(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년08월24일
(11) 등록번호 10-1059310
(24) 등록일자 2011년08월18일

(51) Int. Cl.
H04B 10/155 (2006.01) *H04B 10/158* (2006.01)
H01S 5/00 (2006.01) *H01S 5/50* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7014412
(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년09월23일
심사청구일자 2009년09월03일
(85) 번역문제출일자 2006년07월18일
(65) 공개번호 10-2007-0021122
(43) 공개일자 2007년02월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/031407
(87) 국제공개번호 WO 2005/069516
국제공개일자 2005년07월28일
(30) 우선권주장
10/741,134 2003년12월19일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20030095736 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
노베라 옵틱스, 인크.
미국 캘리포니아주 95054 산타클라라 스위트 101 어거스틴 드라이브 2620
(72) 발명자
소린, 웨인, 브이.
미국 94040 캘리포니아 마운틴 뷰 캠브릿지 레인 3579
바콕, 벤, 제이.
미국 02140 메사추세츠 캠브릿지 사전트 스트리트 3
(74) 대리인
윤지홍, 장수길, 백만기

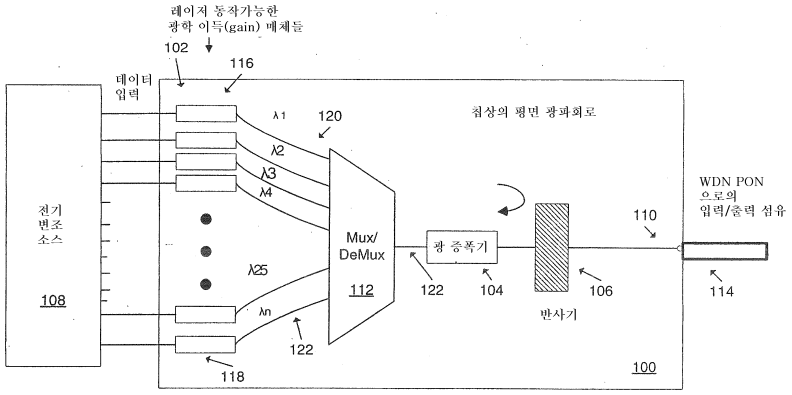
전체 청구항 수 : 총 22 항 심사관 : 이진익

(54) 패시브 광 네트워크를 위한 레이저 소스들과 검출기들의 집적 방법 및 장치

(57) 요 약

레이저 동작가능한 광학 이득 매체들의 어레이가 단일 집적 유닛에 포함되는 다양한 방법들과 장치들이 기술된다. 상기 어레이는 레이저 동작가능한 4개 이상의 광학 이득 매체들을 포함할 수 있다. 레이저 동작가능한 각각의 광학 이득 매체는 상기 어레이에서 레이저 동작가능한 다른 광학 이득 매체들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 광 신호를 제 1 멀티플렉서/디멀티플렉서에 제공한다. 패시브 광 네트워크로 및 패시브 광 네트워크로부터 광 신호를 중계하기 위해 출력 섬유에 대한 커넥션이 존재한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

레이저 동작가능한(lasing) 4개 이상의 광학 이득 매체들의 어레이 - 각각의 레이저 동작가능한 광학 이득 매체는 상기 어레이에서 레이저 동작가능한 다른 광학 이득 매체들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 광 신호를 멀티플렉서/디멀티플렉서로 제공함 -; 및

상기 멀티플렉서/디멀티플렉서의 출력 광 경로에서 제 1 광 신호를 패시브 광 네트워크로 중계하기 위한 출력 광섬유에 대한 커넥션 - 상기 레이저 동작가능한 4개 이상의 광학 이득 매체들, 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서, 및 상기 커넥션은 집적 유닛에서 하나의 평면 광파 회로에 집적됨 -

을 포함하되,

상기 집적 유닛은 상기 집적 유닛의 광 경로들에서 광섬유가 아닌 광 커플링들을 이용하는 물리적으로 함께 결합된 2개 이상의 기판들을 포함하는 집적 장치.

청구항 2

레이저 동작가능한(lasing) 4개 이상의 광학 이득 매체들의 어레이 - 각각의 레이저 동작가능한 광학 이득 매체는 상기 어레이에서 레이저 동작가능한 다른 광학 이득 매체들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 광 신호를 멀티플렉서/디멀티플렉서로 제공함 -; 및

상기 멀티플렉서/디멀티플렉서의 출력 광 경로에서 제 1 광 신호를 패시브 광 네트워크로 중계하기 위한 출력 광섬유에 대한 커넥션 - 상기 레이저 동작가능한 4개 이상의 광학 이득 매체들, 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서, 및 상기 커넥션은 집적 유닛에서 하나의 평면 광파 회로에 집적됨 -

을 포함하되,

상기 레이저 동작가능한 제 1 광학 이득 매체는 제 1 대역의 파장들을 증폭시키기 위해 레이저 동작 임계치 이하에서 동작되는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 3

레이저 동작가능한(lasing) 4개 이상의 광학 이득 매체들의 어레이 - 각각의 레이저 동작가능한 광학 이득 매체는 상기 어레이에서 레이저 동작가능한 다른 광학 이득 매체들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 광 신호를 멀티플렉서/디멀티플렉서로 제공함 -; 및

상기 멀티플렉서/디멀티플렉서의 출력 광 경로에서 제 1 광 신호를 패시브 광 네트워크로 중계하기 위한 출력 광섬유에 대한 커넥션 - 상기 레이저 동작가능한 4개 이상의 광학 이득 매체들, 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서, 및 상기 커넥션은 집적 유닛에서 하나의 평면 광파 회로에 집적됨 -

을 포함하되,

상기 레이저 동작가능한 제 1 광학 이득 매체는 제 1 대역의 파장들을 증폭시키기 위해 레이저 동작 임계치 이상 및 이하에서 동작되는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 4

레이저 동작가능한(lasing) 4개 이상의 광학 이득 매체들의 어레이 - 각각의 레이저 동작가능한 광학 이득 매체는 상기 어레이에서 레이저 동작가능한 다른 광학 이득 매체들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 광 신호를 멀티플렉서/디멀티플렉서로 제공함 -; 및

상기 멀티플렉서/디멀티플렉서의 출력 광 경로에서 제 1 광 신호를 패시브 광 네트워크로 중계하기 위한 출력 광섬유에 대한 커넥션 - 상기 레이저 동작가능한 4개 이상의 광학 이득 매체들, 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서, 및 상기 커넥션은 집적 유닛에서 하나의 평면 광파 회로에 집적됨

을 포함하되,

상기 레이저 동작가능한 제 1 광학 이득 매체는 패브리 페로(Fabry Perot) 레이저 다이오드인 것을 특징으로 하

는 집적 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 집적 유닛은 단일 기판을 포함하는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 단일 기판은 인듐-인화물로 이루어진 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 멀티플렉서/디멀티플렉서로부터 입력되는 제 1 광 신호를 증폭하기 위해 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서에 결합된 광 증폭기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 상기 레이저 동작가능한 광학 이득 매체에 의해 제공되는 파장들의 대역상에 피드백을 제공하기 위해 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서의 출력 광 경로에 결합되는 파장 반사기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 파장 반사기는 상기 집적 유닛과 상기 출력 광섬유 사이의 인터페이스에 의해 제공되는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 10

