(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0107298
(43) 공개일자 2007년11월07일

(51) Int. Cl.
H04B 10/26(2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0039607
(22) 출원일자 2006년05월02일
심사청구일자 2006년05월02일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
(72) 발명자
정대광
경기도 수원시 영통구 매탄1동 174번지 현대홈타운 아파트 126동803호
황성택
경기도 평택시 독곡동 대림아파트 102동 303호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주

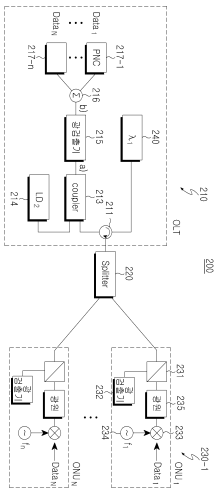
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 부반송파 다중화 방식의 광 통신 방법과 그를 이용한 수동형 광 가입자 망

(57) 요 약

본 발명에 따른 부방송파 다중화 방식의 광 통신 방법은 서로 다른 주파수를 갖는 복수의 부반송파 채널들로 구성된 제1 광신호를 수신하는 과정과, 수신된 광신호를 다른 파장의 제2 광신호를 생성하는 과정과, 상기 제2 광신호에 의해서 상기 제1 광신호가 파장 이동된 제3 광신호로부터 상기 각 부반송파 채널을 검출해내는 과정을 포함한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

박진우

서울특별시 강남구 대치동 은마아파트 30동 207호

이상록

서울특별시 강북구 미아3동 307-25

이성근

서울특별시 성북구 안암동5가 고려대학교 전자공학과

특허청구의 범위

청구항 1

부방송파 다중화 방식의 광 통신 방법에 있어서,

서로 다른 주파수를 갖는 복수의 부반송파 채널들로 구성된 제1 광신호를 수신하는 과정과;

수신된 광신호를 다른 파장의 제2 광신호를 생성하는 과정과;

상기 제2 광신호에 의해서 상기 제1 광신호가 파장 이동된 제3 광신호로부터 상기 각 부반송파 채널을 검출해내는 과정을 포함함을 특징으로 하는 부반송파 다중화 방식의 광 통신 방법.

청구항 2

복수의 상향 부반송파 채널들로부터 데이터를 검출하기 위한 부반송파 다중화 방식의 광 선로 종단에 있어서,

상기 상향 부반송파 채널들로 구성된 상향 광신호와 다른 파장의 광을 생성하기 위한 광원과;

상기 광에 의해 파장 변환된 상기 상향 광신호를 전기 신호로 변환시키기 위한 광 검출기와;

상기 전기 신호로부터 각각의 해당 부반송파 채널의 데이터를 검출해내기 위한 복수의 복조기들을 포함함을 특징으로 하는 부반송파 다중화 방식의 광 선로 종단.

청구항 3

제2 항에 있어서, 광 선로 종단은,

상기 상향 광신호 및 광을 상기 광 검출기로 입력시키며 상기 광원과 상기 광검출기를 연결하는 광 커플러와;

상기 각 복조기들과 상기 광 검출기의 사이에 위치되며 상기 광 검출기에서 광전 변환된 전기 신호를 분할해서 각각의 복조기로 출력하기 위한 전기 신호 분배기를 포함함을 특징으로 하는 부반송파 다중화 방식의 광 선로 종단.

청구항 4

수동형 광 가입자 망에 있어서,

복수의 하향 부반송파 채널들로 구성된 하향 광신호를 생성하고, 복수의 상향 부반송파 채널들로 구성된 상향 광신호로부터 데이터들을 검출해내기 위한 광 선로 종단과;

할당된 하향 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해내고 상향 부반송파 채널을 생성하는 복수의 광 망 종단들과;

상기 광 선로 종단 및 광 망 종단 사이에 위치되며 상기 상향 부반송파 채널들을 상향 광신호로 다중화시켜서 상기 광 선로 종단으로 출력하고, 상기 하향 광신호를 세기 분할해서 상기 각 광 망 종단으로 출력하는 지역 기지국을 포함하며,

상기 광 선로 종단은 상기 상향 광신호와 다른 파장의 광을 생성해서 상기 상향 광신호를 파장 이동시킴을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

청구항 5

제4 항에 있어서, 상기 광 선로 종단은,

상기 상향 광신호와 다른 파장을 갖는 광을 생성하기 위한 광원과;

상기 광에 의해 파장 변환된 상기 상향 광신호를 전기 신호로 변환시키기 위한 광 검출기와;

상기 전기 신호로부터 각각의 해당 부반송파 채널의 데이터를 검출해내기 위한 복수의 복조기들과;

상기 상향 광신호 및 광을 상기 광 검출기로 입력시키며 상기 광원과 상기 광검출기를 연결하는 광 커플러와;

상기 각 복조기들과 상기 광 검출기의 사이에 위치되며 상기 광 검출기에서 광전 변환된 전기 신호를 분할해서 각각의 복조기로 출력하기 위한 전기 신호 분배기를 포함함을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

청구항 6

제5 항에 있어서, 상기 광 선로 종단은,

각각 고유의 주파수가 할당된 복수의 하향 부반송파 채널들로 구성된 하향 광신호를 생성하기 위한 광 생성부와;

상기 광 생성부와 상기 광 커플러의 사이에 위치되며 상기 상향 광신호를 상기 광 커플러로 출력하고 상기 하향 광신호를 상기 광 생성부로부터 입력받아 상기 광 선로 종단의 외부로 출력하는 서큘레이터를 더 포함함을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

청구항 7

제5 항에 있어서, 상기 광 생성부는,

하향 광을 생성하기 위한 광원과;

고유의 주파수를 갖는 데이터를 생성하기 위한 주파수 생성기와;

상기 주파수 생성기에서 생성된 데이터의 주파수 대역을 제한하기 위한 밴드 패스 필터와;

상기 밴드 패스 필터로부터 입력된 데이터를 상기 하향 광에 하향의 부반송파 채널로 변조시키기 위한 변조기를 포함함을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

청구항 8

제4 항에 있어서, 상기 각 광 망 종단은,

상향 광을 생성하기 위한 상향 광원과;

할당된 주파수의 하향 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해내기 위한 광 검출기와;

상기 상향 광원과 상기 광 검출기를 상기 지역 기지국에 링크시키기 위한 파장 선택 결합기와;

