



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년10월16일
(11) 등록번호 10-1191237
(24) 등록일자 2012년10월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 10/13 (2006.01) H04B 10/02 (2006.01)
H04B 10/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0129530
(22) 출원일자 2008년12월18일
심사청구일자 2008년12월18일
(65) 공개번호 10-2010-0070812
(43) 공개일자 2010년06월28일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030048683 A
KR1020040098421 A

(73) 특허권자
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
권오기
대전광역시 유성구 구죽로 25, 315동 704호 (송강동, 송강그린아파트)
백용순
대전광역시 유성구 엑스포로 448, 엑스포APT 207동 504호 (전민동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
오세준, 권혁수, 송윤호

전체 청구항 수 : 총 13 항

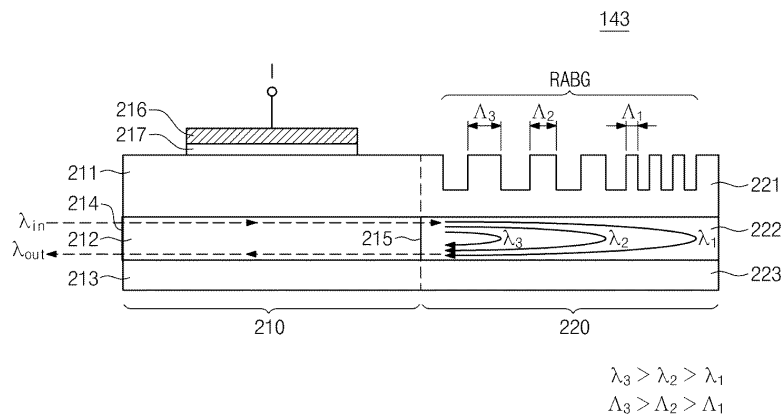
심사관 : 이진익

(54) 발명의 명칭 수동형 광가입자망 시스템의 상향 광원 발생 장치 및 그것의 광원 발생 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 수동형 광가입자망(Passive Optical Network: PON) 시스템의 상향 광원 발생 장치는, 입력 광신호를 증폭하는 증폭부; 및 상기 증폭된 입력 광신호를 파장에 따라 상이한 반사율로 또는 파장에 따라 상이한 광지연을 갖도록 반사시키는 반사부를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

이철욱

대전광역시 유성구 배울2로 61, 한화꿈에그린3차
1009동 204호 (관평동)

김중희

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 205동 1402호 (전민동, 엑스포아파트)

심은덕

대전광역시 유성구 가정로 65, 두레아파트 101동
1203호 (신성동)

이동훈

대전광역시 유성구 가정로 65, 101동 1203호 (신성동, 대림두레아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2007-S-011-02

부처명 지식경제부

연구사업명 IT 성장동력기술개발

연구과제명 ROADM용 광스위치 기술개발

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2007.03.01~2010.02.28.

특허청구의 범위

청구항 1

수동형 광가입자망(Passive Optical Network: PON) 시스템의 상향 광원 발생 장치에 있어서:

주입광을 증폭하기 위한 증폭부; 및

상기 증폭된 주입광을 입력받고, 상기 증폭된 주입광의 파장에 따라 광지연을 달리하는 반사광을 발생하기 위한 반사부를 포함하되,

상기 반사부는 상기 증폭된 주입광의 파장에 따라 반사율을 결정하며,

상기 증폭부는 상기 주입광을 증폭하기 위한 이득 도파로를 포함하고,

상기 반사부는 상기 증폭된 주입광을 유도하기 위한 수동 도파로; 및

상기 반사율을 결정하기 위한 비대칭 회절격자들이 포함되는 클래드층을 포함하고,

상기 비대칭 회절격자들은 복수의 격자 주기를 갖도록 형성되며,

상기 비대칭 회절격자들 중 제 1 격자 주기에 대응하는 회절격자는, 상기 제 1 격자 주기보다 작은 제 2 격자 주기에 대응하는 회절격자보다 상기 증폭부에 더 근접한 거리를 갖도록 형성되는 상향 광원 발생 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 증폭된 주입광에 대한 상기 비대칭 회절격자들 각각의 반사율은 상기 비대칭 회절격자들 각각의 격자 계수 또는 격자 길이의 조정을 통해서 조정되는 것을 특징으로 하는 상향 광원 발생 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 반사율은 상기 수동형 광가입자망 시스템의 통과대역에서 상기 이득 도파로의 이득을 평탄하게 보상하기 위한 값으로 조정되는 상향 광원 발생 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 증폭부는 레이저 다이오드(LD), 반도체 광증폭기(SOA), 페브리-페로 레이저 다이오드(FP-LD) 및 반사형 반도체 광증폭기(RSOA) 중 어느 하나로 구성되는 상향 광원 발생 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 반사부는 광섬유 브래그 회절격자(FBG)를 포함하는 상향 광원 발생 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 반사부는 복수의 서로 다른 물질 층들로 형성되는 박막으로 구성되는 상향 광원 발생 장치.

청구항 11

외부로부터의 주입광을 증폭하는 광신호 증폭 영역; 및

상기 증폭된 주입광을 파장에 따라 상이한 반사율로 또는 파장에 따라 상이한 광지연을 갖도록 반사하는 반사 영역을 포함하고,

상기 반사 영역은 비대칭 회절격자들을 포함하고,

상기 비대칭 회절격자들은 복수의 격자 주기를 갖도록 형성되며,

상기 비대칭 회절격자들 중 제 1 격자 주기에 대응하는 회절격자는, 상기 제 1 격자 주기보다 작은 제 2 격자 주기에 대응하는 회절격자보다 상기 증폭 영역에 더 근접한 거리를 갖도록 형성되는 반사형 반도체 광증폭기.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 광신호 증폭 영역은:

상기 주입광을 소정의 광이득으로 증폭하기 위한 이득 도파로 영역; 및

상기 이득 도파로 영역의 주변을 구성하는 클래드 영역을 포함하는 반사형 반도체 광증폭기.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 광신호 증폭 영역은:

상기 주입광을 소정의 광이득으로 증폭하기 위한 이득 도파로 영역; 및

상기 이득 도파로 영역의 주변을 구성하는 제 1 클래드 영역을 포함하며,

상기 반사 영역은:

상기 이득 도파로에 직렬로 연장되는 수동 도파로 영역;

상기 수동 도파로의 주변에 형성되며, 상기 반사율 및 상기 광지연을 제공하는 비대칭 회절격자가 형성되는 제 2 클래드 영역을 포함하는 반사형 반도체 광증폭기.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 수동 도파로는 상기 이득 도파로와 동일한 물질로 구성되며, 상기 광신호 증폭 영역과 상기 반사 영역은 단일 집적(Monolithic Integration) 형태로 결합되는 반사형 반도체 광증폭기.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 수동 도파로는 상기 이득 도파로와 다른 물질로 구성되며, 상기 광신호 증폭 영역과 상기 반사 영역은 하이브리드 집적(Hybrid Integration) 형태로 결합되는 반사형 반도체 광증폭기.

