 생성된 복수의 상향 광신호를 상기 중앙 기지국으로 전송하는 지역 기지국과; 각각 상기 지역 기지국으로부터 수신한 해당 하향 광신호로부터 해당 그룹의 하향 부반송파들을 얻고, 상기 그룹의 하향 부반송파들을 필터링함으로써 해당 하향 부반송파를 얻으며, 해당 상향 부반송파를 상기 지역 기지국으로 무선 전송하는 복수 그룹의 광네트웍 유닛들을 포함한다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

복합 수동형 광가입자망에 있어서,

하향 광신호들을 전송하는 중앙 기지국과;

상기 중앙 기지국으로부터 수신한 하향 광신호들을 파장분할 역다중화하고, 역다중화된 각 하향 광신호를 파워 분할함으로써 복수의 하향 광신호들을 생성하며, 상기 복수의 하향 광신호들을 해당 그룹의 광네트웍 유닛들로 전송하고, 무선 수신한 해당 그룹의 상향 부반송파들로 변조된 해당 상향 광신호를 생성하며, 생성된 복수의 상향 광신호를 상기 중앙 기지국으로 전송하는 지역 기지국과;

각각 상기 지역 기지국으로부터 수신한 해당 하향 광신호로부터 해당 그룹의 하향 부반송파들을 얻고, 상기 그룹의 하향 부반송파들을 필터링함으로써 해당 하향 부반송파를 얻으며, 해당 상향 부반송파를 상기 지역 기지국으로 무선 전송하는 복수 그룹의 광네트웍 유닛들을 포함함을 특징으로 하는 무선 통신을 이용한 복합 수동형 광가입자망.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 지역 기지국은,

상기 중앙 기지국으로부터 수신한 하향 광신호들을 파장분할 역다중화하여 출력하는 파장분할 다중화기와;

상기 파장분할 다중화기와 연결되는 복수의 분배 유닛들을 포함하며, 상기 각 분배 유닛은,

역다중화된 상기 각 하향 광신호를 파워 분할함으로써 복수의 하향 광신호들을 생성하며, 상기 복수의 하향 광신호들을 해당 그룹의 광네트웍 유닛들로 전송하는 광파워 분할기와;

상기 그룹의 광네트웍 유닛들로부터 무선 수신한 해당 그룹의 상향 부반송파들을 변조된 해당 상향 광신호를 생성하여 상기 파장분할 다중화기로 출력하는 상향 광원을 포함함을 특징으로 하는 무선 통신을 이용한 복합 수동형 광가입자망.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 각 광네트웍 유닛은,

상기 지역 기지국으로부터 수신한 해당 하향 광신호로부터 해당 그룹의 하향 부반송파들을 얻는 하향 광수신기와;

상기 그룹의 하향 부반송파들을 필터링함으로써 얻어진 해당 하향 부반송파를 출력하는 대역통과필터와;

해당 상향 데이터 신호로 변조하여 얻어진 해당 상향 부반송파를 출력하는 주파수 변조기와;

상기 주파수 변조기로부터 입력된 상향 부반송파를 상기 지역 기지국으로 무선 전송하는 안테나를 포함함을 특징으로 하는 무선 통신을 이용한 복합 수동형 광가입자망.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 지역 기지국은 상기 복수 그룹의 광네트웍 유닛들 중 장애를 갖는 광네트웍 유닛으로 해당 하향 부반송파를 무선 전송하고, 상기 각 광네트웍 유닛은,

장애 여부에 따라 상기 안테나 및 대역통과필터 중 어느 하나와 선택적으로 연결되고, 상기 안테나 및 대역통과필터 중 연결된 것으로부터 입력된 해당 하향 부반송파를 출력하는 스위치를 더 포함함을 특징으로 하는 무선 통신을 이용한 복합 수동형 광가입자망.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 각 광네트웍 유닛은,

상기 주파수 변조기로부터 입력된 상향 부반송파를 상기 안테나로 출력하고, 상기 안테나로부터 입력된 하향 부반송파를 상기 스위치로 출력하는 써큘레이터를 더 포함함을 특징으로 하는 무선 통신을 이용한 복합 수동형 광가입자망.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 수동형 광가입자망에 관한 것으로서, 특히 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합형 수동형 광가입자망에 관한 것이다.

미래의 광대역 통신 서비스를 제공하기 위한 차세대 가입자망으로서 파장분할다중 방식의 수동형 광가입자망(wavelength division multiplexed passive optical network : WDM-PON)에 대한 관심이 증가하고 있다. 파장분할다중 방식의 수동형 광가입자망은 1300~1600nm 파장 대역에서 서로 다른 파장을 갖는 복수의 광신호를 하나의 광선로를 통해 전송하는 기술이다. 최근 디지털 TV(HDTV), 원격 교육, 화상 전화와 같은 광대역 서비스를 가입자들이 요구하면서 가입자당 요구하는 대역폭이 증가하고 있으며, 장차 가입자당 요구되는 데이터 전송 속도는 수백 Mb/s 에 이를 것으로 판단되므로, 가입자마다 별도의 파장을 할당하는 파장분할다중 방식의 수동형 광가입자망에 대한 관심이 급증하게 되었다. 파장분할다중 방식의 수동형 광가입자망은 대역폭의 제한이 없어서 수 Gb/s까지의 큰 대역폭(bandwidth)을 제공할 수 있을 뿐 아니라, 뛰어난 보안성(security), 통신 규약 무의존성(protocol independence) 등의 장점을 가진다. 그러나 현재까지는 비싼 가격 문제로 인해 상용화되지 못하고 있는 실정이며, 저가의 파장분할다중 방식의 수동형 광 가입자망에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

부반송파다중 방식(subcarrier multiplexing: SCM)은 디지털 영상 신호, 아날로그 영상 신호 또는 인터넷 신호와 같은 데이터 신호로 반송파를 변조한 후(이하, 변조된 반송파를 부반송파라고 함), 상기 부반송파로 일정한 파장의 광을 변조하여 생성된 광신호를 전송하는 방식이다. 시분할다중/부반송파다중 방식의 수동형 광가입자망에서는, 복수의 광네트웍 유닛(optical network unit: ONU)이 동일 파장의 상향 광신호들을 지역 기지국(remote node: RN)을 통해 중앙 기지국(central office: CO)으로 송신한다. 이때, 광네트웍 유닛은 가입자에게 제공되는 장치를 말한다. 이러한 부반송파다중 방식은 복수의 부반송파를 통해 광섬유의 넓은 대역폭을 사용할 수 있으므로 대용량의 영상 및 데이터 서비스가 가능하고, 광증폭기(optical amplifier)와 광파워 분할기(optical power splitter: PS)를 이용하여 더욱 많은 가입자에게 서비스를 제공할 수 있으며, 다양한 종류의 서비스들을 부반송파를 통해 용이하게 제공할 수 있다. 그리고 통상적으로 모든 광네트웍 유닛이 광간섭 잡음(optical beat interference: OBI)에 강한 저가의 페브리-페롯 레이저(Fabry-Perot laser)를 사용하여 상향 광신호를 전송하므로 상향 및 하향 전송에서 파장 관리가 용이하다. 그러나 대용량의 영상 및 데이터 서비스를 위해 많은 수의 부반송파들을 높은 잡음 대 신호 비율을 유지하면서 전송되어야 하므로, 중앙 기지국은 선형성이 뛰어난 고가의 광변조기를 사용하여 하향 광신호를 변조하여야 하며, 각 광네트웍 유닛에 구비된 광수신기가 고출력의 하향 광신호를 수신할 수 있도록 광증폭기를 사용하여 고출력의 하향 광신호를 전송하여야 한다. 그리고 하향 전송을 위한 하나의 파장을 모든 광네트웍 유닛들이 공유하여 사용하므로, 중앙 기지국은 하향 전송을 위한 단위 시간 대역(이하, 사이클(cycle)이라고 함)을 분할하여 각 광네트웍 유닛에게 할당하고, 각 광네트웍 유닛에게 할당된 시간 대역(이하, 타임 슬롯(time slot)이라고 함)에 해당 하향 광신호를 전송한다. 따라서, 각 광네트웍 유닛에게 전송되는 데이터의 용량이 제한된다. 또한, 상향 전송을 위한 하나의 파장을 모든 광네트웍 유닛들이 공유하여 사용하므로, 중앙 기지국은 상향 전송을 위한 사이클을 분할

하여 각 광네트웍 유닛에게 할당하고, 각 광네트웍 유닛은 자신에게 할당된 타임 슬롯에 해당 상향 광신호를 전송한다. 따라서, 각 광네트웍 유닛이 전송하는 데이터의 용량이 제한된다. 즉, 각 광네트웍 유닛은 할당된 타임 슬롯 외의 다른 타임 슬롯에 상향 광신호를 전송할 수 없다.