고유의 주파수를 갖는 데이터를 생성하기 위한 상향 주파수 생성기와;

상기 상향 주파수 생성기에서 생성된 데이터를 상기 상향 광에 상향의 부반송파 채널로 변조시키기 위한 상향 변조기를 포함함을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

청구항 9

제4 항에 있어서,

상기 지역 기지국은 광 세기 분할기를 포함함을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

청구항 10

수동형 광 가입자 망에 있어서,

각각의 주파수를 갖는 하향 부반송파 채널들로 구성된 하향 광신호들을 생성하고, 해당 파장의 상향 광신호를 파장 이동시켜서 상향 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해내기 위한 광 선로 종단과;

해당 파장을 갖는 하향의 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해내고 해당 파장을 갖는 상향의 부반송파 채널을 생성하기 위한 복수의 광 망 종단들과;

상기 각 하향 광신호를 세기 분할해서 각각의 광 망 종단들로 출력하고 상기 각 상향의 부반송파 채널들을 각 파장을 갖는 상향 광신호들로 다중화시켜서 상기 광 선로 종단으로 출력하는 지역 기지국을 포함함을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

청구항 11

제10 항에 있어서, 상기 광 선로 종단은,

서로 다른 주파수를 갖는 복수의 하향 부반송파 채널들로 구성된 서로 다른 파장의 하향 광신호를 생성하기 위

한 복수의 광원들과;

상기 하향 광신호들을 다중화시키기 위한 다중화기와;

상향의 부반송파 채널들로부터 데이터를 검출해내기 위한 검출부를 포함함을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

청구항 12

제11 항에 있어서, 상기 검출부는,

다중화된 상향 광신호들을 역다중화시키기 위한 역다중화기와;

역다중화된 상기 각 상향 광신호와 다른 파장을 갖는 광을 생성하기 위한 복수의 광원들과;

해당 파장의 광 및 상향 광신호를 전기 신호로 광전 변화시키기 위한 복수의 광 검출기들과;

상기 각 전기 신호를 세기 분할하기 위한 복수의 세기 분할기 및 상기 각 세기 분할기에 연결되며 할당된 주파수의 상향 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해내기 위한 복수의 복조기들과;

상기 각 광원과 해당 광검출기를 연결시키기 위한 복수의 광 커플러들을 포함함을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

청구항 13

제10 항에 있어서, 상기 지역 기지국은,

다중화된 하향 광신호들을 역다중화시키고 상기 상향 광신호들을 다중화시키기 위한 다중화/역다중화기와;

역다중화된 해당 파장의 하향 광신호를 세기 분할하고 각각의 상향 부반송파 채널들을 해당 파장의 상향 광신호들로 결합시키기 위한 복수의 광 세기 분할기들을 포함함을 특징으로 하는 수동형 광 가입자 망.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<9> 본 발명은 광 통신 망에 관한 발명으로서, 특히 부반송파 방식의 수동형 광 가입자 망에 관한 발명이다.

<10> 광 가입자 망은 근래 인터넷의 급격한 증가와 광대역 신호 전송을 기반으로 하는 다양한 멀티미디어 서비스에 효과적이고, 경제적인 망으로서 개발 및 보급이 활발하게 진행되고 있으며, 상술한 광 가입자 망은 광섬유를 이용해서 Gbps 정도의 전송 속도를 확보하려는 FTTx(Fiber To The x) 기술로도 활용되고 있다.

<11> 광 가입자 망에 적용 가능한 광 통신의 방법으로는 서로 다른 복수의 파장들을 각각의 가입자에게 할당하는 파장 분할 다중화 방법과, 단일 파장의 광을 복수의 타임 슬롯들(Time slots)로 분할한 후 각 타임 슬롯을 각각의 가입자에게 할당하는 시분할 다중화 방법과, 서로 다른 고유의 주파수를 갖는 복수의 부반송파 채널들을 각각의 가입자에게 할당하는 부반송파 다중화 방법 등이 있다.

<12> 상술한 부반송파 다중화 방법은 시분할 다중화 방법과 같이 하나의 파장을 다수의 가입자들이 공유하는 방법으로서, 하나의 중앙 기지국과 복수의 가입자들을 포함하며 상기 중앙 기지국과 복수의 가입자들 사이에 위치된 지역 기지국으로 구성된 수동형 광 가입자 망 등에 적용이 용이하다.

<13> 상술한 광 가입자 망은 복수의 가입자들 각각에 고유의 파장을 할당해서 할당된 파장의 광들을 이용하는 파장 분할 다중화 방법, 단일 파장의 광을 복수의 타임 슬롯(Time Slot)들로 분할한 후 각 타임 슬롯을 각각의 가입자에게 할당하는 시분할 다중화 방법, 단일 파장의 광을 복수의 채널들로 분할한 후 각 채널에 각각의 부반송파 주파수(sub~)를 실어서 각각의 가입자에 할당하는 부반송파 다중화 방법의 방법이 필요에 따라 적용될 수 있다.

<14> 도 1은 종래의 수동형 광 가입자 망의 개략적인 구성을 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면, 종래의 수동형 광 가입자 망(100)은 광 선로 종단(110; Optical line terminal)과, 지역 기지국(120; Remote node)과, 복수의 광

망 종단(130-1~130-N; Optical network Unit)들을 포함한다.

<15> 상기 광 선로 종단(110)은 상기 광 망 종단들(130-1~130-N)에게 제공하기 위한 하향 광신호를 생성하는 광원(112)과, 상기 각 광 망 종단(130-1~130-N)으로부터 수신받은 상향 광신호로부터 데이터를 검출해내기 위한 상향 수신기(113)와, 파장 분할 다중화기(111)를 포함한다.

<16> 도 2a는 복수의 부반송파 채널들이 다중화된 하향 광신호를 설명하기 위한 그래프이다. 상기 광원(112)은 상기 각 광 망 종단(130-1~130-N)에 할당된 고유의 주파수를 갖는 부반송파 채널들(f_1~f_m)로 구성된 하향 광신호(101; λ_D)를 생성하며, 주파수 생성기와, 변조기, 광을 생성할 수 있는 수단들을 포함해서 구성될 수 있다.

