(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
H01P 1/00

(45) 공고일자 2003년01월14일
(11) 등록번호 10-0358267
(24) 등록일자 2002년10월11일

(21) 출원번호 10-1996-0000765
(22) 출원일자 1996년01월17일

(65) 공개번호 특1996-0030474
(43) 공개일자 1996년08월17일

(30) 우선권주장 373,346 1995년01월17일 미국(US)

(73) 특허권자 에이티 앤드 티 코포레이션
미국 뉴욕 10013-2412 뉴욕 애비뉴 오브 디 아메리카즈 32

(72) 발명자 크리스토프 요트. 부칼
독일, 쥴리히 52428, 랭크스트라쎄 29
테오 지그리스트
미국, 뉴져지 08853, 네샤닉 스테이션, 메이플 애비뉴피.오. 박스 522

(74) 대리인 이병호

심사관 : 최진석

(54) 평면형도파관및그제조공정

요약

평면형 도파관과 그 제조 공정이 개시된다. 그 도파관은 기판위에 형성되었고, 도핑된 주 물질층을 가지고 있다. 주 물질은 금속 플루오라이드와 같은 3가 금속이다. 상기의 금속은 멘델레프 주기율표의 IIIB족 금속들과, 란타나이드 계열의 희토류 금속들로부터 선택되어진다. 도판트는 에르븀같은 희토류 금속이다. 도파관은 1.51㎛ 에서 1.57㎛ 에 걸친 파장에서 광 신호의 증폭을 위해 약 60nm 의 대역폭을 갖는 방사 스펙트럼을 가지고 있다. 도파관은 기판 위에 도핑된 주 물질층을 형성함으로써 만들어진다. 막은 두개의 다른 소스들 즉 도판트 물질에 대한 소스와 주 물질에 대한 다른 소스에서 물질들을 증발시키고, 기판 위의 증발된 물질로 된 막을 형성함으로써 만들어진다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

제 1 도 및 제 2 도는 본 발명의 평면형 도파관들에 대한 도시도.

제 3 도와 제 4 도는 본 발명의 릿지(ridge) 도파관에 대한 도시도.

제 5 도는 본 발명의 도파관의 포토루미네선스 스펙트럼에 대한 도시도.

제 6 도는 본 발명의 도파관의 방출 수명에 대한 도시도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

40 : 버퍼층

230 : 신호 입력과 펌프 전력 접속

240 : 신호 출력 접속

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

발명의 분야

본 발명은 광 증폭기, 특히 희토류로 도핑된 물질을 포함하는 평면형 광 증폭기에 관한 것이다.

종래의 기술

광통신에서 유용한 광 증폭기들의 개발이 최근에 상당히 진행되고 있다. 전형적으로 이 증폭기들은, 도파관 코어에 제공되는 희토류 도판트와 상기 코어를 에워싸는 낮은 굴절률의 영역을 포함하는 유리 성질의 물질(장거리 배열 구조를 갖지 않으면서, X-ray 회절에서 브래그 피크(Bragg peaks)의 부재 및/또는 다른 열량 측정법에서 관찰된 유리 변화에 의해 특징지어지는 물질) 내에 형성된다. 일반적으로 상기 유리 성질의 주요 물질은 도판트의 방출 스펙트럼에 실질적으로 영향을 끼치지 않으며, 상기 희토류 도판트 물질은 광통신이 행해지는 파장에 대응하는 스펙트럼 방사선을 갖도록 선택된다. 예를 들면, 대부분의 장거리-광통신은 1.3㎛나 1.5㎛ 에서 행해진다. 1.34㎛ 에서 신호를 증폭하는 광장치들에 대해서는 선샤인씨 등이 출원한 미국 특허번호 제5,140.658호에 서술되어 있다.

