



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0025953  
(43) 공개일자 2009년03월11일

(51) Int. Cl.

G02B 6/43 (2006.01) G02B 6/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0091183

(22) 출원일자 2007년09월07일

심사청구일자 2007년09월07일

(71) 출원인

(주)포토닉솔루션

광주 북구 대촌동 958-3 광주테크노파크 벤처지원 센터 307호

주식회사 피피아이

광주 북구 대촌동 958-10

(72) 발명자

김덕봉

광주 북구 본촌동 양산택지지구 현진에버빌 108동 2105호

문형명

광주 북구 동림동 1161-1번지 푸른마을주공아파트 412-1704호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

정희환

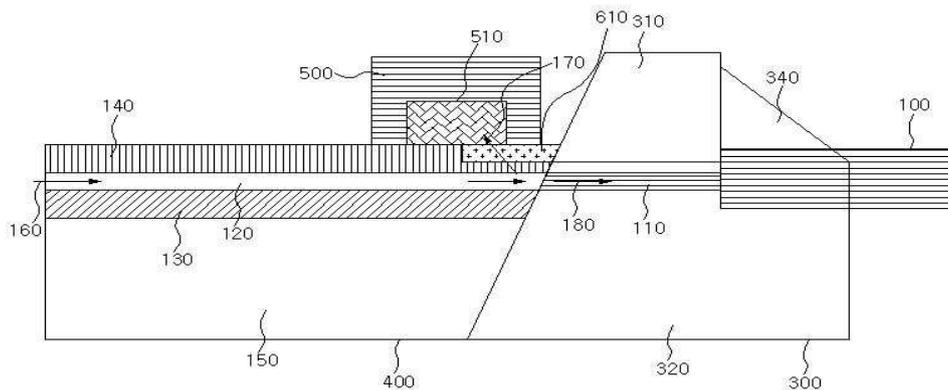
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 광섬유어레이를 이용한 평판형 광도파로 소자와 능동소자의하이브리드 집적구조

(57) 요약

본 발명은 평판형 광도파로 소자의 구조에 관련된 것으로, 더욱 상세하게는 광섬유를 통한 광신호를 전송하기 위하여 광 진행 방향으로 상기 평판형 광도파로 소자의 끝단인 출력광도파로와 출력 광섬유어레이의 입력단 사이의 경계면을 단면이 광축으로부터 일정 각도 기울어지게 하여 연마하고, 상기 출력 광섬유어레이에 형성된 V형 홈에 하나 이상의 반사거울을 광섬유와 선택적으로 배치하여 안착시키거나, 금속 재질의 반사거울을 단면에 코팅 처리하여, 여러 개의 출력광도파로 중 하나 이상에서 광신호를 포토다이오드 수광영역에 반사시키는 것을 특징으로 하는 광섬유어레이를 이용한 평판형 광도파로 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조인 것을 특징으로 한다. 이에 따라서 기존처럼 광도파로에 정밀한 홈을 가공하거나 가공된 홈에 다루기 힘든 필터 따위를 정밀하게 장착할 필요가 없다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

**박찬용**

광주 광산구 비아동 152-5 하남지구 비아아파트  
101동 811호

**김진봉**

광주 서구 금호동 라인아파트 105동 1504호

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

평면 광도파로의 상부 클래드층 상에 포토 다이오드를 집적한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조에 있어서,

광 진행 방향으로 상기 PLC 소자의 끝단인 출력광도파로와 출력 광섬유어레이의 입력단 경계면에 놓인 단면은 광축으로부터 일정 각도로 기울어지게 하여 연마하고, 상기 출력 광섬유어레이에 형성된 다수개의 V형 홈에 광섬유와 반사거울을 선택적으로 배열 후 삽입 및 배치하는 것을 특징으로 하는 광섬유어레이를 이용한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 다수개의 V형 홈 중에서, 장착된 광섬유에 대응되는 출력광도파로에서 출력된 광신호는 손실 없이 출력 광섬유어레이의 끝단으로 전달하는 것을 특징으로 하고, 상기 다수개의 V형 홈에 장착된 반사거울에 대응되는 출력광도파로에서 출력된 광신호는 높은 반사율로 출력광도파로 위에 놓인 포토다이오드의 수광영역으로 전달하는 것을 특징으로 하는 광섬유어레이를 이용한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 반사거울은 광섬유의 직경과 유사하고 높은 반사율을 갖는 금속선(Metal Wire)를 삽입 후 가공한 것임을 특징으로 하는 광섬유어레이를 이용한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조.

### 청구항 4

제 1항 또는 제 3항에 있어서,

상기 반사거울의 직경은 0.01mm 내지 0.12mm 범위인 것을 특징으로 하는 광섬유어레이를 이용한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조.

### 청구항 5

평면 광도파로의 상부 클래드층 상에 포토 다이오드를 집적한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조에 있어서,

광 진행 방향으로 상기 PLC 소자의 끝단인 출력광도파로와 출력 광섬유어레이의 입력단 경계면에 놓인 단면은 광축으로부터 일정 각도로 기울어지게 하여 연마하고 출력 광섬유어레이의 V형 홈에 광섬유를 배열한 후 삽입 및 배치하고, 상기 V형 홈에서 일정 거리 이격된 기관 자체의 반사면을 이용하거나 금속면을 코팅하는 방법으로 반사거울을 형성하여 광신호를 반사시켜 여러 개의 출력광도파로 중 하나 이상 도파로에서 출력되는 광신호를 선택하여 반사시켜 상기 하나 이상 포토다이오드 소자의 수광영역으로 수광할 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는 광섬유어레이를 이용한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조.

### 청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 반사거울의 직경은 0.01mm 내지 0.25mm 범위인 것을 특징으로 하는 광섬유어레이를 이용한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

<1> 본 발명은 일단의 평판형 광도파로 소자를 구성하고 있는 광경로를 진행하고 있는 광신호를 전기 신호로 바꿔주기 위해서 평면 광도파로와 능동 소자인 포토다이오드를 결합시킨 구조에 관련된 것이다. 여기에서, 평판형 광도파로 소자는 빛을 손실 없이 전송하는 광섬유와 같은 구조를 평면 기판 위로 구현하여 형성된 광경로로 광신호를 진행시키며, 다양한 파장의 광신호를 합파(다중화)하거나 다중화된 광신호를 개별 파장의 광신호들로 분리(역다중화), 광신호 세기 감쇄, 광파워 분할, 광경로 스위칭 등의 역할을 수행하는 광소자를 의미한다.

**배경 기술**

<2> 광통신 분야에서 다양한 파장의 광신호를 다중화(합파)하거나 다중화된 광신호를 개별 파장의 광신호들로 분리(역다중)하기 위한 대표적인 평판형 광도파로 소자(PLC:Planar Lightwave Circuit)로써, 배열 도파로 격자(AWG:Arrayed Waveguide Grating) 소자가 있다.

<3> 일반적으로 평판형 광도파로 소자(이하 'PLC 소자'라 한다)인 배열 도파로 격자 소자(이하 'AWG 소자'라 한다)는 단일의 입력광도파로를 통해 입력되는 합파된 다수 파장의 광신호들을 다수의 출력광도파로로 출력시키는 역다중화 기능을 하거나 또는 다수의 입력광도파로에서 입력되는 각각의 서로 다른 다수개의 파장 신호들을 단일의 출력광도파로로 출력시키는 다중화 기능을 수행한다.