<17> 상기 지역 기지국(120)은 상기 광 선로 종단(110)과 단일 광섬유에 의해 링크되며, 상기 광 망 종단들(130-1~130-N)에게 최 인접하게 위치될 수 있다. 또한, 상기 지역 기지국(120)은 1×N 포트 구조의 광 분배기(121)가 사용될 수 있다. 또한, 상기 지역 기지국(120)은 도 2b에 도시된 바와 같이 상기 각 광 망 종단(130-1~130-N)에서 생성된 상향의 부반송파 채널들을 상향 광신호로 다중화시켜서 상기 광 선로 종단(110) 측으로 출력한다.

<18> 상기 각 광 망 종단(130-1~130-N)은 하향 수신기(132)와, 상향의 부반송파 채널을 생성하기 위한 상향 광원(133)과, 상기 지역 기지국(120)과 링크되며 상기 상향 광원(133) 및 하향 수신기(132)와 연결된 파장 분할 다중화기(131)를 포함한다. 상기 하향 수신기(132)는 상기 하향 광신호 중에서 해당 주파수를 갖는 부반송파 채널(f_1 내지 f_m 중 하나)을 필터링(filtering) 해서 데이터를 검출해낸다.

<19> 또한, 상기 상향 광원(133)은 도 2b에 도시된 바와 같이 고유의 주파수를 갖는 상향의 부반송파 채널(f_1 ~ f_N 중 하나)을 생성한다.

<20> 그러나, 동일 파장의 상향 부반송파 채널들이 하나의 상향 수신기로 검출될 경우에, 상향 부반송파 채널들 간의 간섭에 의한 광 비트 간섭(Optical beat interference)이 발생하게 되는 문제가 있다. 결과적으로 광 비트 간섭을 줄이기 위해서 광 가입자 망이 수용할 수 있게 되는 가입자 측의 수가 제한되게 되고 이는 망 매설 비용의 증가 및 유지 비용의 증가를 유발하는 요인이 된다.

<21> 상술한 광 비트 간섭은 서로 다른 고유의 주파수를 갖는 부반송파가 할당된 동일 파장의 채널들이 하나의 광검출기에 입력된 경우에 부반송파 채널들 사이에 부반송파 채널들 간의 간섭으로 부파송파 주파수들이 생성되는 문제가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<22> 본 발명은 광 비트 간섭의 발생을 최소화시킬 수 있는 부반송파 방식의 수동형 광 가입자 망을 제공하는 데 목적이 있다.

<23> 본 발명의 제1 측면에 따른 부방송파 다중화 방식의 광 통신 방법은,

<24> 서로 다른 주파수를 갖는 복수의 부반송파 채널들로 구성된 제1 광신호를 수신하는 과정과;

<25> 수신된 광신호를 다른 파장의 제2 광신호를 생성하는 과정과;

<26> 상기 제2 광신호에 의해서 상기 제1 광신호가 파장 이동된 제3 광신호로부터 상기 각 부반송파 채널을 검출해내는 과정을 포함한다.

<27> 본 발명의 제2 측면에 따른 복수의 상향 부반송파 채널들로부터 데이터를 검출하기 위한 부반송파 다중화 방식의 광 선로 종단은,

<28> 상기 상향 부반송파 채널들로 구성된 상향 광신호와 다른 파장의 광을 생성하기 위한 광원과;

<29> 상기 광에 의해 파장 변환된 상기 상향 광신호를 전기 신호로 변환시키기 위한 광 검출기와;

<30> 상기 전기 신호로부터 각각의 해당 부반송파 채널의 데이터를 검출해내기 위한 복수의 복조기들을 포함한다.

발명의 구성 및 작용

<31> 이하에서는 첨부도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능, 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.

<32> 광 비트 간섭은 하나의 광 검출기에 고유의 주파수가 할당된 복수의 부반송파 채널들이 수신될 때 발생하며, 광

비트 간섭은 부반송파 채널 간 간섭으로 인해서 광 검출기의 열화 및 수신 성능을 저하시킨다. 각각 고유의 주파수를 갖는 둘 이상의 부반송파 채널들이 하나의 광 검출기로 입력될 경우를 가정하면, 광 비트 간섭은 부반송파 채널들 사이에 의도하지 않았던 주파수 채널이 생성된다. 그 형태는 두 부반송파 채널들의 스펙트럼을 포함하는 포선(convolution) 형태를 갖는다.

<33> 상술한 각 부반송파 채널들 각각은 아래의<수학식 1> 과 <수학식 2>로 각각 나타낼 수 있다.

수학식 1

<34>
$$E_1 = A_1 \cos[\omega_{01} t + \phi_1(t)]$$

수학식 2

<35>
$$E_2 = A_2 \cos[\omega_{02} t + \phi_2(t)]$$

<36> A_1과 A_2 각각은 해당 부반송파 채널의 진폭을 의미하고, ω_{01} 및 ω_{02} 각각은 각 주파수를 의미하고, Φ_1 및 Φ_2 각각은 위상을 의미한다. 부반송파 채널들은 하나의 광신호에 실려서 전송되며, 광신호는 광 검출기에 의해 광전류로 변환되며 변환된 광전류(i(t))는 광신호의 세기(I(t))에 비례하므로, 둘의 관계를 아래의 <수학식 3>과 같이 나타낼 수 있다 .

수학식 3

<37>
$$i(t) = RI(t) = RL\{[E_1(t) + E_2(t)]^2\}$$

<38> 상술한 <수학식 3>에서 R은 광 검출기의 응답성(responsivity)를 나타내는 상수이며, L은 광 검출기의 저역 통과 필터의 특성을 의미하는 연산자를 표시한다. 즉, 광 검출기의 저역 통과 필터 특성이란 소자의 반응 속도가 극히 높은 주파수에 비하여 낮으므로 광신호를 검출하지 못하고 부반송파 채널들의 포락선만을 검출하는 특성을 나타낸다. 따라서, 광신호의 세기는 아래의<수학식 4>와 같이 나타낼 수 있다 .

수학식 4

<39>
$$I(t) = I_1(t) + I_2(t) + I_x(t) = I_1(t) + I_2(t) + 2\sqrt{I_1(t) I_2(t)} \cos[(\omega_{01} + \omega_{02})t + \phi_1(t) - pho_2(t)] \cos\theta_{12}$$

<40> <수학식 4>에 있어서, Θ_{12}는 두 부반송파 채널 간의 편광 각도 차를 의미하고, I_x는 두 부반송파 채널 간의 간섭으로 인해 생성된 주파수 채널의 세기를 나타낸다. 부반송파 채널의 위상은 무작위 변동의 특성을 나타내므로, 아래의 파워 스펙트럼 밀도(Power spectral density)로서 아래의 식으로 나타낼 수도 있다.