1.5㎛에서 신호를 증폭하는 광 증폭기들이 입증되어 있으며 이에 대해서는 브루스씨 등이 출원한 미국 특허번호 제5.119,460호에 서술되어 있다. 이 증폭기들은, 1.52 에서 1.56㎛ 에서 방사하는 에르븀(erbium)을 갖는 도파관 섬유를 포함하며, 상기 섬유는 통상적으로 일백만분의 10 에서 1000 의 농도로 상기 코어에 제공된다. 상기 증폭기의 동작에 있어서, 파장 0.975㎛ 또는 1.48㎛의 광 전력이 1.5㎛ 파장의 신호와 함께 도파관 코어 내에 유입된다. 상기 광 전력은 상기 에르븀에 있어서 1.55㎛ 주변에서 활발한 방사를 하는 $^4I_{13/2}$ 상태를 집단화하는 변화를 유도하며 상기 신호는 이 변화를 상기 집단화된 상태에서 유도한다. 그래서 상기 증폭기의 출력은 상기 결합된 전력과 신호 입력들의 세기에 근접하는 세기를 가진 1.5㎛ 의 신호를 갖는다. 이 방법에 있어서, 광 신호가 증폭되는데, 광신호를 전기 신호로 변환한 후 전기 증폭을 행하고 다시 광 신호로 역변환시키는 과정을 포함하는 전기 증폭과는 대조적이다.

도판트의 농도는 증폭기의 효율에 영향을 끼친다. 증폭기의 특성은 주 물질내에 있는 도판트의 절대수에 의존하기 때문에, 적당한 성능에 필요한 도판트의 농도는 그 장치의 길이에 달려 있다. 예를 들면 섬유 증폭기내의 도판트 농도는 평면형 광 증폭기내의 도판트 농도보다 훨씬 낮다. 섬유 증폭기들은 평면형 광 증폭기보다 훨씬 길기 때문이다. 그러나 높은 도판트 농도는 도판트부터 나온 발광현상을 없애는 농도로까지 유도한다. 이러한 제거 현상이 발생한다면, 증폭 이득은 감소하고, 증폭기의 성능은 결과적으로 떨어지게 된다. 그러므로 1.55㎛ 의 신호들을 증폭하고 높은 도판트 농도와 관련된 문제점들을 해결하는 평면형 광 증폭기들 및 그러한 평면형 광 도파관을 만드는 공정이 요구되어지고 있다.

발명의 요약

본 발명은 1.5㎛ 내지 1.57㎛ 의 파장에서 광 신호를 증폭하는 평면형 광 도파관을 고려한다. 평면형 광 도파관은 도핑된 도파관 주 물질로 구성된 신호를 유도하기에 적합한 영역을 포함한다. 상기 도파관 주 물질은 다결정 또는 3 개의 양이온을 가진 단결정 물질이다. 상기 주 물질이 예를 들어 멘델레프 주기율표에서 IIIB 족 금속의 플루오라이드 또는 희토류 금속(란탄 계열)과 같은 3 가 물질이라면 이점이 있다. 예를 들면 상기 물질로는 란타늄 플루오라이드(LaF3), 이트륨 플루오라이드(YF_3) 또는 루테티움 플루오라이드(LuF_3)가 있다. 도파관 주 물질은 다른 희토류 이온으로 도핑된다. 상기 도판트가 에르븀(Er)이라면 이점이 있다.

주 물질내의 도판트 농도는, 길이가 약 1cm 에서 20cm 가 되는 평면형 도파관에서 0.05 애토믹% 또는 12% 이면 이점이 있다. 상기 도판트와 농도는 주 물질의 두께를 통해 변할 수 있기 때문에, 최대 도판트 농도가 상기 범위내에 있다면 양호하다. 양호한 실시예에 있어서, 최대 도판트의 농도는 약 4 내지 약 5 애토믹% 이다.

상기 주 물질의 두께를 통한 도판트 농도는 일정하거나 변화된다. 만약 변화되는 경우, 도판트 프로파일이 도파관을 통해 전달된 빛의 세기의 프로파일과 일치되는 것이 바람직하다. 이와 관련해서, 최대 도판트 농도가 도파관의 중앙 근처나 중앙에 있다면 역시 양호하다.