최근에는 파장분할다중화 방식과 부반송파다중 방식을 접목하는 복합 수동형 광가입자망(hybrid PON) 기술이 주목받고 있다. 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망의 지역 노드는 1×N 파장분할 다중화기를 이용하여 역다중화한 각 하향 광신호를 다시 1×M 광파워 분할기로 다분할한다. 이때, 하나의 하향 광신호는 M개의 부반송파들로 변조되어 있다. 결과적으로, N개의 하향 광신호들 각각으로부터 M개의 부반송파들을 얻을 수 있으므로, N×M 가입자를 수용할 수 있고, 이로 인해 통상적인 파장분할다중 방식의 경우와 비교했을 때 가입자당 비용은 M배 저렴해질 것으로 예상된다.

도 1은 전형적인 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망을 나타내는 도면이다. 상기 복합 수동형 광가입자망(100)은, 중앙 기지국(CO, 110)과, 지역 기지국(RN, 150)과, 제1 내지 제N 그룹(190-1~190-N)의 광네트웍 유닛들(ONU, 190-1-1~190-N-M)로 구성된다.

상기 중앙 기지국(110)은 제1 내지 제N 광송수신기(optical transceiver: TRX, 120-1~120-N)와, 제1 파장분할 다중화기(wavelength division multiplexer: WDM, 130)를 포함한다.

상기 제1 내지 제N 광송수신기(120-1~120-N)는 모두 동일한 구성을 가지며, 상기 제1 파장분할 다중화기(130)의 제1 내지 제N 역다중화 포트(demultiplexing port: DMP)와 차례로 일대일 연결된다. 상기 제1 내지 제N 광송수신기(120-1~120-N)는 제1 내지 제N 하향 광신호를 각각 출력하고, 제1 내지 제N 상향 광신호를 각각 입력받는다. 상기 제1 내지 제N 하향 광신호는 제1 내지 제N 파장(λ_1~λ_N)을 각각 갖고, 상기 각 하향 광신호는 해당 그룹을 이루는 M개의 하향 부반송파들로 변조되어 있다. 즉, 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 부반송파는 제1 내지 제M 주파수(f_1~f_M)를 각각 갖고, 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 데이터 신호로 각각 변조되어 있다. 상기 하향 부반송파들 및 하향 데이터 신호들은 모두 전기 신호들이다. 상기 제1 내지 제N 상향 광신호는 제(N+1) 내지 제(2N) 파장($\lambda_{(N+1)}$~$\lambda_{(2N)}$)을 각각 갖고, 상기 각 상향 광신호는 해당 그룹을 이루는 M개의 상향 부반송파들로 변조되어 있다. 즉, 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 부반송파는 제1 내지 제M 주파수(f_1~f_M)를 각각 갖고, 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 데이터 신호로 각각 변조되어 있다. 상기 상향 부반송파들 및 상향 데이터 신호들은 모두 전기 신호들이다. 상기 제N 광송수신기(120-N)는 제N 하향 광원(downstream light source: DLS, 122-N)과, 제N 상향 광수신기(upstream optical receiver: URX, 124-N)와, 제N 광커플러(optical coupler: CP, 126-N)를 포함한다.

상기 제N 하향 광원(122-N)은 제N 파장의 제N 하향 광신호를 생성하여 상기 제N 광커플러(126-N)로 출력하며, 상기 제N 하향 광신호는 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 부반송파로 변조되어 있고, 상기 제N 그룹의 하향 부반송파들은 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 데이터 신호로 각각 변조되어 있다.

상기 제N 상향 광수신기(124-N)는 상기 제N 광커플러(126-N)로부터 제N 상향 광신호를 입력받으며, 상기 제N 상향 광신호로부터 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 부반송파, 그리고 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 데이터 신호를 차례로 얻는다.

상기 제N 광커플러(126-N)는 제1 내지 제3 포트를 가지며, 제1 포트는 상기 제1 파장분할 다중화기(130)의 제N 역다중화 포트와 연결되고, 제2 포트는 상기 제N 상향 광수신기(124-N)와 연결되며, 제3 포트는 상기 제N 하향 광원(122-N)과 연결된다. 상기 제N 광커플러(126-N)는 제1 포트에 입력된 제N 상향 광신호를 제2 포트로 출력하고, 제3 포트에 입력된 제N 하향 광신호를 제1 포트로 출력한다.

상기 제1 파장분할 다중화기(130)는 다중화 포트(MP)와 제1 내지 제N 역다중화 포트를 가지며, 상기 다중화 포트는 간선 광섬유(feeder fiber, 140)와 연결되고, 상기 제1 내지 제N 역다중화 포트는 상기 제1 내지 제N 광송수신기(120-1~120-N)와 차례로 일대일 연결된다. 상기 제1 파장분할 다중화기(130)는 다중화 포트에 입력된 제1 내지 제N 상향 광신호를 파장분할 역다중화하여 제1 내지 제N 역다중화 포트로 차례로 일대일 출력하고, 제1 내지 제N 역다중화 포트에 입력된 제1 내지 제N 하향 광신호를 파장분할 다중화하여 다중화 포트로 출력한다.

상기 지역 기지국(150)은 상기 중앙 기지국(110)과 상기 간선 광섬유(140)를 통해 연결되고, 제1 내지 제N 그룹(180-1~180-N)의 분배 광섬유들을 통해 상기 제1 내지 제N 그룹(190-1~190-N)의 광네트웍 유닛들(190-1-1~190-N-M)과 연결된다. 상기 각 그룹(180-1~180-N)은 제1 내지 제M 분배 광섬유로 구성된다. 상기 지역 기지국(150)은 제2 파장분할 다중화기(160)와, 제1 내지 제N 광파워 분할기(PS, 170-1~170-N)를 포함한다.

상기 제2 파장분할 다중화기(160)는 다중화 포트와 제1 내지 제N 역다중화 포트를 가지며, 다중화 포트는 상기 간선 광섬유(140)와 연결되고, 제1 내지 제N 역다중화 포트는 상기 제1 내지 제N 광파워 분할기(170-1~170-N)와 차례로 일대일 연결된다. 상기 제2 파장분할 다중화기(160)는 다중화 포트에 입력된 제1 내지 제N 하향 광신호를 파장분할 역다중화하여 제1 내지 제N 역다중화 포트로 차례로 일대일 출력하고, 제1 내지 제N 역다중화 포트에 입력된 제1 내지 제N 상향 광신호를 파장분할 다중화하여 다중화 포트로 출력한다.

상기 제1 내지 제N 광파워 분할기(170-1~170-N)는 상기 제2 파장분할 다중화기(160)의 제1 내지 제N 역다중화 포트와 차례로 일대일 연결된다. 상기 제N 광파워 분할기(170-N)는 상향 포트(UP)와 제1 내지 제M 하향 포트(DP)를 가지며, 상향 포트는 상기 제2 파장분할 다중화기(160)의 제N 역다중화 포트와 연결되고, 제1 내지 제N 하향 포트는 상기 제N 그룹(180-N)의 분배 광섬유들과 차례로 일대일 연결된다. 상기 제N 광파워 분할기(170-N)는 상향 포트에 입력된 제N 하향 광신호를 M등분으로 파워 분할하여 M개의 제N 하향 광신호들을 생성하고, 상기 M개의 제N 하향 광신호들을 제1 내지 제M 하향 포트로 출력한다. 상기 제N 광파워 분할기(170-N)는 제1 내지 제M 하향 포트에 입력된 M개의 제N 상향 광신호들을 결합하여 상향 포트로 출력한다.

상기 제1 내지 제N 그룹(190-1~190-N)의 광네트웍 유닛들(190-1-1~190-N-M)은 모두 동일한 구성을 가지며, 각 그룹(190-1~190-N)은 제1 내지 제M 광네트웍 유닛으로 구성되고, 상기 각 그룹의 광네트웍 유닛들은 해당 그룹의 분배 광섬유들과 차례로 일대일 연결된다. 상기 제N 그룹(190-N)의 제M 광네트웍 유닛(190-N-M)은 제M 주파수 변조기(frequency modulator: MOD, 191-N-M), 제M 상향 광원(192-N-M), 제M 하향 광수신기(193-N-M), 제M 대역통과필터(bandpass filter: BPF, 194-N-M) 및 제M 광커플러(195-N-M)를 포함한다.

