

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> G02B 5/30	(45) 공고일자 1999년05월 15일	(11) 등록번호 10-0175743
(21) 출원번호 10-1996-0007899	(24) 등록일자 1998년11월11일	(65) 공개번호 특1997-0066617
(22) 출원일자 1996년03월22일	(43) 공개일자 1997년10월13일	

(73) 특허권자	한국전자통신연구원 양승택 대전광역시 유성구 가정동 161번지한국전기통신공사 이준 서울특별시 종로구 세종로 100번지
(72) 발명자	이명현 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 120-1306 이형중 대전광역시 유성구 도룡동 우성아파트 101-304 한선규 대전광역시 서구 둔산동 크로바아파트 115-406 원용협 대전광역시 유성구 전민동 나래아파트 109-506
(74) 대리인	박해천, 염주석

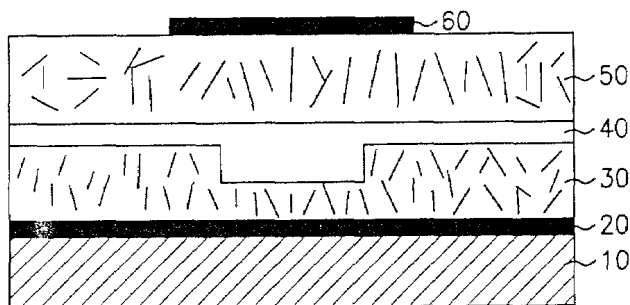
심사관 : 차승만

(54) 비선형 광학 고분자를 이용한 전기적 횡파 모드편광장치 및 그 제조 방법

요약

본 발명은 극화시 전기적 횡파(TE) 모드 굴절율은 감소하고 자기적 횡파(TM) 모드 굴절율은 증가하는 비선형 광학 고분자를 클래딩으로 사용하여, 상기 클래딩으로 감싸지는 코어는 극화시 전기적 횡파(TE) 모드 및 자기적 횡파(TM) 모드의 굴절율은 변화가 없는 순수고분자로 사용하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치에 관한 것으로, 값싼 고분자를 사용함으로써 제조 단가를 현저히 감소시키며, 순수 고분자를 코어로 사용함으로써 고분자 광소자의 단점인 광전송 손실(Light Propagation Loss)을 현저히 감소시키는 효과가 있다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

비선형 광학 고분자를 이용한 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 및 그 제조 방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 일실시예에 따른 편광 장치의 극화 전 상태를 나타내는 단면도.

제2도는 본 발명의 일실시예에 따른 편광 장치의 극화 후 상태를 나타내는 단면도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 실리콘(Si) 기판                      20 : 하부전극  
30 : 하부클래딩                          40 : 코어

50 : 상부클래딩

60 : 상부전극

## [발명의 상세한 설명]

본 발명은 극화(Poling)된 비선형 광학 고분자(Nonlinear Optic Polymer)를 이용하여 전기적 횡파(TE: Transverse Electric, 이하 TE라 한다) 모드의 광을 선택하여 전송할 수 있는 편광기(Polarizer)에 관한 것으로, 전기적 횡파를 필요로 하는 수동 광소자(Passive Photonic Device)에 적용가능하다.

일반적으로, 고분자 재료로 제작된 광소자는 반도체(Semiconductor)나 무기물(Inorganic)재료로 만든 광소자에 비하여 값싸게 제조할 수 있어, 자기적 횡파(TM: Transverse Magnetic, 이하 TM이라 한다) 모드를 갖는 광의 도파를 위한 도파로의 극화된 비선형 광학 고분자가 널리 사용되고 있다.

즉, 종래에는 도파로의 구조에서 빛의 도파층인 코어(Core)의 재료로 비선형 광학 고분자를 사용하고 클래딩(Cladding)으로 순수 고분자 (예:PMMA, Polyimide등)를 사용하고 있다.