청구항 16

중앙 기지국 및 광가입자를 포함하는 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망 시스템의 상향 광원 발생 방법에 있어서:

상기 중앙 기지국으로부터의 제공되는 주입광을 증폭하는 단계; 그리고

상기 증폭된 주입광의 파장에 따라 상이한 반사율로 또는 파장에 따라 상이한 광지연으로 상기 증폭된 주입광을 반사하여 상향 광원으로 출력하는 단계를 포함하고,

상기 광지연의 크기는 상기 증폭된 주입광의 파장에 반비례하는 상향 광원 발생 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 반사율은 상기 증폭된 주입광에 대한 이득을 파장 영역에서 평탄하게 보상하기 위한 레벨로 설정되는 상향 광원 발생 방법.

청구항 18

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광통신 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수동형 광가입자망 시스템의 광원 발생 장치 및 그것의 광원 발생 방법에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT성장동력기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다. [과제관리번호: 2007-S-011-02, 과제명: ROADM용 광스위치 기술개발]

배경 기술

[0003] 최근 초고속 인터넷 및 다양한 멀티미디어 서비스가 등장함에 따라, 대용량의 정보를 제공하기 위해, 전화국에서 집까지 광섬유로 연결하는 FTTH(Fiber To The Home) 기술이 활발히 개발되고 있다. 다양한 방식의 광가입자망이 FTTH 기술의 구현을 위해 연구되고 있지만, 이러한 기술의 상용화를 위해서는 대용량의 정보 전송을 가능하게 하면서도 경제적인 설비들로 구현 가능할 것이 요구되고 있다.

[0004] FTTH는 궁극적으로 일반 가정까지 광통신을 구축하는 기술이다. FTTH 기술에 기반하여 구축된 광통신은 최소 100Mbps 이상의 속도를 지원하고, 음성, 데이터, 비디오 서비스를 광가입자망으로 통합할 수 있다. 즉, FTTH 기술을 통해 TPS(Triple-Play Service)를 제공할 수 있다.

[0005] FTTH의 대표적인 방식으로 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON)이 있다. 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON)에서 중앙 기지국(Central Office: 이하, CO)은 각 광가입자(Optical Network Unit: 이하, ONU)에게 서로 다른 파장을 할당하여 동시에 데이터를 전송한다. 따라서, 전송로는 복수 가입자가 공유하지만 가입자들 각각에 대한 독립적인 설정이 가능하다. 즉, 물리적으로는 모든 광가입자(ONU)가 하나의 광섬유를 공유하지만, 논리적으로는 중앙 기지국(CO)의 광종단부(Optical Line Terminal: 이하, OLT)와 광가입자(ONU)간 점대점(Point-To-Point) 통신이 가능하다. 따라서, 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON) 시스템은 높은 보안성을 제공하며, 전송 형태에 제약받지 않는다. 그리고, 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON)은 각 광가입자(ONU)가 요구하는 별도의 통신 서비스 혹은 통신 용량의 확대를 쉽게 수용할 수 있다. 또한, 임의의 광가입자(ONU)의 고장으로 인해 전체 시스템이 다운되는 고장을 차단할 수 있다는 장점이 있다.

[0006] 상술한 통신 방식으로 인해, 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON)은 각 광가입자(ONU)마다 할당된 채널에 대해 특정 파장의 광원을 가지고 있어야 한다. 또한, 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON)은 가입자(ONU)별로 할당된 파장의 관리와 검사 그리고 광원과 광부품들간의 정렬 및 제어가 용이하지 못하다는 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 평탄 이득 특성과 분산 보상 기능을 동시에 구비하는 광원을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

[0008] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 수동형 광가입자망(Passive Optical Network: PON) 시스템의 상향 광원 발생 장치는, 주입광을 증폭하기 위한 증폭부; 및 상기 증폭된 주입광을 입력받고, 상기 증폭된 주입광의 파장에 따라 광지연을 달리하는 반사광을 발생하기 위한 반사부를 포함하되, 상기 반사부는 상기 증폭된 주입광의 파장에 따라 반사율을 결정한다.

[0009] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 반사형 반도체 광증폭기는, 외부로부터의 주입광을 증폭하는 광신호 증폭 영역; 및 상기 증폭된 주입광을 파장에 따라 상이한 반사율로 또는 파장에 따라 상이한 광지연을 갖도록 반사하는 반사 영역을 포함한다.

[0010] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 중앙 기지국 및 광가입자를 포함하는 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망 시스템의 상향 광원 발생 방법은, 상기 중앙 기지국으로부터의 제공되는 주입광을 증폭하는 단계; 그리고 상기 증폭된 주입광의 파장에 따라 상이한 반사율로 또는 파장에 따라 상이한 광지연으로 상기 증폭된 주입광을 반사하여 상향 광원으로 출력하는 단계를 포함한다.

효 과

[0011] 본 발명은 평탄 이득과 분산 보상 특성을 구비하는 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON) 시스템의 상향 광원을 제공할 수 있다.