상기 제M 주파수 변조기(191-N-M)는 제N 그룹의 제M 상향 데이터 신호(D_{N-M})로 변조되며 제M 주파수를 갖는 제N 그룹의 제M 상향 부반송파를 생성 및 출력한다.

상기 제M 상향 광원(192-N-M)은 상기 제N 그룹의 제M 부반송파로 변조되며 제(2N) 파장을 갖는 제N 상향 광신호를 생성 및 출력한다.

상기 제M 하향 광수신기(193-N-M)는 상기 제M 광커플러(195-N-M)로부터 제N 하향 광신호를 입력받으며, 상기 제N 하향 광신호로부터 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 부반송파를 얻는다.

상기 제M 대역통과필터(194-N-M)는 상기 제M 하향 광수신기(193-N-M)로부터 입력된 상기 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 부반송파를 필터링하여 얻어진 제M 하향 부반송파를 출력한다. 상기 제M 하향 부반송파 이외의 제1 내지 제(M-1) 하향 부반송파는 상기 제M 대역통과필터(194-N-M)에 의해 제거된다.

상기 제M 광커플러(195-N-M)는 제1 내지 제3 포트를 가지며, 제1 포트는 상기 제N 그룹(180-N)의 제M 분배 광섬유와 연결되고, 제2 포트는 상기 제M 하향 광수신기(193-N-M)와 연결되며, 제3 포트는 상기 제M 상향 광원(192-N-M)과 연결된다. 상기 제N 광커플러(195-N-M)는 제1 포트에 입력된 제N 하향 광신호를 제2 포트로 출력하고, 제3 포트에 입력된 제N 상향 광신호를 제1 포트로 출력한다.

그러나 상술한 바와 같은 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망(100)은 아래와 같은 문제점들이 있다.

첫째, 상기 복합 수동형 광가입자망(100)은 통상적인 파장분할다중 방식에 비해 가입자의 수를 M배로 늘릴 수 있지만, 상향 전송을 위해 각 광네트웍 유닛이 독립적인 광원을 구비해야 하므로, 상향 광원의 수도 M배로 증가하게 되고, 이로 인해 전체 광가입자망의 구현 비용이 증가하게 된다.

둘째, 중앙 기지국(110)에 구비된 각 상향 광수신기에 동일 그룹의 서로 다른 광네트웍 소자들로부터 출력된 상향 광신호들이 동시에 입력되는 경우에, 광간섭 잡음에 의해 전체 광가입자망의 성능이 크게 저하될 수 있다. 이때, 상기 상향 광신

호들 중 적어도 하나는 파장 오차를 갖는 것으로 가정한다. 즉, 상기 상향 광수신기로서 사용되는 포토다이오드는 자승 광검출 특성(square-law photo-detection property)을 가지며, 이로 인해 광간섭 잡음이 발생하게 된다. 광신호 입력에 의해 포토다이오드로부터 출력되는 광 전류는 광 전력에 비례하고, 광 전력은 광 필드의 제곱으로 표현되기 때문에, 상기 포토다이오드에 서로 다른 파장을 갖는 동일 그룹의 상향 광신호들이 입력되는 경우에 그 파장 차이에 해당하는 주파수를 중심으로 잡음이 발생하게 된다.

하기 <수학식 1> 및 <수학식 2>는 포토다이오드에 서로 다른 파장의 제1 및 제2 광신호들이 동시에 입력된 경우를 가정한다.

수학식 1

$$i(t) = R \cdot I(t) = R \cdot L\left\{\varepsilon^2(t)\right\}$$

수학식 2

$$\begin{aligned} I(t) &= I_1(t) + I_2(t) + 2\sqrt{I_1(t)I_2(t)} \cdot \cos\left[(\omega_{o1} - \omega_{o2})t + \phi_1(t) - \phi_2(t)\right] \\ &= I_1(t) + I_2(t) + I_x(t) \end{aligned}$$

상기 <수학식 1> 및 <수학식 2>에서, t는 시간, i(t)는 광 전류, R은 포토다이오드의 응답도, I(t)는 광 파워, ε(t)는 광 필드, $L\{\varepsilon^2(t)\}$은 I(t)를 ε(t)를 변수로 하여 나타낸 함수, $I_1(t)$ 및 $I_2(t)$는 제1 및 제2 광신호들의 파워들, $I_X(t)$는 잡음의 파워, ω_{o1} 및 ω_{o1}는 상기 제1 및 제2 광신호들의 주파수들, Φ_1 및 Φ_2는 상기 제1 및 제2 광신호들의 주파수들을 나타낸다.

광간섭 잡음은 전체 네트워크의 구현 비용과 함께 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망에서 가장 큰 문제로 인식되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 일 목적은 광간섭 잡음을 최소화할 수 있는 저가의 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망을 제공함에 있다.

또한, 본 발명의 다른 목적은 광간섭 잡음을 최소화함과 더불어 자기 치유 기능을 갖는 저가의 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망을 제공함에 있다.

상기한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 무선 통신을 이용한 복합 수동형 광가입자망은, 하향 광신호들을 전송하는 중앙 기지국과; 상기 중앙 기지국으로부터 수신한 하향 광신호들을 파장분할 역다중화하고, 역다중화된 각 하향 광신호를 파워 분할함으로써 복수의 하향 광신호들을 생성하며, 상기 복수의 하향 광신호들을 해당 그룹의 광네트웍 유닛들로 전송하고, 무선 수신한 해당 그룹의 상향 부반송파들로 변조된 해당 상향 광신호를 생성하며, 생성된 복수의 상향 광신호를 상기 중앙 기지국으로 전송하는 지역 기지국과; 각각 상기 지역 기지국으로부터 수신한 해당 하향 광신호로부터 해당 그룹의 하향 부반송파들을 얻고, 상기 그룹의 하향 부반송파들을 필터링함으로써 해당 하향 부반송파를 얻으며, 해당 상향 부반송파를 상기 지역 기지국으로 무선 전송하는 복수 그룹의 광네트웍 유닛들을 포함한다.

발명의 구성

이하에서는 첨부 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능이나 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.

도 2는 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망을 나타내는 도면이고, 도 3은 도 2에 도시된 중앙 기지국을 상세히 나타내는 도면이다. 상기 복합 수동형 광가입자망(200)은, 중앙 기지국(CO, 210)과, 지역 기지국(RN, 250)과, 제1 내지 제N 그룹(290-1~290-N)의 광네트웍 유닛들(ONU, 290-1-1~290-N-M)로 구성된다.

상기 중앙 기지국(210)은 제1 내지 제N 광송수신기(TRX, 220-1~220-N)와, 제1 파장분할 다중화기(WDM, 230)를 포함한다.

상기 제1 내지 제N 광송수신기(220-1~220-N)는 모두 동일한 구성을 가지며, 상기 제1 파장분할 다중화기(230)의 제1 내지 제N 역다중화 포트와 차례로 일대일 연결된다. 상기 제1 내지 제N 광송수신기(220-1~220-N)는 제1 내지 제N 하향 광신호를 각각 출력하고, 제1 내지 제N 상향 광신호를 각각 입력받는다. 상기 제1 내지 제N 하향 광신호는 제1 내지 제N 파장(λ_1~λ_N)을 각각 갖고, 상기 각 하향 광신호는 해당 그룹을 이루는 M개의 하향 부반송파들로 변조되어 있다. 즉, 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 부반송파는 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 주파수(Df_{N-1}~Df_{N-M})를 각각 갖고, 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 데이터 신호로 각각 변조되어 있다. 상기 하향 부반송파들 및 하향 데이터 신호들은 모두 전기 신호들이다. 상기 제1 내지 제N 상향 광신호는 제(N+ 1) 내지 제(2N) 파장($\lambda_{(N+1)}$~$\lambda_{(2N)}$)을 각각 갖고, 상기 각 상향 광신호는 해당 그룹을 이루는 M개의 상향 부반송파들로 변조되어 있다. 즉, 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 부반송파는 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 주파수(Uf_{N-1}~Uf_{N-M})를 각각 갖고, 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 데이터 신호로 각각 변조되어 있다. 상기 상향 부반송파들 및 상향 데이터 신호들은 모두 전기 신호들이다. 상기 제N 광송수신기(220-N)는 제N 하향 광원(DLS, 222-N)과, 제N 상향 광수신기(URX, 224-N)와, 제N 광커플러(CP, 226-N)를 포함한다.

