

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>8</sup> (11) 공개번호 10-2006-0003051  
G02B 6/24 (2006.01) (43) 공개일자 2006년01월09일

(21) 출원번호	10-2005-7020147	(87) 국제공개번호	WO 2004/095519
(22) 출원일자	2005년10월24일	(43) 국제공개일자	2004년11월04일
번역문 제출일자	2005년10월24일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2004/012634		
국제출원일자	2004년04월23일		

(30) 우선권주장 60/464,763 2003년04월23일 미국(US)

(71) 출원인 두일전자통신 주식회사  
경기 이천시 부발읍 신원리 610-1

(72) 발명자 아벨레스, 조셉  
미국, 뉴저지, 이스트 브룬스윅  
케이프웰, 데이빗  
미국, 뉴저지, 브라운 밀스  
디마코, 로  
미국, 뉴저지, 머서 카운티  
콰커나크, 마틴  
미국, 뉴저지, 뉴 브룬스윅  
말리, 나젠드라나스  
미국, 펜실베이니아, 익스톤  
모세니, 후만  
미국, 뉴저지, 프린스턴  
활리, 랄프  
미국, 뉴저지, 프린스턴 정선  
양, 리우  
미국, 뉴저지, 플레인스보로

(74) 대리인 강명구

심사청구 : 없음

(54) 도파관 연결 방법 및 시스템

요약

기관에 형성되는 한개 이상의 액티브 포톤 소자에 포톤에 의해 연결하는 방법으로서, 상기 방법은,

- 상기 기관에 대해 경사형 말단을 형성하도록 결정 평면을 향해 고도의 선택도로 상기 액티브 소자 구조를 에칭하고,
- 상기 기관의 일부분 이상과 상기 에칭된 말단 위에 한개 이상의 도파관을 증착하는

단계들을 포함하며, 이때, 상기 도파관은 상기 에칭된 액티브 소자 구조에 포톤에 의해 연결되어, 상기 에칭된 액티브 소자 구조에 대해 포톤 상호연결을 제공하는 것을 특징으로 하는 포톤에 의한 연결 방법이 제시된다.

## 대표도

도 1

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 포톤 집적 회로와 연계하여 사용되는 도파관 연결 기술에 관한 발명이다.

### 배경기술

레이저 및 변조기같은 III-V 족 반도체 포톤 소자들에 해당하는 액티브 소자들과, 패시브 도파관같은 패시브 소자들을 포함하는 포톤 집적 회로(PIC)의 폭넓은 발전 및 이용이 매우 바람직하다고 여겨지고 있다. 이러한 회로 및 소자들은 그 속성 상 모놀리식 방식일 수 있다. 이러한 PIC를 구현하는 데 있어서의 한가지 문제점은 액티브 소자와 패시브 소자들을 함께 집적하여 이들을 서로 동작가능하게 연결시키는 것이다. 이러한 사항은 액티브 소자 및 패시브 소자들에서 여러 다른 굴절률을 가진 여러 다른 물질을 이용함으로써 발생될 수 있다.

한가지 접근법은 액티브 소자와 패시브 소자들을 함께 끝단을 따라 연결시키는 과정을 포함한다. 그러나 이는 요망 연결 효율을 구현하기 위해 액티브 및 패시브 소자들의 정밀한 정렬을 필요로한다.

따라서, PIC처럼, 액티브 및 패시브 소자들을 함께 연결하기 위한 개선된 방법 및 시스템이 요망된다.

### 발명의 상세한 설명

기관에 형성되는 한개 이상의 액티브 포톤 소자에 포톤에 의해 연결하는 방법으로서, 상기 방법은,

- 상기 기관에 대해 경사형 말단을 형성하도록 결정 평면을 향해 고도의 선택도로 상기 액티브 소자 구조를 에칭하고,
- 상기 기관의 일부분 이상과 상기 에칭된 말단 위에 한개 이상의 도파관을 증착하는

단계들을 포함하며, 이때, 상기 도파관은 상기 에칭된 액티브 소자 구조에 포톤에 의해 연결되어, 상기 에칭된 액티브 소자 구조에 대해 포톤 상호연결을 제공하는 것을 특징으로 하는 포톤에 의한 연결 방법이 제시된다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 태양들에 따른 3층 및 2층 도파관 연결 조인트의 도면.

도 2는 본 발명의 태양들에 따른 수직(도면 a) 및 경사형(도면 b) 액티브/패시브 정선(또는 인터페이스)의 도면.

도 3은 본 발명의 한 태양에 따른 다양한 공정 단계들에서의 액티브/패시브 정선 도면.