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 레이저 동작가능한 제 1 광학 이득 매체는 브레그 격자(Bragg grating)에 의한 그 중심 파장 설정을 갖는 분배 피드백 레이저인 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

4개 이상의 분배 피드백 레이저들의 어레이 - 각각의 분배 피드백 레이저는 상기 어레이에서 다른 분배 피드백 레이저들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 광 신호를 전력 분할기에 제공함 -; 및

광 전력 분할기의 출력 광 경로의 제 1 광 신호를 파장-분할-다중화 패시브 광 네트워크로 중계하기 위한 출력 섬유에 대한 커넥션 - 상기 4개 이상의 분배 피드백 레이저들, 상기 광 전력 분할기, 및 상기 커넥션은 제 1 기판에 집적됨 -

을 포함하는 집적 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 제 1 분배 피드백 레이저는 브레그 격자에 의해 그 중심 파장 설정을 갖는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 전력 분할기의 출력 광 경로에 있는 반도체 광 증폭기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 15

집적 유닛내에서 레이저 동작가능한 4개 이상의 광학 이득 매체들과 멀티플렉서/디멀티플렉서의 어레이를 제조하는 단계 - 각각의 상기 레이저 동작가능한 광학 이득 매체는 레이저 동작가능한 다른 광학 이득 매체와 상이한 대역 파장들을 포함하는 개별 광 신호를 파장-분할-다중화 패시브 광 네트워크로 제공하도록 구성됨 -; 및

상기 집적 유닛내에서 모든 광 신호들을 통신하도록 광섬유들이 아닌 광 커플링들을 제조하는 단계를 포함하는 집적 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

광 수신기들의 어레이를 제조하는 단계를 더 포함하고, 각각의 상기 광 수신기는 상기 어레이의 다른 광 수신기들과 상이한 대역 파장들을 포함하는 개별 광 신호를 상기 집적 유닛으로 수신하는 것을 특징으로 하는 집적 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

4개 이상의 반사성 반도체 광 증폭기들의 어레이;

멀티플렉서/디멀티플렉서;

제 1 광대역 파장들을 포함하는 광 신호를 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서에 제공하기 위한 광대역 광원 - 각각의 상기 반사성 반도체 광 증폭기들은 주입된 스펙트럼 슬라이스(spectral slice)의 대역폭 내에서 상기 반도체 광 증폭기들의 출력 파장을 파장 고정시키기 위해 상기 광대역 광원으로부터 상기 광원의 스펙트럼 슬라이스를 수신하도록 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서의 포트에 결합됨 -; 및

상기 멀티플렉서/디멀티플렉서의 출력 광 경로의 제 1 광 신호를 파장-분할-다중화 패시브 광 네트워크로 중계하기 위한 출력 섬유에 대한 커넥션 - 상기 4개 이상의 반사성 반도체 광 증폭기들, 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서, 및 상기 커넥션은 단일 기판상에 집적됨 -

을 포함하는 집적 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 4개 이상의 반사성 반도체 광 증폭기들을 직접 변조시키는 변조기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 20

제 18 항에 있어서, 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서는 도파로 어레이인 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 21

4개 이상의 광 수신기들의 어레이 - 각각의 광 수신기는 상기 어레이의 다른 광 수신기들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 광 신호를 수신함 -;

각각의 상기 광 수신기들에 신호를 제공하기 위한 멀티플렉서/디멀티플렉서; 및

파장-분할-다중화 패시브 광 네트워크로부터 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서의 입력 광 경로에서 제 1 광 신호를 중계하기 위한 입력 섬유에 대한 커넥션 - 상기 4개 이상의 광 수신기들 및 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서는 단일 기판에 집적되고, 상기 4개 이상의 광 수신기들, 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서, 및 상기 커넥션은 집적 유닛에 집적됨 -

을 포함하는 집적 장치.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 멀티플렉서/디멀티플렉서로 광 신호들을 중계하기 위한 대역 분할 필터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

레이저 동작가능한 다른 광학 이득 매체들에 의해 제공되는 것과 상이한 파장들의 대역을 제공하기 위한 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들의 어레이를 더 포함하고, 상기 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들의 어레이 또한 상기 집적 유닛내에 포함되는 것을 특징으로 하는 집적 장치.

청구항 24

4개 이상의 이득 매체들의 어레이 - 각각의 이득 매체는 다른 이득 매체들과 상이한 파장들의 대역을 제공함 -;

멀티플렉서/디멀티플렉서 - 각각의 상기 4개 이상의 이득 매체들은 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서의 포트에 결합됨 -; 및

상기 멀티플렉서/디멀티플렉서를 통해 재생 피드백으로서 광 신호의 일부분을 제 1 이득 매체로 중계하기 위한 파장 반사기 - 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서는 상기 제 1 이득 매체에 의해 형성되는 파장들의 대역을 규정하도록 필터링함 -

를 포함하되,

상기 4개 이상의 이득 매체들의 어레이, 상기 멀티플렉서/디멀티플렉서 및 상기 파장 반사기는 단일 집적 유닛으로 집적되고,

상기 집적 유닛은 상기 집적 유닛의 광 경로들에서 광섬유가 아닌 광 커플링들을 이용하는 물리적으로 함께 결합된 2개 이상의 기판들을 포함하는 다중 파장 광원.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 광 네트워크들에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 본 발명의 실시예의 특징은 단일 집적 유닛에 포함되는 레이저 동작시킬 수 있는 광학 이득(gain) 매체들의 어레이에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광섬유 시스템들은 통상적으로 전화국(central office)에서 다수의 주거 지역들 및 사업 지역들간에 광 신호들을 전후로 전송한다. 각각의 주거 또는 사업 지역에서는 협대역의 파장들 또는 채널이 전체 광 신호내에 할당되어 중앙 오피스와 통신할 수 있다. 상기 광섬유 시스템을 이용하는 가입자들의 수가 증가함에 따라, 이러한 가입자들로부터 광 신호들을 송수신하기 위해 전화국의 컴포넌트들의 양이 증가할 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0003] 레이저 동작가능한(lasing) 광학 이득 매체들의 어레이가 단일 집적 유닛에 포함되는 다양한 방법들과 장치들이 기술된다. 어레이는 레이저 동작가능한 4개 이상의 광학 이득 매체들을 포함할 수 있다. 레이저 동작가능한 각각의 광학 이득 매체는 어레이에서 레이저 동작가능한 다른 광학 이득 매체들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 별도의 광 신호를 제 1 멀티플렉서/디멀티플렉서에 제공한다. 패시브 광 네트워크로 및 패시브 광 네트워크로부터 광 신호를 중계(route)하는 출력 섬유를 위한 커넥션이 존재한다.