[0012] 본 발명은 소자 구조 변수 및 동작 조건에 민감하지 않은 편광 무의존 특성을 갖는 광가입자(ONU)를 저비용으로 구성할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 상향 광원은 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON)에서 뿐만 아니라, 향후 복합형 수동형 광가입자망(Hybrid-PON) 및 장거리 수동형 광가입자망(Long-Reach PON)에 용이하게 적용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0014] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0015] 본 명세서에서, 어떤 막이 다른 막 또는 기판상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 막 또는 기판상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 막이 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 또한, 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 영역, 막들 등을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 영역, 막들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 소정 영역 또는 막을 다른 영역 또는 막과 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시예에서는 제1막질로 언급된 막질이 다른 실시예에서는 제2막질로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시예는 그것의 상보적인 실시예도 포함한다.

[0016] 게다가, 본 발명을 용이하게 설명하기 위해 3개 파장의 광신호들(λ_1 , λ_2 , λ_3)을 예시로하여 본 발명의 기술적 특징들이 설명될 것이다. 그러나, 이는 제한된 채널 대역에서 단파장(λ_1), 중심파장(λ_2) 그리고 장파장(λ_3)에 대응하는 광신호를 나타내기 위한 예시일 뿐이다. 따라서, 예시된 각각의 파장들이 특정 크기의 파장에 한정되는 것은 아니다.

[0017] 도 1은 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(Wavelength Division Multiplexed-Passive Optical Network: WDM-PON, 100)을 예시적으로 보여주는 블록도이다. 도 1을 참조하면, 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(100)은

중앙 기지국(Central Office: CO, 110), 광섬유(120), 옥외 노드(Remote Node, 130) 및 광가입자(Optical Network Unit: ONU, 140, 150)로 구성될 수 있다.

- [0018] 중앙 기지국(110)은 광대역 하향 광원 발생 장치(111), 수신부(112), 그리고 서큘레이터(113)를 포함한다. 광대역 하향 광원 발생 장치(111)는 광대역의 파장을 갖는 하향 광신호(λ_d)를 생성 및 송출한다. 수신부(112)는 광가입자(140, 150)로부터 송출되는 상향 광신호(λ_u)를 수신한다. 서큘레이터(113)는 광대역 하향 광원 발생 장치(111)으로부터 송출되는 하향 광신호(λ_d) 또는 광가입자(140, 150)로부터 제공되는 상향 광신호(λ_u)를 스위칭한다. 광대역 하향 광원 발생 장치(111)으로부터 발생한 넓은 스펙트럼의 하향 광신호(λ_d)는 서큘레이터(113)를 통해서 광섬유(120)에 입사된다. 그리고 광섬유(120)에 입사된 하향 광신호(λ_d)는 옥외 노드(130)에 포함된 배열형 도파로 격자(Arrayed-Waveguide Grating: AWG)에서 파장에 따라 복수의 하향 광신호들($\lambda_1 \sim \lambda_n$, n 은 자연수)로 분리된다. 옥외 노드(130)에서 분리되는 복수의 하향 광신호들($\lambda_1 \sim \lambda_n$, n 은 자연수)은 각각 복수의 광가입자들($ONU_1, \dots, ONU_n$; 140, 150)에게 전달된다.
- [0019] 광가입자(ONU_1 , 140)는 광결합기/분배기(141), 광수신기(142) 그리고 상향 광원 발생 장치(143)를 포함한다. 광결합기/분배기(141)는 광가입자(140)에게 전송되는 하향 광신호(λ_1)를 광수신기(142)와 상향 광원 발생 장치(143)로 분배한다. 그리고, 광결합기/분배기(141)는 상향 광원 발생 장치(143)로부터 생성된 상향 광원(λ_{out}) 또는 추가적인 변조 과정을 거친 상향 광원(λ_{out})을 옥외 노드(130)로 전달한다. 광가입자(140)에는 상향 광원 발생 장치(143)로부터 생성된 상향 광원(λ_{out})을 사용하여 할당된 파장 대역의 상향 광신호(미도시됨)를 형성하기 위한 추가적인 구성이 더 포함될 수 있다.
- [0020] 광수신기(142)는 광결합기/분배기(141)를 경유하여 전달되는 하향 광신호(λ_1)를 수신한다. 상향 광원 발생 장치(143)는 광가입자(140)로부터 중앙 기지국(110)으로 전송될 상향 광원(λ_{out})을 생성한다. 상향 광원 발생 장치(143)는 입력되는 주입광(λ_{in})을 증폭시켜 상향 광원(λ_{out})으로 생성한다. 상향 광원 발생 장치(143)는 반사형 반도체 광증폭기(RSOA: Reflective Semiconductor Optical Amplifier) 구조로 제공될 수 있다. 광가입자(140)와 마찬가지로 옥외 노드(130)를 공유하는 다른 광가입자(150)도 동일한 방식으로 상향 광원(λ_{out})을 생성한다. 각각의 광가입자들($ONU_1, ONU_2, \dots, ONU_n$)로부터 생성되는 상향 광원들(λ_{out})은 옥외 노드(130)에서 결합되며, 광섬유(120)를 통해서 상향 광신호(λ_u)로서 중앙 기지국(110)으로 전달될 것이다.
- [0021] 본 발명의 광가입자(140, 150)들에 포함되는 상향 광원 발생 장치들(143, 153)은 평탄 이득(Flat Gain) 특성을 구비한다. 그리고, 상향 광원 발생 장치들(143, 153)은 군지연(Group Delay)에 의한 분산(Dispersion)을 보상할 수 있는 구조로 제공된다.
- [0022] 본 발명에 따른 상향 광원 발생 장치들(143, 153)은 각각의 상향 광원(λ_{out})을 자체적인 단일 모드로 생성하는 대신, 중앙 기지국(110)으로부터 제공되는 주입광(λ_{in})을 증폭시켜 생성한다. 이러한 상향 광원을 반사형 광원(Reflective Optical Source)이라 한다. 또한, 주입광(λ_{in})을 증폭하여 반사하는 방법에 의해서 상향 광원(λ_{out})을 생성하기 때문에 반사형 광증폭기(Reflective Optical Amplifier)라 칭하기도 한다. 반사형 광원 또는 반사형 광증폭기를 사용함에 따라, 상향 광원(λ_{out})을 자체적으로 생성하기 위한 수단들을 구비할 필요가 없어 경제적인 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON) 시스템이 구성될 수 있다.
- [0023] 또한, 상향 광원 발생 장치들(143, 153)은 주입광(λ_{in})에 대해서 평탄 이득(Flat Gain)과 분산 보상(Dispersion Compensation) 특성을 제공한다. 평탄 이득(Flat Gain)은 광가입자들($ONU_1, ONU_2, \dots, ONU_n$) 각각에 할당되는 파장들에 대해서 동일한 광이득을 제공할 수 있음을 의미한다. 이러한 특성은 광가입자들($ONU_1, ONU_2, \dots, ONU_n$) 각각에 할당된 파장 대역에서 동일한 이득을 가지는 페브리-페로 레이저 다이오드(FP-LD) 혹은 반사형 반도체 광증폭기(RSOA)를 구현가능하게 한다.
- [0024] 광섬유 기반의 광통신에서 도파되는 광의 이득 특성은 파장 영역에서 제한적인 대역을 가지는 가우시안 형태(Gaussian type)이다. 따라서, 채널 수가 증가하거나 혹은 동작 온도 변화시, 각 채널별로 발생하는 이득 특성의 차이로 인해 동작 조건(주입 광세기, 주입 전류 등)을 달리해야 하는 문제가 발생한다. 결국, 본 발명의 상향 광원 발생 장치(143, 153)에 의한 평탄 이득(Flat Gain) 특성에 따라, 채널들 각각의 광가입자들은 동일한 동작 조건에서 균일한 이득 특성을 가질 수 있다.
- [0025] 분산 보상(Dispersion Compensation) 특성은 상향 광원 발생 장치(143, 153)에서 생성된 상향 광원(λ_{out})이 광섬유(Optical fiber, 120)의 분산 특성을 보상한다는 것을 의미한다. 분산 보상이 가능한 상향 광원(λ_{out})의 제공시, 상향 광신호(λ_u)의 군지연 또는 색분산에 따른 신호의 품질저하를 줄일 수 있다. 따라서, 분산 보상이