수학식 5

<41>
$$S_1(f) = S_{I_1}(f) + S_{I_2}(f) + L\{4S_{\varepsilon_1}(f) \times S_{\varepsilon_2}(f)\} \cos^2\theta_{12}$$

<42> $S_{I1}(f)$, $S_{I2}(f)$은 수학식 4에 기재된 $I_1(t)$와 $I_2(t)$의 PSD를 의미하고, $S_{\varepsilon 1}(f)$, $S_{\varepsilon 2}(f)$은 광신호 필드의 PSD를 의미하고, L은 저대역 필터의 동작 상수를 의미한다. <수학식 5>의 $L\{4S_{\varepsilon 1}(f) \times S_{\varepsilon 2}(f)\}\cos^2\Theta_{12}$항은 광 비트 간섭에 의해 형성된 주파수 채널의 전력 스펙트럼을 나타내며, 이는 정상적으로 입력된 부반송파 채널들의 전력 스펙트럼 간의 포선(convolution)으로서, 그 폭은 두 부반송파 채널들의 스펙트럼 폭의 합과 동일하다.

<43> 결과적으로, 위의 <수학식 1> 내지 <수학식 5>에서 살펴 보았듯이, 부반송파 다중화 방식의 광 통신은 부반송파 채널들 간의 광 비트 간섭을 유발한다. 즉, 본 발명은 상술한 바와 같이 하나의 파장을 이용함으로써 광신호를 구성하는 부반송파 채널들 간의 광학적 비트 간섭을 억제하기 위해서, 광 선로 종단 측에 해당 광신호의 파장을

이동시켜서 부반송파 채널들 간 주파수 간격을 간섭이 발생하지 않도록 이격시키는 방법 및 구성에 관한 발명이다.

<44> 본 발명에 따른 부방송파 다중화 방식의 광 통신 방법은 서로 다른 주파수를 갖는 복수의 부반송파 채널들로 구성된 제1 광신호를 수신하는 과정과, 수신된 광신호를 다른 파장의 제2 광신호를 생성하는 과정과, 상기 제2 광신호에 의해서 상기 제1 광신호가 파장 이동된 제3 광신호로부터 상기 각 부반송파 채널을 검출해내는 과정을 포함한다.

<45> 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 부반송파 다중화 방식의 수동형 광 가입자 망을 도시한 도면이다. 도 3을 참조하면 본 실시 예에 따른 수동형 광 가입자 망(200)은 복수의 상향 부반송파 채널들로부터 데이터를 검출하고 각각 고유의 주파수를 갖는 하향 부반송파 채널들로 구성된 하향 광신호를 생성하는 광 선로 종단(210)과, 각각 할당된 주파수를 갖는 하향의 부반송파 채널들로부터 데이터를 검출해내고 상향의 부반송파 채널들을 생성하기 위한 복수의 광 망 종단들(230-1~230-N)과, 상기 광 망 종단들(230-1~230-N)과 상기 광 선로 종단(210)의 사이에 위치된 지역 기지국(220)을 포함한다.

<46> 상기 광 선로 종단(210)은 각각 고유의 주파수를 갖는 복수의 하향 부반송파 채널들이 실린 단일 파장의 하향 광신호를 생성하기 위한 광 생성부(240)와, 광원(214)와, 광 커플러(213)과, 광 서큘레이터(211)과, 광검출기(215)와, 전기 신호 분배기(216)와 복수의 복조기들(217-1~217-N)을 포함한다. 상기 광 서큘레이터(211)은 상기 광 생성부(240)와 상기 광 커플러(213)의 사이에 위치되며 상기 지역 기지국(220)과 링크된다. 즉, 상기 광 커플러(213)는 상기 하향 광신호를 상기 지역 기지국(220)으로 출력하고, 상기 지역 기지국(220)으로부터 입력받은 상향 광신호를 상기 광 커플러(213)로 출력한다.

<47> 도 4는 상기 광 생성부의 구성을 도시한 블록도로서 도 4를 참조하면, 상기 광 생성부(240)는 각각의 고유의 주파수를 갖는 복수의 하향 부반송파 채널들로 구성된 단일 파장의 하향 광신호를 생성하며, 하향 광을 생성하기 위한 광원(242)과, 고유의 주파수를 갖는 데이터를 생성하기 위한 주파수 생성기(244)와, 상기 주파수 생성기(244)에서 생성된 데이터의 주파수 대역을 제한하기 위한 밴드 패스 필터(243)와, 상기 밴드 패스 필터(243)로부터 입력된 데이터를 상기 하향 광에 하향의 부반송파 채널로 변조시키기 위한 변조기(241)를 포함한다.

<48> 상기 광원(214)은 상기 상향 광신호와 다른 파장의 광을 생성하며, 생성된 광을 상기 광 커플러(213)로 출력한다. 상기 광 커플러(213)는 상기 상향 광신호와 상기 광을 상기 광 검출기(215)로 출력하고, 상기 광 검출기(215)는 상기 광에 의해 파장 변환된 상기 상향 광신호를 전기 신호로 변환시켜서 상기 전기 신호 분배기(216)로 출력한다. 상기 광 커플러(213)는 상기 광원(214)과, 상기 광에 의해 파장 변환된 상기 상향 광신호를 전기 신호로 변환시키기 위한 광 검출기(215)를 연결한다.

<49> 상기 전기 신호 분배기(216)는 분할된 전기 신호들을 각각의 복조기(217-1~217-N)로 출력하고, 상기 각 복조기(217-1~217-N)는 할당된 주파수를 갖는 부반송파 채널만을 선별하는 필터링(filtering)을 거쳐서 각각의 필요한 데이터를 검출해낸다.

<50> 도 5a와 도 5b는 광 선로 종단에 수신된 부반송파 채널들의 파장 및 주파수에 따른 관계를 설명하기 위한 그래프이다. 도 5a는 상기 광 커플러(213)로부터 상기 광 검출기(215)로 입력되는 광 및 상향 광신호의 파장 스펙트럼으로서, 상향 광신호(λ_1)을 중심으로 하는 부반송파 채널들 중 일부(λ_1-f_1, λ_1+f_1)와, 상기 상향 광신호로부터 기 설정된 파장 간격 이격된 광(λ_2)을 나타낸다.