[0004] 본 발명의 다른 특징들과 장점들은 첨부된 도면들과 이하의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

실 시 예

[0012] 일반적으로, 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들의 어레이 및 광 수신기들의 어레이가 단일 집적 유닛에 포함

되는 다양한 방법들과 장치들이 기술된다. 어레이는 레이저 동작가능한 4개 이상의 광학 이득 매체들을 포함할 수 있다. 레이저 동작가능한 각각의 광학 이득 매체는 어레이에서 레이저 동작가능한 다른 광학 이득 매체들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 광 신호를 제 1 멀티플렉서/디멀티플렉서로 제공한다. 유사하게, 제 2 멀티플렉서/디멀티플렉서는 광 수신기들의 어레이에 광 신호들을 중계할 수 있다. 패시브 광 네트워크와의 광 신호를 중계하기 위해 출력 섬유에 대한 커넥션이 존재한다.

[0013] 도 1은 레이저 동작가능한 다수의 파장 광학 이득 매체들의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 평면 광파 회로(100)는 레이저들과 같은 레이저 동작가능한 4개 이상의 광학 이득 매체들(102), 멀티플렉서/디멀티플렉서(112), 광 증폭기(104), 광대역 파장 반사기(106), 전기 변조 소스(108), 출력 섬유로의 커넥션(110), 및 파장-분할-다중화 패시브 광 네트워크(WDM PON)로 진행하는 출력 섬유(114)의 어레이를 포함할 수 있다.

[0014] N번째 이득 매체(118)를 통하는 제 1 이득 매체(116)와 같이, 레이저 동작가능한 다수의 광학 이득 매체들(102)은 평면 광파 회로(100)에 있을 수 있다. 각각의 이득 매체(102)는 다른 이득 매체들과 상이한 협대역 파장들(λ)을 갖는 광 신호들을 제공한다. 각각의 이득 매체들(102)은 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)에 자신의 포트를 결합시킨다. 광대역 파장 반사기(106)는 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)의 출력에 결합된다. 파장 반사기(106)는 각각의 광 신호의 일부분을 재생 피드백으로서 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)를 통해 광 신호가 제공되는 이득 매체(102)로 중계한다.

[0015] 변조 소스(108)는 어레이에서 이득 매체들을 직접 변조시키도록 데이터 신호를 이득 매체 어레이(102)에 제공할 수 있다. 전기적 변조 소스(108)는 특정 이득 매체에 데이터를 직접 제공함으로써 레이저 동작가능한 이득 매체들을 직접 변조시킨다. 예를 들어, 변조 소스(108)는 레이저 동작가능한 제 1 이득 매체(116)를 변조시킬 수 있다. 데이터 신호는 대략 하나 이상의 캐비티 모드들 부근의 파장들의 대역에서 레이저 동작가능한 제 1 이득 매체(116)에 의해 증폭된다. 레이저 동작가능한 제 1 이득 매체(116)는 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)의 제 1 입력(120)으로 변조된 신호를 중계한다.

[0016] 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)는 파장 반사기(106)로 변조된 신호를 중계한다. 파장 반사기(106)는 변조된 신호의 일부분을 재생 피드백으로서 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)를 통해 변조된 신호가 제공되는 레이저 동작가능한 제 1 이득 매체(116)로 다시 중계한다. 변조된 신호 및 상기 변조된 신호의 반사 부분은 레이저 동작가능한 제 1 이득 매체(116)의 공진 주파수에서 동일 위상으로 서로 보강된다. 변조된 신호 및 상기 변조된 신호의 반사 부분은 또한 레이저 동작가능한 제 1 이득 매체(116)에 의해 증폭된다.

[0017] 그 다음, 레이저 동작가능한 제 1 이득 매체(116)는 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)를 통해 상기 보강된 변조된 신호를 전송하고, 상기 보강된 변조 신호의 일부분은 파장 반사기(106)를 통과하여 출력 섬유로의 커넥션(110)으로 전송된다. 또한, 전술한 바와 같이, 파장 반사기(106)는 상기 보강된 변조 신호의 일부분을 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)를 통해 제 1 이득 매체로 재반사시킨다. 이러한 협대역의 재생 증폭은 레이저 동작가능한 이득 매체들(102) 각각에 대해 일어난다. 레이저 동작가능한 이득 매체들(102)은 각각 그 자신의 별개의 협대역의 파장들을 증폭시킨다.

[0018] 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)는 레이저 동작가능한 제 1 이득 매체(116)에 의해 전개되는 파장의 대역을 규정하도록 협대역 필터로서 작용한다. 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)의 본래의 특성은 그 출력들 각각에서 상이한 대역의 파장들을 통과시키는 것이다. 예를 들어, 제 1 출력은 1530nm 내지 1531nm의 파장 대역을 통과시킬 수 있다. 제 2 출력은 1531nm 내지 1532nm의 파장 대역을 통과시킬 수 있다. 따라서, 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)는 레이저 동작가능한 각각의 이득 매체(102)로 재공급되는 협대역의 파장들을 생성한다. 따라서, 레이저 동작가능한 각각의 이득 매체(102)는 이득 매체의 캐비티 모드에 해당하는 파장들의 대역내에서 공진 파장을 형성 및 증폭시킨다. 증폭된 파장 대역이 반사된 변조 신호에 보강될 때, 이득 매체는 패시브 광 네트워크를 통해 가입자 집으로 전송하기에 충분한 전력의 광 신호를 생성한다. 반사된 변조 신호는 레이저 동작가능한 이득 매체로 공진 피드백을 제공한다.

[0019] 레이저 동작가능한 이득 매체들(102), 멀티플렉서/디멀티플렉서(112), 광 증폭기(104) 및 광대역 파장 반사기(106)의 어레이는 모두 단일 집적 유닛으로 집적될 수 있다. 상기 집적 유닛은 단일 기판상에 모든 컴포넌트들이 성장된 단일 기판일 수 있다. 선택적으로, 집적 유닛은 상이한 물질들로 이루어지고 물리적으로 서로 결합된 2개 이상의 기판들일 수 있다.

[0020] 집적 유닛은 공기, 렌즈 어레이들, 또는 다른 도파로들과 같이, 집적 유닛의 광 경로의 광섬유들(122)과 다른 광 커플링들을 이용할 수 있다. 광섬유들은 통상적으로 최소 밴드 반경들을 요구하고 작은 컴팩트한 공간에서

사용될 수 없는 다른 단점들을 갖는다. 그러나, 공기 또는 렌즈 어레이들과 같이, 광섬유들(122)과 다른 광 커플링들은 하나의 광 컴포넌트에서 다음 광 컴포넌트로 광 신호들의 통신을 가능하게 하는 매우 작은 물리적 공간에서 사용될 수 있다. 더욱이, 레이저 동작가능한 모든 이득 매체들(102)이 동일한 기판상에 성장된 집적 유닛에서, 이득 매체들간의 물리적 간격은 레이저 동작가능한 이득 매체들(102) 각각이 개별 컴포넌트로서 제조되어 공통의 플랫폼에 배치되는 경우보다 물리적 사이즈에서 훨씬 더 짧고 더 작을 수 있다.