제공되면, 광신호의 전송 거리는 현재보다 멀리 설정될 수 있을 것이다.

- [0026] 평탄 이득과 분산 보상의 기능을 구비하는 본 발명의 상향 광원 발생 장치(143, 153)에 따라, 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON) 시스템의 채널 수가 증가하더라도 용이한 증설이 가능하다. 그리고, 전송 거리가 향상된 시스템을 구성할 수 있기 때문에 저비용으로 파장분할 다중방식 수동형 광가입자망(WDM-PON)을 구성할 수 있다.
- [0027] 도 2는 도 1의 상향 광원 발생 장치(143)의 구성을 예시적으로 보여주는 단면도이다. 도 2를 참조하면, 본 발명의 상향 광원 발생 장치(143)는 증폭부(210)와 반사부(220)를 포함한다. 즉, 상향 광원 발생 장치(143)는 증폭 기능과 반사 기능을 포함하는 반사형 광증폭기(Reflective Optical Amplifier)로 구성된다. 좀더 자세히 설명하면 다음과 같다.
- [0028] 증폭부(210)는 주입광(λ_{in})을 소정의 광이득으로 증폭하기 위한 이득 도파로(212)를 포함한다. 이득 도파로(212)의 상부 및 하부에는 클래드(211, 213)가 형성된다. 상부에 위치하는 클래드(211)에는 상부 전극(216) 및 오믹층(217)이 형성된다. 상부 전극(216)으로는 이득 도파로(212)를 구성하는 이득 매질(Gain Medium)의 광이득(Optical Gain) 크기를 조절하기 위한 변조 전류(I)가 제공된다.
- [0029] 상부 전극(216)과 클래드(211) 사이에는 오믹층(217)이 형성될 수 있다. 그리고, 이득 도파로(212)의 입사면에는 제 1 무반사(Anti-Reflection) 코팅면(214)이 형성된다. 또한, 도시되지는 않았지만, 하부에 위치하는 클래드(213)의 하부에는 기판이 위치할 수 있다. 그리고 기판의 하부에는 하부 전극이 더 제공될 수 있다. 이상의 구성들을 포함하는 증폭부(210)는 레이저 다이오드(Laser Diode)로 구성될 수 있다. 또는, 증폭부(210)는 페브리-페로 레이저 다이오드(FP-LD), 반사형 반도체 광증폭기(RSOA), 반도체 광증폭기(SOA)들 중 어느 하나로 구성될 수 있다.
- [0030] 반사부(220)는 반사형 비대칭 브래그 회절격자(Reflection-type Asymmetric Bragg Grating: RABG)가 상부에 형성되는 클래드(221)를 포함한다. 그리고, 클래드(221)의 하부에는 이득 도파로(212)로부터 입사되는 증폭된 주입광을 유도하기 위한 수동 도파로(222)가 형성된다. 수동 도파로(222)의 하부에는 클래드(223)가 형성된다. 이득 도파로(212)와 수동 도파로(222)의 사이에는 증폭된 입사광을 반사부(220)로 투과시키기 위한 제 2 무반사 코팅면(215)이 형성될 수 있다.
- [0031] 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)는 클래드(221)의 상부에 부분 식각(Etching)을 통하여 형성된다. 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)는 일정한 비율로 격자 주기(Grating Period)가 변화되는 형태를 갖는다. 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)는 사진 식각(Photolithography) 공정을 통해서 형성될 수 있다. 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)는 건식 식각(Dry Etching) 또는 습식 식각(Wet Etching) 공정을 통해서 형성될 수 있다. 즉, 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)는 클래드(221)의 상부에 식각 공정을 통한 마이크로 홈(Micro-groove)으로 형성될 수 있다.
- [0032] 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)에 형성된 다수의 회절격자들은 수동 도파로(222)의 길이 방향으로 그 격자 주기(Λa , a 는 격자 영역)가 점차 감소되도록 형성될 수 있다. 또한, 격자들의 깊이를 격자 주기(Λa , a 는 격자 영역)와 같이 가변적으로 형성하여 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)가 형성될 수 있다. 상술한 식각 패턴에 의하여 형성되는 격자 주기(Λa , a 는 격자 영역)는 사용하는 파장(λ)마다 다르나, 1550nm의 파장에 해당하는 광신호를 가정한다면 1 μ m정도 또는 그 이하의 크기로 형성될 수 있다. 그리고, 각각의 격자들 사이의 홈들은 폴리머 물질 또는 클래드(221)의 물질과 굴절률이 상이한 굴절률 매칭(Index Matching) 물질로 채울 수 있다.
- [0033] 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)의 반사 매커니즘은 다음과 같다. 증폭부(210)로부터 수동 도파로(222)로 도파되는 주입광(λ_{in})의 일부는 격자층(221)으로 전파하게 되며, 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)를 만나게 된다. 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)의 영향에 따라 수동 도파로(222)의 진행 방향으로 굴절률(Refractive Index) 또는 유효 굴절률(Effective Refractive Index)이 주기적으로 변화한다. 따라서, 주입광(λ_{in})은 수동 도파로(222) 내에서의 회절(Diffraction) 현상에 따라 특정 파장에 대해 선택적으로 반사 혹은 투과된다. 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)의 격자주기(Λa , a 는 영역)는 반사파장(λa)과 아래의 수학적 1의 관계를 가진다.