상기 제N 하향 광원(222-N)은 제N 파장의 제N 하향 광신호를 생성하여 상기 제N 광커플러(226-N)로 출력하며, 상기 제N 하향 광신호는 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 부반송파로 변조되어 있고, 상기 제N 그룹의 하향 부반송파들은 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 데이터 신호로 각각 변조되어 있다. 상기 제N 하향 광원(222-N)으로는 페브리-페롯 레이저 또는 분산귀환 레이저 다이오드(distributed feedback laser diode: DFB-LD)를 사용할 수 있다.

상기 제N 상향 광수신기(224-N)는 상기 제N 광커플러(226-N)로부터 제N 상향 광신호를 입력받으며, 상기 제N 상향 광신호로부터 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 부반송파, 그리고 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 데이터 신호를 차례로 얻는다. 상기 제N 상향 광수신기(224-N)로는 광전 변환을 위한 포토다이오드 및 주파수 분할 역다중화를 위한 디멀티플렉서의 조합을 사용할 수 있다.

상기 제N 광커플러(226-N)는 제1 내지 제3 포트를 가지며, 제1 포트는 상기 제1 파장분할 다중화기(230)의 제N 역다중화 포트(DMP)와 연결되고, 제2 포트는 상기 제N 상향 광수신기(224-N)와 연결되며, 제3 포트는 상기 제N 하향 광원(222-N)과 연결된다. 상기 제N 광커플러(226-N)는 제1 포트에 입력된 제N 상향 광신호를 제2 포트로 출력하고, 제3 포트에 입력된 제N 하향 광신호를 제1 포트로 출력한다.

상기 제1 파장분할 다중화기(230)는 다중화 포트(MP)와 제1 내지 제N 역다중화 포트를 가지며, 상기 다중화 포트는 간선 광섬유(240)와 연결되고, 상기 제1 내지 제N 역다중화 포트는 상기 제1 내지 제N 광송수신기(220-1~220-N)와 차례로 일대일 연결된다. 상기 제1 파장분할 다중화기(230)는 상기 지역 기지국(250)으로부터 수신한 제1 내지 제N 상향 광신호를 파장분할 역다중화하여 제1 내지 제N 역다중화 포트로 차례로 일대일 출력하고, 제1 내지 제N 역다중화 포트에 입력된 제1 내지 제N 하향 광신호를 파장분할 다중화하여 상기 지역 기지국(250)으로 전송한다. 상기 제1 파장분할 다중화기(230)로는 1×N 도파로열 격자(arrayed waveguide grating: AWG)를 사용할 수 있다.

상기 지역 기지국(250)은 상기 중앙 기지국(210)과 상기 간선 광섬유(240)를 통해 연결되고, 제1 내지 제N 그룹(280-1~280-N)의 분배 광섬유들을 통해 상기 제1 내지 제N 그룹(290-1~290-N)의 광네트웍 유닛들(290-1-1~290-N-M)과 연결된다. 각 그룹(280-1~280-N)은 제1 내지 제M 분배 광섬유로 구성된다. 상기 지역 기지국(250)은 제2 파장분할 다중화기(260)와, 제1 내지 제N 분배 유닛(distribution unit: DU, 270-1~270-N)을 포함한다.

상기 제2 파장분할 다중화기(260)는 다중화 포트와 제1 내지 제N 역다중화 포트를 구비하며, 상기 다중화 포트는 상기 간선 광섬유(240)와 연결되고, 상기 제1 내지 제N 역다중화 포트는 상기 제1 내지 제N 분배 유닛(270-1~270-N)과 차례로 일대일 연결된다. 상기 제2 파장분할 다중화기(260)는 상기 중앙 기지국(210)으로부터 수신한 제1 내지 제N 하향 광신호를 파장분할 역다중화하여 상기 제1 내지 제N 분배 유닛(270-1~270-N)으로 차례로 일대일 출력하고, 상기 제1 내지 제N 분배 유닛(270-1~270-N)으로부터 입력된 제1 내지 제N 상향 광신호를 파장분할 다중화하여 상기 중앙 기지국(210)으로 전송한다.

상기 제1 내지 제N 분배 유닛(270-1~270-N)은 모두 동일한 구성을 갖는다. 상기 제N 분배 유닛(270-N)은 제N 광커플러(272-N)와, 제N 광파워 분할기(PS, 274-N)와, 제N 상향 광원(ULS, 278-N)과, 제N 상향 안테나(276-N)를 포함한다.

상기 제N 광커플러(272-N)는 제1 내지 제3 포트를 가지며, 제1 포트는 상기 제2 파장분할 다중화기(260)의 제N 역다중화 포트와 연결되고, 제2 포트는 상기 제N 광파워 분할기(274-N)와 연결되며, 제3 포트는 상기 제N 상향 광원(278-N)과 연결된다. 상기 제N 광커플러(272-N)는 상기 제2 파장분할 다중화기(260)로부터 입력된 제N 하향 광신호를 상기 제N 광파워 분할기(274-N)로 출력하고, 상기 제N 상향 광원(278-N)으로부터 입력된 제N 상향 광신호를 상기 제2 파장분할 다중화기(260)로 출력한다.

상기 제N 광파워 분할기(274-N)는 상향 포트(UP)와 제1 내지 제M 하향 포트(DP)를 가지며, 상향 포트는 상기 제N 광커플러(272-N)의 제2 포트와 연결되고, 제1 내지 제M 하향 포트는 상기 제N 그룹(280-N)의 분배 광섬유들과 차례로 일대일 연결된다. 상기 제N 광파워 분할기(274-N)는 상기 제N 광커플러(272-N)로부터 입력된 제N 하향 광신호를 M등분으로 파워 분할하고, M개의 분할된 제N 하향 광신호들을 제1 내지 제M 하향 포트로 출력한다.

상기 제N 상향 안테나(276-N)는 상기 제N 상향 광원(278-N)의 일단과 연결되며, 상기 제N 그룹(290-N)의 제1 내지 제M 광네트웍 유닛(290-N-1~290-N-M)으로부터 무선 수신한 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 부반송파를 상기 제N 상향 광원(278-N)으로 출력한다.

상기 제N 상향 광원(278-N)은 그 일단이 상기 제N 상향 안테나(276-N)와 연결되고, 그 타단이 상기 제N 광커플러(272-N)의 제3 포트와 연결된다. 상기 제N 상향 광원(278-N)은 상기 제1 내지 제M 상향 부반송파로 변조되며 제(2N) 파장을 갖는 제N 상향 광신호를 생성하여 상기 제N 광커플러(272-N)로 출력한다. 상기 제N 상향 광원(278-N)으로는 페브리-페롯 레이저를 사용할 수 있다.

상기 제1 내지 제N 그룹(290-1~290-N)의 광네트웍 유닛들(290-1-1~290-N-M)은 모두 동일한 구성을 갖는다. 즉, 상기 제N 그룹(290-N)은 제1 내지 제M 광네트웍 유닛(290-N-1~290-N-M)으로 구성되고, 상기 제N 그룹(290-N)의 제1 내지 제M 광네트웍 유닛(290-N-1~290-N-M)은 제N 그룹(280-N)의 제1 내지 제M 분배 광섬유와 차례로 일대일 연결된다. 상기 제N 그룹(290-N)의 제M 광네트웍 유닛(290-N-M)은 제M 하향 광수신기(DRX, 292-N-M), 제M 대역통과필터(BPF, 294-N-M), 제M 주파수 변조기(MOD, 296-N-M) 및 제N 상향 안테나(298-N-M)를 포함한다.

상기 제M 하향 광수신기(292-N-M)는 그 일단이 상기 제N 그룹(280-N)의 제M 분배 광섬유와 연결되고, 그 타단이 상기 제N 대역통과필터(294-N-M)와 연결된다. 상기 제M 하향 광수신기(292-N-M)는 상기 지역 기지국(250)으로부터 수신한 제N 하향 광신호로부터 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 부반송파들을 얻는다. 상기 제M 하향 광수신기(292-N-M)로는 광전 변환을 위한 포토다이오드를 사용할 수 있다.

상기 제M 대역통과필터(294-N-M)는 상기 제M 하향 광수신기(292-N-M)로부터 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 부반송파들을 입력받으며, 상기 제N 그룹의 하향 부반송파들을 필터링하여 얻어진 제M 하향 부반송파를 출력한다. 상기 제M 하향 부반송파 이외의 제1 내지 제(M-1) 하향 부반송파는 상기 제M 대역통과필터(294-N-M)에 의해 제거된다.

상기 제M 주파수 변조기(296-N-M)는 상기 제M 상향 안테나(298-N-M)와 연결되고, 제N 그룹의 제M 상향 데이터 신호로 변조되며 제N 그룹의 제M 상향 주파수(Df_{N-M})를 갖는 제N 그룹의 제M 부반송파를 생성하여 상기 제M 안테나(298-N-M)로 출력한다.