<51> 도 5b는 상기 광 검출기(215)에서 광전 변환된 전기 신호를 나타내며, 상술한 전기 신호는 상향 광신호와 광의 파장 차(λ_1-λ_2) 만큼 주파수 대역($\triangle$f)이 이동되며, 이동된 주파수 대역($\triangle$f)을 중심으로 부반송파 채널들($\triangle$f-f_1, $\triangle$f+f_1)도 최초 할당된 주파수 대역으로부터 이동됨을 나타낸다. 상기 광원(214)에 의해서 상향 광신호로부터 이동된 주파수 대역을 갖도록 생성된 광은 상기 광 검출기(215)에 의해서 상기 상향 광신호와 함께 광전 변환되며, 이 때 광전 변환된 전기 신호는 상기 광에 의해 주파수 대역이 이동된 부반송파 채널들로 이루어진다.

<52> 도 6a 및 도 6b는 복수의 부반송파 채널들로 구성된 광신호의 파장 이동을 설명하기 위한 그래프이다. 도 6a 및 도 6b를 참조해서 상세히 설명하면, 광 검출기(215)에서 검출되는 상향 광신호의 중심 파장(λ_1)은 전송 거리의 차로 인해서 광 망 종단들(230-1~230-N)의 부반송파 채널들의 파장(λ_1-$\triangle\lambda_1$, λ_1+$\triangle\lambda_2$)과 일치하지않게 되며, 이로 인해 위상 잡음(Phase noise)이 발생하게 된다. 결과적으로 광전 변환 후에, 상향 광신호의 중심 파장과

다른 부반송파 채널들은 수신할 대역에서 광 비트 간섭이 도 6b이 410과 같은 형태(f_1, f_2, f_3를 중심으로 의도하지 않던 주파수들이 발생됨)로 발생하게 된다. 반면에, 본 발명은 도 6b의 420에 도시된 바와 같이 상기 상향 광신호와 다른 파장을 갖는 광을 생성해서 광전 변환시킴으로써 상기 상향 광신호와 상기 광의 주파수 간격에서 새로운 대역을 형성함으로써 광 비트 간섭의 발생을 억제할 수 있다.

<53> 상기 각 복조기들(217-1~217-N)은 위상 잡음 제거(PNC circuit; 미도시)와, 대역 통과 여파기(Band pass filter; 미도시)를 포함해서 구성될 수 있으며, 해당 주파수의 상향 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해 낼 수 있다.

<54> 상기 각 광 망 종단(230-1~230-N)은 상향 광을 생성하기 위한 상향 광원(235)와, 할당된 주파수의 하향 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해내기 위한 광 검출기(232)와, 상기 상향 광원(235)와 상기 광 검출기(232)를 상기 지역 기지국(220)에 링크시키기 위한 파장 선택 결합기(231)과, 고유의 주파수를 갖는 데이터를 생성하기 위한 상향 주파수 생성기(234)와, 상기 상향 주파수 생성기(234)에서 생성된 데이터를 상기 상향 광에 상향의 부반송파 채널로 변조시키기 위한 상향 변조기(233)를 포함한다. 변조된 부반송파 채널은 상기 광원(235)에 의해서 광 변조된 후 상기 파장 선택 결합기(231)를 통해서 상기 광 선로 종단(210)으로 출력된다.

<55> 도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 수동형 광 가입자 망의 구성을 도시한 도면이다. 본 실시 예에 따른 수동형 광 가입자 망(500)은 서로 다른 파장을 갖는 다중화된 하향 광신호들을 생성하고 다중화된 상향 광신호들로부터 데이터를 검출해내기 위한 광 선로 종단(510)과, 해당 파장을 갖는 하향의 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해내고 해당 파장을 갖는 상향의 부반송파 채널을 생성하기 위한 복수의 광 망 종단들(560-1~560-N)과, 상기 광 망 종단들(560-1~560-N)과 상기 광 선로 종단(510)의 사이에 위치된 지역 기지국(540, 550-1~550-n)을 포함한다.

<56> 상기 광 선로 종단(510)은 서로 다른 주파수를 갖는 복수의 하향 부반송파 채널들로 구성된 서로 다른 파장의 하향 광신호를 생성하기 위한 복수의 광원들(522-1~522-n)과, 상기 하향 광신호들을 다중화시키기 위한 다중화기(521)와, 상향의 부반송파 채널들로부터 데이터를 검출해내기 위한 검출부(530)를 포함한다.

<57> 상기 검출부(530)는 다중화된 상향 광신호들을 역다중화시키기 위한 역다중화기(531)와, 역다중화된 상기 각 상향 광신호와 다른 파장을 갖는 광을 생성하기 위한 복수의 광원들(532)과, 해당 파장의 광 및 상향 광신호를 전기 신호로 광전 변화시키기 위한 복수의 광 검출기들(534)과, 상기 각 전기 신호를 세기 분할하기 위한 복수의 세기 분할기들(535) 및 상기 각 세기 분할기(535)에 연결되며 할당된 주파수의 상향 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해내기 위한 복수의 복조기들(537)을 포함한다. 상기 각 광원(532)은 해당 광검출기(534)에 각각의 광 커플러(533)에 의해 연결된다.

<58> 상기 지역 기지국(540, 550-1~550-n)은 다중화된 하향 광신호들을 역다중화시키고 상기 상향 광신호들을 다중화시키기 위한 다중화/역다중화기(540)와, 역다중화된 해당 파장의 하향 광신호를 세기 분할하고 각각의 상향 부반송파 채널들을 해당 파장의 상향 광신호들로 결합시키기 위한 복수의 광 세기 분할기들(550-1~550-n)을 포함한다. 상기 광 세기 분할기들(550-1~550-n)은 해당 파장의 하향 광신호를 제공받는 복수의 광 망 종단들(560-1~560-n)과 링크된다.

<59> 즉, 상기 지역 기지국(540, 550-1~550-n)은 상기 하향 광신호들을 역다중화시킨 후 각 파장 별로 역다중화 시키고, 서로 다른 파장의 상향 광신호들을 다중화시키는 파장 분할 다중화 및 역다중화의 기능을 제공한다.

