

자외선 복제 공정을 이용한 수직 광 결합 구조의 제작

Fabrication of an Vertical Optical Interconnecting Structure using UV Embossing Process

이민우, 최철현, 조수범, 김보순, 임해동, 이일항, 박세근, 이승걸, 오범환*

OPERA, 인하대학교 정보통신공학부

obh@inha.ac.kr

최근의 전자 소자의 발달로 인해 고속 대용량의 신호를 처리 하고 전송하는 시스템의 필요는 날로 증가 하고 있다. 하지만, 기존의 전기적 배선을 사용 할 경우, 전송 속도가 증가 할수록, 전송 가능한 거리가 급격하게 감소하게 되어, 이러한 요구를 충족시키지 못한다. 이에 대한 대안으로 제시되는 것이, 광 인쇄 회로 기판(Optical Printed Circuit Board, O-PCB)이다.⁽¹⁾ 대개의 경우, 광 인쇄 회로 기판은 광 송수신부, 그리고 광 전송선로로 구성되어 있다. 전기적 신호는 광 송수신 부에 의해 광 신호로 변환되어 전송이 되는데, 변환된 광 신호는 수직 광 배선(Optical Via)을 통하여 광 전송선로에 입력 혹은 출력 되게 된다. 광 전송선로로는 고분자 물질을 이용한 광 도파로를 내장하는 형태에서 실리카 광섬유를 내장하는 형태까지 다양하게 연구 되고 있다.

수직 광배선(Optical Via)구조는 발광원의 집적도를 높이고, 수광율을 높이는 방향으로 연구 되고 있다. 그림 1에 수직 광배선들의 간단한 구조를 도시 하였다. 기존 연구들에서는 주로 A 형태의 45° 거울면을 사용하여 수직 광 결합을 달성 한다. 내부 전반사 원리를 이용한 45° 거울면은 성능 면에서 약간 떨어지지만 집적도가 높고, 손실이 그리 크게 발생 하지는 않으면서 제작하기가 용이하여 널리 쓰이고 있다. 또한 성능을 개선하기 위하여 거울의 반사면에 금속 물질의 박막을 형성 하여 반사율을 높이는 B 형태도 개발 되었다. 하지만, 이 광 결합 부분을 C형태인 곡선형 반사면으로 대체 할 경우, 더 높은 결합 효율을 가지게 되며, 정렬 오차에 대해서도 좀 더 효율적인 광 결합을 가능하게 한다. 하지만, 광소자 제작 공정에서는 3차원적인 구조를 쉽고 간단하게 구현하기가 매우 어렵다.⁽²⁾ 왜냐하면, 대개의 광소자 제작 공정은 그 기반을 반도체 소자 제작 공정 기술에 두고 있기 때문이다. 반도체 소자 제작 공정은 2차원 평면에서의 가공 방식이 주류이기 때문에, 높은 정밀도와 공정기술에도 불구하고 3차원 형상을 쉽게 구현하기에는 적합하지 않다.

본 연구에서는 쉽고 간단하게 C형태의 3차원 형상을 제작 하기 위하여 포토리지스트 홀림 공정을 이용하여 양 끝단에 곡선형 광 결합부를 가지고 있는 광 도파로 소자의 원형을 제작 하였다. 대략적인 공정 순서를 그림 2에 표시 하였다. AZ9260의 포토리지스트를 50um 두께로 실리콘 기판에 코팅 한 뒤에 사진 공정을 이용하여 광 결합부와 도파로 부분의 패턴을 형성 하였다. 기존에 선행된 연구에서는 도파로 부분을 실리콘 깊은 식각 공정을 이용하여 구현 하였으나, 이번 연구에서는 도파로 부분까지 포토리지스트를 이용하여 구현 하였다.⁽³⁾ 형성된 포토리지스트 원형을 145°C에서 약 1분 30초간 열처리 한다. 이 과정을 통하여 곡선형 수직 광 결합 부분이 형성 된다. 제작된 포토리지스트 원형을 이용하여 PDMS 몰드를 제작 하였고, 제작된 몰드를 이용하여 자외선 복제(UV embossing) 공정을 수행하였다. 기판으로는 Fused Silica를 이용 하였으며, 도파로 물질로는 ZPU12-47 폴리머를 이용 하였다. 그림 3