<4> 이와 같이 광신호를 조절하는 소자를 수동소자라고 하고 이는 주로 실리콘 기판 위에 굴절율이 다른 실리카 매질을 이용하여 제작된다. AWG소자는 기판 상에 클래드(Clad)층과 코어(Core)층을 적층한 다음, 리쓰그라피 공정 및 건식 식각 공정을 통하여 코어층을 식각하여 다양한 형태로 패터닝된 코어를 따라서 광신호를 진행하는 광경로를 형성하고 상기 패터닝된 코어가 형성된 기판 상에 다시 클래드층을 형성하는 과정을 거쳐 제작함이 일반적이다. 도 5의 탭커플러를 구성하는 평면 광도파로도 이와 같은 공정으로 제작된다.

<5> 한편, 이와 같은 AWG, 다 포트 광가변감쇄기(VOA:Variable Optical Attenuator), 광세기 분할기 등과 같은 PLC 소자를 집적하여 광신호를 처리하는 광서브시스템(Optical Sub System)을 형성할 때, 복수의 입력포트 또는 복수의 출력포트를 가지는 PLC 소자들의 각 입력포트 또는 각 출력포트로부터 입출사되는 광신호 파워를 모니터링해서 일정하게 조절시켜 주는 것이 바람직하다.

<6> 이 때, 각 입출력 포트의 광신호를 모니터링하기 위해 다수개인 입력포트 또는 출력포트에 연결되는 입출력광도파로에 탭커플러를 설치하고, 상기 탭커플러를 이용하여 만들어진 다른 광도파로에 광신호를 분기시키고, 분기되는 광신호의 파워를 능동 소자인 포토다이오드에 의하여 모니터링할 필요가 있다.

<7> 이 경우 사용되는 포토다이오드는 대표적인 능동소자로서 광신호를 전기신호로 바꿔주는 역할을 수행한다. 또 다른 능동소자로는 전기신호를 광신호로 바꿔주는 레이저 다이오드 등이 있다. 이러한 소자는 광전효과나 전광효과를 이용하여 광통신에서 주로 사용되는 1310/1550nm 파장의 광신호를 취급하기 위하여 InP 기판 위에 조성비를 달리한 InGaAs 물질을 적층하여 p-n 접합층을 형성하여 광신호를 전기신호로 바꾸거나, 전기신호를 광신호로 바꾸어줄 수 있는 능동소자를 제작한다.

<8> 이러한 능동소자를 수동소자에 결합시켜 사용하기 위해서는, 이들이 각각 서로 다른 매질로 구성되기 때문에 한 기판 위에서 동일한 공정으로 수동소자와 능동소자를 동시에 제작할 수 없고, 각각의 공정을 통해서 완성된 각 소자를 정렬하고 부착해야 한다. 이와 같이 다른 매질로 집적된 능동소자를 수동소자 위에 결합시키는 것을 하이브리드 집적이라고 한다.

<9> 종래의 하이브리드 집적 기술에서는 PLC 소자를 구성하는 평면 광도파로를 끊는 좁고 기울어진 홈을 만들고 반사필터를 삽입하여 평면 광도파로를 진행하는 광신호를 평면 광도파로의 코어 밖으로 반사시켜 포토다이오드 수광 영역에 입사시키는 방법을 개시하고 있다. 이 경우에는, 능동소자를 수동소자에 부착시키기 위해 수동소자의 기판에 실리콘 플랫폼을 형성하고, 평면 광도파로와 능동소자의 능동 영역을 정밀하게 정렬하고, 플립칩 본딩(Flip Chip Bonding)하여 실장해야만 한다. 도 1a 및 도 1b는 종래 기술에 따라 구성된 PLC 소자(40)와 능동소자인 포토다이오드 소자(50)의 결합 구조를 도시한 것이다.

<10> 먼저, 실질적으로 현장에서 사용할 수 있는 PLC 소자 모듈은 입사포트인 광커넥터가 부착되어 있는 입력 광섬유 어레이와 출사포트인 광커넥터가 부착되어 있는 출력 광섬유 어레이, 이들 사이에 매개하여 광신호를 조절(분파, 합파, 광세기 조정 등)하는 PLC 소자로 구성된다. 아울러, 평면 광도파로를 진행하는 광신호를 전기신호로 바꾸기 위해서는 능동소자인 포토다이오드와 이를 연결하는 전기회로가 더 구성되어야 한다. 이 때, 포토다이오드는 수광된 광 세기에 비례하는 전기신호인 전류 또는 전압을 출력하는 소자이다.

<11> 이 경우, 종래에는 먼저 출력광도파로의 끝단에 평면 광도파로의 코어(12)를 끊는 깊이 방향으로 비스듬한 각도

를 갖는 홈(trench, 35)을 파고, 그 안에 일정한 반사율을 갖는 반사거울(11)을 삽입하여, 상기 평면 광도파로의 코어(12)를 진행하는 광신호를 일정한 각도로 반사시켜 반사광(17)을 반사된 빛의 경로 끝에 놓인 포토다이오드의 수광영역(51)에 수광시키는 구조를 갖는다. 이 때, 일정 반사율을 갖는 반사거울(11)의 반사율을 조절하여 일부 또는 전체 빛을 포토다이오드(50)로 수광시킬 수 있다.

<12> 그리고, 상기 출력광도파로의 끝단 부분에 형성된 홈(35)은 매우 깨끗한 절단면을 가져서 빛의 산란을 막아야 하고, 상기 홈(35)의 폭은 삽입되는 반사거울(11)과 거의 일치되도록 좁게 만들어, 얇은 반사거울(11)이 비뚤어짐 없이 정확하게 놓이게 할 수 있어 반사되는 각도를 일정하게 유지할 수 있도록 하여야 한다. 또한, 반사거울(11)의 투과율을 조절하고 두께를 수십 마이크로미터보다 작게 만들어 반사거울(11) 뒤에 연속된 광도파로로 손실 없이 광신호를 전달할 수 있어야 한다.

<13> 또한, 홈(35)을 형성할 때 홈(35)의 각도가 정확하게 일치해야 반사된 광신호가 포토다이오드의 수광영역(51)에서 벗어나지 않게 된다. 따라서, 상기 특성을 만족할 수 있는 홈(35)의 위치와 모양, 반사거울(11) 구조 및 두께, 이들의 가공 및 홈(35) 내로의 반사거울(11) 삽입시 그 어려움이 매우 컸었다.

<14> 아울러, 평면 광도파로 구조에서 식각(Wet Etching or Dry Etching), 혹은 소잉(Sawing) 방법을 통하여 이러한 특성을 만족하는 홈을 만들기가 매우 어려웠다.

<15> 또한 사용된 반사거울(11)은 일반적으로 두께가 100 $\mu$ m 이하이고 굴절율이 다른 얇은 층(박막)을 교대로 쌓은 다층박막 구조로 이루어져 있으므로, 원하는 반사율을 얻기 위해서는 반사거울(11) 삽입시 표면에 흠집이 나지 않도록 조심하여 다루어야 하고, 매우 정교하게 홈(35)에 넣고 고정하여 반사거울(11)이 홈(35) 안에서 일정한 각도를 갖도록 하여야 한다. 따라서 실질적으로 홈(35)을 형성할 때 발생된 불규칙성과 반사거울(11)을 삽입할 때 발생하는 불규칙성에 의하여 반사거울(11)의 위치 오차가 생기게 되는 문제점이 발생하게 된다.

<16> 아울러, 반사거울을 삽입하는 홈을 정확한 위치에 폭이 좁으면서 깊이 방향으로 비스듬하게 형성하기 어렵고 반사거울을 홈에 삽입하고 굴절을 정합 에폭시로 고정할 때, 틀어짐 현상(Tilt)이 발생하여 반사되는 광신호가 포토 다이오드 수광영역에 정확하게 입사되지 않는 문제가 있었다.