상기 제M 상향 안테나(298-N-M)는 상기 제M 주파수 변조기(296-N-M)로부터 입력된 제N 그룹의 제M 상향 부반송파를 상기 지역 기지국(250)으로 무선 전송한다.

도 4는 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망을 나타내는 도면이고, 도 5는 도 4에 도시된 중앙 기지국을 상세히 나타내는 도면이다. 상기 복합 수동형 광가입자망(300)은 자기 치유 수단을 더 구비한다는 점을 제외하고는 도 2에 도시된 복합 수동형 광가입자망(200)과 유사한 구성을 갖는다. 상기 복합 수동형 광가입자망(300)은, 중앙 기지국(310)과, 지역 기지국(350)과, 제1 내지 제N 그룹(410-1~410-N)의 광네트웍 유닛들(410-1-1~410-N-M)로 구성된다. 이하, 상기 지역 기지국(350)과 상기 제N 그룹(410-1)의 제M 광네트웍 유닛(410-N-M)을 연결하는 제N 그룹(400-N)의 제M 분배 광섬유가 절단된 경우를 예시하기로 한다.

상기 중앙 기지국(310)은 제P 하향 광원(322-P)과, 제1 내지 제N 광송수신기(320-1~320-N)와, 제1 파장분할 다중화기(330)를 포함한다.

상기 제1 내지 제N 광송수신기(320-1~320-N)는 모두 동일한 구성을 가지며, 상기 제1 파장분할 다중화기(330)의 제1 내지 제N 역다중화 포트와 차례로 일대일 연결된다. 상기 제1 내지 제N 광송수신기(320-1~320-N)는 제1 내지 제N 하향 광신호를 각각 출력하고, 제1 내지 제N 상향 광신호를 각각 입력받는다. 상기 제1 내지 제N 하향 광신호는 제1 내지 제N 파장(λ_1~λ_N)을 각각 갖고, 상기 각 하향 광신호는 해당 그룹을 이루는 M개 또는 (M-1)개의 하향 부반송파들로 변조되어 있다. 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 부반송파는 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 주파수(Df_{N-1}~Df_{N-M})를 각각 갖고, 제N 그룹의 제1 내지 제M 하향 데이터 신호로 각각 변조되어 있다. 상기 하향 부반송파들 및 하향 데이터 신호들은 모두 전기 신호들이다. 상기 제1 내지 제N 상향 광신호는 제(N+ 1) 내지 제(2N) 파장($\lambda_{(N+1)}$~$\lambda_{(2N)}$)을 각각 갖고, 상기 각 상향 광신호는 해당 그룹을 이루는 M개의 상향 부반송파들로 변조되어 있다. 즉, 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 부반송파는 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 주파수(Uf_{N-1}~Uf_{N-M})를 각각 갖고, 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 데이터 신호로 각각 변조되어 있다. 상기 상향 부반송파들 및 상향 데이터 신호들은 모두 전기 신호들이다. 상기 제N 광송수신기(320-N)는 제N 하향 광원(DLS, 322-N)과, 제N 상향 광수신기(324-N)와, 제N 광커플러(326-N)를 포함한다.

상기 제N 하향 광원(322-N)은 제N 파장의 제N 하향 광신호를 생성하여 상기 제N 광커플러(326-N)로 출력하며, 상기 제N 하향 광신호는 제N 그룹의 제1 내지 제(M-1) 하향 부반송파로 변조되어 있고, 상기 제N 그룹의 하향 부반송파들은 제N 그룹의 제1 내지 제(M-1) 하향 데이터 신호로 각각 변조되어 있다.

상기 제N 상향 광수신기(324-N)는 상기 제N 광커플러(326-N)로부터 제N 상향 광신호를 입력받으며, 상기 제N 상향 광신호로부터 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 부반송파, 그리고 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 데이터 신호를 차례로 얻는다.

상기 제N 광커플러(326-N)는 제1 내지 제3 포트를 가지며, 제1 포트는 상기 제1 파장분할 다중화기(330)의 제N 역다중화 포트(DMP)와 연결되고, 제2 포트는 상기 제N 상향 광수신기(324-N)와 연결되며, 제3 포트는 상기 제N 하향 광원(322-N)과 연결된다. 상기 제N 광커플러(326-N)는 제1 포트에 입력된 제N 상향 광신호를 제2 포트로 출력하고, 제3 포트에 입력된 제N 하향 광신호를 제1 포트로 출력한다.

상기 제P 하향 광원(322-P)은 상기 제1 파장분할 다중화기(330)의 제P 역다중화 포트와 연결된다. 상기 제P 하향 광원(322-P)은 정상 모드에서는 동작하지 않고, 분배 광섬유 또는 광네트웍 유닛에 장애가 발생하여 상기 장애를 갖는 광네트웍 유닛을 목적지로 하는 하향 부반송파의 하향 전송이 불가능한 경우(즉, 보호 모드)에 동작한다. 상기 제P 하향 광원(322-P)은 제P 파장(λ_P)의 제P 하향 광신호를 상기 제1 파장분할 다중화기(330)로 출력한다. 상기 제P 하향 광신호는 상기 장애를 갖는 광네트웍 유닛을 목적지로 하는 하향 부반송파로 변조되어 있다. 본 제2 실시예에서, 상기 제N 그룹(410-1)의 제M 광네트웍 유닛(410-N-M)이 장애를 가지므로, 상기 제P 하향 광신호는 제M 하향 부반송파로 변조되어 있고, 상기 제M 하향 부반송파는 제N 그룹의 제M 하향 데이터 신호로 변조되어 있다.

상기 제1 파장분할 다중화기(330)는 다중화 포트와 제1 내지 제P 역다중화 포트를 가지며, 다중화 포트는 간선 광섬유(340)와 연결되고, 제1 내지 제N 역다중화 포트는 상기 제1 내지 제N 광송수신기(320-1~320-N)와 차례로 일대일 연결되며, 제P 역다중화 포트는 상기 제P 하향 광원(322-P)과 연결된다. 상기 제1 파장분할 다중화기(330)는 다중화 포트에 입력된 제1 내지 제N 상향 광신호를 파장분할 역다중화하여 제1 내지 제N 역다중화 포트로 차례로 일대일 출력하고, 제1 내지 제P 역다중화 포트에 입력된 제1 내지 제P 하향 광신호를 파장분할 다중화하여 다중화 포트로 출력한다.

상기 지역 기지국(350)은 상기 중앙 기지국(310)과 간선 광섬유(340)를 통해 연결되고, 제1 내지 제N 그룹(400-1~400-N)의 분배 광섬유들을 통해 상기 제1 내지 제N 그룹(410-1~410-N)의 광네트웍 유닛들(410-1-1~410-N-M)과 연결된다. 각 그룹의 분배 광섬유들은 제1 내지 제M 분배 광섬유로 구성된다. 상기 지역 기지국(350)은 제2 파장분할 다중화기(360)와, 제1 내지 제N 분배 유닛(370-1~370-N)과, 광전 변환기(optoelectric converter: O/E, 380)와, 하향 안테나(390)를 포함한다.

상기 제2 파장분할 다중화기(360)는 다중화 포트와 제1 내지 제P 역다중화 포트를 가지며, 다중화 포트는 상기 간선 광섬유(340)와 연결되고, 제1 내지 제N 역다중화 포트는 상기 제1 내지 제N 분배 유닛(370-1~370-N)과 차례로 일대일 연결되며, 제P 역다중화 포트는 상기 광전 변환기(380)와 연결된다. 상기 제2 파장분할 다중화기(360)는 상기 중앙 기지국(310)으로부터 수신한 제1 내지 제P 하향 광신호를 파장분할 역다중화하여 제1 내지 제P 역다중화 포트로 차례로 일대일 출력하고, 상기 제1 내지 제N 분배 유닛(370-1~370-N)으로부터 입력된 제1 내지 제N 상향 광신호를 파장분할 다중화하여 상기 중앙 기지국(310)으로 전송한다.

상기 제1 내지 제N 분배 유닛(370-1~370-N)은 모두 동일한 구성을 갖는다. 상기 제N 분배 유닛(370-N)은 상기 제2 파장분할 다중화기(360)로부터 입력된 제N 하향 광신호를 M등분으로 파워 분할하고, M개의 분할된 제N 하향 광신호들을 상기 제N 그룹(410-N)의 제1 내지 제N 광네트웍 유닛(410-N-1~410-N-M)으로 전송한다. 또한, 상기 제N 분배 유닛(370-N)은 상기 제N 그룹(410-N)의 제1 내지 제M 광네트웍 유닛(410-N-1~410-N-M)으로부터 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 부반송파를 무선 수신하고, 상기 제1 내지 제M 상향 부반송파로 변조되며 제(2N) 파장을 갖는 제N 상향 광신호를 생성하여 상기 제2 파장분할 다중화기(360)로 출력한다. 상기 제N 분배 유닛(370-N)은 제N 광커플러(372-N)와, 제N 광파워 분할기(374-N)와, 제N 상향 광원(378-N)과, 제N 상향 안테나(376-N)를 포함한다.