도 4는 본 발명의 한 태양에 따른 채널 내 플랫폼 영역과 비선택적 습식 화학 에칭에 의해 생성되는 반도체 계단 에지의 SEM 사진.

도 5는 본 발명의 한 태양에 따른 선택적 습식 에칭을 이용하여 제작된 연결 조인트의 SEM 사진.

도 6은 본 발명의 한 태양에 따른 선택적 및 비선택적 습식 에칭의 조합을 이용하여 제작된 연결 조인트의 SEM 사진.

도 7은 본 발명의 한 태양에 따른 습식 및 건식 에칭 시퀀스로부터의 연결 조인트 프로파일 사진.

도 8은 본 발명의 한 태양에 따른 a-Si 증착 및 에칭 후 소자의 연결 조인트 사진.

**실시예**

본 발명의 한 태양에 따르면, 비정질 실리콘(a-Si) 기반 도파관들이 광전 집적 회로(PIC) 집적에 사용될 수 있다. 액티브/패시브 소자 연결 조인트에서 손실을 감소시키기 위해 2층 구조가 사용될 수 있고, 이러한 2층 구조는 3층 구조에 비해 제작하기 간단하다.

도 1을 참고해보자. 도 1에는 액티브 소자(110)와 패시브 도파관(120)에 대한 3층 연결 시스템(100)(도해 a)과, 액티브 소자(110)와 패시브 도파관(120)에 대한 2층 연결 시스템(200)(도해 b)이 도시되어 있다.

액티브 소자(110)는 벌크 반도체, 퀀텀 웰(즉, 양자 우물), 또는 퀀텀 도트 기반의 소자같은 임의의 적절한 액티브 소자의 형태를 취할 수 있다. 이러한 소자는 예를 들어 긴 파장의 동작 특성들을 가질 수 있다. 이러한 소자는 가령, III-V 족 반도체 물질을 포함할 수 있다. 이러한 소자는 가령, GaAs나 InGaAs 물질을 포함할 수 있다. 이러한 소자는 가령, 레이저, 레이저의 일부분, 변조기, 변조기의 일부분, 또는 이보다 큰 시스템의 이득 섹션을 형성할 수 있다. 소자(110)는 코어(115)를 가질 수 있다. 소자(110)는 동작가능하게 연결되는 한개 이상의 도파관(120)을 가지는 것이 바람직한 한개 이상의 말단(terminations)(117)을 가진다. 도 1은 설명을 위해 한개의 말단(117)과 도파관(120)을 도시한다.

본 발명의 한 태양에 따르면, 도파관(120)은 상부 클래딩층(127)과 액티브층(125)을 포함할 수 있다. 발명의 한 태양에 따르면, 도파관(120)은 하부 클래딩(123)을 부가적으로 포함할 수 있다. 발명의 한 태양에 따르면, 상부 클래딩(123), 코어(125), 그리고 하부 클래딩(127)이 a-Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>H<sub>z</sub> (0<x<1.3, 0<y<0.3), a-Si<sub>x</sub>C<sub>y</sub>H<sub>z</sub> (0<x<1, 0<y<0.3), a-Si<sub>x</sub>O<sub>y</sub>H<sub>z</sub> (0<x<1, 0<y<0.3)같은 비정질 실리콘(a-Si)의 형태를 취할 수 있다. 상부 클래딩(123), 코어(125), 그리고 하부 클래딩(127)에 대한 요망 굴절률은 a-Si 기반 물질의 조성을 조정함으로써 얻을 수 있다. 상부 및 하부 클래딩층들은 3.17 부근의 굴절률을 가질 수 있다. 코어는 3.27과 3.32 사이의 굴절률을 가질 수 있다. 층(127)은 1μm, 층(125)은 0.3μm처럼 두 층이 임의의 적절한 두께를 가질 수 있다. 층(123) 역시 (만약 존재한다면) 1μm처럼 임의의 적절한 두께를 가질 수 있다.

도해 (a)는 층(123)을 포함하는 3층 패시브 도파관(130)을, 도해 (b)는 층(123)을 생략한 2층 패시브 도파관(140)을 도시한다. 어느 경우에도, 0.35 mm 두께같은 적절한 두께의 In-P 기판같은 적절한 기판이 사용될 수 있다. 이러한 기판은 3.17 부근의 굴절률을 가질 수 있다. 도해 b에 표시된 것과 같은 2층 도파관 구조의 경우에, 한개 이상의 층들이 액티브 소자(110)나 기판과 함께 패시브 도파관(140) 코어를 부분적으로 클래딩하거나 한정하는 데 사용될 수 있다.