본 발명의 증폭기는 광대역에 걸쳐 신호를 증폭한다. 상당한 증폭은, 전체의 대역폭을 통한 신호의 세기가 피크 세기의 1/3 보다 작지 않다는 것을 의미한다. 예를 들면, 에르븀으로 도핑된 평면형 도파관은 1.51㎛ 내지 1.57㎛ 의 범위를 가지며, 60nm 대역폭을 나타내는 방사 스펙트럼을 가지고 있다. 게다가 본 발명의 증폭기는 다음에 있는 기술에 따라 측정된, 주 물질에서 나온 자연 빛의 방사 수명이 적어도 1ms 가 되는 환경을 제공하고 있다. 수명이 더 길수록 신호 증폭을 위한 더 좋은 환경을 제공하기 때문에, 이러한 수명은 적어도 약 10ms 가 되는 것이 바람직하다.

평면형 광 도파관을 만들기 위해서 주 물질을 도파하는 층을 기판 위에 형성한다. 상기 기판은 주 물질을 도파하는 굴절률보다 적은 굴절률을 가지고 있다. 상기 기판이 주 물질을 도파하는 굴절률보다 적은 굴절률을 갖고 있지 않다면, 상기 기판과 상기 도파하는 주 물질사이에 적절한 굴절률을 갖는 물질의 버퍼층을 형성한다. 상기 평면형 도파관은 광 신호와 광 전력을 수신하여 광 신호를 증폭하도록 적합되어 있다. 상기 도파관은 또한 증폭된 입력 신호인 신호를 출력하도록 적합되어 있다.

상기 주 물질이 그 위에 형성되는 적절한 기판의 예로는, 단결정 수정 기판, 융합된 수정 기판, 알루미늄 산화물 기판, 칼슘 플루오라이드 기판 또는 실리콘 기판이 있다, 열 팽창의 기판 계수와 도파하는 주 물질의 계수가 일치하는 것이 양호하기 때문에, 이러한 관점에서 단결정 수정 기판과 알루미늄 산화물 기판들이 양호하다. 상기 기판이 도파관보다 더 높은 굴절률을 갖는다면, 광 버퍼층을 형성하는 막은 주 물질의 막이 형성되기 전에 기판에 형성된다. 예를 들면, 기판이 실리콘이라면, 버퍼층은 도파관의 굴절률보다 낮은 굴절률을 갖는 물질이다. 적절한 버퍼 층 물질의 예로는 실리콘 이산화물이 있다. 상기 실리콘 이산화물 층은 종래의 기술을 이용하여 실리콘 기판 위에 형성된다.

그런 다음 도핑된 주 물질의 층을 기판 위에 형성한다. 상기 3 가 주 물질과 도판트가 예를 들어 증발 장치, 전자 빔 증발 장치와 같은 종래의 장치를 이용해서 개별의 소스로부터 증착되면, 바람직하다. 일 실시예에서 상기 3 가 주 물질은 LaF_3, YF_3 또는 LuF_3 를 물질(source material)로 이용하여 형성되고, 상기 도판트는 ErF_3 를 소스 물질로 이용하여 도입된다. 기판에 관해 위에서 자세히 설명된 주 물질 및 도판트 물질들의 막을 증착시키는 기술과 소스들은 당 분야에 익숙한 기술인들에게 잘 알려져 있다. 상기 도핑된 주 물질층을 형성하는 동안에 기판의 온도가 약 300 ℃ 에서 약 600 ℃ 정도이면 바람직하다.

이렇게 형성된 주 물질층에 있어서 그 두께는 설계시에 선택된다. 약 0.8 ㎛ 내지 약 2 ㎛ 의 막 두께가 적당하다. 막 두께가 2 ㎛ 이상이면, 큰 코어를 구비한 섬유에 대해 접속 손실을 줄여준다.