[0021] 기판은 인듐-인화물(phosphide)로 구성될 수 있으며, 상기 기판에서, 레이저 동작가능한 이득 매체들, 광 증폭기들 및 변조기들과 같은 능동 소자들은 도파로들 및 멀티플렉서/디멀티플렉서와 같은 수동 소자들과 함께 집적될 수 있다. 기판은 에르븀-도핑된 실리카와 같은 다른 물질들로 구성될 수도 있다.

[0022] 레이저 동작가능한 이득 매체들(102)의 어레이는 이득 매체들로서 작용하는 32 또는 64개 레이저들과 같은 많은 수의 레이저들을 포함할 수 있으나, 상기 이득 매체 어레이는 4개만큼 작을 수 있거나 레이저 동작가능한 이득 매체들로서 작용하는 레이저 소스들일 수 있다. 레이저 동작가능한 광학 이득 매체는 브레그 격자(Bragg grating), 패브리 페로(Fabry Perot) 레이저 다이오드, 반사성 반도체 광 증폭기들, 또는 단일 기판상에 성장된 유사한 레이저에 의해 중심 파장 설정을 갖는 분배 피드백 레이저일 수 있다. 레이저 동작가능한 이득 매체들은 각각 그 자신의 공진 파장을 갖고, 레이저 동작가능한 임계치 이하에서 동작되도록 바이어싱될 수 있다.

[0023] 반사성 반도체 광 증폭기들은 반사성 반도체 광 증폭기의 광 도파로에 직각이 아닌/비수직인 전단면(front facet) 표면을 갖는 90%와 같은 극 반사성 후방면(back facet)을 구비한 레이저 동작가능한 이득 매체들일 수 있다. 극 반사성 후방면은 더 많은 양의 주입된 파장들이 증폭되어 반사성 반도체 광 증폭기 외부로 다시 반사되도록 한다. 비수직각의 전단면 도파로는 전단면 반사도를 감소시키고 레이저 동작이 주입된 파장들 상의 반사성 반도체 광 증폭기에서 일어나기 이전에 더 큰 양의 이득이 반사성 반도체 광 증폭기에 의해 제공될 수 있도록 한다.

[0024] 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)에 결합된 광 증폭기(104)는 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)로 입력되는 광 신호를 증폭시켜서 전체 이득을 증가시키고 임의의 삽입 손실들을 보상할 수 있다. 출력 섬유에 대한 커넥션(110)은 패시브 광 네트워크로의 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)의 출력 광 경로에 존재한다. 패시브 광 네트워크는 파장 분할 멀티플렉서와 같은 광 분할 컴포넌트를 가질 수 있다.

[0025] 또한, 레이저 동작가능한 이득 매체들은 직접 변조되기 보다 개별적인 변조기들의 어레이에 의해 변조되는 연속파 소스들일 수 있다. 각각의 연속파 변조기는 그 자신의 이득 매체에 연결된다. 연속파 변조기 데이터는 레이저 동작가능한 이득 매체로부터 입력되는 연속파를 변조시킨다. 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)는 어레이 도파로, Eschelle 격자, 또는 낮은 신호 전력 손실으로 다수의 고유 파장들을 단일 도파로에 결합시키기 위한 다른 유사한 기술일 수 있다.

[0026] 또한, 파장 반사기(106)는 이득 매체의 공진 파장을 형성하기 위해 레이저 동작가능한 각각의 이득 매체(102)에 재생 광 피드백을 제공하도록 평면 광파 회로(100)의 출력에 위치될 수 있다. 파장 반사기(106)는, 굴절률의 변화를 생성하기 위해 도파로에서 수직 면을 에칭함으로써 생성될 수 있거나, 브레그 격자일 수 있거나, 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)로 광 신호의 일부분을 재반사시키기 위해 반사성 물질을 갖는 출력 광섬유와의 집적 유닛/인터페이스의 기판 에지에 있는 코팅일 수 있거나, 평면 광파 회로(100)와의 접속용 광섬유(114)의 입구에 있는 격자일 수 있다.

[0027] 레이저 동작가능한 이득 매체들의 어레이를 갖는 평면 광파 회로(100)의 구조는 상이한 파장 대역들을 각각 갖는 다수의 파장 대역들을 형성 또는 보강하기 위해 레이저 동작 임계치 이하에서 동작할 수 있는 외부 캐비티를 구비한 분배 레이저와 유사하다. 따라서, 분배 레이저의 구조는 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)를 통해 레이저 동작 가능한 이득 매체들 섹션에서 파장 반사기(106)로 및 멀티플렉서/디멀티플렉서(112)를 통해 각각의 이득 매체 섹션으로 규정될 수 있다. 이득 매체 섹션의 각각의 레이저는 반사성 전단면을 갖거나 갖지 않을 수 있다.

[0028] 도 2는 집적 유닛의 4개 이상의 분배 피드백 레이저들의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 4개 이상의 분배 피드백 레이저들(202)의 어레이는 각각 전력 분할기(212)에 결합된다. 상기 어레이의 각각의 분배 피드백 레이저(202)는 상기 어레이의 다른 분배 피드백 레이저들과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 광 신호를 상기 전력 분할기로 제공한다. 어레이의 각각의 분배 피드백 레이저(202)는 분배 피드백 레이저의 출력에서 브레그 격자에 의해 파장 설정 대역의 중심 파장을 갖는다. 예를 들어, 제 1 분배 피드백 레이저(216)는 제 1 분배 피드백 레이저(216)의 이득 매체와 혼합되는 제 1 브레그 격자(224)에 의해 레이저 세트로부터 제공되는 파

장 대역의 중심 파장을 갖는다. 반도체 광 증폭기(204)는 전력 분할기(212)에 의해 야기되는 삽입 손실들을 보상하기 위해 전력 분할기(212)의 출력 광 경로에 존재할 수 있다. 전력 분할기(212)로부터의 광 신호 또는 파장-분할 다중화 패시브 광 네트워크에 대한 전력 분할기(212)의 출력 광 경로에서 광 신호를 중계하기 위해 출력 섬유에 대한 커넥션(210)이 존재한다. 분배 피드백 레이저들(202)의 어레이는 제 1 기판(226)에 집적될 수 있다. 반도체 광 증폭기(204), 전력 분할기(212), 및 커넥션(210)은 제 2 기판(228)에 집적될 수 있으며, 상기 제 2 기판(228)은 제 1 기판(226)에 결합되고 광섬유들을 이용하는 것이 아니라 공기 또는 렌즈 어레이들과 같은 광 커플링들(222)을 이용하여 상기 제 1 기판과 제 2 기판 사이의 광 경로에서 광 신호들을 통신한다.

[0029] 따라서, 능동 컴포넌트들이 제 1 기판(226)상에 제조될 수 있고 수동 컴포넌트들은 제 2 기판(228)상에 제조될 수 있으며, 이들은 서로 합쳐져서 집적 유닛으로 함께 물리적으로 결합된다. 상술한 바와 같은 제 1 기판(226)은 실리콘 이산화물 기판, 인듐 인화물 기판, 또는 이와 유사한 기판일 수 있다. 예를 들어, 분배 브레그 반사기 레이저들은 분배 피드백 레이저들을 대신하여 파장들의 대역을 포함하는 광 신호를 생성하는데 사용될 수도 있다는 것을 유의한다. 분배 브레그 반사기 레이저들은 레이저의 중심 파장을 설정하기 위해 레이저의 출력에서 브레그 격자를 가질 수 있다.