그러나, 집적 광학(Integrated Optics)에서 변조기(modulator)나 결합기(Coupler)등을 고려할 때 TM 모드 뿐만 아니라 TE 모드를 선택하여야 하는 경우가 있을 수 있는데, 종래의 TE 모드 선택 편광기는 비선형 광학 고분자를 사용하지 않은 금속 클래드 편광기가 제시되고 있는 상태이다.

본 발명은 상기 제반 요구 사항에 의해 안출된 것으로서, 고분자 재료를 사용하여 비용절감을 가져오는 TE 모드 편광 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 TE 모드 편광 장치는 극화시 TE 모드 굴절율은 감소하고 TE 모드 굴절율은 증가하는 비선형 광학 고분자를 클래딩하여 사용하며, 상기 클래딩으로 감싸지는 코어는 극화시 TE 모드 및 TE 모드의 굴절율에 변화가 없는 순수고분자용 사용하는 것을 특징으로 한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명한다.

본 발명은 극화된 비선형 광학 고분자 소자에서 빛의 도파층인 코어의 재료로 사용되는 비선형 광학 고분자를 클래딩으로 사용하고, 주로 클래딩으로 사용되는 순수 고분자를 코어로써 사용하는 것이다. 또한 극화시 유도되는 비선형 광학 고분자의 TE 모드 굴절율( $n_{TE}$ )의 감소(일반적으로 TM 모드 굴절율( $n_{TM}$ )은 증가)를 이용한 것이다.

제1도 내지 제2도는 본 발명의 일 실시예에 따른 편광 장치의 구조를 나타내는 단면도로서, 도면에서 10은 실리콘(Si) 기판, 20은 하부전극, 30은 하부클래딩, 40은 코어, 50은 상부클래딩, 60은 상부전극을 각각 나타낸다.

그리고, 제1도는 극화 전 상태를 나타내고, 제2도는 극화 후 상태를 나타낸다.

본 발명의 특징은 코어(40)를 순수 고분자 재료로 형성하고, 클래딩(30, 50)을 비선형 광학 고분자에서의 TM 모드 굴절율( $n_{TE}$ )은 감소하고 TM 모드 굴절율( $n_{TM}$ )은 증가하므로 클래딩(30, 50)에 의해 TM 모드 파는 누화되어 없어짐으로써 TE 모드 파만을 선택하여 도파 한다는 것이다.

바람직한 일 실시예로는 코어(40)로써  $1.3\mu\text{m}$ 의 파장에서 TE 모드의 굴절율  $n_{TE}=1.632$ , TM 모드 굴절율  $n_{TM}=1.631$ 을 가는 폴리이미드(Polyimide)를 사용하고, 클래딩(30, 50)으로 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA)를 주사슬로 비선형 분자 DANS(4-dimethylamino-4'-nitro-stibene)가 옆사슬 DANS와 메틸메타아크릴레이트(MMA)가 50:50 비율로 중합된 물질로 사용한다. 클래딩으로 사용된 비선형 광학 고분자의 극화전  $1.3\mu\text{m}$ 의 파장에서 굴절율  $n_{TE}=1.638$ ,  $n_{TE}=1.634$ 이다.

상기와 같은 구조에서  $140^{\circ}\text{C}$ 의 핫플레이트(Hot plate)에서 상부 전극과 하부 전극 사이에 강한 DC 전압을 5분간 걸어 주어 비선형 광학 고분자를 극화시킨후 DC 전압을 유지시키면서 상온까지 냉각시킨다. 실시예에서는 비선형 광학 고분자 박막에  $120\text{ V}/\mu\text{m}$ 의 극화장(Poling Field)이 걸리도록 하였다. 극화후 코어의 TE 모드 굴절율( $n_{TE, \text{core}}$ )은 1.632로 변화가 없으나, 클래딩의 TM 모드 굴절율( $n_{TE, \text{cladding}}$ )은 1.615로 감소하였다. 반면 극화후 코어의 TM 모드 굴절율( $n_{TE, \text{core}}$ )은 1.631로 변화가 없으나, 클래딩의 TM 모드 굴절율( $n_{TM, \text{cladding}}$ )은 1.693으로 증가하였다. 이러한 굴절율 분포를 갖는 도파로에서, TE 모드 파는 누화(Leakage)없이 도파로 내를 진행할 수 있으나( $n_{TE, \text{core}} > n_{TE, \text{cladding}}$ ) TM모드파는 클래딩으로 누화되어 없어진다( $n_{TE, \text{core}} > n_{TE, \text{cladding}}$ ).