상기 주 물질과 도판트 물질층에 대해 개별의 소스가 사용되기 때문에, 주물질내의 도판트 농도는 매우 가변적이다. 예를 들면 LaF_3 주 물질내에서의 ErF_3 의 최대 농도는 본 발명의 광 장치들에 있어서 약 0.05 애토믹% 내지 약 20 애토믹% 이다. 상기 도판트의 농도는 특별한 장치내의 주 물질층의 두께 전반에 걸쳐 가변적이다. 이미 언급했듯이 도판트 농도가 주 물질의 두께에 걸쳐 변화한다면, 그 층에 있는 도파층의 중앙에서 최대 도판트 농도가 발견된다. 이러한 도판트 프로파일은 그 빛의 최대 세기가 도파관의 중앙에서 역시 일어나기 때문에 바람직하다.

상세한 설명

언급했듯이, 본 발명은 약 1.51㎛ 내지 약 1.57㎛ 의 파장에서 광 신호를 증폭하는 평면형 도파관에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이러한 도파관을 만드는 제조 공정에 관한 것이다,

평면형 광 도파관은 도핑된 주 물질층을 포함하는 신호를 전달하는데 알맞은 영역을 포함하고 있다. 주 물질의 예로는 Er이 있다.

상기 주 물질은 상기 도판트의 원자가와 일치되도록 선택되기 때문에 상기 도판트는 빈 자리를 차지하는 것이 아니라 주 양 이온(host cation)을 대신하게 된다. 상기 도판트에 의해 대치된 주 물질 구성 성분 원자의 산화 상태와 크기뿐만 아니라 도판트 원자들이 유입된 위치의 대칭성은 도판트 원자들의 가능한 산화 상태를 결정한다. 위치 대칭성과 그러한 대칭을 갖는 대표적인 주 물질들과 이상적인 산화 상태로 유도하는 다른 성질들이 잘 알려져 있으며, Laser Crystals, Alexander Kaminskii, Springer-Verlag 1981 과, Major Ternary Structural Families, Miller & Roy. Springer- Verlag 1974 와 같은 일람표에 도표로 나타나있다.

그러므로 예를 들면, Er^{3+} 은, 멘델레프 주기율표에서 IIIB 금속의 플루오라이드나 희토류 금속인 3 가 주 물질의 막으로 유입됨으로써 이러한 원자가 상태에서 유지된다. 이러한 주 물질들의 예로는 YF_3, LaF_3, LuF_3 등이 있다. 주 물질의 구조는 단결정, 다결정, 또는 비정질 중 하나이다. 다결정은 쉽게 생산되기 때문에 공정의 장점을 가지고 있다.

증폭기의 이득은 즉 물질내의 도판트 농도에 비례한다. 도판트들은 약 0.05 애토믹% 내지 약 12 애토믹% 의 농도 범위로 유입된다. 약 0.05 애토믹% 이하의 농도는 증폭기의 바람직하지 못한 낮은 이득을 가져오게 된다. 약 2 애토믹% 이상의 농도는 농도 억제 가능성이 높아지기 때문에 통상적으로 잘 사용되지 않지만, 본 발명은 도파하는 주 물질 내에

서의 약 12 애토믹% 까지의 도판트 농도를 고려한다. 상기 도판트가 주 물질내로 대치되는 형식으로 유입되기 때문에 농도 억제와 관련된 문제들이 감소된다. 결과적으로 상기 도판트가 상기 주 물질에서의 빈 자리를 차지하는 물질보다는 이들 물질에서 보상되는 전하의 수가 적다는 결점이 생긴다. 이로 인해 결과적으로 이온 클러스터링을 감소시키고 이온 클러스터링이 감소되지 않을지라도 상기 이온 클러스터링이 높은 도판트 농도에서 발생하여 결과적으로 증폭기의 성능이 감소된다. 양호한 실시예에 있어서, 도판트 농도는 약 4 애토믹% 내지 약 5 애토믹% 이다.