에 제작된 도파로 소자의 곡선형 광 결합부 SEM 사진을 표시 하였다. 제작된 도파로 소자의 수직 광 결합 여부를 시연하기 위해 수직 방향으로 빛을 입사 하고, 그 반대쪽 끝단에서 수직 방향으로 광 출력이 되는 모습을 CCD 카메라를 이용하여 관찰 하였다. 그림 4에서 이 결과를 확인 할 수 있다.

본 연구에서는 포토리지스트 흘림 공정과 자외선 복제 공정을 이용하여 간단한 방법으로 수직 광 결합부를 가지고 있는 광 도파로 소자를 제작 하였으며, 수직 광결합을 성공적으로 시연 하였다. 본 연구를 이용하면, 수직 광 결합부를 가지고 있는 광 인쇄 회로 기판을 복제공정을 통해 쉽게 구현할 수 있을 것으로 생각 된다.

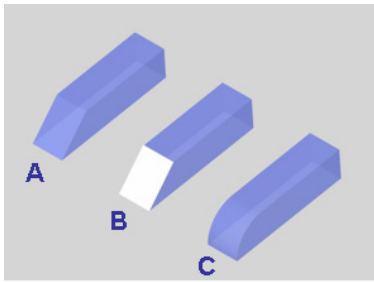


그림 1. 다양한 수직 광 결합구조의 개략도. A는 45도 거울면 구조, B는 A형태에 금속박막을 적용한 구조, C형태는 곡선형 구조이다.

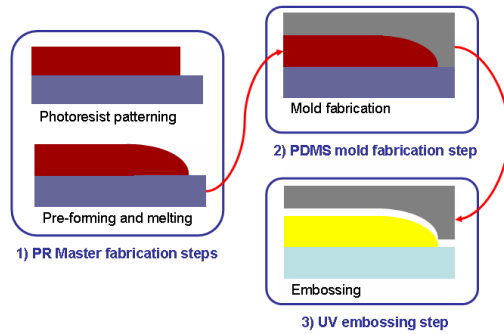


그림 2. 본 연구에서 제안한 제작 공정도. 1) 포토리지스트 흘림 공정을 이용한 원형제작. 2) PDMS를 이용한 복제용 틀 제작. 3)UV복제 공정을 이용한 소자의 완성.

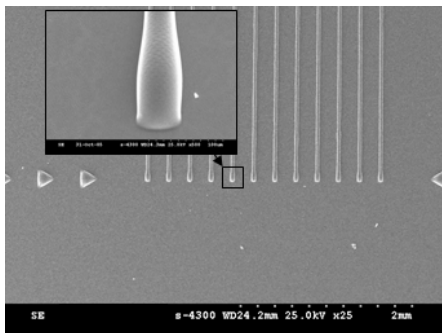


그림 3. 포토리지스트 흘림 공정을 이용하여 구현된 곡선형 수직 광 결합부



그림 4. 녹색광 레이저를 이용하여 수직 광 출력을 시연 한 모습.

감사의 글

본 연구는 한국 과학 재단 지정 우수 연구 센터인 집적형 광자기술 연구센터 [OPERA (R11-2003-022)]의 지원으로 수행 되었습니다.

참고문헌

(1) E.H. Lee, S.G. Lee, B.H. O, S.G. Park, Photonics West 2004, SPIE Proc., vol. 5356 (2004).

(2) S.P. Han, J.T. Kim, S.W. Jung, S.H. Ahn, C.G. Choi, M.Y. Jeong, IEEE Photon. Technol. Lett. 16 (2004).

(3) Min-Woo Lee, Chul Hyun Choi, Kyung Jin Lim, Beom-Hoan O, Seung Gol Lee, Se-Geun Park, El-Hang Lee, Microelectronic Engineering 83 (2006) 1343-1346