본 발명의 일 실시예에 따른 편광 장치 제조 방법은 다음과 같다.

먼저, 실리콘 기판(10) 상에 극화시 하부전극(20)으로 사용될 금(Gold, Au)박막을 입힌다.

이어서, 하부클래딩(30)으로 사이클로헥사논(Cyclohexanone)용매에 20wt%용해된 비선형 광학 고분자를  $1\text{ k}/30\text{ sec}$ 로 스핀 코팅(Spin Coating)한 후,  $160^{\circ}\text{C}$ 의 질소 분위기의 오븐(Oven)에서 2시간 동안 열경화(Curing)한다.

이어서, 빛의 측면 구속을 위하여 활성 이온 식각(RIE: reactive ion etching)법으로 하부클래딩(20)으로 소정 부위를 소정 깊이 선택 식각하여 릿(Rib)형 도파로를 만든다.

이어서, 코어(40)로 전술한 폴리이미드를  $2\text{ k}/30\text{ sec}$ 로 스핀 코팅한 후  $160^{\circ}\text{C}$ 의 질소 분위기의 오븐에서 12시간동안 열경화 한다.

이어서, 상부클래딩(50)으로 사이클로헥사논 용매에 20 wt%용해된 비선형 광학 고분자를  $1.5\text{ k}/30\text{ sec}$ 로 스핀 코팅한 후  $160^{\circ}\text{C}$ 의 질소 분위기의 오븐에서 2시간동안 열경화하여 상부클래딩을 형성한다.

그후, 열 증착법(Thermal Evaporation)에 의해  $700\text{ \AA}$  두께의 금 박막을 입혀 극화시 상부 전극(60)으로 사용한다.

이렇게 하여 제작된 소자는 TE 모드 선택 편광기로 사용될 수 있으며, 기존의 금속 클래드 편광기에 비해 손실(Loss)을 줄일 수 있고, 고소멸비(Extinction ratio)를 얻을 수 있다.

또한 위에서 언급한 제조 방법을 사용하여 분배기나 결합기등의 수동소자를 제작할 경우 TM 모드 도파 소자를 만들 수 있다.

단일모드(Single Mode, Fundamental)의 편광기 및 도파 광소자가 요구될 경우, 코아와 클래딩의 굴절율 차( $\Delta n$ )를 바꾸거나, 박막의 두께를 바꾸어 쉽게 단일 모드 광도파 소자를 만들 수 있다. 굴절율 차는 크 화장의 세기를 조절하여 용이하게 바꿀수 있으며, 박막의 두께도 스핀 속도나 용해도를 변화시킴으로써 쉽게 조절할 수 있다.

본 발명은 값싼 고분자를 사용함으로써 제조 단가를 현저히 감소시키며, 순수 고분자를 코아로 사용함으로써 고분자 광소자의 단점인 광전송 손실(Light Propagation Loss)을 현저히 감소시키는 효과가 있다.

이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

빛을 전파하는 코아 및 상기 코아 주위를 둘러싸고 있는 굴절율을 구비하여 특정 모드의 파를 선택하여 도파하도록 하는 편광 장치에 있어서, 상기 클래딩으로 비선형 광학 고분자 재료를 사용하고, 상기 코아로 순수 고분자 재료를 사용한 것을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 클래딩으로 사용된 비선형 광학 고분자 재료는 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA)를 주사슬로 비선형 분자 DANS(4-dimethylamino-4'-nitro-stibene)가 옆사슬 DANS와 메틸메타아크릴레이트(MMS)가 소정 비율로 중합된 것임을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 코아로 사용된 고분자 재료는 폴리아미드(Polyimide)임을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치.