[0030] 도 3은 집적 유닛에 모두 포함되는 각각의 레이저들에 광 신호를 제공하기 위한 레이저들과 광대역 광원의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 집적 유닛은 제 1 기판(326)상에 패브리 페로(Fabry-Perot) 레이저 다이오드들(302)과 같은 4개 이상의 레이저들의 어레이를 포함할 수 있다. 집적 유닛은 멀티플렉서/디멀티플렉서(312), 광대역 광원(330), 및 커넥션(310)을 포함하는 제 2 기판(328)을 포함할 수 있다.

[0031] 광대역 광원(330)은 광 커플러(331)를 통해 C-대역(1530nm~1560nm)과 같은 광대역 파장들을 포함하는 광 신호를 멀티플렉서/디멀티플렉서(312)로 제공한다. 어레이에 있는 각각의 패브리 페로(Fabry-Perot) 레이저 다이오드들(302)은 멀티플렉서/디멀티플렉서(312)상에 그 자신의 포트를 결합시킨다. 어레이에 있는 각각의 패브리 페로(Fabry-Perot) 레이저 다이오드들(302)은 주입된 스펙트럼 슬라이스(spectral slice)의 대역폭내로 패브리 페로(Fabry-Perot) 레이저 다이오드의 출력 파장을 파장 고정하기 위해 광대역 광원(330)으로부터 광 신호의 스펙트럼 슬라이스를 수신한다. 예를 들어, 제 1 패브리 페로 레이저 다이오드(316)는 1530nm 내지 1531nm의 스펙트럼 슬라이스를 수신할 수 있다. 그 다음, 제 1 패브리 페로 레이저 다이오드(316)는 멀티플렉서/디멀티플렉서(312)를 통해 스펙트럼 슬라이스를 커넥션(310)으로 반사 및 증폭시킬 수 있다. 커넥션(310)은 파장 분할 다중화 패시브 광 네트워크에 대해 광 신호를 중계하기 위해 출력 섬유(314)와 결합된다.

[0032] 어레이의 패브리 페로 레이저 다이오드들(302), 멀티플렉서/디멀티플렉서(312), 커넥션(310), 및 광대역 광원(330)은 모두 컴팩트한 집적 유닛으로 집적된다. 광대역 광원(330)은 집적 유닛으로부터 분리될 수 있다. 광대역 광원(330)은 직교 분광 신호들을 공급하도록 연결된 2개 이상의 광 다이오드들, 광대역 광원으로서 작용하는 에르븀 섬유, 에르븀 도핑된 도파로, 분광 유지 섬유를 갖는 집적 유닛에 연결된 단일 광 다이오드들, 단일 온칩 광 다이오드, 도는 다른 유사한 발광 소스로 구성될 수 있다. 모든 컴포넌트들은 단일 평면 광파 회로에 위치될 수 있다.

[0033] 도 4는 단일 집적 유닛에 집적된 4개 이상의 광 수신기들 및 멀티플렉서/디멀티플렉서의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 집적 유닛은 제 1 광 수신기(434) 내지 N번째 광 수신기(436)와 같은 4개 이상의 광 수신기들(432)의 어레이, λ1 내지 λn의 수신된 데이터 신호들을 처리하기 위한 전기적 처리 칩(438), 멀티플렉서/디멀티플렉서(430), 및 패시브 광 네트워크의 가입자들로부터 입력되는 다수의 광 신호들을 결합시키는 컴포넌트를 갖는 파장-분할-다중화 패시브 광 네트워크로부터 입력 섬유를 수신하는 커넥션(410)을 포함할 수 있다. 어레이의 광 수신기들(432)은 각각 하나 이상의 광 검출기들을 포함할 수 있다.

[0034] 수신기들(440)을 포함하는 집적 유닛은 복귀 신호들이 국부적으로 처리될 필요가 있는 전화국에 위치될 수 있다. 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들의 집적 유닛은 전화국에 위치될 수 있으며, 상기 전화국에서 컴포넌트들에 의해 차지되는 공간의 최소화가 증대되고 모든 컴포넌트들이 컴팩트하게 중앙에 위치될 수 있다. 광수신기들(432)의 어레이를 갖는 제 1 기판(426)은 인듐 인화물, 갈륨 비소, 실리콘, 또는 다른 유사한 반도체 기판들로 구성될 수 있다. 제 1 기판(426)은 평면 광파 회로에서 제 2 기판(428)상의 멀티플렉서/디멀티플렉서(430)로 결합될 수 있다. 어레이의 광 수신기들(432)로부터 신호를 처리하는 전기적 처리 컴포넌트들을 포함하는 전기적 처리 칩(438)은 실리콘으로 이루어진 다른 제 3 기판(442)상에 있을 수도 있다. 제 3 기판(442)은 제 1 기판(426)에 접속 및 물리적으로 결합될 수 있다. 집적 유닛의 기판들(426, 428)은 제 1 비-광섬유 도파로(422), 제 2 비-광섬유 도파로(423) 및 제 3 비-광섬유 도파로(425)와 같이, 광섬유들이 없는 도파로들을 통해 광 신호들을 통신할 수 있다. 모든 기판들(426, 428, 442)은 단일 집적 유닛(440)으로 제조될 수 있다.

[0035] 도 5는 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들의 어레이 및 집적 유닛에 포함되는 광 수신기들의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들(550)의 어레이는 N개의 개별 파장 대역들을 생성할 수 있다. 레이저 동작가능한 각각의 광학 이득 매체는 제 1 가입자 지역(552)와 같은 해당 가입자에게 패시브 광 네트워크를 통해 광 신호를 통신한다. 광 수신기들(554)의 어레이는 이러한 가입자들로부터 N개의 개별 파장 대역들을 수신할 수 있다. 예를 들어, 제 1 수신기는 제 1 가입자 지역(552)으로부터 생성되는 광 신호를 수신할 수 있다. 광 수신기들(554)의 어레이는 레이저 동작가능한 이득 매체들의 어레이에서 레이저 동작가능한 이득 매체들로서 동일한 개수의 수신기들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제 1 어레이의 광 수신기들(554)은 32개 수신기들을 포함할 수 있고, 제 1 어레이의 레이저 동작가능한 이득 매체들은 레이저 동작가능한 32개 이득 매체들을 포함할 수 있다. 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들(55)의 어레이 및 광 수신기들(554)의 어레이는 단일 기판상에 있을 수 있거나 집적 유닛(556)에서 서로 결합된 개별 기판들상에 있을 수 있다.

[0036] 각각의 어레이들(550, 554)은 패시브 광 네트워크(558)로부터 입력되고 패시브 광 네트워크(558)로 출력되는 신호들을 분배하는 전력 분할기 또는 멀티플렉서/디멀티플렉서를 포함할 수 있다. 각각의 어레이들(550, 554) 상에서, 컴포넌트들은 가능한 작은 개별 컴포넌트들 사이의 간격을 형성하도록 기판상에서 성장될 수 있다. 집적 유닛(556)은 대역 분할 필터(560)와 광대역 광원을 포함할 수도 있다. 광대역 광원(562)은 집적 유닛(556)의 외부에 있을 수도 있다.