본 발명의 도파관들이 제 1 내지 4 도에 도시되어 있다. 제 1 도는 기판(20)위에 형성된 평면형 도파관(10)을 도시한다. 빗금친 부분(30)에 의해 표시된 것처럼, 층(10)은 전체 두께에 걸쳐서 도핑된다. 층(10)은 적절한 기판(20) 위에 직접 형성된다. 적절한 기판 물질의 예로는, 수정, 융합된 수정. 알루미늄 산화물, 실리콘. 과칼슘 플루오라이드가 있다.

제 2 도에 도시된 다른 실시예에 있어서, 도파관은 기판층(80)과 도파관 물질(70)사이에 형성된 버퍼층(40)을 가지고 있다. 버퍼층(40)은 기판(80)의 굴절률이 도파관 물질(70)의 굴절률보다 클 때, 기판(80)과 도파관층(70) 사이에 광 분리를 제공한다. 이러한 경우에 버퍼층(40)은 도파관 물질(70)의 굴절률보다 작은 굴절률을 갖는 물질로 만들어진다. 당 분야에 익숙한 기술인은 광 분리를 만들기 위해 버퍼층의 굴절 지수는 도파관 물질의 굴절 지수보다 단지 명목상 낮아야 된다는 것을 인식하게 될 것이다. 예를 들면, 기판(80)이 실리콘 같은 높은 굴절률을 갖는 물질로 만들어졌을 경우 도파관이 버퍼층을 갖는다면 이점이 있다. 본 발명의 3 가 주 물질의 굴절률보다 낮은 굴절률을 가지는 실리콘 이산화물이 적절한 버퍼층 물질의 예이다. 제 2 도에는 또한 빗금친 부분(60)에 의해 표시된 도파 물질(70)의 도핑 프로파일이 도파층의 두께를 통해 변화하는 도파관을 도시되어 있다.

일실시예에 있어서 도파층(제 1 도의 10)은 방에 기판을 설치함으로써 형성된다. 상기 방은 비어 있다. 주 물질과 도판트 물질에 대한 각각의 소스들을 제공함으로써, 도파관 층(10)으로 합쳐진 각 소스들로부터 나온 물결의 양을 제어한다. 예를 들면 주 물질 및 도판트 물질들은 세인트 폴(Saint Paul)의 EPI 에서 상업용으로 얻어진 각각의 크누드센 오븐(Knudsen oven)에 각각 놓이게 된다. 상기 층의 성분은 각 소스에서 증발되어진 물질의 양을 제어함으로써 제어된다. 도판트 소스가 위치하는 오븐의 온도를 높이고 낮춤에 따라 이에 대응하여 도파관 층내의 도판트 농도가 높아지고 낮아진다. 도파층이 형성될 때 상기 오븐의 온도를 변화시킴으로써 도파관 층의 두께에 걸쳐 상기 도판트 농도가 변화된다. 오븐에서 방으로 들어가는 물질의 양을 조절하는 오븐 셔터들을 개별적으로 조절함으로써 비슷한 효과가 얻어진다.

5 애토믹% 의 ErF3 와 95 애토믹% 의 LaF_3 로 이루어진 도파관층이 바람직한 일 실시예에 있어서 ErF_3 5% 와 LaF_3 95% 가 증발되도록 상기 크누드센 오븐들을 조정한다. 이 성분을 갖는 도파관 층을 형성하기 위해, LaF_3 에 대한 오븐의 온도는 1360 ℃ 로 설정되고, ErF_3 에 대한 온도는 1150 ℃ 로 설정된다.