### 청구항 4

극화시 전기적 횡파(TE) 모드 굴절율은 감소하고 자기적 횡파(TE) 모드 굴절율은 증가하는 비선형 광학 고분자를 클래딩으로 사용한 것을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 클래딩으로 감싸지는 코아는 극화시 전기적 횡파(TE) 모드 및 자기적 횡파(TM) 모드의 굴절율은 변화가 없는 순수고분자 재료임을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치.

### 청구항 6

반도체 기판 상에 하부전극용 제1금속층을 형성하는 단계; 상기 금속막 상에 하부클래딩용 제1비선형 광학 고분자층을 형성하는 단계; 상기 비선형 광학 고분자층을 소정 깊이로 선택 식각하는 단계; 상기 제1비선형 광학 고분자층 상에 코어용 순수 고분자층을 형성하는 단계; 상기 순수 고분자층 상에 상부 클래딩용 제2비선형 광학 고분자층을 형성하는 단계; 및 상기 제2비선형 광학 고분자층 상에 제2금속층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조방법.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제1금속층 및 제2금속층은 금(Gold, Au) 박막인 것을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

### 청구항 8

제6항에 있어서, 상기 제1 및 제2비선형 광학 고분자는 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA)를 주사슬로 비선형 분자 DANS(4-dimethylamino-4'-nitro-stibene)가 옆사슬 DANS와 메틸메타아크릴레이트(MMS)가 소정 비율로 중합된 층임을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

### 청구항 9

제8항에 있어서, 제1 및 제2비선형 광학 고분자층은 사이클로헥산은(Cyclohexanone)용매에 소정 비율로 용해된 비선형 광학 고분자를 코팅하고, 열경화하여 형성하는 것을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제1, 및 제2비선형 광학 고분자의 용해도는 20 wt%임을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제1 및 제2비선형 광학 고분자의 코팅은 1k/30sec 내지 1.5k/30sec로 스핀 코팅으

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제1 및 제2 비선형 광학 고분자층의 열경화하는 160℃의 질소 분위기의 오븐에서 2시간동안 이루어짐을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

#### 청구항 13

제6항에 있어서, 상기 코아용 순수 고분자는 폴리이미드임을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 순수 고분자층은 폴리이미드를 코팅하고, 열경화하여 형성함을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

#### 청구항 15

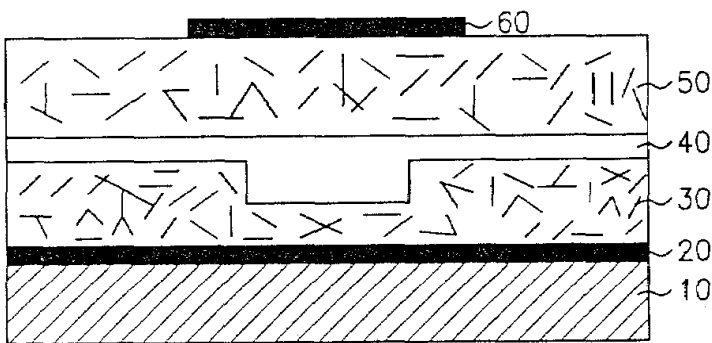
제14항에 있어서, 상기 폴리이미드의 코팅은 2k/30sec로 스핀 코팅으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

#### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 폴리이미드층의 열경화는 160℃의 질소 분위기의 오븐에서 12시간동안 이루어지는 것을 특징으로 하는 전기적 횡파(TE) 모드 편광 장치 제조 방법.

### 도면

#### 도면1



#### 도면2