[0037] 광대역 광원은 L-대역과 같은 광대역 파장들을 포함하는 광 신호를 광학 이득 매체(550)의 어레이의 멀티플렉서/디멀티플렉서로 제공한다. 상술한 바와 같이, 멀티플렉서/디멀티플렉서는 주입된 스펙트럼 슬라이스의 대역폭 내에서 레이저 동작가능한 광학 이득 매체의 출력 파장을 파장 고정시키기 위해 어레이의 각각의 광학 이득 매체(550)로 협대역 광 신호들을 중계한다.

[0038] 레이저 동작가능한 광학 이득 매체(550)의 어레이는 멀티플렉서/디멀티플렉서를 통해 예를 들어, C-대역내에 포함되는 32개의 개별 파장 대역들로 이루어진 단일 광 신호를 패시브 광 네트워크(558)를 거쳐 원격 멀티플렉서/디멀티플렉서(564)로 전송할 수 있다. 원격 멀티플렉서/디멀티플렉서(564)는 어레이의 레이저 동작가능한 각각의 광학 이득 매체들(550)로부터 해당 가입자 지역으로 개별 파장 대역을 분배할 수 있다. 예를 들어, 원격 멀티플렉서/디멀티플렉서(564)는 레이저 동작가능한 제 2 광학 이득 매체로부터 제 2 가입자 지역(566)으로 파장들의 대역을 분배할 수 있다. 원격 멀티플렉서/디멀티플렉서(564)는 이러한 방식으로 레이저 동작가능한 광학 이득 매체(550)의 어레이로부터 해당 가입자 지역들로 N개의 개별 파장 대역을 모두 분배할 수 있다.

[0039] 사용자/가입자들의 그룹은 L-대역(1570nm ~ 1600nm)에서 전화국의 수신기들(554)의 어레이러 광 신호들을 재전송할 수도 있다. 대역 분할 필터(560)는 C-대역 파장들로부터 L-대역 파장들을 분리시킨다. 대역 분할 필터(560)는 광 수신기들(554)의 어레이로 L-대역 신호들을 중계하고, 광대역 광원으로부터 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들(550)의 어레이로 C-대역 파장들을 중계한다.

[0040] 전화국의 송신기들은 가입자들에게 정보를 통신하기 위한 L-대역과 같은 제 1 대역을 사용할 수 있고, 가입자들의 송신기들은 전화국으로 정보를 통신하기 위한 C-대역과 같은 다른 대역을 사용할 수 있다. 따라서, 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들은 O-대역(약 1300nm), S-대역(약 1480nm) 등과 같은 상이한 파장 대역에서 개별적인 광 신호들을 생성할 수 있다.

[0041] 광 수신기(554)의 어레이에서 제 2 멀티플렉서/디멀티플렉서는 C-대역의 개별 신호들을 해당 광 수신기들 각각에 중계한다. 각각의 광 수신기들은 어레이의 다른 광 수신기들(554)과 상이한 파장들의 대역을 포함하는 개별 신호를 수신한다. 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들(550)의 어레이 및 광 수신기들(554)의 어레이는 광섬유를 이용함이 없이 도파로, 렌즈들 또는 공기에서 광 신호들을 중계하기 위해 대역 분할 필터(560)에 대해 약 90도 및 약 180도과 같은 설정 각도들에서 위치될 수 있다.

[0042] 도 6은 집적 유닛의 레이저들의 어레이 및 광 수신기들의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 레이저들(650)의 어레이 및 광 수신기들(664)의 어레이는 렌즈 어레이(670, 672)에 각각 결합될 수 있다. 집적 유닛(676)은 레이저들(650)의 어레이, 대역 분할 필터(660), 멀티플렉서/디멀티플렉서(674), 광 수신기들(664)의 어레이, 제 1 렌즈 어레이(670), 제 2 렌즈 어레이(674), 및 패시브 광 네트워크에 대한 커넥션(610)을 포함할 수 있다. 멀티플렉서/디멀티플렉서(674)는 광 수신기들(664)의 어레이 및 레이저들(650)의 어레이로 및 광 수신기들(664)의 어레이 및 레이저들(650)의 어레이로부터 신호들을 중계한다. 멀티플렉서/디멀티플렉서(674)는 패시브 광 네트워크로부터 신호들을 전후로 중계한다. 광 수신기들(664)의 어레이는 멀티플렉서/디멀티플렉서(674)에 근접하게 위치되어 대역 분할 필터(660)로부터 반사된 C-대역 파장들의 각도가 작은 각도에서 유지되도록 한다. 광 수신기들(664)의 어레이는 공기 및 제 2 렌즈 어레이(672)를 통해 광 신호들을 중계하기 위해 45도

이하와 같은 설정 각도들에 위치될 수 있다. 표준 유전체 코팅으로 코팅되는 대역 분할 필터(660)는 C-대역 파장들과 L-대역 파장들과 같은 상이한 파장 대역들을 분할할 수 있다.

[0043] 단일 집적 유닛에서 광 수신기들 및 레이저들의 어레이의 제조는 작은 각도에서 어레이들로 광 신호들을 반사시키는 대역 분할 필터를 이용함으로써 보다 간단한 방식으로 달성될 수 있다. 레이저 어레이가 L-대역이 아닌 약 1300nm의 O-대역에서 동작되면, 반사각은 빔 분할 프리즘을 이용하여 보다 용이하게 패키징할 수 있는 약 90° 일 수 있다. 상술한 모든 구성들은 패시브 광 네트워크에 집적될 수 있다. 패시브 광 네트워크는 레이저 동작가능한 이득 매체들로서 작용하는 레이저 다이오드들에 협대역의 증폭 자발 방출 광(Amplified Spontaneous Emission Light)을 주입함으로써 레이저 동작가능한 이득 매체들을 파장 고정할 수 있거나, 파장 고정하지 않을 수 있다.

[0044] 전술한 상세한 설명에서, 본 발명은 특정 예시적인 실시예들을 참조로 기술되었다. 그러나, 다양한 변형예들과 변화들이 이하의 청구범위에서 기술되는 본 발명의 범주와 보다 넓은 사상으로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있음을 명백할 것이다. 따라서, 상세한 설명과 도면들은 제한적인 의미가 아니라 예시로서 간주되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0005] 본 발명은 일 예로서 예시되고 첨부된 도면들에 제한되지 않으며, 도면들에서 유사한 부호들은 유사한 엘리먼트들을 지시한다.

[0006] 도 1은 레이저 동작가능한 다수의 파장 광학 이득 매체들의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다.

[0007] 도 2는 집적 유닛에서 4개 이상의 분배 피드백 레이저들의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다. 4개 이상의 분배 피드백 레이저들(202)의 어레이는 각각 전력 분할기(212)에 결합된다.

[0008] 도 3은 집적 유닛에 모두 포함되는 레이저들 각각에 광 신호를 제공하는 광대역 광원 및 레이저들의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다.