수학적 1

$$\frac{2\pi n}{\lambda_a} = \frac{m\pi}{\Lambda_a}$$

[0034] (여기서, n은 회절격자의 유효 굴절율, m은 회절차수)

[0035] 상술한 수학식 1에서 반사파장(λ_a)은 회절격자의 격자주기(Λ_a)를 조정함으로써 조정될 수 있다. 그리고 반사율(Reflectivity)은 (회절격자 결합계수 $\times$ 격자 길이)의 파라미터를 조절하여 조정할 수 있다. 또한, 스펙트럼 폭은 (회절격자 결합계수 $\times$ 격자 길이)와 더불어 격자주기(Λ_a)를 추가적으로 조정(예를 들면, Chirped Grating)하여 간단히 구현시킬 수 있다. 회절격자 결합계수는 수동 도파로(222)에 입사되는 입사광에 대한 회절격자의 영향의 크기를 나타낸다. 즉, 회절격자 결합계수는 회절격자들 사이의 홈의 깊이가 깊을수록, 그리고 수동 도파로(222)의 굴절율이 낮을수록 높은 값을 가진다. 본 실시예에서는 증폭부(210)에 가까운 영역에서는 격자주기(Λ_3)의 회절격자를 배치시켜 장파장(λ_3) 주입광을 먼저 반사시킨다. 그리고, 증폭부(210)에서 먼 영역에서는 격자주기(Λ_1)의 회절격자를 배치시켜 단파장(λ_1) 주입광을 나중에 반사시킨다.

[0036] 결국, 반사부(220)에서 반사된 광신호들에 의해서 상향 광원(λ_{out})이 형성되면, 장파장의 광신호(λ_3)는 신호의 리딩(Leading) 편에 위치한다. 그리고 단파장의 광신호(λ_1)는 상향 광원(λ_{out})의 트레일링(Trailing) 편에 위치하게 될 것이다. 따라서, 반사부(220)의 파장에 따른 반사 순서 설정에 의해 이득 도파로(212)에서의 직접 변조시 발생하는 칩(Chirp)을 줄일 수 있다. 뿐만 아니라, 반사부(220)에 의해서 광섬유(Fiber)로의 전송시에 발생하는 광섬유 자체의 파장별 광 지연 차이에 의한 색분산을 보상할 수 있다.

[0037] 이상의 도면에서 설명된 본 발명의 상향 광원 발생 장치(143)는 반사형 반도체 광증폭기(Reflective Semiconductor Optical Amplifier: ROSA) 구조를 나타낸다. 상술한 증폭부(210) 및 반사부(220)는 집적된 평면 광파 회로(PLC) 형태로 구현될 수 있다. 즉, 본 발명의 반사부(220)는 실리카(Silica) 또는 폴리머(Polymer)로 구성되는 수동 도파로(222) 상부에 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)가 형성되는 형태로 구성될 수 있다. 이 경우, 반사부(220)는 증폭부(210)와 하이브리드 집적(hybrid integration) 형태로 구현될 수 있다. 또는, 이득 도파로(212)와 동일한 화합물 반도체(InGaAsP/InP)로 수동 도파로(222)가 형성되는 경우, 반사부(220)는 증폭부(210)와 단일 집적(Monolithic Integration) 형태로 구현될 수 있다.

[0038] 여기서, 증폭부(210)의 이득 도파로(212)는 양자우물 구조의 밴드갭이 대략 $1.55\mu\text{m}$ 인 화합물 반도체(InGaAsP)로 형성될 수 있다. 증폭부(210)에 포함되는 클래드(211, 213) 및 회절격자가 형성되는 클래드(221)는 p-InP으로 형성될 수 있다. 그리고 오믹층(217)은 p^+ -InGaAs으로 형성될 수 있다. 클래드(211) 내에는 상부 전극(216)으로부터 주입되는 전류 경로를 한정하는 전류 차단 구조체가 상기 이득 도파로(212)의 주변에 형성될 수 있다. 전류 차단 구조체는 p-InP 및 n-InP 중의 적어도 하나로 구성되는 매립된 헤테로 구조(Buried Hetero Structure)일 수 있다. 그리고 제 1 및 제 2 무반사 코팅면들(214, 215)은 티타늄 산화막 및 실리콘 산화막의 적층 구조로 형성될 수 있으며, 주입광(λ_{in})의 파장에 따라 두께가 결정될 수 있다.

[0039] 한편, 본 발명의 반사부(220)의 구조는 상술한 구조에만 국한되지 않는다. 본 발명에서 제시한 반사부(220)는 상술한 도면과 같은 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG) 외에도 서로 다른 물질로 구성된 여러 층의 박막(Thin-film)으로 구성될 수 있다. 예를 들면, 제 2 무반사 코팅면(215)에 복수 층의 박막들을 증착(Vapor Deposition)해서 구성될 수도 있다. 또는, VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser)과 같은 이득 매질에서는 성장(Growth)을 통해 반사부(220)의 구현이 가능하다. 따라서, 반사부(220)의 반사 수단으로 본 발명의 회절격자 구조에만 한정되지 않는다.