<60> 상기 각 광 망 종단(560-1~560-n)은 해당 광 세기 분할기(550-1~550-n)에 링크되며, 세기 분할된 해당 파장의 하향 광신호을 할당된 주파수 하향 부반송파 채널로 필터링하며 필터링된 하향 부반송파 채널로부터 데이터를 검출해낸다. 또한, 상기 각 광 망 종단(560-1~560-n)은 할당된 주파수를 갖는 상향의 부반송파 채널을 생성할 수 있다. 상기 각 광 망 종단(560-1~560-n)은 상향 광을 생성하기 위한 반도체 광 증폭기(561)와, 상기 상향 광에 고유의 주파수가 변조된 상향 부반송파 채널을 생성하기 위한 변조기(562) 및 주파수 생성기(563)을 포함해서 구성될 수 있다. 도 7은 일부 광 세기 분할기(550-2~550-N)와 광 망 종단들(560-1~560-n)이 링크된 구조의 도시는 생략하고, 도시된 해당 광 세기 분할기(550-1)와 도시된 광 망 종단들(550-1~550-N)이 링크된 구조를 준용한다.

발명의 효과

<61> 본 발명은 부반송파 방식의 광 가입자 망에 있어서, 광 비트 간섭의 발생을 억제함으로써 수동형 광 가입자 망의 광 선로 종단 수를 증가시킬 수 있다. 또한, 시스템 열화로 인한 오동작 및 오류를 최소화시키고 안정적인

망의 운영이 가능해지는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 종래 부반송파 다중화 방식의 수동형 광 가입자 망 구성을 도시한 도면,

<2> 도 2a는 복수의 부반송파 채널들이 다중화된 하향 광신호를 설명하기 위한 그래프,

<3> 도 2b는 복수의 부반송파 채널들이 다중화된 상향 광신호를 설명하기 위한 그래프,

<4> 도 3은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 부반송파 다중화 방식의 수동형 광 가입자 망

<5> 도 4는 도 3에 도시된 광 생성부의 구성을 도시한 도면,

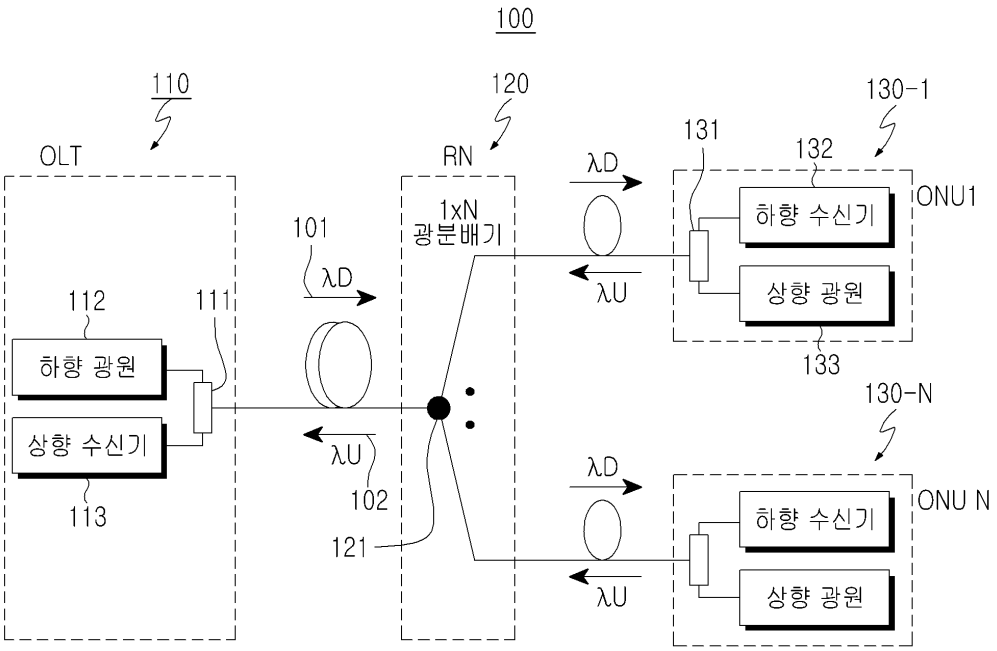
<6> 도 5a와 도 5b는 광 선로 종단에 수신된 부반송파 채널들의 파장 및 주파수에 따른 관계를 설명하기 위한 그래프,

<7> 도 6a 및 도 6b는 복수의 부반송파 채널들로 구성된 광신호의 파장 이동을 설명하기 위한 그래프,

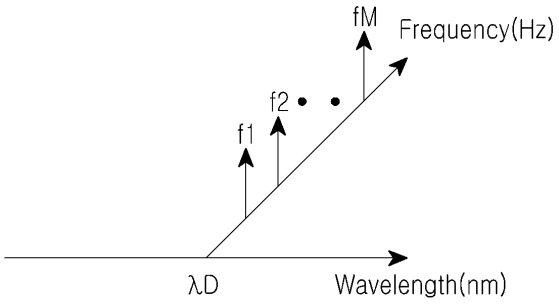
<8> 도 7은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 수동형 광 가입자 망의 구성을 도시한 도면.