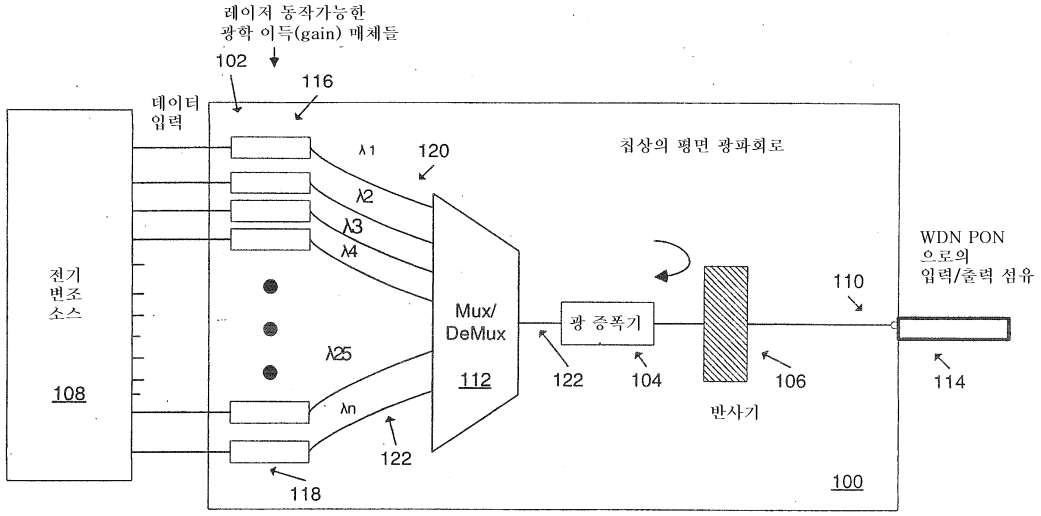
[0009] 도 4는 단일 집적 유닛으로 집적된 4개 이상의 광 수신기들 및 멀티플렉서/디멀티플렉서의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다.

[0010] 도 5는 레이저 동작가능한 광학 이득 매체들의 어레이와 집적 유닛내에 포함되는 광 수신기들의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다.

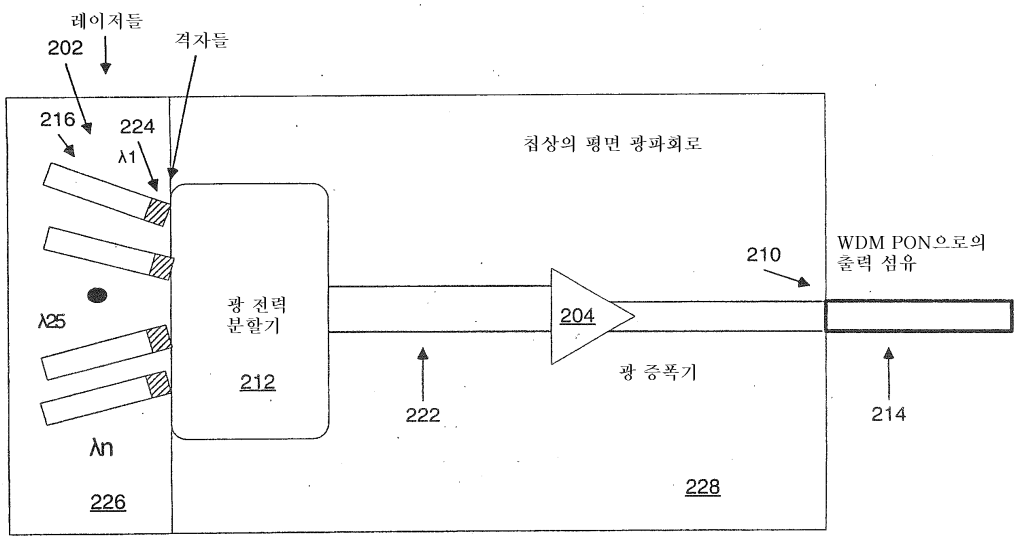
[0011] 도 6은 레이저들의 어레이 및 집적 유닛의 광 수신기들의 어레이의 일 실시예의 블록도를 도시한다.