[0040] 또한, 본 발명에서 반사부(220)의 반사 수단으로 회절격자 구조를 채용하는 경우에도 구현 형태의 다양한 변경이 가능하다. 즉, 반사부(220)의 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)는 상술한 소정의 스펙트럼 특성이 얻어지도록 광섬유 브래그 격자(Fiber Bragg Grating: FBG)로 구성될 수 있다. 이 경우, 광섬유 브래그 격자(Fiber Bragg Grating: FBG)는 광섬유의 클래드 외주면에 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG) 형태로 형성될 것이다. 광섬유 브래그 격자(Fiber Bragg Grating: FBG)를 포함하는 반사부(220)는 증폭부(210)와의 단순한 광결합을 통하여 상향 광원 발생 장치(143)를 구성할 것이다.

[0041] 한편, 본 발명에서 회절격자는 상술한 바와 같이 다양한 형태로 구현가능 하므로 회절격자 제작 및 구현에 있어 특정 기술에 국한되지는 않는다. 회절격자의 배치 및 회절격자의 형태도 특정 구조에만 국한되지 않는다. 한편, 반사부(220)가 광섬유 브래그 격자(Fiber Bragg Grating) 또는 실리카(Silica) 및 폴리머(Polymer) 도파로에 형성되는 회절격자 구조에서는 복굴절(Birefringence)이 낮다. 따라서, 편광 무의존(Polarization

Independent) 반사 스펙트럼을 얻을 수 있다. 더욱이, 광섬유 브래그 격자(FBG)의 제작은 이미 성숙된 공정 기술이며, 현재 20nm이상의 영역에서 약 (-114.2ps/nm)의 분산계수를 가지는 분산 보상기로 구현 및 시판되고 있다. 회절격자는 화합물 반도체(InGaAsP/InP), 실리카(Silica), 폴리머(Polymer) 도파로에서도 2중 빔 홀로그램(Two-Beam Hologram), E-beam, 리소그래피(Lithography) 공정 등을 활용하여 다양하게 구현될 수 있다. 또한, 본 발명의 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)는 융기(Ridge)형 또는 매립헤테로(Buried Heterostructure)형 구조로 형성될 수 있다.

[0042] 도 3은 본 발명의 반사부(220)의 응답 특성을 간략히 보여주기 위한 다이어그램들이다. 도 3을 참조하여, 본 발명의 3개의 입력 광신호들(310, 320, 330)에 대한 반사부(220)의 파장 선택적 반사율(Wavelength Selective Reflecivity) 및 군지연(Group delay) 특성이 설명될 것이다.

[0043] 다이어그램 (a)는 본 발명의 주입광(λ_{in})의 파장들을 간략히 보여준다. 그리고 다이어그램 (b)는 반사부(220)의 각 파장별 반사율의 크기를 보여준다. 그리고 다이어그램 (c)는 파장이 증가할수록 감소되는 군지연 특성을 보여준다.

[0044] 다이어그램 (b)는 반사부(220)의 반사율 응답 특성을 보여주는 다이어그램이다. 단파장의 주입광(λ_1)과 장파장의 주입광(λ_3)에 대한 반사부(220)의 반사율은 중심파장의 주입광(λ_2)에 비하여 상대적으로 높다. 이러한 반사율 응답 특성을 구현하기 위하여, 반사형 비대칭 브래그 회절격자(RABG)를 형성하기 위한 파라미터를 다음과 같이 조정한다. 즉, 제조 공정에서 단파장(λ_1)과 장파장(λ_3)에 대응하는 격자 파라미터(회절격자 결합계수 $\times$ 격자 길이) 값을 증가시킨다. 그리고 중심파장(λ_2)에 대응하는 격자 파라미터(회절격자 결합계수 $\times$ 격자 길이) 값을 감소시킴으로써 다이어그램 (b)의 응답 특성을 반사부(220)를 형성할 수 있다.

[0045] 다이어그램 (c)에 도시된 반사부(220)의 군지연 응답(Group Delay Response) 특성은 각각의 파장들 대응하는 회절격자의 위치에 관련된 함수이다. 즉, 증폭부(210)에 가까운 위치에 장파장의 주입광(λ_3)을 반사시키기 위한 격자주기(Λ_3)의 회절격자를 배치시킨다. 그리고 증폭부(210)에서 먼 영역에는 단파장의 주입광(λ_1)을 반사시키기 위한 격자주기(Λ_1)의 회절격자를 배치한다. 그리고 증폭부(210)에서 중간 위치에 해당하는 격자 영역에는 중심파장의 주입광(λ_2)을 반사시키기 위한 격자주기(Λ_2)의 회절격자를 배치한다. 그러면, 장파장의 주입광(λ_3)이 시간적으로 가장 먼저 반사된다. 그리고 단파장의 주입광(λ_1)은 가장 나중에 반사될 것이다. 즉, 상술한 회절격자의 배치에 따른 본 발명의 반사부(220)를 통해서 파장축(λ)에 대해 음의 기울기(Negative Slope)을 가지는 군지연(Group delay) 응답 특성을 구현할 수 있다. 결국, 본 발명의 상향 광원 발생 장치(143)에 따르면, 광섬유(120)를 통해서 전송되는 상향 광신호(λ_u)에서 파장의 길이에 따라서 발생하는 색분산(Chromatic Dispersion)을 보상할 수 있다.

[0046] 도 4는 본 발명의 평탄 이득을 제공하는 반사부(220, 도 2 참조)의 응답 특성을 보여주는 다이어그램들이다. 도 4를 참조하면, 다이어그램 (a)는 이득 도파로(212)에 포함되는 이득 매질(Gain Medium)의 광이득 곡선을 보여준다. 다이어그램 (b)는 반사부(220)의 회절격자 구조에 따른 주입광(λ_{in})에 대한 반사율 곡선을 보여준다. 다이어그램 (c)는 증폭부(210)의 광이득 곡선과 반사부(220)의 반사율 곡선의 결합된 상향 광원 발생 장치(143)의 파장에 대한 평탄 이득 특성을 보여준다.