액티브 소자(110)는 기존의 방법들을 이용하여 형성될 수 있다. 가령, 소자(110)는 기존 InP 기판에 4층층들의 스택을 증착함으로써 형성될 수 있다. 스택은 이 소자의 액티브층을 형성할 수 있고, 번갈아 나타나는 95nm 두께의 InGaAs와 InGaAsP 층을 포함할 수 있다. 가령, 다섯개의 층이 제공될 수 있다. 그후 액티브 층에 635 nm 두께의 InP 간격/블록 층이 증착될 수 있다. 그후 30nm 두께의 InGaAsP 에칭 정지층이 증착될 수 있다. 이어 1300 nm InP 층이 증착될 수 있다. 그리고 마지막으로, 50nm 두께의 InGaAs 캡이 증착될 수 있다. 이러한 층들의 증착은 액체/플라즈마 화학 기상 증착 등을 이용하여 구현될 수 있다.

소자(110)의 코어(115)나 액티브층들이 도파관(130, 140)의 코어(125)들에 각각 동작가능하게 연결되도록 도파관(130, 140)이 소자(110)에 대해 위치할 수 있다.

예를 들어, 도 1의 도해 a에 관하여, 하부 클래딩(13)은 코어(115)에 정렬되는 레벨로 상기 코어(125)를 기판(119) 위로 상승시키기 적합한 두께를 가질 수 있다. 도해 b에 관하여, 소자(110)의 지지부를 형성하는 데 사용되는 한개 이상의 층(146)이 유사하게 사용될 수 있다.

도파관(130)은 도파관(140)에 비해 여러가지 단점들을 제시할 수 있다. 먼저, 소자(110)의 측면 상의 비정질 실리콘 물질의 증착(가령, 말단(117))은 3층 구조에 보다 어려움을 나타낸다. 왜냐하면, 액티브 및 패시브 저굴절률 소자 사이에 저굴절률 물질층이 포함되기 때문이다. 두번째로, 패시브 및 액티브 도파관 코어들의 정렬이 3층 기법에서 보다 어려울 수 있다. 왜냐하면, 패시브 하부 클래딩층의 두께가 정렬 공차보다 훨씬 클 수 있기 때문이다. 세번째로, 비정질 실리콘의 전체 두께가 3층 기법에서 훨씬 클 수 있다. 이는 상대적으로 작은 스트레스가 존재할 때 더 많은 필링(peeling) 및 크래킹(cracking) 문제점들을 나타낼 수 있다.

본 발명의 한 태양에 따르면, PIC의 액티브 및 패시브 성분들 간의 인터페이스들은 경사 영역을 가질 수 있다. 도 2를 참고할 때, 수직형(도해 a)과 경사형(도해 b) 액티브/패시브 정선(또는 인터페이스)(210, 220)이 도시되어 있다. 도해 b에 도시되는 것과 같은 경사형 연결 조인트들은 비정질 실리콘 도파관을 기본으로 한 포톤 집적 회로(PIC)에서 잔류 인터페이스 반사를 감소시킬 수 있다. 따라서 소자 성능을 개선시킬 수 있다. 도해 a에 제시되는 수직형 정선은 액티브 및 패시브 도파관들 사이에서 주어진 유효 굴절률 미스매치에 대해 훨씬 큰 역반사(back reflection)를 생성할 수 있다. 이러한 역반사로 인해 간섭과 손실이 현저해지며, 이는 반도체 광학 증폭기(SOA)와 초형광 다이오드(SLD)의 성능을 저하시킬 수 있다. 이러한 위험은 경사형 액티브-패시브 정선을 이용하여 반사를 억제함으로써 부분적으로 완화될 수 있다. 왜냐하면, 이러한 구조에서 평균 굴절률 변화가 적으며, 역반사가 도파관을 향하지 않기 때문이다. 경사형 정선의 기울기는 연결되는 액티브 소자에 일체형으로 구성된 물질의 결정 평면과 정렬될 수 있고, 이 결정 평면에 따라 좌우될 수 있다.

도 2를 참조할 때, 각각의 시스템(210, 220)은 도 1의 2층 연결 구조(140)를 바탕으로 할 수 있다. 특히, 각각의 시스템(210, 220)은 기판(230)을 포함할 수 있다. 기판(230)은 가령, 3.17의 굴절률을 가진 0.35 두께의 InP 기판의 형태를 취할 수 있다. 각각의 시스템(210, 220)은 액티브 소자 영역(240)과 패시브 도파관 영역(250)을 포함할 수 있다. 영역(240)은 도 1의 액티브 소자(110)와 유사하며, 영역(250)은 도 1의 도파관(140)과 유사하다. 인터페이스 영역(260)으로 인한 바람직하지 않은 반사는 수직형 시스템(210)에 비해 경사형 시스템(220)에서 감소될 수 있다. 이는 영역(260)에 관련된 잔류 인터페이스 반사들이 도파관 영역(250)의 코어(225)나 액티브 영역(240)의 코어(215)와 정렬되지 않기 때문이다.

