

Polymer 광도파로 제작 및 특성

Preparation and Optical Characteristic of Polymer waveguide

김성구, 전자부품연구원
 조재철, 초당대 전자공학과
 정운조, 한려대 전자공학과
 박계춘, 목포대 전기공학과
 강성준, 목포대 정보공학과
 이진, 목포대 전기공학과

Seong-Ku Kim, Korea Electronics Technology Institute(KETI)
 Jae-Chul Jo, Dept. of Electronics Eng., ChoDang University
 Won-Jo Jung, Dept. of Inform. & Televom., Hanlyo University.
 Gye-Choon Park, Division of Electrical and Control Eng., Mokpo Nat. University
 Seong-Jun Kang, Division of Information Eng., Mokpo Nat. University
 Jin Lee, Division of Electrical and Control Eng., Mokpo Nat. University

Abstract

A application possibility of photoresist flexible film for optical waveguide is proposed and described. The optical waveguide dimensions that is consists of Mach-zehnder interferometric and single channel waveguide based on the single-mode conditions in LiNbO₃ device was utilized and fabricated by wet etching technique. This polymer material for core layer is SU-8/50(Microchem.) and its refractive index from prism coupling method was measured about 1.59 for thickness about 10 μ m at wavelength 0.6328 μ m. From the results, this work can show the possibility of fabricating a flexible film optical waveguide in the field of integrated optics.

1. 서론

오늘날 통신시스템은 텔레비전, cable TV 및 데이터/인터넷 폭발성 때문에 다양한 수요창출로 인한 멀티미디어 서비스를 가능하도록 지속적인 기술개발을 요구당하고 있다. Optical wavelength division multiplexing (WDM)은 미래 네트워크에 수용력과 가변성을 제공하였지만, 이것은 광파이버 기반구조(infrastructure)를 이용할 때 가능한 것이다. 이와 같은 미래 요구를 수용하기 위해서는 광파이버에 기초한 통신네트워크의 지속적인 개발과 라우팅, 스위칭 및 검출에 사용되는 소자기술을 어느정도 싸고 신뢰성 있으며 견고한하게 만드는가에 달려있다. 현재까

지 WDM 소자를 생산하는 많은 기본적인 기술들이 선보이고 있지만 아직까지 소자 MATERIAL 부분에 승자가 없는 실정이다. InP에 기초한 반도체물질은 파장 1550nm 근처에서 동작하는 레이저와 광검출기와 같은 능동소자와 집적하기 좋은 잠재성 때문에 도파로소자로 광범위하게 응용되어오고 있다. 그러나 반도체공정은 복잡하고 비싸며 단가면에 결함을 지니고 있다. 실리콘위에 실리카나 glass로 수동소자를 제작하려는 움직임은 큰단면적 도파로나 저손실이라는 잇점을 가지고 있으나 집적화하기가 불가능하다. 반면에 polymer 물질은 싸고 저온공정이 가능하며 매우 우수한 수준의 도파손실을 나타냄으

로 그 응용성이 매우 기대된다[1].

과거부터 폴리마이드(polyimide)등은 반도체 및 패키징분야 전자산업에 안정된 유전체 물질로서 오랫동안 사용되어 왔다. 또한 linear 및 nonlinear optical 응용분야에도 연구가 확대되고 있는 실정이다[2]. 그리고 polymer는 optical connection 분야에 그 응용성이 중요시되고 있는데, 이는 파장 830-950nm 근자외선영역에서 material absorption loss이 매우 낮고 수십 um의 단면을 갖는 저손실 multi-mode 도파로를 쉽게 제작할 수 있기 때문이다. 또한 On-chip interconnection 뿐만아니라 laser/photo-detector와 on-chip waveguide integration 등에 광범위하게 응용분야를 넓혀가고 있다[3].

본 연구에서는 polymer의 일종이며, MEMS 분야에서 많이 이용되고 있는 photoresist를 활용하여 광도파로를 쉽고, 싸게 제작하고자 하는 일환으로 진행되었으며, 그 결과를 간략히 서술하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서 제작에 활용한 광도파로 패턴은 폴리머에 적용하기 위해 설계한 마스크가 아니며, LiNbO₃ 광도파로 제작에 사용한 마스크패턴으로 실험하였다. 1차적으로 광도파 및 제반특성을 먼저 연구하고, 그결과를 바탕으로 2차적으로 마스크를 설계하자 하였기 때문이다. 따라서 본 연구에서 채용한 광도파로 선폭은 8μm이고, Mach-Zehnder 간섭기 도파로간의 간격은 15μm이다. 단일채널도파로 또한 선폭 8μm를 선택하였다.

광도파로를 제작하기 위해서 먼저 Corning 7059 3-inch glass에 실리콘산화막을 입힌 후, SU-8/50 박막을 1차로 15μm정도 코팅하였고, 2차로 약 10μm 정도 코팅하였다. photoresist는 negative 이며 wet etching으로 실험하였으므로 fine 패턴이 되도록 반복실험하여 조건을 구하였다. 광도파로 core 층과 1차 clad 층은 동일물질로 제작하였다.