도면

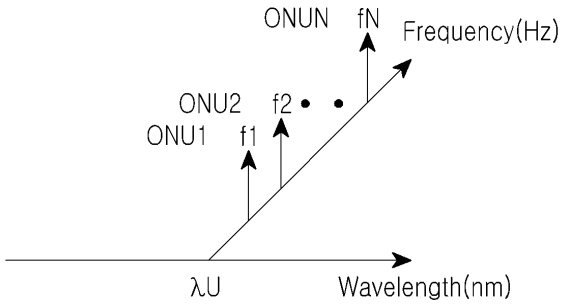
도면1



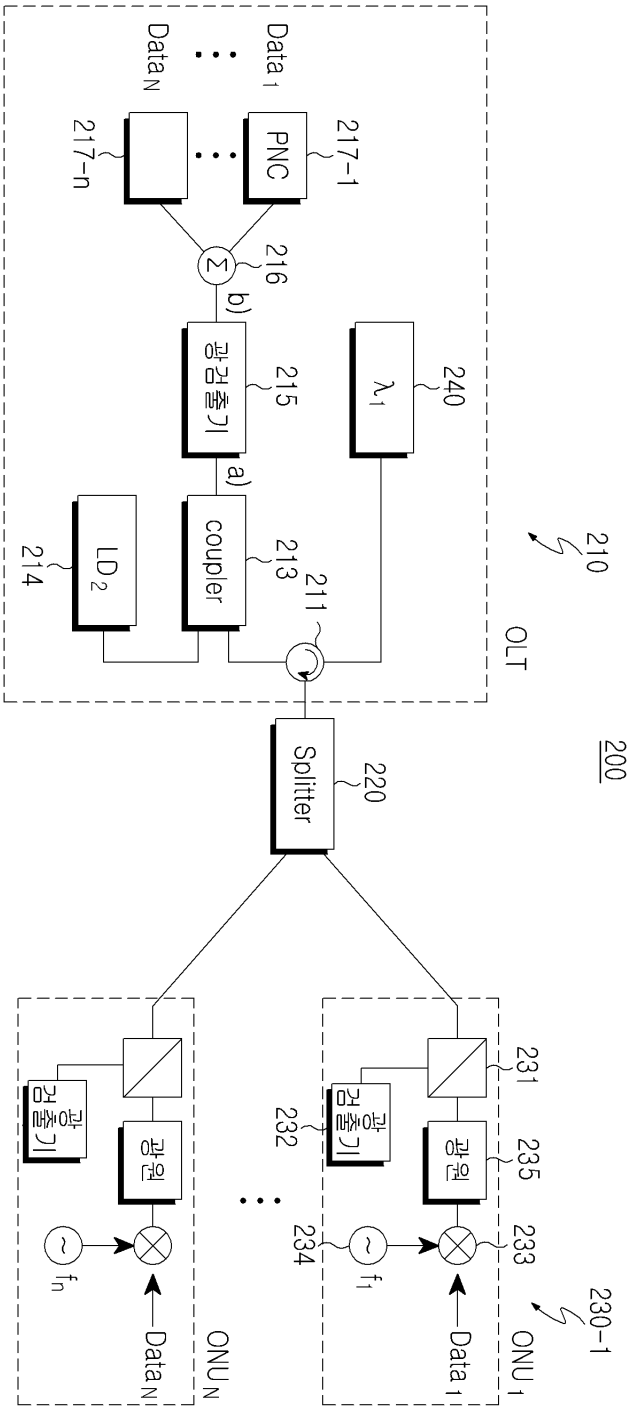
도면2a



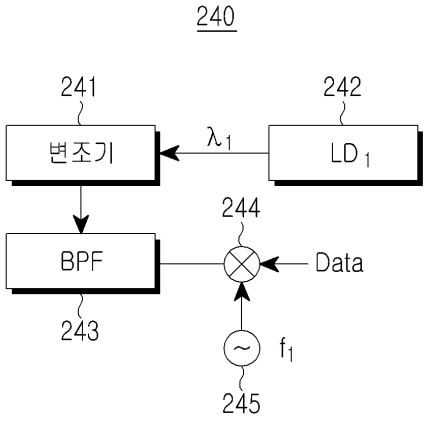
도면2b



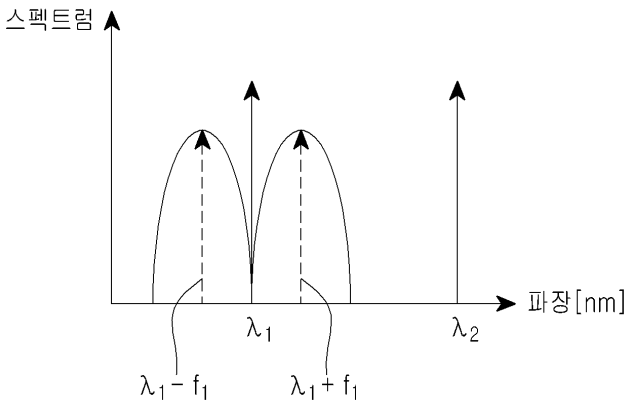
도면3


200
210
OLT
Data 1
Data N
PNC
217-1
217-n
216
b)
광검출기
215
a)
coupler
213
LD 2
214
λ1
240
211
Splitter
220
ONU 1
ONU N
Data 1
Data N
광원
광검출기
231
232
233
234
235
f1
fn
230-1