도 3에서는 본 발명의 태양에 따른 여러 공정 단계 a-f에서 액티브/패시브 정선(300)을 도시한다. 정선(300)은 시스템(220)의 정선과 유사한 형태를 취할 수 있다.

본 발명의 한 태양에 따르면, 액티브-패시브 정선을 매우 균일하게 형성하도록, 그리고 경사 각도 및 총 에칭 깊이를 균일하게 재생성할 수 있도록 습식 기반의 화학적 에칭 방법이 사용될 수 있다. 발명의 한 태양에 따르면, 정선 위치와 형태가 기존 포토리소그래피 기술을 이용하여 규정될 수 있다. 이는 단계 a)에서 도시된다. 이때, 시스템(310)은 보호층(320), 캡층(330), 상부 클래딩층(340), 액티브층(350), 하부 클래딩층(360), 그리고 기판(370)으로 구성된다. 이러한 경우에, 보호층(320)은 추가적인 처리에 사용하기 위한 포토레지스트 마스크의 형태를 취할 수 있다. 시스템(310)은 레이저, SOA, SLD 구조같은 액티브 소자를 형성할 수 있다.

단계 b)에서, 캡층(320)이 에칭 등에 의해 선택적으로 제거될 수 있다. 단계 c)에서, 상부 클래딩층(330)이 결정 평면을 향해 높은 선택도로 에칭될 수 있다. 이에 따라, 재생성가능한 경사를 제공하면서도, 에칭 정지 기능을 제공하는 액티브층에 의해 에칭 깊이 균일성을 보장할 수 있다. 액티브층(340)은 단계 d)에서 도시되는 바와 같이, 기존 방법들을 이용하여 다시 선택적으로 제거될 수 있다. 단계 e)에 도시되는 바와 같이, 도파관 코어(315)로 기능하는 고굴절률 비정질 실리콘이, 에칭된 시스템(310)에 증착될 수 있다. 상기 경사가 액티브 물질의 구석에서 보이드 형성을 감소시키는 기능을 할 수 있다. 마지막으로, 단계 f)에서 제시하는 바와 같이, 패시브 도파관의 상부 클래딩 층(320)을 형성하는 저굴절률 비정질 실리콘이 기존 방식으로 증착될 수 있다.

일반적으로, 경사형 연결 조인트를 형성하는 데는 여러가지 방법들이 제시된다. 95nm 두께의 층들로 구성되는 5-퀀텀 웰 4중 스택을 포함하는 1550 nm 방사 파장 웨이퍼가 고려되었다. 웨이퍼의 섹션들은 포토리소그래피를 이용하여 600 미크론 간격으로 400 미크론 구멍들과, 800 미크론 간격으로 200 미크론 구멍들을 갖춘채로 형성되었다. 레이저 액티브층을 통해 레지스트 구멍에 형성되는 깊은 그루브를 제작하기 위해 이 웨이퍼 섹션들에 대해 여러 에칭 실험들이 수행되었다. 이 그루브들은 비정질 실리콘 도파관 증착에 차후에 사용된다.

본 발명의 한 태양에 따르면, 비선택적 브롬/아세트산 에칭을 이용하여 그룹을 습식 화학 에칭하는 방법이 사용될 수 있다. 이 에칭은 액티브 소자 구조의 다양한 층들에 대해 어떤 선택성을 띄지 않을 수 있으며, 따라서, 상기 구조의 여러 다른 화학적 조성에서 에칭이 멈추지 않는다. 도 4를 보면, 경사형 프로파일(a)과, 채널 내 평탄한 영역(b)을 가진 에칭된 에지 표면의 SEM 사진이 도시되어 있다. 결과적인 그룹 프로파일들은 둥글어지고 매끄러워진다. 비선택적 에칭에서의 한가지 잠재적인 문제점은 에칭 깊이를 제어하기 어렵다는 점이다.