<17> 도 2a 및 도 2b는 또 다른 종래 기술로써, PLC 소자(40)의 출력광도파로의 끝단을 비스듬하게 연마하고, 연마면을 그대로 이용하거나 다층박막필터를 삽입/부착하여 반사와 투과가 동시에 일어나는 구조가 개시되어 있다.

<18> 즉, 평면 광도파로에 다루기 힘든 홈을 내는 대신, PLC 소자의 출력광도파로 끝단과 출력 광섬유어레이의 입력단(30)을 광축에 따라 비스듬하게 연마하고, 출력광도파로와 출력 광섬유어레이의 경계면에 반사율과 투과율을 조정할 수 있는 다층박막 필터(11)를 부착하여, 평면 광도파로를 진행하는 광신호 세기의 일부를 일정한 각도로 반사시켜 반사광(17)을 반사된 빛의 경로 끝에 놓인 포토다이오드(50) 수광영역(51)에 수광시키고 나머지 세기의 광신호는 출력 광섬유어레이를 통해 출력하는 구조를 갖는다.

<19> 이 경우, PLC 소자(40)의 출력단에 있는 모든 출력광도파로 끝단에 다층박막 필터(11)에 의한 반사면이 형성되므로, 모니터링을 원하지 않는 출력광도파로에도 적용되어 추가적인 광손실을 초래한다.

<20> 특히 PLC 소자(40)의 포트 수가 증가하면, 출력광도파로가 배열된 면의 면적도 증가하게 되고 이에 따라 다층박막 필터(11)의 크기도 커져야 한다. 또한, 다층박막 필터(11)의 크기가 증가함에 따라, 자연히 다층박막 필터(11)의 다층박막을 지지하는 기관의 두께도 두꺼워지게 된다. 따라서 도 2b에서 보듯이 출력광도파로와 출력 광섬유어레이의 간격이 벌어져, 다층박막 필터(11)를 투과하여 광섬유어레이를 통해 출력되는 광신호에 더 큰 손실을 추가하게 된다.

<21> 또한 고가의 다층박막 필터(11)가 필요 없는 부분, 즉 출력광도파로 사이를 일정한 간격으로 유지하기 위해 비워둔 부분에도 사용됨으로써 다층박막 필터(11)의 비용도 증가하게 된다.

<22> 또한 다층박막 필터를 PLC 소자(40)의 출력면이나 광섬유어레이(30)의 입력면에 공기층의 형성이나 여타 굴곡 없이 균일하게 부착하는 공정도 매우 까다롭다.

<23> 아울러, 공기층이나 여타의 굴곡은 출력광도파로와 출력 광섬유어레이를 정렬 본딩을 방해하고, 광경로에 악영향을 미쳐, 광섬유어레이에 결합되는 광신호에 추가적인 손실을 초래하게 된다.

<24> 또한, 모든 파장의 광신호에 대해 동일한 반사율을 갖는 다층박막 필터를 제작하기 어려우므로 넓은 파장 대역을 다루는 PLC 소자에 적용하기 힘든 문제점이 있었다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- <25> 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 평면 광도파로에서 진행하는 광신호를 반사시켜 포토 다이오드에 수광시키기 위해서 평면 광도파로에 정밀한 홈을 가공하거나 가공된 홈에 다루기 힘든 반사거울 따위를 정밀하게 장착하지 않아도 될 수 있는 PLC 소자 구조를 제공하는데 있다.
- <26> 또한, PLC 소자에 패키징시 반드시 적용해야 하는 광섬유어레이와 정렬 공정을 이용하여 평면 광도파로에서 진행하는 광신호를 포토다이오드에 수광시킴으로써 평면 광도파로를 가공하거나 반사거울을 경계면에 부착하는 추가적인 공정이 필요 없도록 하는 데 있다.
- <27> 또한, 광섬유어레이에 반사거울을 장착하는 방법은 광섬유 대신 비슷한 직경을 갖고 광섬유의 형태를 갖는 금속선을 이용하여 광섬유를 대체하는 방법을 사용 가능하도록 하여 기존의 광섬유어레이 제작 공정에서 용이하게 본 발명에 따른 구조를 구현할 수 있도록 하는데 있다.
- <28> 또한, 광섬유어레이의 각 포트에 반사거울을 선택적으로 장착함으로써 PLC 소자의 출력포트를 구성하는 다수의 출력광도파로 중에서 원하는 출력광도파로를 선별하여 선택적으로 모니터링할 수 있는 구조를 구성하는데 있다.
- <29> 또한, 넓은 파장대역에서 높은 반사율을 유지할 수 있는 금속거울의 사용과 다양한 기능을 갖는 PLC 소자와 결합이 가능한 구조 및 방법을 제안함으로써 넓은 파장대역에서 다양한 기능을 갖는 PLC 소자에 적용하는데 있다.

**과제 해결수단**

- <30> 상기한 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 구성은, 평면 광도파로의 상부 클래드층 상에 포토 다이오드를 집적한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조에 있어서, 광 진행 방향으로 상기 PLC 소자의 끝단인 출력 광도파로와 출력 광섬유어레이의 입력단 경계면에 놓인 단면은 광축으로부터 일정 각도로 기울어지게 하여 연마하고, 출력 광섬유어레이에 형성된 다수개의 V형 홈에 광섬유와 반사거울을 선택적으로 배열 후 삽입 및 배치하는 것을 특징으로 한다.
- <31> 또한, 상기 다수개의 V형 홈 중에서, 장착된 광섬유에 대응되는 출력광도파로에서 출력된 광신호는 손실 없이 출력 광섬유어레이의 끝단으로 전달하는 것을 특징으로 하고, 상기 다수개의 V형 홈에 장착된 반사거울에 대응되는 출력광도파로에서 출력된 광신호는 높은 반사율로 출력광도파로 위에 놓인 포토다이오드의 수광영역으로 전달하는 것을 특징으로 한다.
- <32> 또한, 상기 반사거울은 광섬유의 직경과 유사하고 높은 반사율을 갖는 금속선(Metal Wire)를 삽입 후 가공한 것임을 특징으로 한다.
- <33> 또한, 상기 반사거울의 직경은 0.01mm 내지 0.12mm 범위인 것을 특징으로 한다.
- <34> 또한, 평면 광도파로의 상부 클래드층 상에 포토 다이오드를 집적한 PLC 소자와 능동소자의 하이브리드 집적구조에 있어서, 광 진행 방향으로 상기 PLC 소자의 끝단인 출력광도파로와 출력 광섬유어레이의 입력단 경계면에 놓인 단면은 광축으로부터 일정 각도로 기울어지게 하여 연마하고 출력 광섬유어레이의 V형 홈에 광섬유를 배열한 후 삽입 및 배치하고, 상기 V형 홈에서 일정 거리 이격된 기관 자체의 반사면을 이용하거나 금속면을 코팅하는 방법으로 반사거울을 형성하여 광신호를 반사시켜 여러 개의 출력광도파로 중 하나 이상 도파로에서 출력되는 광신호를 선택하여 반사시켜 상기 하나 이상 포토다이오드 소자의 수광영역으로 수광할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <35> 또한, 상기 반사거울의 직경은 0.01mm 내지 0.25mm 범위인 것을 특징으로 한다.

**효과**

- <36> 본 발명에 따른 광도파로 구조 적용시 얻을 수 있는 효과는 다음과 같다.
- <37> 첫째, 평면 광도파로에서 진행하는 광신호를 반사시켜 포토다이오드에 수광시키기 위해서 평면 광도파로에 정밀한 홈을 가공하거나 가공된 홈에 다루기 힘든 반사거울 따위를 정밀하게 장착할 필요가 없다.
- <38> 둘째, PLC 소자에 패키징시 반드시 적용해야 하는 광섬유어레이와 정렬 공정을 이용하여 광도파로에서 진행하는 빛을 포토다이오드에 수광시킴으로써 광도파로를 가공하는 추가적인 공정이 필요 없다.