다른 실시예에서는 바람직한 성분으로 구성된 도파관 층이 기판 위에 형성된 후에, 상기 층을 패턴화하여 릿지 도파관을 형성한다. 이러한 도파관이 제 3 도에 도시되어 있다. 도파관 층을 패턴화 하기 위해서 포토레지스트와 같은 물질을 도파관 층 위에 먼저 형성한다. 상기 포토레지스트를 석판 인쇄술과 같은 종래의 기술과 에칭을 이용해서 패턴화하여 제 3 도와 제 4 도에 도시된 구조를 형성한다. (석판 인쇄술 및 에칭 기술에 대해서는 니시하라씨 등이 저술한 맥그로힐 1985년판 광 집적 회로에 각각 서술되어 있다.) 도파관 층이 기판(200) 위에 형성되고 위에서 언급한 바와 같이 패턴화되어, 릿지(220)를 형성하면, 결과적으로 제 3 도에 도시된 릿지 도파관이 된다. 기판(300) 위에 형성된 버퍼층(310) 위에 릿지(330)가 형성되면, 결과적으로 제 4 도에 도시된 릿지 도파관이 된다.

본 발명의 한 실시예에서, 도파관 충의 도판트 농도는 도파관 층의 두께에 걸쳐 일정하다. 다른 실시예에 있어서는 도판트 프로파일이 도파관을 통해 전파되는 빛의 세기 프로파일과 일치된다. 후자의 실시예에 있어서는, 주 물질내의 최대 도판트 농도가 평면형 프파관의 맨 위와 아래에서 같은 거리에 있는 지점에서 발견되는, 도파관을 통한 도판트 프로파일이 된다. 이러한 도판트 프로파일은 제2 도에서는 도면 부호 60으로, 제 3 도에서는 210 으로 도시되어 있다.

결과적인 증폭기들은 광 통신과 관련한 신호들의 증폭에 유용하다. 그럼에도 불구하고, 케이블 TV 시스템에서 사용하기 위해 고안된 고전력 광 증폭기와 같은 다른 응용들이 가능하며, 배제되지 않는다. 신호와 증폭 전력의 삽입은 1982년 Hunsperger씨가 저술하고, Springer-Verlay 에 의해 출판된 집적 광 이론과 기술에 서술된 것과 같은 방법에 의해 이루어진다. 출력 신호들은 Hunsperger 에서 기술된 것과 같은 방법에 의해 도파관 증폭기에 연결된다. 입력과 출력 연결에 대한 전형적인 방법은 증폭기의 도파관 영역과 밀접해 있는 입력과 출력의 실리카 광 섬유의 사용을 포함하고 있다.

다음 예들은 본 발명의 구체적인 실시예들을 보인 것이다.

예 1

10㎛ 두께의 실리콘 이산화물층을 가진 실리콘 웨이퍼를 진공 방에 위치시켰다. 상기 방은 약 10^{-9} Torr 의 압력으로 비워 있다. LaF_3와 ErF_3의 소스들이 개별의 크누드센 오븐(EPI. St Paul, MN)에 각각 위치시켰다. 상기 오븐들은 LaF_3에 대해서는 약 1360 ℃, ErF_3에 대해서는 1150 ℃ 의 온도로 가열하였다. 증착 동안의 압력은 10^{-7} Torr 나 그 이하로 유지하였다. 증착 동안 오븐들의 온도는 텅스텐/레늄 열 결합을 이응한 폐쇄 루프 피드백 시스템에 의해 제어되었다. 막을 통해 일정하게 구성되도록 하기 위해, 크누드센 셀 오븐들의 온도들을 그 층의 형성기간에 일정하게 유지하였다. 최종 막은 그 층에 걸쳐 균일하게 5mol% 의 ErF_3와 95mole% 의 LaF_3로 된 구성 성분을 가지게 되었다.

기판의 온도는 약 550 ℃ 로 유지되었다. 최종 막의 두께는 0.8 ㎛ 이었다. 막 두께는 DEKTAK ™ 장비를 이용하여 측정되었다. 성분과 막 두께는 러더퍼드 백 스캐터링 스펙트로메트리에 의해 결정되어졌다.