상기 제N 광커플러(372-N)는 제1 내지 제3 포트를 가지며, 제1 포트는 상기 제2 파장분할 다중화기(360)의 제N 역다중화 포트와 연결되고, 제2 포트는 상기 제N 광파워 분할기(374-N)와 연결되며, 제3 포트는 상기 제N 상향 광원(378-N)과 연결된다. 상기 제N 광커플러(372-N)는 상기 제2 파장분할 다중화기(360)로부터 입력된 제N 하향 광신호를 상기 제N 광파워 분할기(374-N)로 출력하고, 상기 제N 상향 광원(378-N)으로부터 입력된 제N 상향 광신호를 상기 제2 파장분할 다중화기(360)로 출력한다.

상기 제N 광파워 분할기(374-N)는 상향 포트와 제1 내지 제M 하향 포트를 가지며, 상향 포트는 상기 제N 광커플러(372-N)의 제2 포트와 연결되고, 제1 내지 제M 하향 포트는 상기 제N 그룹(380-N)의 분배 광섬유들과 차례로 일대일 연결된다. 상기 제N 광파워 분할기(374-N)는 상기 제N 광커플러(372-N)로부터 입력된 제N 하향 광신호를 M등분으로 파워 분할하고, M개의 분할된 제N 하향 광신호들을 제1 내지 제M 하향 포트로 출력한다.

상기 제N 상향 안테나(376-N)는 상기 제N 상향 광원(378-N)의 일단과 연결되며, 상기 제N 그룹(410-N)의 제1 내지 제M 광네트웍 유닛(410-N-1~410-N-M)으로부터 무선 수신한 제N 그룹의 제1 내지 제M 상향 부반송파를 상기 제N 상향 광원(378-N)으로 출력한다.

상기 제N 상향 광원(378-N)은 그 일단이 상기 제N 상향 안테나(376-N)와 연결되고, 그 타단이 상기 제N 광커플러(372-N)의 제3 포트와 연결된다. 상기 제N 상향 광원(378-N)은 상기 제1 내지 제M 상향 부반송파로 변조되며 제(2N) 파장을 갖는 제N 상향 광신호를 생성하여 상기 제N 광커플러(372-N)로 출력한다.

상기 광전 변환기(380)는 그 일단이 상기 제2 파장분할 다중화기(360)의 제P 역다중화 포트와 연결되고, 그 타단이 상기 하향 안테나(390)와 연결된다. 상기 광전 변환기(380)는 상기 제2 파장분할 다중화기(360)로부터 제P 하향 광신호를 입력받으며, 상기 제P 하향 광신호를 광전 변환하여 장애를 갖는 상기 제N 그룹(410-1)의 제M 광네트웍 유닛(410-N-M)을 목적지로 하는 제N 그룹의 제M 하향 부반송파를 상기 하향 안테나(390)로 출력한다.

상기 하향 안테나(390)는 상기 광전 변환기(380)로부터 입력된 상기 제N 그룹의 제M 하향 부반송파를 상기 제N 그룹(410-1)의 제M 광네트웍 유닛(410-N-M)으로 무선 전송한다.

상기 제1 내지 제N 그룹(410-1~410-N)의 광네트웍 유닛들(410-1-1~410-N-M)은 모두 동일한 구성을 가지며, 상기 각 그룹은 제1 내지 제M 광네트웍 유닛으로 구성되고, 상기 각 그룹의 광네트웍 유닛들은 해당 그룹의 분배 광섬유들과 차례로 일대일 연결된다. 상기 제N 그룹(410-N)의 제M 광네트웍 유닛(410-N-M)은 제M 하향 광수신기(411-N-M), 제M 대역통과필터(412-N-M), 제M 주파수 변조기(413-N-M), 제M 써큘레이터(414-N-M), 제M 상하향 안테나(415-N-M) 및 제M 스위치(416-N-M)를 포함한다.

상기 제M 하향 광수신기(411-N-M)는 그 일단이 상기 제N 그룹(400-N)의 제M 분배 광섬유와 연결되고, 그 타단이 상기 제M 대역통과필터(412-N-M)와 연결된다. 정상 모드에서, 상기 제M 하향 광수신기(411-N-M)는 상기 제N 그룹(400-N)의 제M 분배 광섬유로부터 제N 하향 광신호를 입력받으며, 상기 제N 하향 광신호로부터 제N 그룹의 하향 부반송파들을 얻는다. 보호 모드에서는, 상기 제M 하향 광수신기(411-N-M)에 제N 하향 광신호가 입력되지 않는다.

상기 제M 대역통과필터(412-N-M)는 그 일단이 상기 제M 하향 광수신기(411-N-M)와 연결되고, 그 타단이 상기 제M 스위치(416-N-M)와 연결된다. 정상 모드에서, 상기 제M 대역통과필터(412-N-M)는 상기 제M 하향 광수신기(411-N-M)로부터 제N 그룹의 하향 부반송파들을 입력받으며, 상기 제N 그룹의 하향 부반송파들을 필터링하여 얻어진 제M 하향 부반송파를 상기 제M 스위치(416-N-M)로 출력한다. 상기 제M 하향 부반송파 이외의 제1 내지 제(M-1) 하향 부반송파는 상기 제M 대역통과필터(412-N-M)에 의해 제거된다. 보호 모드에서는, 상기 제M 대역통과필터(412-N-M)에 제N 그룹의 하향 부반송파들이 입력되지 않는다.

상기 제M 주파수 변조기(413-N-M)는 써큘레이터와 연결되고, 제M 상향 데이터 신호로 변조되며 제N 그룹의 제M 상향 주파수를 갖는 제N 그룹의 제M 상향 부반송파를 생성하여 상기 제M 써큘레이터(414-N-M)로 출력한다.

상기 제M 상하향 안테나(415-N-M)는 상기 제M 써큘레이터(414-N-M)로부터 입력된 상기 제N 그룹의 제M 상향 부반송파를 상기 지역 기지국(350)으로 무선 전송하고, 상기 제M 써큘레이터(414-N-M)로부터 무선 수신한 제N 그룹의 제M 하향 부반송파를 상기 제M 써큘레이터(414-N-M)로 출력한다.

상기 제M 써큘레이터(414-N-M)는 제1 내지 제3 포트를 구비하며, 제1 포트는 상기 제M 주파수 변조기(413-N-M)와 연결되고, 제2 포트는 상기 제M 상하향 안테나(415-N-M)와 연결되며, 제3 포트는 상기 제M 스위치(416-N-M)와 연결된다. 상기 제M 써큘레이터(310)는 제1 포트에 입력된 제N 그룹의 제M 상향 부반송파를 상기 상하향 안테나(320)로 출력하고, 제2 포트에 입력된 제N 그룹의 제M 하향 부반송파를 상기 제M 스위치(416-N-M)로 출력한다.

상기 제M 스위치(416-N-M)는 제1 내지 제3 포트를 구비하며, 제2 포트는 상기 제M 대역통과필터(412-N-M)의 타단과 연결되고, 제3 포트는 상기 제M 써큘레이터(414-N-M)의 제3 포트와 연결된다. 상기 제M 스위치(416-N-M)는 정상 모드에서 제1 포트와 제2 포트를 연결하고, 보호 모드에서 제1 포트와 제3 포트를 연결한다. 상기 제M 스위치(416-N-M)는 정상 모드에서 제2 포트에 입력된 제N 그룹의 제M 하향 부반송파를 제1 포트로 출력하고, 보호 모드에서 제3 포트에 입력된 제N 그룹의 제M 하향 부반송파를 제1 포트로 출력한다.

상기 제N 그룹(410-N)의 제M 광네트웍 유닛(410-N-M)은 상기 제M 스위치(416-N-M)의 제1 포트로부터 출력된 제N 그룹의 제M 하향 부반송파로부터 제N 그룹의 제M 하향 데이터를 얻는다.