- <39> 셋째, 광섬유어레이에 반사거울을 장착하는 방법은 광섬유 대신 비슷한 직경을 갖고 광섬유의 형태를 갖는 금속 선을 이용하여 광섬유를 대체하는 방법을 사용함으로써 기존의 광섬유어레이 제작 공정에서 용이하게 본 발명에 따른 구조를 구현할 수 있는 효과가 있다.
- <40> 넷째, 광섬유어레이의 각 포트에 반사거울을 선택적으로 장착함으로써 PLC 소자의 출력포트를 구성하는 다수의 출력광도파로 중에서 원하는 출력광도파로를 선별하여 선택적으로 모니터링할 수 있다.
- <41> 다섯째, 넓은 파장대역에서 높은 반사율을 유지할 수 있는 금속거울의 사용과 다양한 기능을 갖는 PLC 소자와 결합이 가능한 구조 및 방법을 제안함으로써 파장대역에서 다양한 기능을 갖는 PLC 소자를 구성할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- <42> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 상세한 설명과 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하기로 한다.
- <43> 도 3a 및 도 3b는 본 발명에 따른 평면 광도파로에 광신호의 반사를 위한 홈이 없는 PLC 소자 구조를 도시한 단면도와 평면도, 도 4a는 본 발명에 따른 출력광도파로와 출력 광섬유어레이 경계면에서 광신호를 반사시키는 출력 광섬유어레이 구조를 도시한 사시도, 도 4b는 도 4a에서의 출력 광섬유어레이 구성을 나타낸 조립도, 도 4c는 도 4a에서의 출력 광섬유어레이 입력면 구성도, 도 5a는 본 발명에 따른 출력광도파로와 출력 광섬유어레이의 경계면에서 광신호를 반사시키는 또 다른 출력 광섬유어레이 구조를 도시한 사시도, 도 5b는 도 5a에서의 출력 광섬유어레이 구성을 나타낸 조립도, 도 5c는 도 5a에서의 출력 광섬유어레이 입력면 구성도, 도 6a는 1포트 구조에서 광신호를 모니터링하기 위한 PLC 소자와 포토다이오드 결합도, 도 6b는 다포트 구조에서 광신호를 모니터링하기 위한 PLC 소자와 포토다이오드 결합도, 도 7a는 가변광감쇄기의 출력광신호를 모니터링하고 이를 통하여 출력광신호의 세기를 제어하기 위한 결합 구조를 도시한 설명도, 도 7b는 다포트 가변광감쇄기의 출력광신호를 모니터링하고 이를 통하여 출력광신호의 세기를 제어하기 위한 결합 구조를 도시한 설명도이다.
- <44> 본 발명에 따른 PLC 소자의 모듈 구조는, 광섬유(100), 광섬유를 통한 광신호를 PLC 소자에 전송하기 위한 입력 광섬유어레이(200), PLC 소자(400), 포토다이오드 소자(500) 및 PLC 소자(400)에서 출력된 신호를 광섬유로 다시 전달하기 위한 출력 광섬유어레이(300)로 구성된다.
- <45> 상기 입력 광섬유어레이(200)는 광섬유를 통해 전송된 광신호를 PLC 소자(400)에 입력하기 위해, 광섬유와 PLC 소자의 입력광도파로를 용이하게 정렬하여 본딩할 수 있도록, 기관(320) 위에 V형 홈(330)을 파고 광섬유(100)를 정렬하여 장착한 구조를 갖는다. 상기 입력 광섬유어레이(200)로부터 전송된 광신호는 다수개의 평면 광도파로로 구성된 PLC 소자(400)를 거치게 된다.
- <46> 상기 PLC 소자(400)는 기관(150) 및 기관의 상면에 형성된 코어(120)와 클래드층(130,140)을 포함하며 상기 PLC 소자(400)에는 포토다이오드 소자(500)를 실장할 수 있도록 소정의 가이드홈 및 평면 광도파로에서 반사된 빛이 포토다이오드 수광영역(510)에 반사손실 없이 전달될 수 있도록 굴절을 정합된 레진층(610)이 형성된 구조이다. 그리고, 광신호는 상기 코어(120)와 상하부 클래드층(130,140)의 굴절률 차이에 따른 전반사 원리에 의하여 광도파로를 통해 도파된다.
- <47> 바람직하게는 상기 PLC 소자(400)는, 평면 광도파로로 구성된, 입력 광섬유어레이로부터 광신호를 받는 입력광도파로와 AWG, 가변광감쇄기, 광세기 분할기 등의 기능을 수행하는 부분 그리고 출력 광섬유어레이로 광신호를 전달하는 출력광도파로로 이루어지고, 상기에 언급한 PLC 소자(400)의 출력단으로 연결된 다수 개의 출력광도파로에 상기의 구조 적용이 가능하도록 한다.
- <48> 상기 PLC 소자(400)에 평면 광도파로를 이용하여 구성된 AWG는 하나의 입력광도파로를 통해 동시에 입력된 다수 개의 파장으로 구성된 광신호를 분파하여 각각의 파장에 대응되는 출력광도파로로 하나의 파장으로 구성된 광신호를 전달하는 기능을 수행한다.
- <49> 상기 PLC 소자(400)에 평면 광도파로를 이용하여 구성된 가변광감쇄기는 다수개의 입력광도파로를 통해 입력된 광신호의 세기를 감쇄하여 각각의 입력광도파로에 대응되는 출력광도파로로 감쇄된 광신호를 전달하는 기능을 수행한다.
- <50> 상기 PLC 소자(400)에 평면 광도파로를 이용하여 구성된 광세기분할기는 한개의 입력광도파로를 통해 입력된 광신호의 세기를 균등 혹은 차등 분할하여 임의의 출력광도파로로 분할된 광신호를 전달하는 기능을 수행한다.
- <51> 상기 포토다이오드 소자(500)는 상기 PLC 소자(400)에 기형성된 가이드홈을 이용하여 실장이 되는 구조로 각각의 출력 광도파로마다 개별적 혹은 포토다이오드 어레이를 이용하여 한번에 실장시킴이 바람직하다.