본 발명의 한 태양에 따르면, 레이저 구조에서 여러 다른 화학적 조성에서 에칭을 중단하는 선택적 에칭 방법이 비선택적 에칭에 반해 선택될 수 있다. 가령, 카로(Caro)의 산, 즉, 황산, 하이드로젠 페록사이드(hydrogen peroxide), 그리고 물의 혼합물이 하부의 InP 클래딩층을 드러내도록 50nm InGaAs 캡을 선택적으로 제거하는 데 사용될 수 있다. 1300nm InP 층은 하이드로클로릭 산(hydrochloric acid), 인산(phosphoric acid) 용액을 30nm 4중(InGaAsP) 에칭 정지층을 이용하여 에칭될 수 있으며, 이후 이 에칭 정지층이 카로의 산을 이용하여 선택적으로 제거될 수 있다. 잔여 95nm 4중 액티브층까지

HCL-인산 에칭을 이용하여 5 nm 스페이서/차단층이 제거될 수 있다. 그러나, 카로의 산을 이용한 액티브층들의 에칭은 층의 하부절단(undercoating)을 야기할 수 있고, 이는 방지하기 어렵다. 도 5에는, 상술한 선택적 습식 에칭 과정을 이용하여 제작되는 연결 조인트가 도시되어 있다. 4층 구조의 하부절단이 명확하게 나타난다.

발명의 한 태양에 따르면, 선택적 및 비선택적 에칭의 조합이 사용될 수 있다. 이러한 방법은 상술한 바와 동일한 선택적 에칭을 실행할 수 있으며, 이 경우엔 성장한 층들을 에칭하여 95 nm 4층 액티브층 스택의 상부에서 에칭을 종료시키도록 선택적 에칭을 사용하였다. 발명의 한 태양에 따르면, 액티브층들이 묽은 브롬 용액으로 n-클래드 InP 층까지 비선택적으로 제거될 수 있다. 선택적-비선택적 에칭의 이러한 조합은 본원에서 기재한 다른 방법들에서 나타나는 액티브층의 하부절단(undercutting)없이 매끄러운 표면을 가진 수용가능한 프로파일을 생성하는 기능을 할 수 있다. 도 6에는 선택적-비선택적 에칭들의 조합에 의해 제작된 연결 조인트가 도시된다.

발명의 한 태양에 따르면, 습식 및 건식 에칭의 조합이 사용될 수 있다. 에칭 정지층에 대한 선택적 습식 에칭을 비선택적 건식 에칭으로 바꿈으로써, 조인트 프로파일의 대형 플래토(plateaus)를 제거할 수 있다. 이에 의해, InP의 차후 선택적 습식 에칭 중 플래토 형성을 야기할 수 있는 소자 상부의 캡층의 현저한 하부절단을 제거할 수 있다. 도 7에서는 수정된 에칭 시퀀스로부터의 연결 조인트 프로파일이 도시된다.

1813 레지스트같은 적절한 레지스트가 대상 웨이퍼 위에서 프리베이킹(prebaking)된다. 가령, 30초동안 4500 RPM으로 회전시켜서 핫플레이트 상에서 섭씨 90도로 프리베이킹한다. 필름의 두께와 굴절률은 엘립소미터(ellipsometer)를 이용하여 확인될 수 있다. 프리베이킹된 마스크 물질은 예를 들어 5초동안 노출될 수 있다. 가령, 365nm i-라인 콘택트 리소그래피에 마스크 물질을 노출시킬 수 있다. 노출된 마스크 물질은 35초동안 4/1 H<sub>2</sub>O/Shibley AZ 351 디벨로퍼를 이용하여 현상될 수 있다. 현상된 마스크는 가령, 섭씨 90도의 핫플레이트를 이용하여 2분동안 포스트베이킹(postbaking)될 수 있다. 발명의 한 태양에 따르면, 마스크된 웨이퍼는 가령, 125와트에서 3분동안 O<sub>2</sub> 플라즈마를 이용하여 세척될 수 있다. 이는 도 3의 단계 a)에 해당한다.

실리콘 나이트라이드 캡층이 사용되는 경우, CF<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>로 구성되는 DE101 플라즈마를 이용하여 100와트 - 50 cc에서 1분동안 상기 캡층이 에칭될 수 있다. 이 레지스트는 아세톤으로 벗겨져서, 2분동안 O<sub>2</sub> 플라즈마를 이용하여 처리될 수 있다. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 캡의 두께는 프로필로미터(profilometer)를 이용하여 확인할 수 있다. 이는 도 3의 단계 b)에 해당한다.

트렌치는 30초동안 10-1-1 카로의 산을 이용하여, 그리고 2분동안 섭씨 5도에서 80% 3/1 HCL/H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>를 이용하여 에칭 정지층까지 습식에칭될 수 있다. 이는 도 3의 단계 c)에 해당한다.