최종 도파관은 약 0.20㎛ 내지 약 20㎛ 의 파장을 가진 신호들을 전송하였다. 평면형 도파관의 포토루미네선스 스택트럼은 약 400 mW 은 전력과 직경 약 0.5mm 의 빔과 514.5nm 의 아르곤 레이저 선을 이용하여 측정되어졌다. 발광은 단일 그레이팅 모노크로메이터로 스펙트럼 분석되었으며, 신호가 액체 니트로겐으로 냉각된 게르마늄 검출기에 의해 검출되어졌다. 펌프 빔(pump beam)은 11Hz 에서 잘려졌으며, 그 신호는 록-인 증폭기(lock-in amplifier)를 사용하여 증폭되어졌다. 포토루미네슨스가 파장의 함수로서 제 5 도에 도시되어 있다. 제 5 도에 도시된 바와 같이 평면형 증폭기는 약 1.51㎛ 내지 1.57 ㎛ 의 대역 내에 있는 신호들을 증폭했다. 그래서 상기 증폭기는 넓은 증폭 대역폭을 보여주고 있다.

막 내의 도판트 농도의 함수로서의 발광 수명은, 막들을 광 여기(photo-excite)시키기 위해 사용된 광 소스를 차단시킨 후에 위의 예에 따라서 만들어진 도파관 층의 발광의 감소를 감시함으로써 측정되어졌다. 막 내의 Er 농도함수로서의 이러한 수명들을 제 6 도에 도시되어 있다. 5 애토믹% Er 을 함유하고 있는 막 내의 발광에 관한 측정된 수명은 시정수 12.8mS 를 갖고 지수형으로 감소했다. 이러한 상대적으로 긴 수명은 도파관 층이 증폭을 위해 좋은 환경을 제공해준다는 것을 보여주고 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

광학 신호 증폭에 적합한 광학 장치에 있어서,

상기 신호를 유입하기 위한 접속부와,

증폭에 필요한 광 전력을 유입하기 위한 접속부와,

신호 출력을 위한 접속부와,

상기 신호와 상기 광 전력을 유도하기에 적합한 영역을 포함하며,

상기 영역은 도판트와, 기판 위에 형성된 3가의 단결정이나 다결정 물질인 도파관 물질을 포함하며,

상기 기판은 상기 도파관 물질의 굴절률보다 작은 굴절출을 가지며,

상기 도파관 물질은 희토류 이온들로 도핑되며,

상기 도핑된 도파관 물질의 적어도 일부내의 상기 도판트의 농도는 약 0.05 애토믹% 내지 12 애토믹% 이며,

이에 의해, 상기 도파관 물질에 방사 스펙트럼이 제공되며, 상기 방사 스펙트럼은 대역폭이 적어도 약 60 ㎚ 이고, 약 1.51 ㎛ 내지 약 1.57 ㎛ 의 파장에서 광 신호를 증폭시키는 광학 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 대역폭에 대해 현저한 신호 증폭을 제공하는 광학 장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

3가 양이온은 IIIB족 금속들과 란타나이드 계열 희토류 금속들로부터 선택되고, 상기 도판트는 에르븀인 광학 장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 3가 양이온은 란타늄, 이트륨과 루테티움으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 광학 장치.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 도파관 물질은 란타늄 플루오라이드, 이트륨 플루오라이드 및 루테티움 플루오라이드로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 광학 장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 도파관 물질은 란타늄 플루오라이드이며, 상기 도판트는 에르븀 플루오라이드이며, 상기 란타늄 플루오라이드내의 에르븀 농도가 약 4 애토믹% 가 되는 광학 장치.

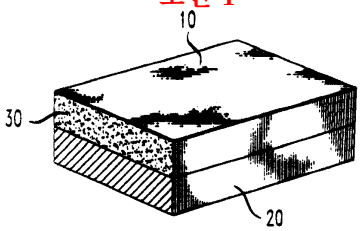
청구항 7.