- <52> 그리고, 상기 출력 광섬유어레이(300)에서 기관(320)에 형성된 V형 홈(330)에 광섬유(100) 및/또는 반사거울용 금속선(110)을 장착하고 PLC 소자(400)의 출력광도파로와 광섬유(100) 및 반사거울용 금속선(110)의 중심을 잘 정렬하고 에폭시 등을 이용하여 접속함으로써 일체화된 광모듈을 만들어주는 것이 바람직하다.
- <53> 한편, 출력 광섬유어레이(300)에서 광섬유(100)는 코어(120) 및 클래드(130,140)를 가지며, 출력 광섬유어레이(300)의 입력면에 놓인 단면은 광축에 대하여 일정 각도에서 기울어지게 연마되어 있고, 각 광섬유(100)와 중심이 정렬된 출력광도파로로부터 출사되는 광신호를 손실없이 진행시켜 광섬유의 반대편 끝에 이르게 한다.
- <54> 한편, 상기 출력 광섬유어레이(300)에서 반사거울용 금속선(110)이 배치되는 출력 광섬유어레이의 입력면에 놓인 단면을 광축에 대하여 일정 각도에서 기울어지게 연마하여, 각 반사거울용 금속선(110)과 중심이 정렬된 출력광도파로로부터 출사되는 광신호의 대부분을 반사시켜 출력광도파로 위에 실장된 포토다이오드 수광영역(510)에 이르게 한다.
- <55> 그리고, 출력 광섬유어레이(300)는 기관(320)에 형성된 V형 홈(330)에 광섬유(100) 및/또는 반사거울용 금속선(110)을 정렬하고 덮개와 에폭시 등을 이용하여 부착함으로써 일체화된 광소자를 만들어주는 것이 바람직하다.
- <56> 이 경우, 바람직하게는 기관(320)의 재질은 석영 또는 내열유리 및 실리콘으로 구성한다. 그리고, 상기 기관(320)에 V형 홈(330)을 생성 후 가공하며 광섬유(100) 및/또는 반사거울용 금속선(110)을 삽입 후 정렬/접합/연마한 구성을 갖게 한다. 이와 같이 제안된 출력 광섬유어레이(300)는 결합되는 PLC 소자(400)의 출력광도파로를 선택하여 반사거울(111) 혹은 광섬유(100)를 선택하여 정렬할 수 있도록 제작된다.
- <57> 이하, 상기와 같은 구성을 갖는 PLC 소자(400)의 구조에 있어서 도면을 참조하여 그 작용에 따른 다양한 실시예들에 대하여 설명한다.
- <58> 먼저, 본 발명에 따른 PLC 소자(400) 구조 및 상기 PLC 소자(400) 끝단과 정렬되어 구성되는 출력 광섬유어레이(300) 구조를 도 3a 및 도 3b를 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- <59> 입력광신호(160)는, PLC 소자(400)를 구성하는 평면 광도파로 구조 즉, 기관(150) 상면에 형성된 상부 클래드층(140)과 하부 클래드층(130) 및 코어(120)로 이루어진 구조에서, 주로 코어(120) 내에 제한되어 진행하고, 상기 입력광신호(160)는 PLC 소자(400)의 출력광도파로와 출력 광섬유어레이(300) 사이의 비스듬한 경계면에서 출력 광섬유어레이(300)에 놓인 금속선(110)을 가공한 금속반사거울에 반사된다.
- <60> 반사된 광신호(170)는 광축에 비스듬하게 놓인 금속반사거울에 의해 입력광신호(160)의 광축에서 벗어나 평면 광도파로의 상부 클래드층(140)으로 반사된다. 따라서 반사광신호(170)는 상부 클래드층(140)에 놓이고 경계면으로부터 일정한 거리가 떨어져 있는 능동소자인 포토다이오드 소자(500)의 수광영역(510)에 입사된다.
- <61> 이 경우, 상기 포토다이오드 소자(500)는 수광영역(510)의 중심과 코어(120)의 중심을 맞추어 정렬시키는 것이 바람직하고, 반사광신호(170)의 반사나 산란을 줄이기 위해 포토다이오드 소자(500)의 수광영역(510)과 상부 클래드층(140) 사이에 공기층을 제거하고 굴절율을 정합하는 레진층(610)을 형성하는 것이 바람직하다.
- <62> 상기 PLC 소자(400)의 출력광도파로 중에서 출력 광섬유어레이(300)의 반사거울(111)을 제외한 광섬유(100)에 정렬된 출력광도파로의 코어(120)를 진행하는 입력광신호(160)는 PLC 소자(400)의 출력광도파로와 출력 광섬유어레이(300) 사이의 비스듬한 경계면에서 출력 광섬유어레이(300)에 놓인 광섬유(100)로 손실 없이 전달된다.
- <63> 상기 경계면에서는 출력광도파로와 출력 광섬유어레이(300)에서의 광섬유 중심을 정밀하게 정렬하고, 경계면에 공기층 없이 에폭시(340)등을 이용하여 부착시키는 것이 바람직하다. 그리고, 에폭시(340) 상면으로는 덮개(310)를 구비하도록 한다.
- <64> 선택적으로 반사거울용 금속선(110)을 갖는 출력 광섬유어레이(300)는 반사거울(111)에 정렬된 PLC 소자(400)의 출력광도파로에서 전달되는 광신호(160)를 일정한 각도로 되반사(170)하여 광도파로의 클래딩(140) 층에 부착되어 있는 포토다이오드(500) 수광 영역(510)으로 입사시킨다.
- <65> 또한 출력 광섬유어레이(300)의 반사거울용 금속선(110)을 제외한 광섬유(100)에 정렬된 PLC 소자의 출력광도파로에서 전달되는 광신호(160)는 광섬유(100)를 통해 투과(180)되어 커넥터를 통해 뒷단의 다른 소자 등으로 전달된다. 이를 위해 출력 광섬유어레이(300)의 V형 홈을 가진 기관(320) 위에 광섬유(100)와 반사거울용 금속선(110)을 선택적으로 배치함으로써 반사거울(111)과 광섬유(100)를 원하는 대로 PLC 소자(400)의 출력광도파로에 정렬할 수 있다.

- <66> 본 발명의 제1 실시예는 도 4a 내지 도 4c에 도시하고 있다.
- <67> 발명에서 제안하는 선택적으로 반사 거울을 갖는 출력 광섬유어레이(300)는 다음과 같이 구성된다. 도시된 바와 같이, 광섬유(100)를 정밀하게 원하는 간격으로 배열하기 위해 사용되는 V형 홈(330)이 형성된 기관(320)과, 기관(320) 위에 정렬된 광섬유(100), 그리고 반사거울로 가공될 금속선(110), 이를 고정시키는 에폭시(340)와 덮개(310)로 구성된다.
- <68> 이 경우, 상기 기관(320)은 석영 또는 내열 유리 및 실리콘 재질의 기관에 V형 홈(330)을 가공한 후, 광섬유를 정렬, 접착, 연마시키는 구성을 갖는다.
- <69> 또한, 광섬유(100)와 금속거울(111)은 필요에 따라서 일정한 비율 및 위치를 갖도록 결정되며, 이를 위해 인접한 광섬유(100) 혹은 반사거울용 금속선은 정밀히 제작된 V형 홈에 장착되어 있어 항상 일정한 간격으로 떨어져 있으며 PLC 소자(400)의 출력광도파로와 결합될 면이 연마되어 있다. 연마된 광섬유(100)는 산란 손실 없이 높은 투과율을 갖고, 연마된 반사거울용 금속선은 금속반사거울(111)이 되어 높은 반사율을 갖는다.
- <70> 이에 따라서, 출력 광섬유어레이(300)의 연마면은 수직에서 일정한 각도를 가지며 이 각도를 조정함으로써 반사 거울(111)에 의해 반사된 광신호의 진행하는 경로를 조절할 수 있어 포토다이오드 소자(500)의 수광 영역(510) 위치를 결정할 수 있다.
- <71> 이 때, 금속반사거울(111)의 직경은 0.1mm 정도이고, 출력광도파로의 직경은 0.01mm 이하이며, PLC 소자(40)의 출력광도파로의 중심과 출력 광섬유어레이(300)의 광섬유 중심의 정렬 오차는 일반적으로 +/- 0.0005mm 이므로, 출력광도파로에서 출력된 광신호의 전부를 반사시킬 수 있게 된다.
- <72> 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 제2 실시예를 도시한 도면이다.
- <73> 도시한 바와 같이, PLC 소자(500)의 출력광도파로에서 전달된 광신호(160)를 반사시키기 위해 V형 홈(330)과 금속선을 사용하지 않고, 출력 광섬유어레이(300)의 기관(320)면을 그대로 이용하는 반사거울(111)을 갖는 것을 특징을 한다. 이때, 광신호의 반사가 예상되는 기관(320) 지점에 금속면을 코팅하여 반사율이 높은 반사거울(111)을 형성하는 것이 바람직하다.
- <74> 이에 따라, 도 5a에 도시한 바와 같이 출력 광섬유어레이의 기관(320)에 형성된 V형 홈(330) 위에 놓인 광섬유(100)를 통해 PLC 소자 일부의 출력광도파로에서 전달받은 광신호를 출력 광섬유어레이의 뒷단으로 전달하게 하고, 한편으로 일부의 출력광도파로에서 전달된 광신호를 반사시켜 포토다이오드 소자에 수광시킬 수 있도록 출력 광섬유어레이의 V형 홈(330)에 금속선을 삽입한 구조가 아닌 수직 방향의 축에서 일정 각도 기울어지도록 하여 상기 반사거울(111)을 단면 위에 형성할 수 있다. 그리고 상부는 광섬유 장착 및 반사거울 형성 후 이를 고정시키는 에폭시(340)와 덮개(310)로 구성된다.
- <75> 이 경우, 상기 기관(320)은 석영 또는 내열 유리 및 실리콘 재질의 기관에 V형 홈(330)을 가공한 후, 도 5b와 같이 광섬유(100)를 정렬, 접착, 연마시키는 구성을 갖는다. 물론 기관(320)의 재질은 높은 반사율을 얻기 위해 광도파로 재질과 굴절율 차이가 큰 매질을 사용하는 것이 바람직하다.
- <76> 도 5c와 같이 광섬유(100)와 반사거울(111)이 필요에 따라서 일정한 비율 및 위치를 갖도록 결정되며, 인접한 광섬유(100)는 정밀히 제작된 V형 홈(330)에 장착되어 있어 항상 일정한 간격으로 떨어져 있으며 PLC 소자(400)의 출력광도파로와 결합될 면이 연마되어 있다. 연마된 광섬유(100)는 산란 손실 없이 높은 투과율을 갖는 반면에, 연마되거나 금속재질이 코팅된 반사거울(111)은 높은 반사율을 갖는다. 출력 광섬유어레이의 연마면은 수직에서 일정한 각도를 가지며 이 각도를 조정함으로써 반사거울(111)에 의해 반사된 광신호의 진행하는 경로를 조절할 수 있어 포토다이오드 소자 수광 영역 위치를 결정할 수 있다.
- <77> 이 때, 반사거울(111)의 직경은 0.25mm 정도이고 출력광도파로의 직경은 0.01mm 이하이고 PLC 소자의 출력광도파로의 중심과 출력 광섬유어레이의 광섬유 중심의 정렬 오차는 일반적으로 +/- 0.0005mm 이므로, 출력광도파로에서 출력된 광신호의 전부를 반사시킬 수 있게 된다.
- <78> 한편, 상기한 출력 광섬유어레이(300) 구조를 이용하면, PLC 소자(400)로 구현된 광신호 세기를 일정한 비율로 분기할 수 있는 탭커플러(710)와 탭커플러(710)의 상부 클래드층에 놓인 포토다이오드 소자(500)를 상기 출력 광섬유어레이(300)를 이용하여 결합시킴으로써 앞서 배경 기술로 설명한 광신호 세기를 모니터링하여 그에 대응하는 전기 신호로 바꿀 수 있는 구조도 구현할 수 있다.
- <79> 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 제3 실시예를 도시한 도면으로, 상기 출력 광섬유어레이(300)를 이용하며 탭커플