장애 발생의 감지를 위해, 상기 중앙 기지국(310)은 상기 제N 그룹(410-N)의 제M 광네트웍 유닛(410-N-M)에게 전송할 하향 데이터가 존재하지 않아도 기설정된 주기로 제N 그룹의 제M 하향 광신호를 전송한다. 또한, 상기 제N 그룹(410-N)의 제M 광네트웍 유닛(410-N-M)은 상기 제M 스위치(416-N-M)로부터 기설정된 시간 동안 하향 광신호가 출력되지 않는 경우에 장애 발생을 감지하고, 상기 제M 스위치(416-N-M)의 연결 상태를 스위칭한다. 또한, 상기 제N 그룹(410-N)의 제M 광네트웍 유닛(410-N-M)은 장애 발생을 통지하는 상향 데이터를 상기 중앙 기지국(310)에 무선 전송한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 복합 수동형 광가입자망은 광네트웍 유닛들에서 생성된 상향 부반송파들을 지역 기지국으로 무선 전송하고, 상기 지역 기지국에서 상기 상향 부반송파들로 변조된 상향 광신호들을 생성하므로, 필요한 상향 광원의 수를 크게 줄일 수 있고, 이로 인하여 전체 광가입자망의 구현 비용을 크게 낮출 수 있다. 또한, 각 상향 광신호당 하나의 상향 광원을 사용하므로, 광간섭 잡음을 최소화할 수 있다는 이점이 있다.

또한, 상기 복합 수동형 광가입자망은 특정 광네트웍 유닛에 장애가 발생하여 하향 광신호의 수신이 불가능한 경우에, 상기 지역 기지국이 상기 광네트웍 유닛으로 해당 하향 부반송파를 무선 전송하므로, 자기 치유 기능을 구현할 수 있다는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 전형적인 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망을 나타내는 도면,

도 2는 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망을 나타내는 도면,

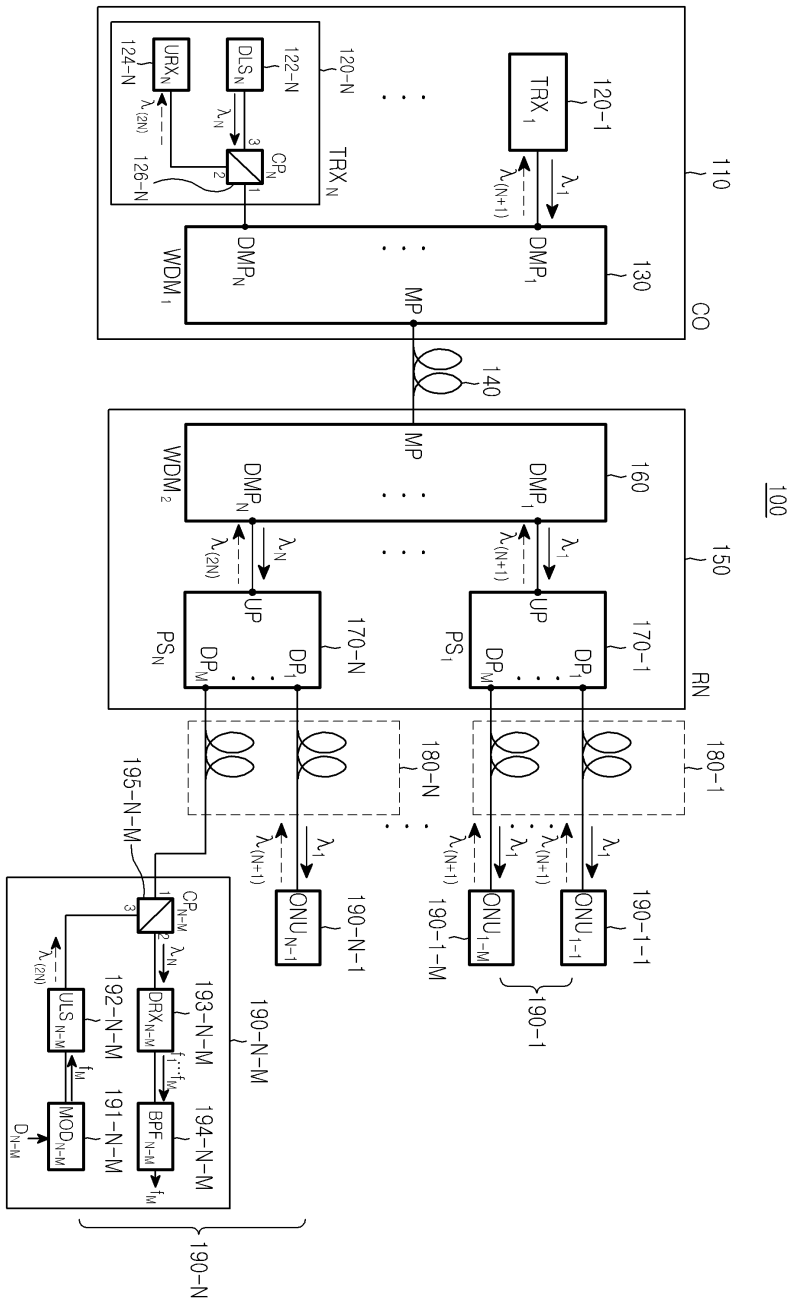
도 3은 도 2에 도시된 중앙 기지국을 상세히 나타내는 도면,

도 4는 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른 파장분할다중/부반송파다중 방식의 복합 수동형 광가입자망을 나타내는 도면,

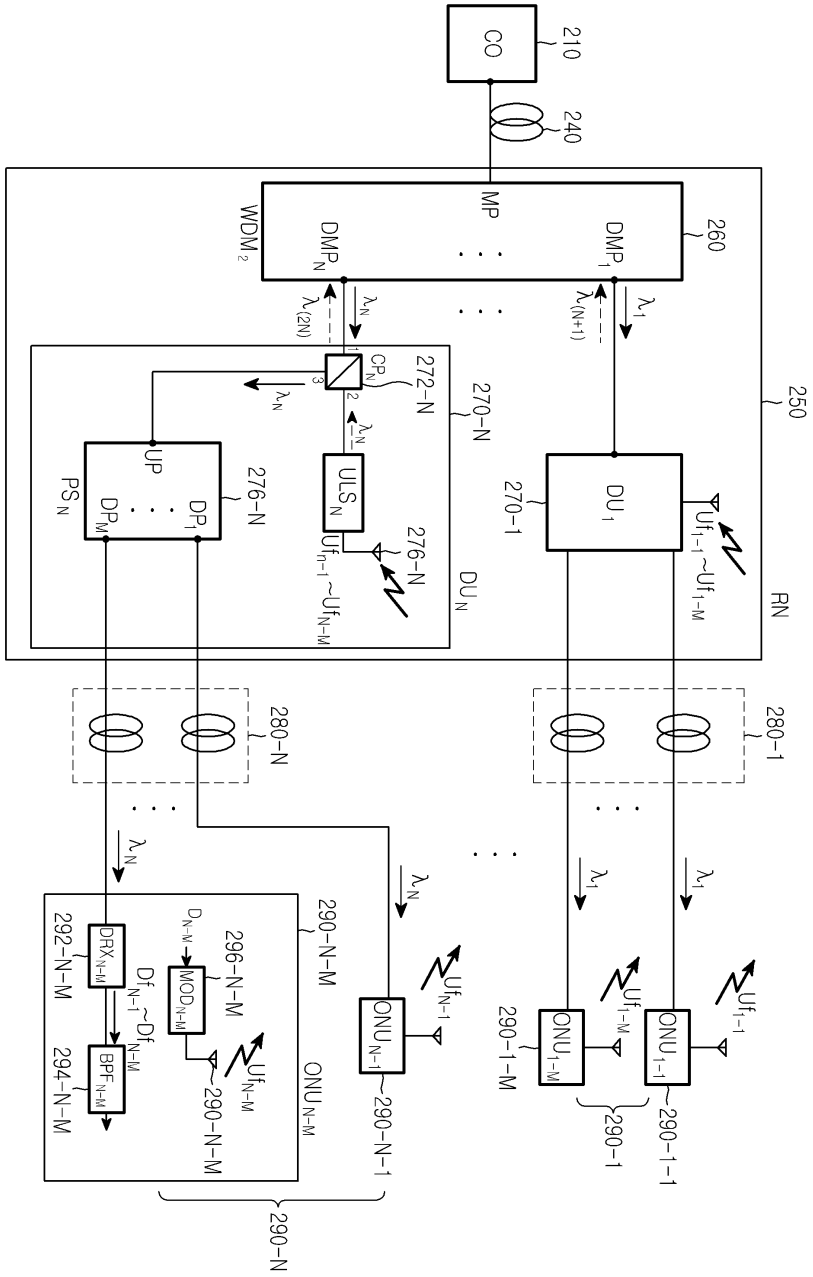
도 5는 도 4에 도시된 중앙 기지국을 상세히 나타내는 도면.