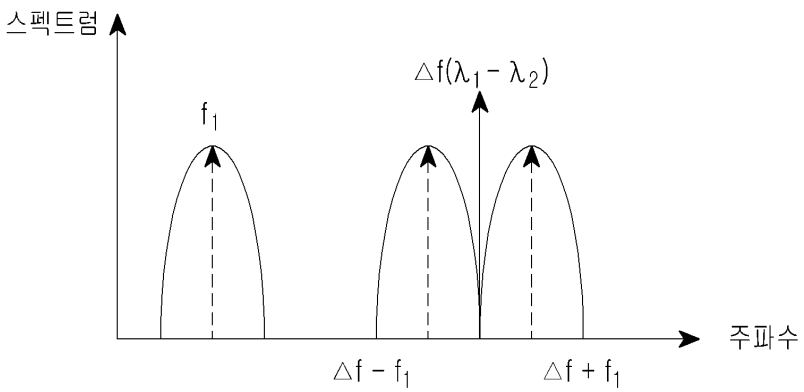
도면4



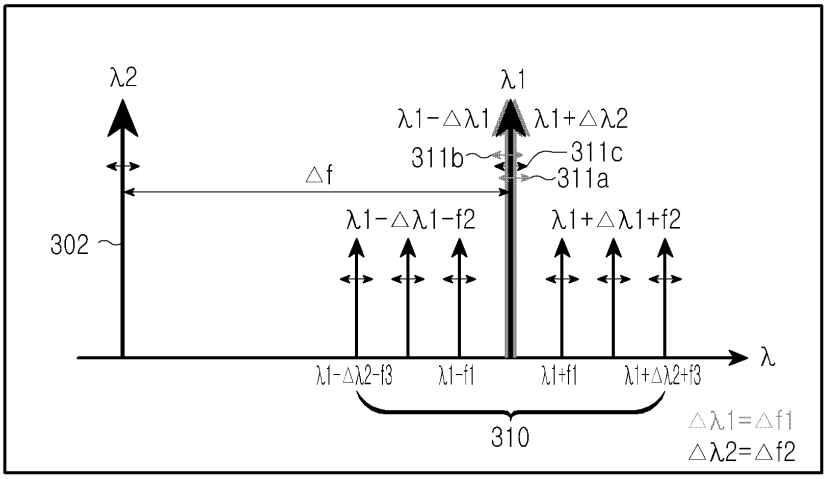
도면5a



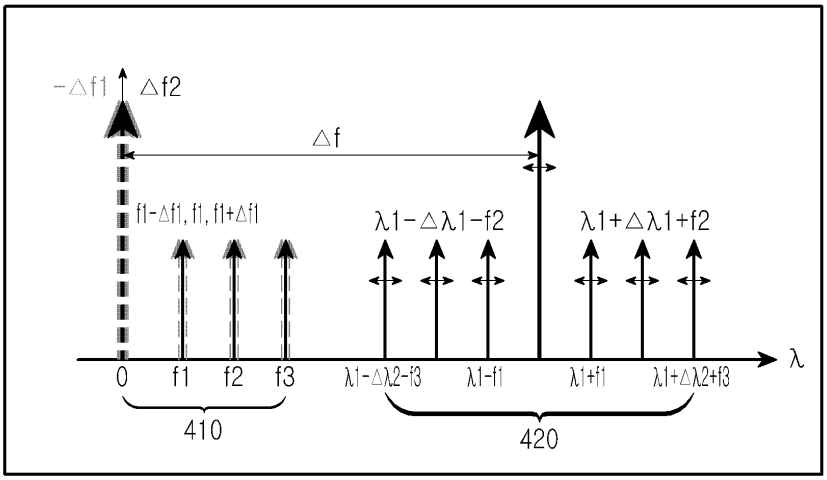
도면5b



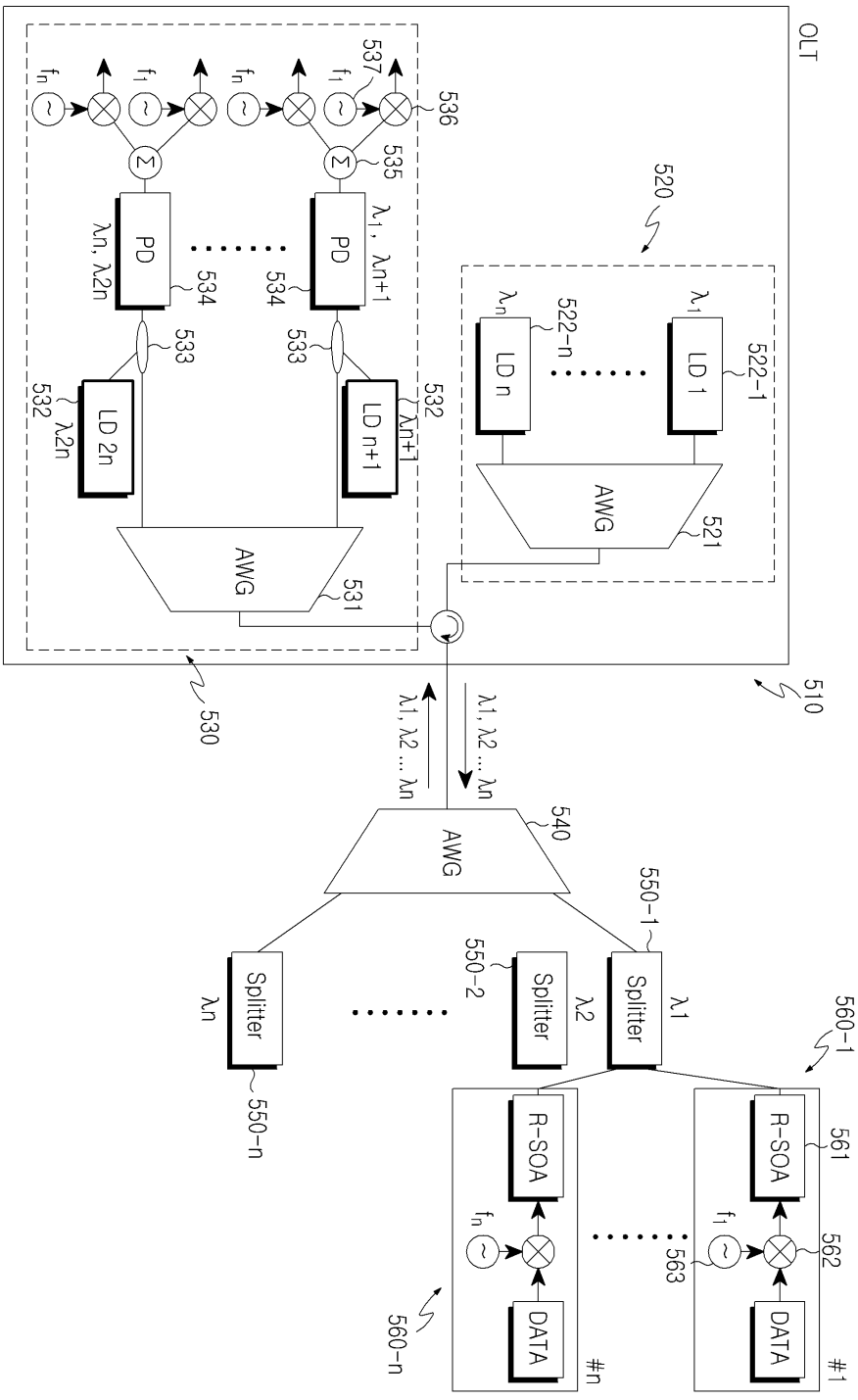
도면6a


λ2
λ1
λ1-△λ1
λ1+△λ2
311b
311c
311a
△f
302
λ1-△λ1-f2
λ1+△λ1+f2
λ
λ1-△λ2-f3
λ1-f1
λ1+f1
λ1+△λ2+f3
310
△λ1=△f1
△λ2=△f2

도면6b


-△f1
△f2
△f
f1-△f1, f1, f1+△f1
λ1-△λ1-f2
λ1+△λ1+f2
λ
0
f1
f2
f3
λ1-△λ2-f3
λ1-f1
λ1+f1
λ1+△λ2+f3
410
420

도면7


OLT
510
520
522-1
LD 1
λ1
522-n
LD n
λn
AWG
521
530
531
532
LD n+1
λn+1
LD 2n
λ2n
533
534
PD
λ1, λn+1
λn, λ2n
535
536
537
fn
f1
Σ
540
λ1, λ2 ... λn
550-1
550-2
550-n
Splitter
λ1
λ2
λn
560-1
560-n
561
562
563
R-SOA
DATA
#1
#n