러(710)를 구비하는 PLC 소자(400)와 포토다이오드 소자(500)와의 결합 예를 도시하고 있다.

- <80> 도 6a에 도시한 바와 같이, PLC 소자 모듈에서는 입력 광섬유어레이(200)을 통해 정렬된 광섬유와 PLC 소자의 입력광도파로가 연결되어 있고, 평면 광도파로를 이용하여 탭커플러(710)를 구현하고 있으며, 출력 광섬유어레이(300)를 통해 출력광도파로와 광섬유(100)가 연결되어 있다.
- <81> 한편, 평면 광도파로의 상부 클래드층에 포토다이오드 소자(500)의 수광영역(510) 중심과 평면 광도파로의 코어 중심이 정렬되어 놓여 있다. 이 경우, 포토다이오드 소자(500)의 수광영역(510)은 반사된 광신호(170)의 수광을 위해 출력 광섬유어레이(300)와 PLC 소자(400)의 경계면에서 적당하게 떨어진 위치에 놓여있다.
- <82> 광신호 전달 과정을 살펴보면, 먼저 입력 광섬유어레이(200)를 통해 전달된 광신호(160)가 평면 광도파로를 따라 진행한다. 평면 광도파로(410) 진행 중 탭커플러(710)를 거치면서 95%의 광신호를 전달하는 출력광도파로와 5%의 광신호를 전달하는 출력광도파로로 분기된다. 이때, 95%의 광신호를 전달하는 출력광도파로에 대응되는 2 포트 출력 광섬유어레이(300)의 V형 홈을 가진 기판(320)의 홈에는 광섬유가 배치되고, 5%의 광신호를 전달하는 출력광도파로에 대응되는 2 포트 출력 광섬유어레이(300)의 V형 홈에는 반사거울용 금속선(110)이 배치된다.
- <83> 따라서, 상기 5%의 광신호는 반사되어 포토다이오드 소자의 수광영역(510)에 입사되며, 나머지 95%의 광신호는 광섬유(100)를 통해 출력광(180)으로 뒷단으로 전달된다.
- <84> 다음으로, 반사된 광신호를 수광한 포토다이오드(500)는 광신호의 세기에 대응하는 전기신호로 바꿔 연결된 금속선을 통해 소자 외부로 전달하게 된다.
- <85> 도 6b는 본 발명에서 제안한 집적 구조로 구현될 수 있는 일례로 앞서 설명한 탭커플러(710)를 다 포트 어레이 구조로 확장한 PLC 소자(400)와 포토다이오드(510)의 결합이다. 도시된 바와 같이 입출력 포트의 수에 관계없이 적용이 가능함을 알 수 있다. 구조 및 광신호 전달 과정은 상기 도 6a 설명과 동일하므로 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- <86> 본 발명에서 제안한 구조를 통해, 상기에서 설명한 탭커플러(710) 이외에 다른 PLC 소자와 포토다이오드와의 결합이 가능함을 알 수 있다. 예를 들면, 다양한 입출력 포트와 다양한 기능을 수행하는 PLC 소자 즉, AWG 소자, 가변광감쇄기, 광스위치, 광세기 분할기 등 거의 모든 PLC 소자의 평면 광도파로에 있는 광신호의 일부 또는 전부를 전기신호로 전환시킬 수 있다.
- <87> 도 7a 및 도 7b는 본 발명에 따른 제4 실시예를 설명하는 도면이다.
- <88> 도 7a는 본 발명에서 제안한 집적 구조로 구현될 수 있는 일례로써 가변광감쇄기와 탭커플러(710)가 동시에 구현된 PLC 소자(400)와 포토다이오드(510)의 결합을 도시하고 있다.
- <89> 도시된 바와 같이, 입력 광섬유어레이(200)를 통해 PLC 소자(400)의 입력광도파로에 입력된 광신호가 평면 광도파로와 히터(720)로 구현된 마흐젠다(730)를 통과하면서 발생한 나누어진 광신호 간의 경로 차이에 의해 서로 보강/상쇄간섭을 일으켜 탭커플러(710)로 전달되는 광신호의 세기가 감쇄된다. 이때 히터(720)에 가해진 전기신호의 크기에 따라 광신호 간의 경로 차이는 더욱 더 커진다.
- <90> 상기 탭커플러(710)의 95% 광신호는 상기 설명한 바와 같이 출력 광섬유어레이(300)의 광섬유(100)를 통해 통과하고 나머지 분기된 5% 광신호는 출력 광섬유어레이(300)의 금속반사거울(111)에 의해 포토다이오드(500)에 수광된다.
- <91> 따라서, 상기 포토다이오드(500)에서 메탈스트립라인(740)을 따라 전달되어 외부로 출력된 전기신호(760)의 세기와 탭커플러(710)의 분기비를 고려하여 외부의 전자회로에서 감쇄된 빛의 세기를 계산하고 원하는 만큼 빛의 세기를 감쇄시키기 위하여 전기신호(750)를 인가하여 가변광감쇄기의 감쇄율을 조정하게 된다. 이러한 작용은 그림 7b에서 보듯이 다 포트 가변광감쇄기 어레이에서도 가능하다.
- <92> 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술사상과 아래에 기재될 특허 청구범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