도면

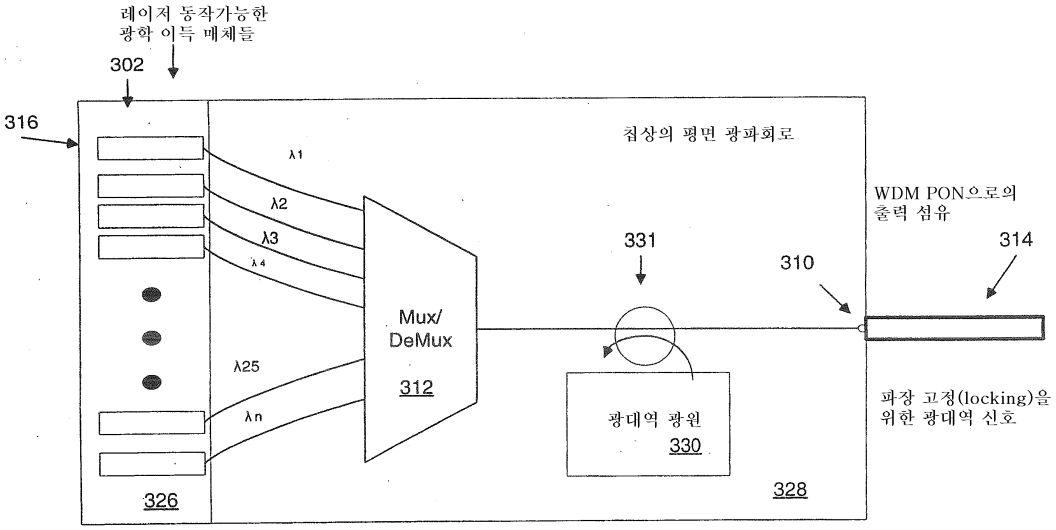
도면1



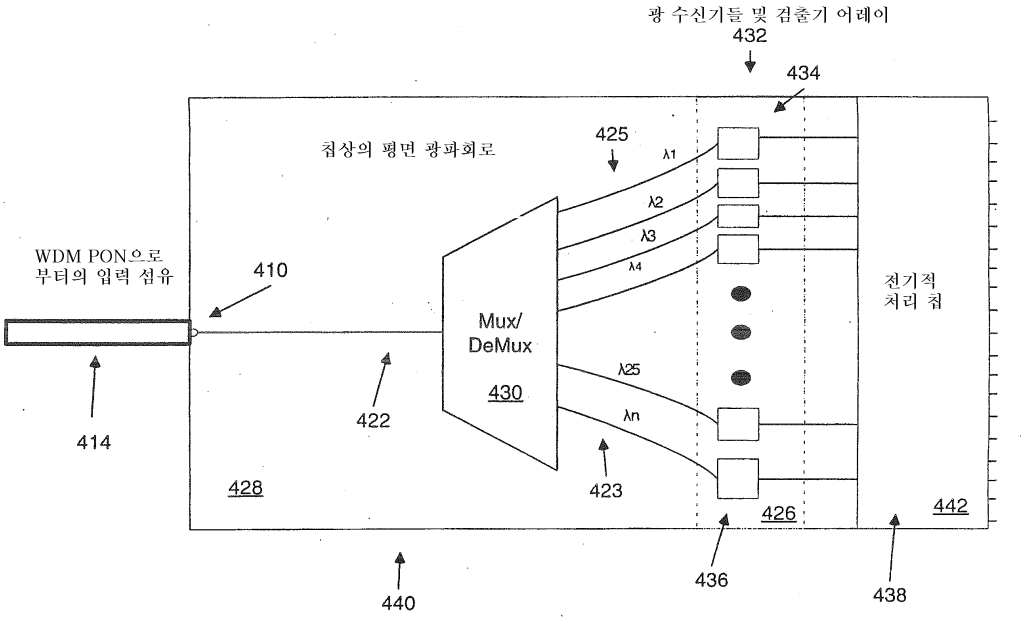
도면2


레이저들
202
격자들
216
224
λ1
칩상의 평면 광파회로
210
WDM PON으로의
출력 섬유
광 전력
분할기
212
λ25
204
광 증폭기
222
214
λn
226
228

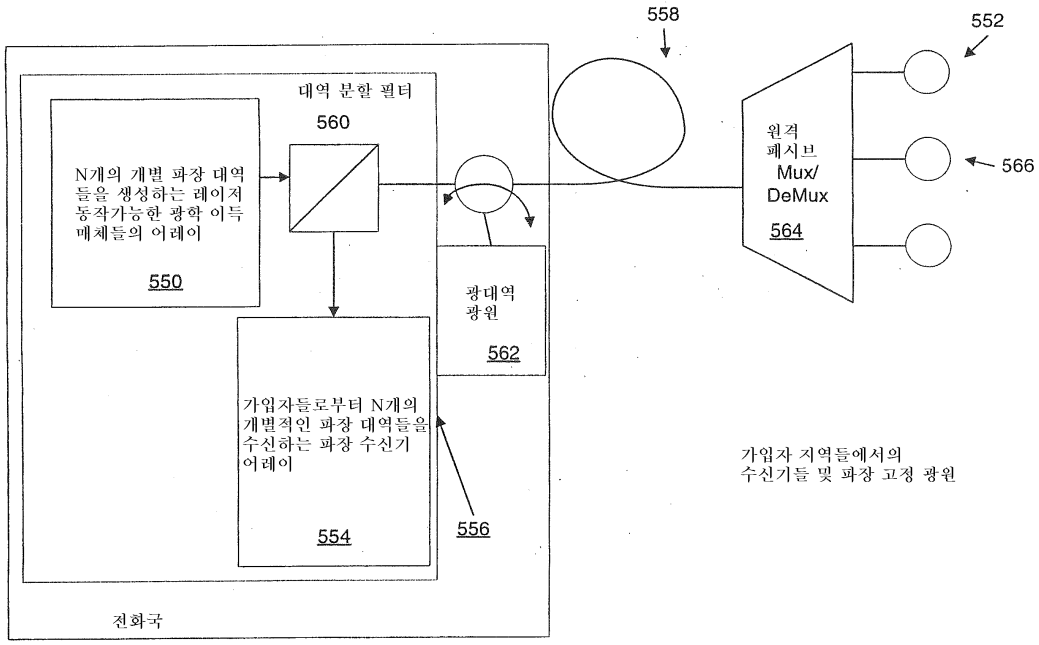
도면3


레이저 동작가능한
광학 이득 매체들
302
316
칩상의 평면 광파회로
λ1
λ2
λ3
λ4
WDM PON으로의
출력 섬유
331
314
310
Mux/
DeMux
312
λ25
λn
광대역 광원
330
파장 고정(locking)을
위한 광대역 신호
326
328

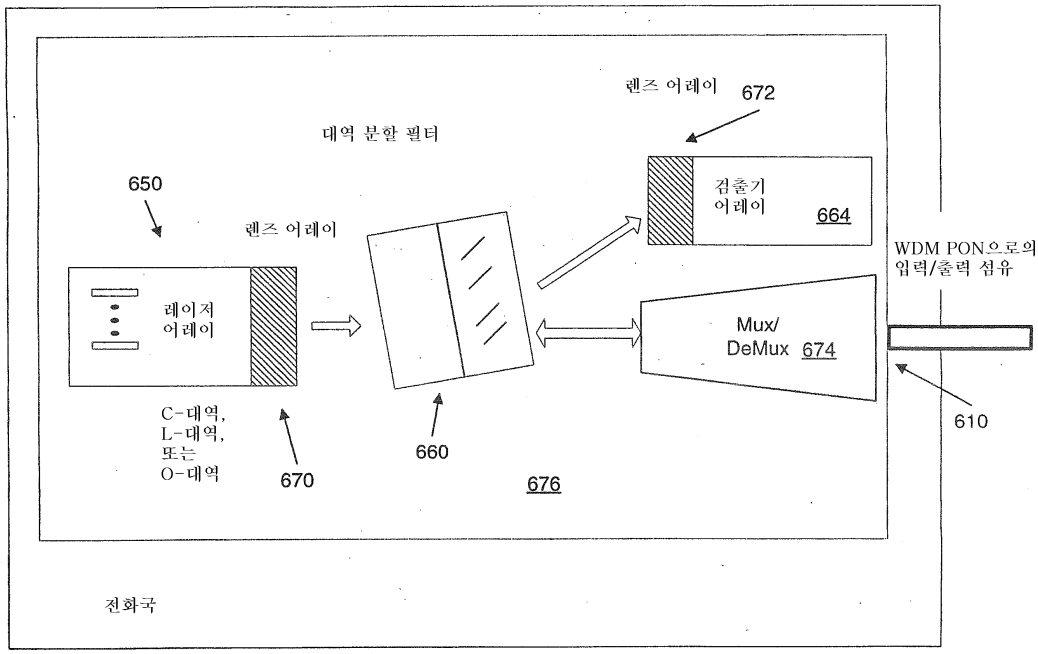
도면4


광 수신기들 및 검출기 어레이
432
434
칩상의 평면 광파회로
425
λ1
λ2
λ3
λ4
λ25
λn
WDM PON으로
부터의 입력 섬유
410
Mux/
DeMux
430
전기적
처리 칩
414
422
423
428
426
442
436
438
440

도면5


558
552
대역 분할 필터
560
N개의 개별 파장 대역
들을 생성하는 레이저
동작가능한 광학 이득
매체들의 어레이
550
원격
페시브
Mux/
DeMux
564
566
광대역
광원
562
가입자들로부터 N개의
개별적인 파장 대역들을
수신하는 파장 수신기
어레이
554
556
가입자 지역들에서의
수신기들 및 파장 고정 광원
전화국

도면6


렌즈 어레이
672
대역 분할 필터
650
검출기
어레이
664
렌즈 어레이
WDM PON으로의
입력/출력 섬유
레이저
어레이
Mux/
DeMux 674
C-대역,
L-대역,
또는
O-대역
670
660
610
676
전화국