[0047] 도 5는 상술한 본 발명의 실시예에 따라 형성되는 반사부(220, 도 2 참조)의 구체적인 응답 특성을 보여주는 그래프이다. 도 5를 참조하면, 실리카(Silica) 도파로 내에서 파장별 이득을 제공하기 위한 반사부(220)에 대한 시뮬레이션(Simulation) 결과가 도시된다. 상향 광원 발생 장치(143, 도 2 참조)의 설계시, 반사부(220)를 구성하는 수동 도파로(222)는 실리카(Silica) 도파로로 구성되었다. 수동 도파로(222)의 유효 굴절을 1.5, 8차의 회절차수를 가지는 회절격자 구조로 형성되었다. 또한, 서로 다른 두 파장($\lambda_1=1535\text{nm}$, $\lambda_3=1565\text{nm}$)에서 최대 반사율을 가지도록 중심파장($\lambda_2=1550\text{nm}$)에서 최소 반사율을 가지도록 영역별 격자주기(약 $4\mu\text{m}$)가 설정되었다. 그리고, 각 영역별로 (결합계수 $\times$ 격자 길이)는 각각의 파장에 대해서 3.44, 1.49, 3.51로 설정하였다. 결합계수가 50/cm인 경우, 전체 격자 길이는 약 1.7mm로 구현하였다. 회절격자의 찰핑(Chirpping) 형태는 선형적(Linear)이고, 찰 비율(Chirp rate)은 대응하는 파장에 따라 0.9%, 1%, 0.9%로 설정하였다.

[0048] 상술한 조건하에서 나타나는 바와 같이 본 발명의 반사부(220)의 반사 스펙트럼 특성은 이득 도파로(212)에서 얻어지는 광이득 특성을 보상할 수 있음을 보여준다. 또한, 격자 길이와 격자주기와 같은 변수들의 조정을 통해서 바람직한 반사 스펙트럼 특성을 얻을 수 있을 것이다. 그리고, 응답 특성에서 나타나는 리플(Ripple) 및 군

지연(Group Delay)에 따른 부엽(Side lobe)들은 아포다이제이션(Apodization) 방법을 통해 용이하게 해결될 수 있다.

[0049] 이상의 본 발명의 광원 구조에서, 증폭부(210)로써 페브리-페로 레이저 다이오드(FP-LD)와 반사형 반도체 광증폭기(RSOA) 등이 포함될 수 있다. 또는, 상술한 형태의 증폭부(210) 대신, 레이저 다이오드(LD) 혹은 반도체 광증폭기(SOA)에 상술한 반사 스펙트럼을 가지는 회절격자를 간단히 결합시킴으로써 평탄 이득과 분산 보상을 동시에 구현시킬 수 있다. 즉, 본 발명의 증폭부(210) 및 반사부(220)의 결합은 외부로부터 제공되는 주입광을 주입광의 근처 파장대에 대한 광증폭을 적용하여 상향 광원으로 활용될 수 있다. 더불어, 본 발명에서 제시한 반사부(220)의 반사 스펙트럼 특성은 이득 매질의 구조 변수에 관계없이 설계가 가능하다. 따라서, 비대칭 양자우물 페브리-페로 레이저 다이오드(Asymmetric Multiple Quantum Well FP-LD)에 적용하는 경우, 평탄 이득을 제공하기 위한 이득 매질의 구조 변수 의존성이 제거될 수 있다.

[0050] 한편, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지로 변형할 수 있다. 그러므로 본 발명의 범위는 상술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위 뿐만 아니라 이 발명의 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

[0051] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 수동형 광가입자망 시스템의 개략도이다.

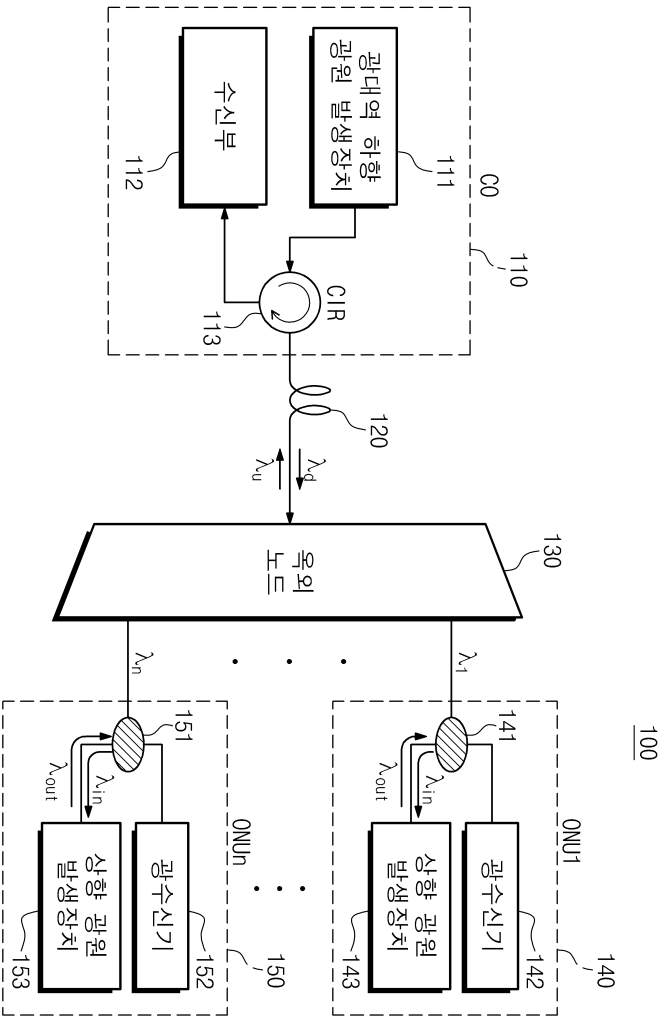
[0052] 도 2는 본 발명에 따른 상향 광원 발생 장치의 구성을 개략적으로 설명하기 위한 단면도이다.

[0053] 도 3은 본 발명의 반사부의 파장에 따른 반사율 및 군지연 특성을 보여주는 다이어그램들이다.