다음으로, 에칭 정지층이 2분, 45초동안 20mtorr - 250와트에서 4.4 sccm Ar, 11 sccm CH<sub>4</sub>, 30 sccm H<sub>2</sub>를 이용함으로써 건식에칭될 수 있다. 그후, 트렌치는 HCL/인산 용액을 이용하여 한정층까지 에칭될 수 있다. 쿼텀 웰 스택은 N 클래드의 상부까지 건식에칭될 수 있다. 가령, 19분, 30초동안 20mtorr - 250 와트에서 4.4 sccm Ar, 11 sccm CH<sub>4</sub>, 30 sccm H<sub>2</sub>를 이용하여 건식에칭될 수 있다. 순차적인 측정들이 효과적으로 사용될 수 있다. 마지막으로, 2분동안 버퍼링된 HF에서 잔류 나이트라이드를 벗겨서, 표면을 점검하고, 15초동안 20/1 H<sub>2</sub>O/NH<sub>4</sub>OH 용액에 담근다. 이는 도 3의 단계 d)에 해당한다.

에칭 단계 이후, 비정질 실리콘 도파관 구조가 액티브/패시브 연결을 형성하기 위해 조인트 영역 위에 증착될 수 있다(도 3의 e) 참조). 이러한 증착은 가령, 스퍼터링이나 플라즈마 화학 기상 증착 등과 같은 기존의 적절한 방법을 이용하여 구현될 수 있다. 이러한 연결 조인트의 한 예가 도 8에 도시된다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

기관에 형성되는 한개 이상의 액티브 포토 소자에 포토에 의해 연결하는 방법으로서, 상기 방법은,

- 상기 기관에 대해 경사형 말단을 형성하도록 결정 평면을 향해 고도의 선택도로 상기 액티브 소자 구조를 에칭하고,
- 상기 기관의 일부분 이상과 상기 에칭된 말단 위에 한개 이상의 도파관을 증착하는

단계들을 포함하며, 이때, 상기 도파관은 상기 에칭된 액티브 소자 구조에 포토에 의해 연결되어, 상기 에칭된 액티브 소자 구조에 대해 포토 상호연결을 제공하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

## 청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 기관이 상기 도파관에 대한 한정구역을 제공하도록 상기 기관과 도파관이 위치하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

## 청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 액티브 소자 구조는 다수의 층들을 포함하고, 상기 다수의 층들 중 한개 이상의 층이 상기 액티브 소자 구조와 상기 도파관과 공통인 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

## 청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 층들 중 상기 한개 이상의 층은 하부 한정구역층을 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

## 청구항 5.

제 4 항에 있어서, 상기 도파관은 도파 코어와 상부 클래딩층을 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

## 청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 도파관은 한개 이상의 비정질 실리콘 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

## 청구항 7.

제 6 항에 있어서, 상기 물질은  $a\text{-SiN}_x\text{H}_y$  ( $0 < x < 1.3$ ,  $0 < y < 0.3$ ),  $a\text{-SiC}_x\text{H}_y$  ( $0 < x < 1$ ,  $0 < y < 0.3$ ),  $a\text{-SiO}_x\text{H}_y$  ( $0 < x < 1$ ,  $0 < y < 0.3$ ) 중에서 선택되는 한개 이상의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

## 청구항 8.

제 1 항에 있어서, 상기 액티브 소자 구조는 레이저, 발광 다이오드, 초형광 다이오드(SLD: Super Luminescent Diode), 변조기, 이득 섹션, 그리고 증폭기 중에서 선택되는 한개 이상의 소자를 형성하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

## 청구항 9.

제 1 항에 있어서, 상기 액티브 소자 구조에 포토레지스트를 스피코팅하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

### 청구항 10.

제 1 항에 있어서, 상기 에칭은 카로(Caro)의 산을 이용하여 상부 클래딩을 습식 에칭하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

### 청구항 11.

제 10 항에 있어서, 상기 에칭은 HCl과 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>를 이용하여 상기 상부 클래딩을 습식 에칭하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

### 청구항 12.

제 11 항에 있어서, 상기 에칭은 한개 이상의 액티브층을 건식 에칭하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

### 청구항 13.

제 12 항에 있어서, 상기 건식 에칭은 Ar, CH<sub>4</sub>, 그리고 H<sub>2</sub>를 이용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

### 청구항 14.

제 13 항에 있어서, 상기 Ar, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>의 비는 4.4:11:30인 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

### 청구항 15.

제 1 항에 있어서, 상기 도파관은 a-si:H 기반의 합금을 포함하는 것을 특징으로 하는 포토에 의한 연결 방법.

### 청구항 16.

포톤 집적 회로로서, 상기 회로는,

- 한개 이상의 액티브 포토 소자,
- 상기 한개 이상의 액티브 포토 소자에 포토에 의해 연결된 한개 이상의 도파관

을 포함하며, 이때, 상기 한개 이상의 도파관은 비정질 실리콘 합금 기반의 코어와, 비정질 실리콘 합금 기반의 상부 클래딩을 포함하는 것을 특징으로 하는 포토 집적 회로.