도면

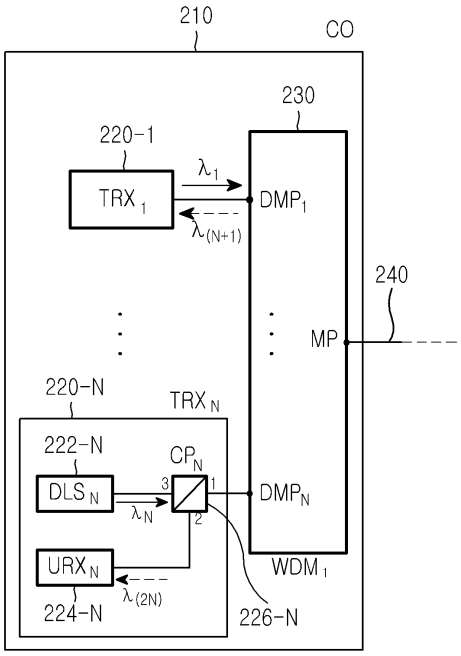
도면1


100
CO
110
TRX 1
120-1
TRX N
120-N
URX N
124-N
DLS N
122-N
CP N
126-N
WDM 1
DMP N
DMP 1
MP
130
140
RN
150
WDM 2
160
UP
PS N
PS 1
170-N
170-1
DP 1
DP M
180-N
180-1
195-N-M
ONU N-1
190-N-1
ONU 1-M
190-1-M
ONU 1-1
190-1-1
190-1
CP N-M
DRX N-M
ULS N-M
MOD N-M
BPF N-M
192-N-M
193-N-M
191-N-M
194-N-M
190-N-M
190-N

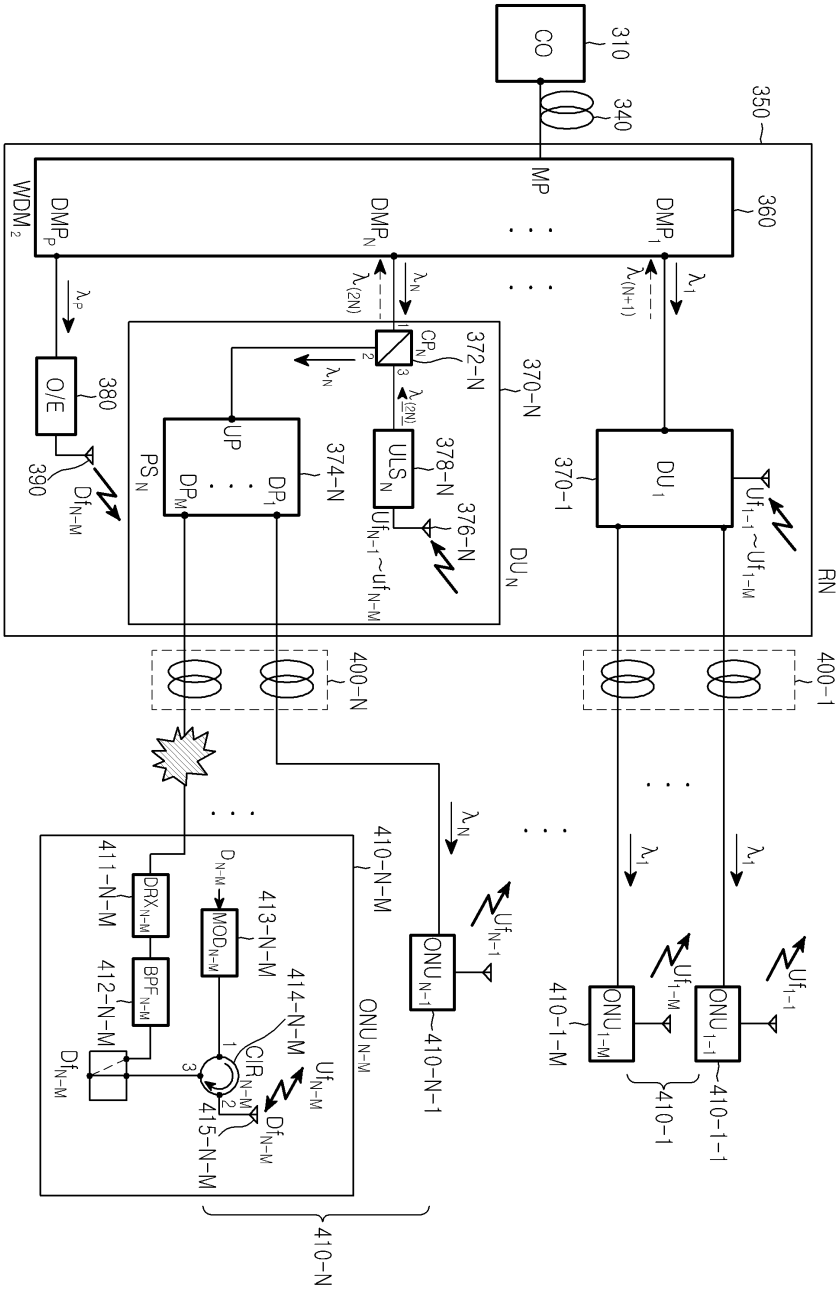
도면2


CO
210
240
MP
WDM
DMP1
DMPN
260
250
RN
λ1
λN
λ(N+1)
λ(2N)
CPN
272-N
270-N
270-1
DU1
DUN
ULSN
UP
PSN
DP1
DPM
276-N
Uf1-1~Uf1-M
UfN-1~UfN-M
280-1
280-N
290-1
290-1-1
290-1-M
290-N
290-N-1
290-N-M
ONU1-1
ONU1-M
ONUN-1
ONUN-M
Uf1-1
Uf1-M
UfN-1
UfN-M
292-N-M
294-N-M
296-N-M
DRXN-M
BPFN-M
MODN-M
Df1~DfM
DN-W

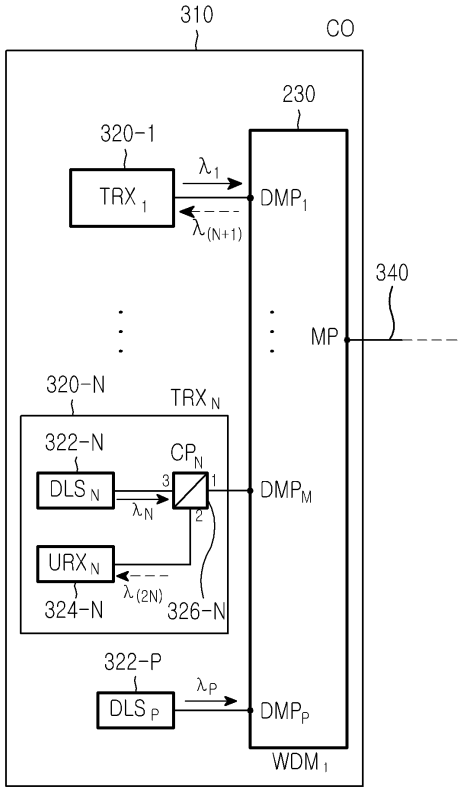
도면3


210
CO
230
220-1
λ1
TRX 1
DMP1
λ(N+1)
240
MP
220-N
TRX N
222-N
CPN
DLS N
3
1
2
λN
DMPN
URX N
λ(2N)
WDM 1
224-N
226-N

도면4


CO
310
340
350
MP
360
WDM2
DMPP
DMPN
DMP1
λP
λ(2N)
λN
λ(N+1)
λ1
372-N
CPN
370-N
370-1
DU1
DUN
RN
380
O/E
390
DfN-M
UP
PSN
DPM
DP1
374-N
ULSN
378-N
376-N
UfN-1~ufN-M
Uf1-1~Uf1-M
400-N
400-1
410-N-M
ONUN-M
411-N-M
DRXN-M
412-N-M
BPFN-M
413-N-M
MODN-M
414-N-M
CIRN-M
415-N-M
UfN-M
410-N-1
ONUN-1
UfN-1
410-N
410-1-M
ONU1-M
Uf1-M
410-1-1
ONU1-1
Uf1-1
410-1

도면5


310
CO
230
320-1
TRX 1
λ1
DMP1
λ(N+1)
340
MP
320-N
TRX N
322-N
CPN
DLS N
3
1
2
λN
DMPM
URX N
λ(2N)
324-N
326-N
322-P
DLS P
λP
DMPP
WDM 1