제 1 항에 있어서,

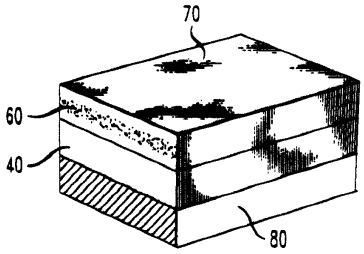
상기 방사의 밝기 수명이 적어도 약 1ms 가 되는 시정수로 감소하는 광학 장치.

도면

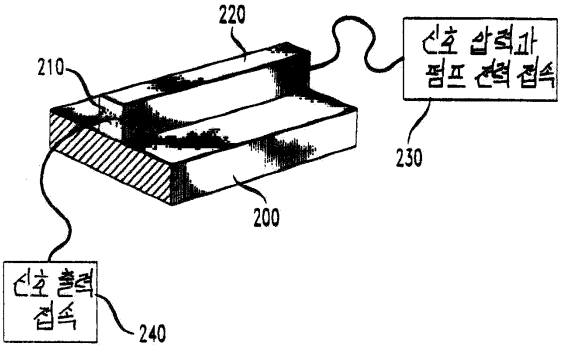
도면 1



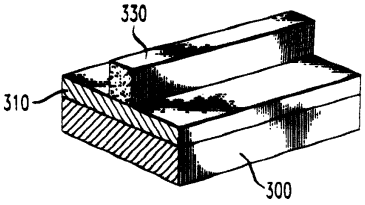
도면 2



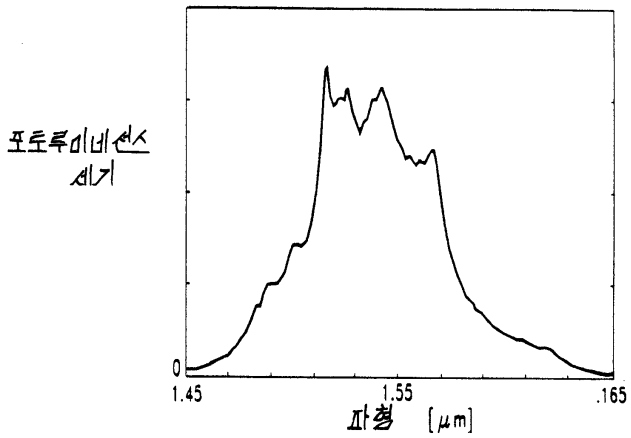
도면 3



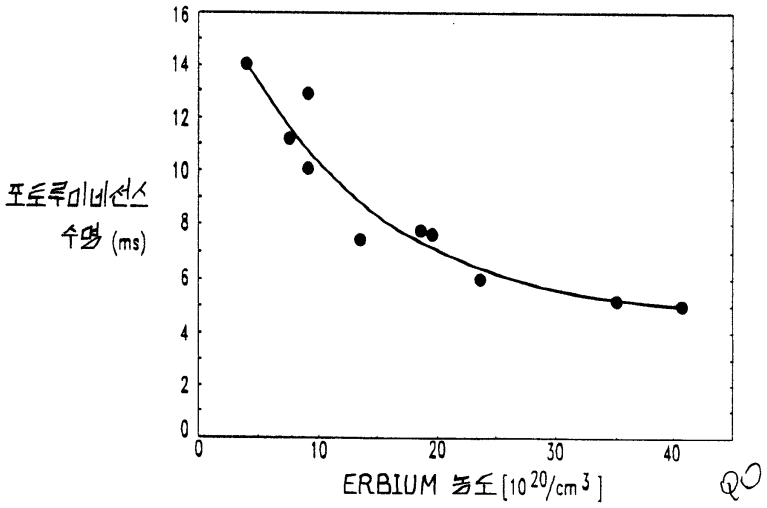
도면 4



도면 5


포토루미네선스
세기
0
1.45
1.55
.165
파장 [μm]

도면 6


포토루미네선스
수명 (ms)
16
14
12
10
8
6
4
2
0
0
10
20
30
40
ERBIUM 농도 [10 20/cm 3]