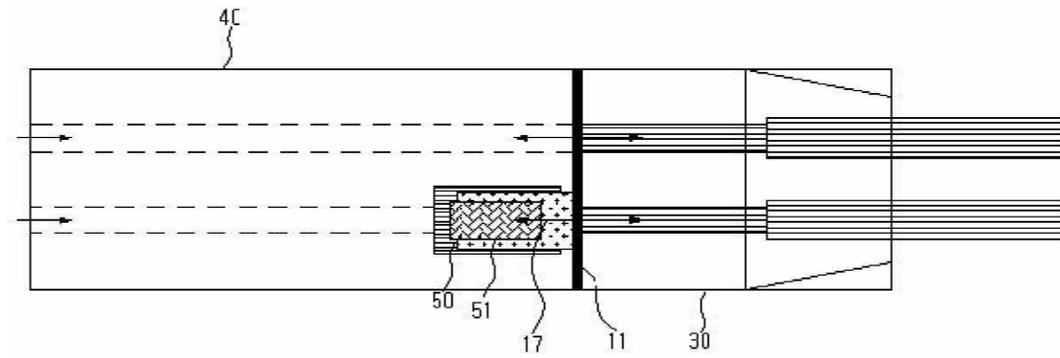
**도면의 간단한 설명**

- <93> 도 1은 종래기술에 따른 반사거울 장착을 위한 홈이 파인 PLC 소자 구조를 도시한 단면도.
- <94> 도 2a 및 도 2b는 다른 종래 기술로써, PLC 소자의 출력단을 비스듬하게 연마하고, 연마면을 그대로 이용하거나