### 청구항 17.

포톤 집적 회로로서, 상기 회로는,

- 기관,

- 상기 기판 위에서 놓여 한개 이상의 액티브 포토 소자를 형성하는 다수의 층, 그리고
- 상기 한개 이상의 액티브 포토 소자에 포토에 의해 연결되는 한개 이상의 도파관

을 포함하며, 이때, 상기 한개 이상의 도파관은 한개 이상의 액티브 포토 소자를 형성하는 상기 다수의 층들 중에서 한개 이상의 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 포토 집적 회로.

### 청구항 18.

- 기판,
  - 상기 기판 위에 형성되어, 상기 기판에 대해 경사진 한개 이상의 말단을 가진 한개 이상의 액티브 포토 소자, 그리고
  - 상기 기판의 일부분 이상 위에서 상기 경사형 말단에 연결되는 한개 이상의 도파관
- 을 포함하는 것을 특징으로 하는 포토 소자.

### 청구항 19.

제 18 항에 있어서, 상기 액티브 구조는 레이저, 발광 다이오드, 초형광 다이오드(SLD: Super Luminescent Diode), 변조기, 이득 섹션, 그리고 증폭기 중에서 선택되는 한개 이상의 소자를 형성하는 것을 특징으로 하는 포토 소자.

### 청구항 20.

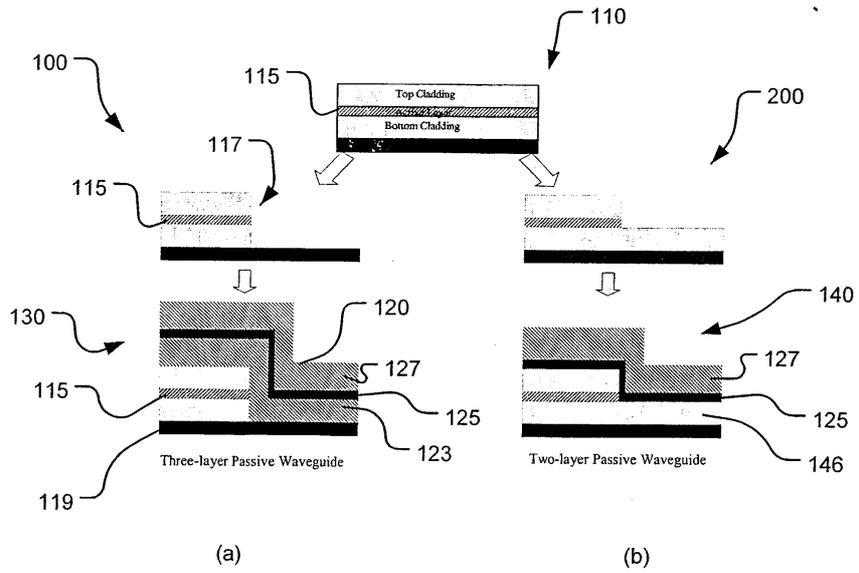
제 18 항에 있어서, 상기 경사는 상기 액티브 포토 소자를 형성하는 다수의 층들 중 한개 이상의 층의 결정 평면과 연계되는 것을 특징으로 하는 포토 소자.

### 청구항 21.

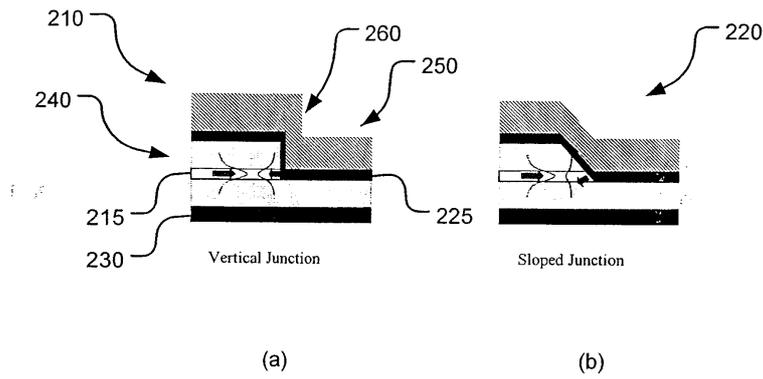
제 18 항에 있어서, 상기 액티브 포토 소자를 형성하는 다수의 층들 중 한개 이상의 층은 상기 한개 이상의 도파관에 대한 하부 한정구역층을 제공하는 것을 특징으로 하는 포토 소자.