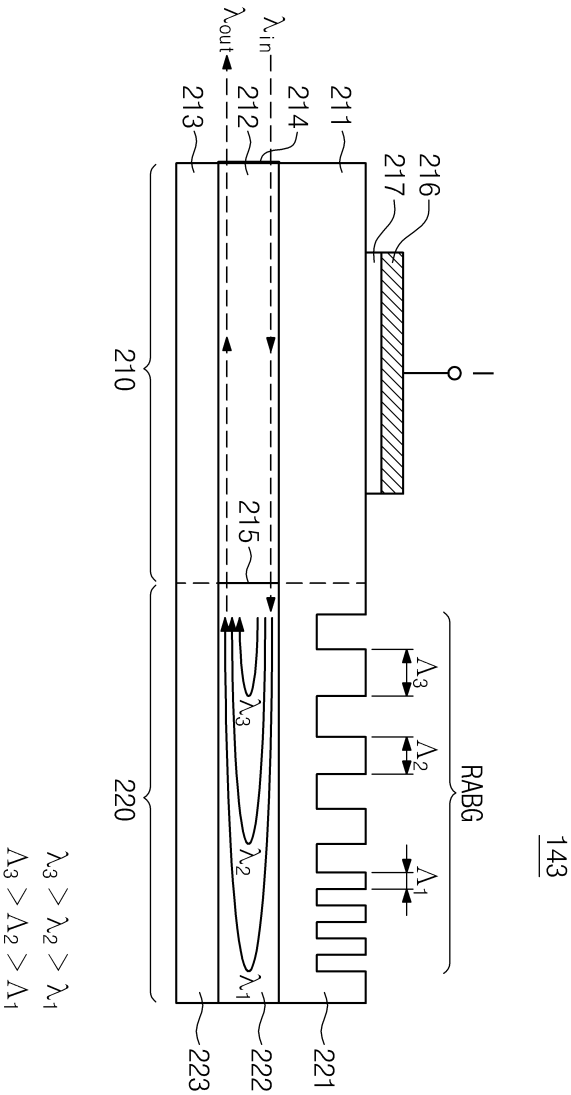
[0054] 도 4는 본 발명의 반사형 광원의 평탄 이득을 구성하기 위한 방법을 보여주는 다이어그램들이다.

[0055] 도 5는 본 발명의 반사부의 파장에 따른 반사율을 간략히 보여주는 시뮬레이션 결과이다.

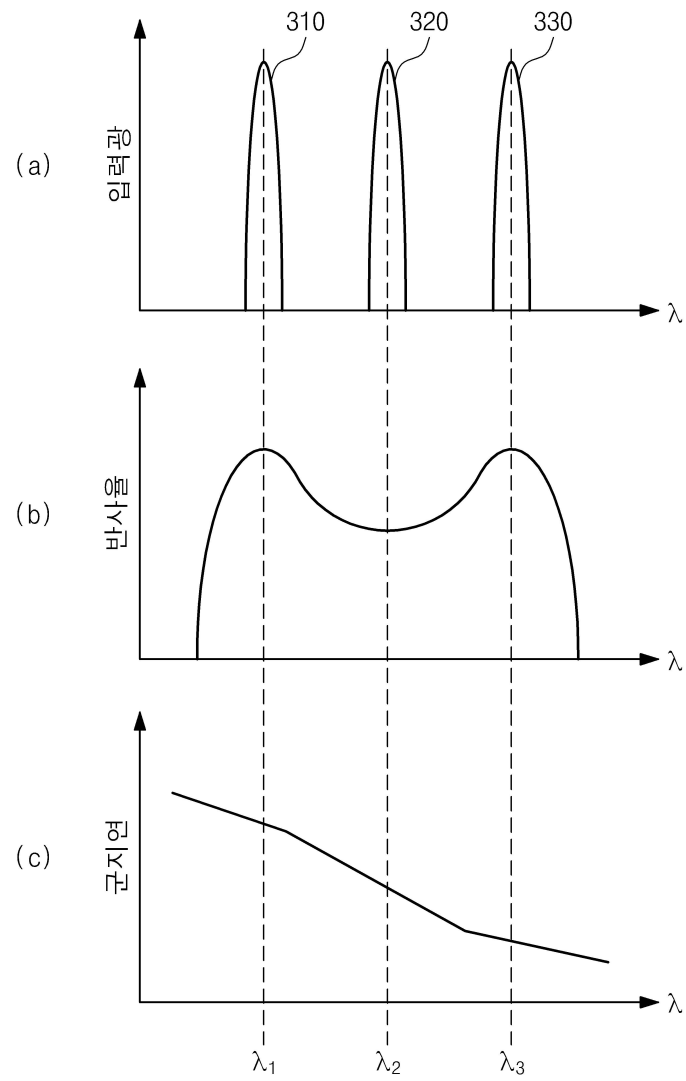
도면
도면1



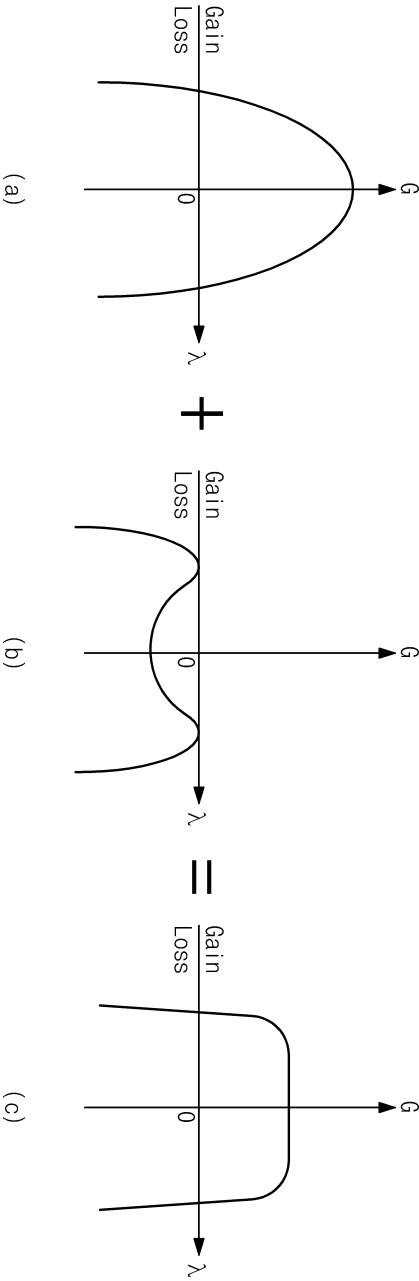
도면2



도면3



도면4



도면5