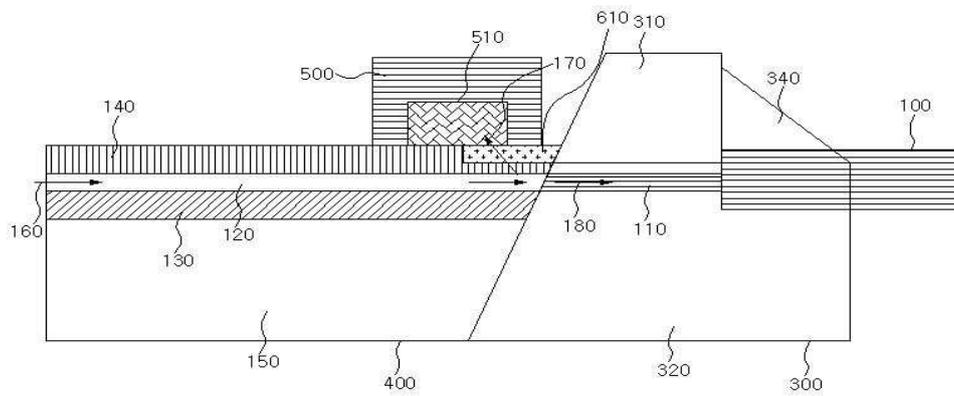




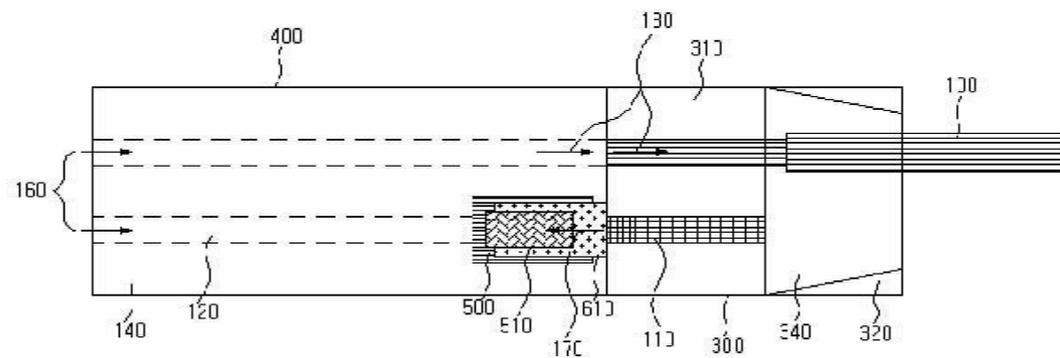
도면2b



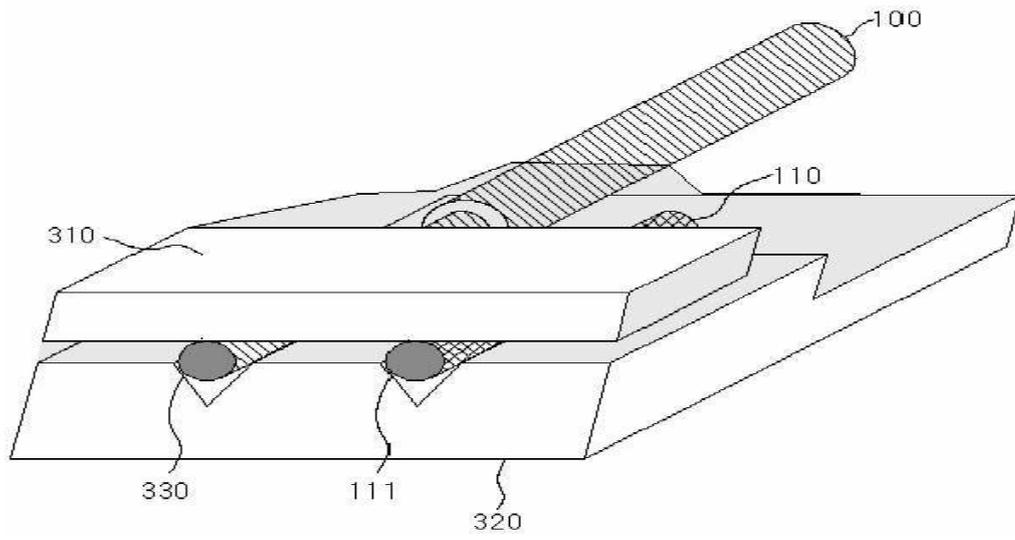
도면3a



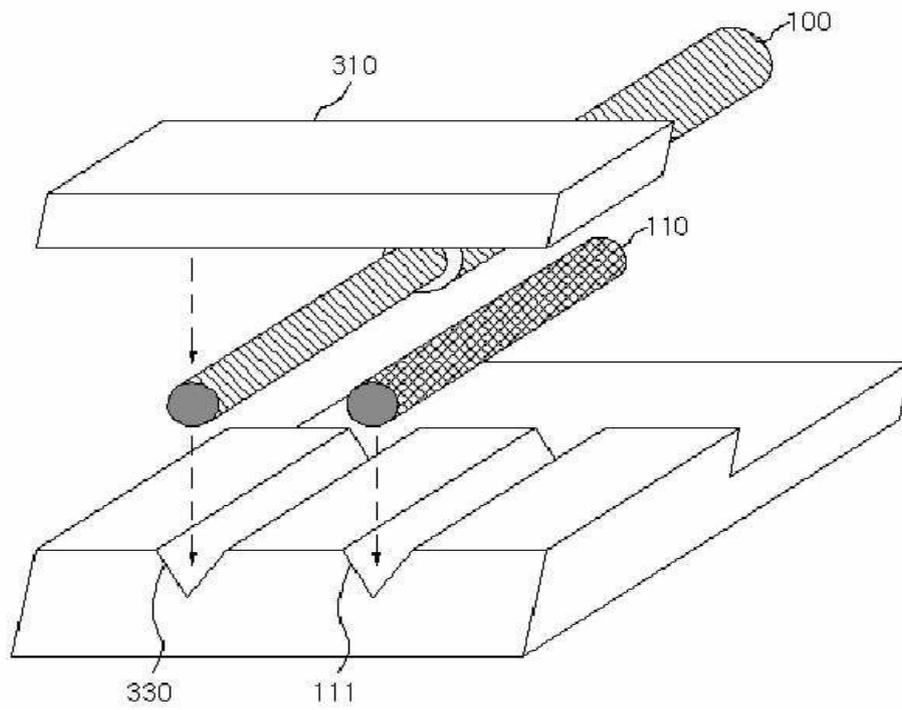
도면3b



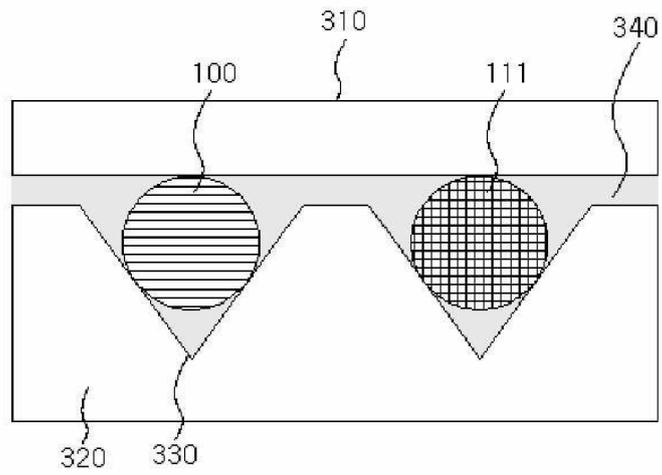
도면4a



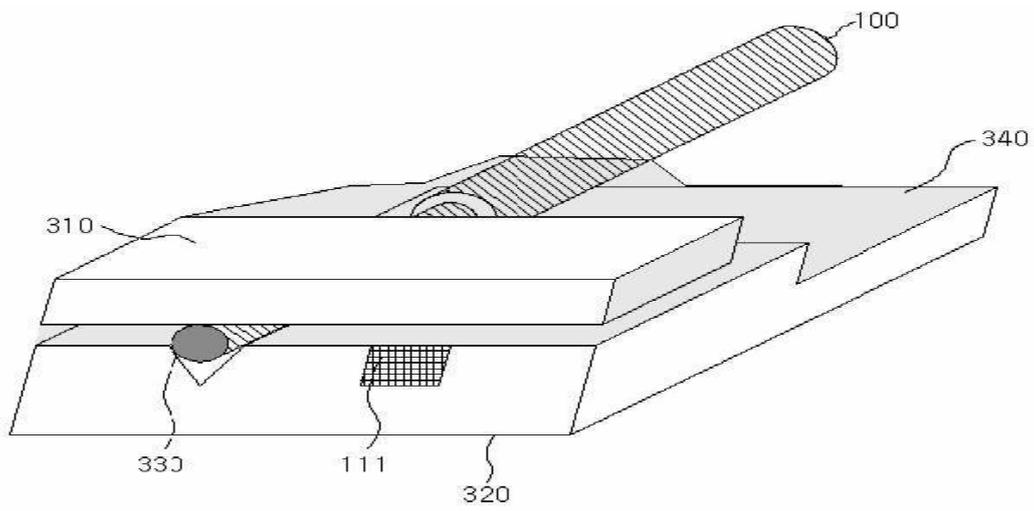
도면4b



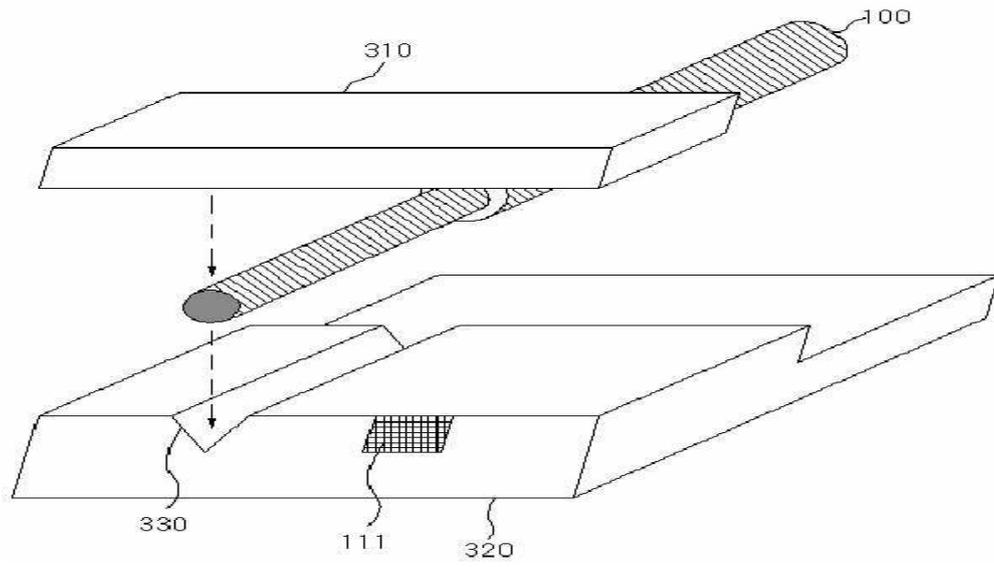
도면4c



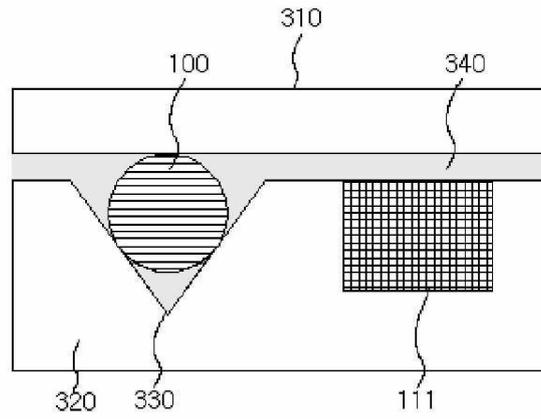
도면5a



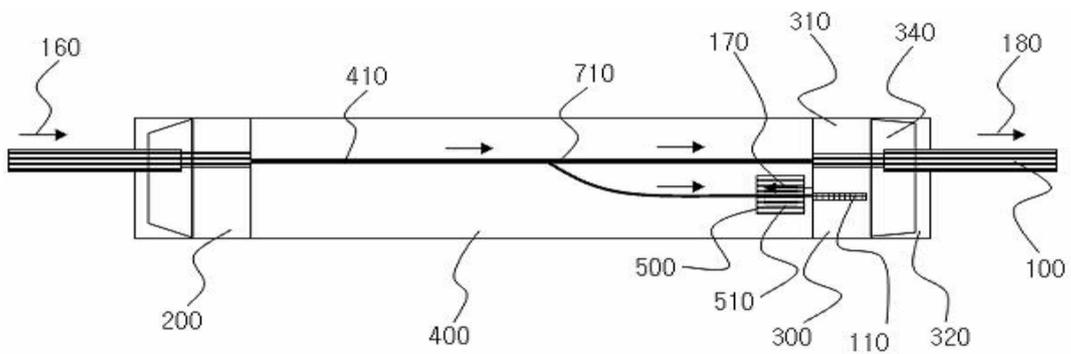
도면5b



도면5c



도면6a





도면7b