제작된 시편은 다시 PI(polymide)를 입혀 2차 clad 층을 형성한 후 dicing saw를 이용하여 절단하고, LiNbO₃ 광도파로 단면 폴리싱시 사용한 폴리싱 방법으로 연마하였다. 현재 폴리싱후 광도파현상을 측정 중이며 여기서는 삼입손실 결과를 나타내지 못하였다.

그림 1은 3인치 기판에 제작한 폴리머 도파로 표면사진을 나타내었다. (a)는 Mach-Zehnder interferometric waveguide이며 (b)는 단일채널 도파로이다. 그림 2는 단면을 폴리싱하고 난 후, 두도파로의 단면을 촬영한 것으로, dry etching에 의한 sharp한 형태 보단 못하지만 비교적 양호하게 폴리머 도파로가 형

성되었다. 높이는 약 10μm이며 넓이는 약 8μm 이다. 그리고 두 core 간의 사이는 15μm이다. 그림 3에는 폴리싱이 끝난 후 기판에서 polymer 층을 분리한 다음 마치 얇은 투명종이처럼 되어 있는 polymer 도파로 외관이다. 그림 3(b)에 polymer 위에 패턴화 되어 있는 정열 key를 나타내고 있다. 그림 4는 polymer 도파로의 core 부분의 optical refractive index 변화를 깊이방향으로 측정한 데이터이다. 유효굴절율은 약 1.59정도를 나타내고 있다.

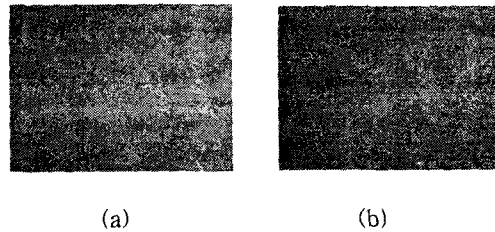


그림 1. 표면사진.

Fig. 2. Surface photographs.

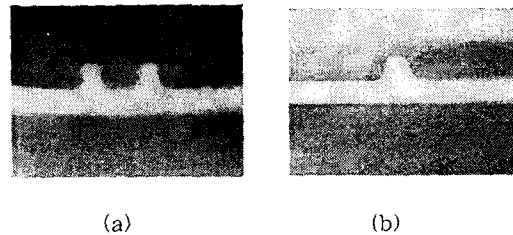


그림 2. 단면사진.

Fig. 2. Photograph of cross-sectional view.

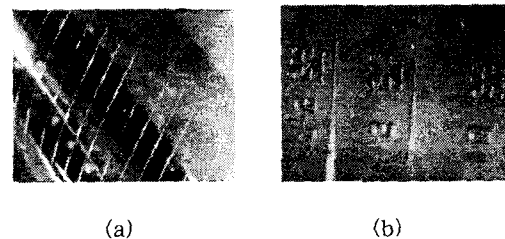


그림 3. 휘어지는 광도파로 사진.

Fig. 3. Shape of flexible optical waveguide.

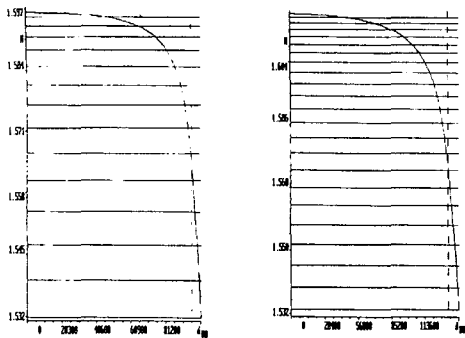


그림 4. Core 부분 굴절을 분포.
 Fig. 4. Optical refractive index of core.

4. 결론

본 연구에서는 싸고 쉬운 재질로 광도파로를 제작하기 위해서 polymer를 선택하였으며 그 중에서 가장 흔한 것으로서 photoresist를 선택하였다. 여기서 사용한 photoresist는 negative로서 MEMS 분야의 optical interconnection 등에 광범위하게 연구되고 있는 물질로서 향후 기대되는 물질이다.

본 연구에서 제작한 polymer 도파로는 자유자재로 휘는 성질이 있는 새로운 형태의 도파로서, 간단한 wet etching으로도 제작가능하며 향후 실험보강을 통하여 보완해간다면, flexible한 광도파로 제작이 가능할 것으로 보이며, 이에 연구가치가 있다고 사료된다.

참고문헌

- [1] Lucie Robitaille et al. "Polymer waveguide devicess for WDM applications", Proc. SPIE, Vol.3281, pp.14-23, 1998.
- [2] R.J Twieg at al., "Nonlinear optical chromophores and polymers for practical electro-optic waveguide application", Proceedings of SPIE, Vol.2143, pp.2-4, 1994
- [3] R.Lytel et al., Proc.SPIE, 2025, 14, 1993