도면

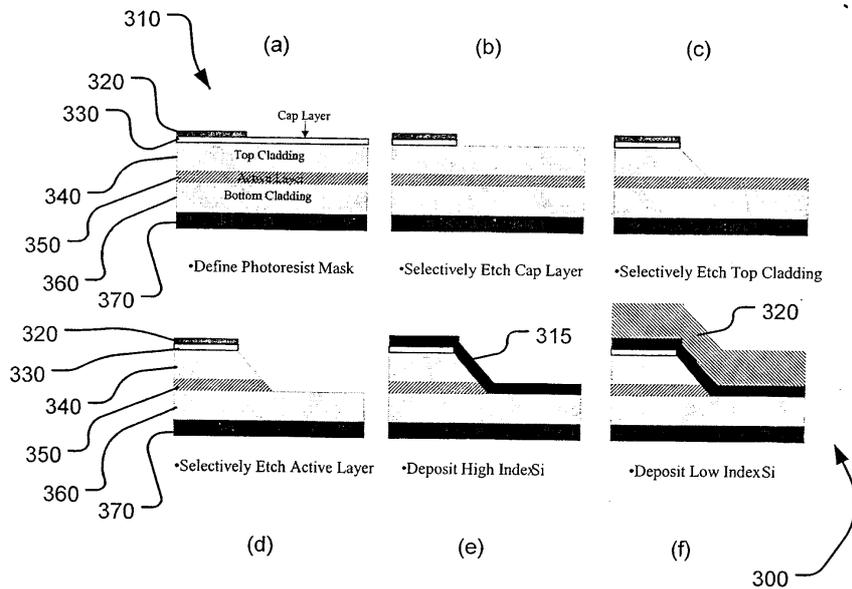
도면1



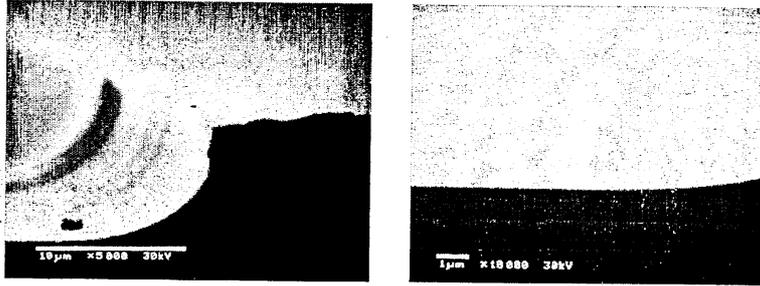
도면2



도면3



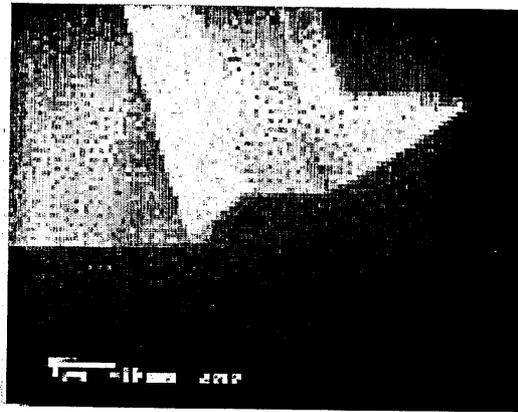
도면4



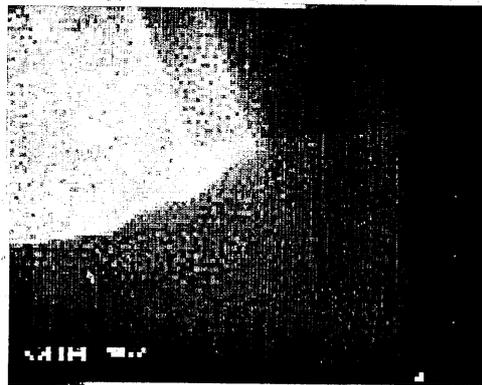
(a)

(b)

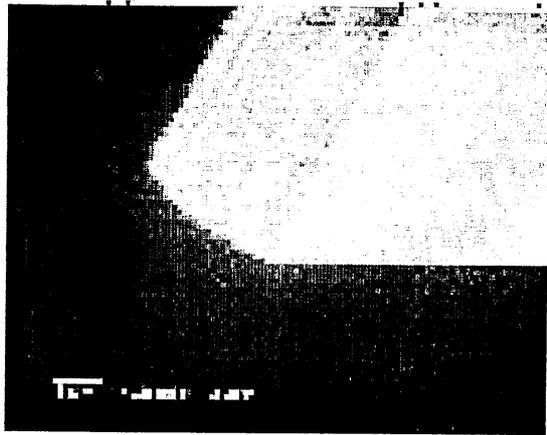
도면5



도면6



도면7



도면8

