다양한 광 비아 구조의 제작 및 특성 연구

Fabrication and Characterization of Various Optical Via Structures

이민우, 최철현, 성준호, 김보순, 임해동, 이동진, 이승걸, 박세근, 이일항, 오범환
인하대학교 집적형 광자기술 연구센터
obh@inha.ac.kr

전자 및 정보 처리 기술의 발전에 따라서 정보를 전송하고 처리하는 용량은 날로 증가하고 있다. 하지만, 기존의 전기적 방법을 이용한 신호 전송으로는 속도 및 전송거리의 한계가 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해서 제안된 기술이 광 PCB 기술이다.(1)

광 PCB 기술을 이용하면 정보 전송 거리 및 전송 용량에 대한 제한을 크게 극복 할 수 있다. 하지만, 광 PCB 기술은 정보를 빛을 이용해서 전송하기 때문에 전자 및 전기 소자에 비해서 소자의 설계, 제작 및 정렬에 대해서 높은 정밀도를 가지고 공정을 수행해야 한다. 따라서, 산업화 및 시장경쟁력 확보를 하기 위해서는 광 기술이 가지고 있는 장점을 살리면서 저가 대량생산에 유용한 공정을 개발해야 한다. 상기의 장점을 가지고 있는 공정으로 대량 복제 기술이 있다. 대량 복제 기술은 반도체 제작 공정을 기반으로 원형을 제작하고, 열 및 자외선을 이용하여 원형의 복제 형상을 다양한 폴리머 소재를 이용하여 제작하는 기술이다. 이 기술은 대량생산에 유용하면서도 높은 수준의 정밀도를 유지 할 수 있기 때문에 광자 소자의 제작에 매우 유용하다.(2)

광 PCB에서 사용되는 광자 소자는 신호의 전송을 위한 발광부와 수광부, 그리고 신호 전송 채널로 크게 분류할 수 있다. 신호 전송 채널은 대개 평면상에서 이루어지지만, 다수의 소자를 집적하고 공간의 효율성을 높이기 위해서는 수직 광 전송이 필요하다. 또한 VCSEL등 배열 형태의 소자을 사용해서 광 수신 및 발신을 하는 구조를 설계하여 제작 하는 경우에도, 수직 방향으로의 광 신호 전송은 필수적이다. 본 연구에서는 대량 복제 기술을 통하여 제작할 수 있는 수직 광 결합 구조 (광 비아 구조)를 제작하고 그 성능을 평가 하였다. 곡선형 광 비아 구조를 설계 하였으며, 광 비아 구조의 개략적인 형상은 그림 1에 있다.(3)

수직 광 결합 구조의 원형을 제작하기 위해서, 두꺼운 감광제를 사용하여 공정을 수행 하였다. 세척된 웨이퍼의 위에 AZ 9260 (Clariant)를 스핀 코팅 방식으로 도포 하였다. 일반적으로 두꺼운 감광제층을 스핀 코팅으로 형성하기 위해서는 스핀 코팅 속도를 낮게 설정한다. 하지만 저속에서 스핀 코팅을 할 경우에는 웨이퍼 표면에서 두께의 균일성이 불량해서 광 소자의 원형으로 가공하기에는 부적합한 측면이 있다. 이 단점을 개선하기 위해서 스핀 코팅의 속도를 낮추지 않고 대신 3번의 반복 코팅 수행을 통해 약 75um의 두께를 가지도록 공정을 수행 하였다. SU-8 종류의 감광제를 사용할 경우 쉽게 목표 두께를 달성할 수 있지만, 본 연구에서는 열처리를 통하여 광 비아 구조를 제작하기 때문에 재흘림 공정이 효과적으로 수행 될 수 있는 AZ 9260을 이용하여 수행하였다.

목표 두께로 적층된 감광제에 광 비아 구조를 형성할 수 있는 패턴을 노광하여 형성 하였다. 노광은 MJB-4 컨택 마스크 얼라이너를 이용하여 수행 하였으며, 약 3400mJ/cm^{2}의 노광을 수행 하였다. 노광이

완료된 패턴은 핫 플레이트에서 135도의 온도로 약 30초간 재흘림 공정을 수행하였다. 광 비아 구조는 원형, 타원형 및 반 실린더 형태 등 다양한 형상을 제작 하였으며, 원형에 PDMS를 사용하여 복제용 틀을 제작 하였다. PDMS는 수평이 잘 정렬 된 광학 테이블에서 상온 1일간 경화 과정을 수행 하였다. 가열하여 경화 할 경우 재흘림 공정을 통해서 형성 된 원형이 영향을 받기 때문에 가급적 가열하지 않고 경화 하였으며, 또한 복제용 틀로 사용될 것이기 때문에 표면의 편평도를 확보하기 위해서 시간이 걸리더라도 광학 테이블에서 상온 경화 과정을 거쳤다. 제작된 원형의 형상중 일부가 그림 2에 나타나 있다. 복제는 Obducat의 임프린트 장비 및 자체 제작한 복제 장비를 사용하여 수행 되었으며, ZPU 자외선 복제용 폴리머와 실리카 기판을 이용하여 제작 하였다. 자세한 형상 및 성능 측정 결과는 학회장에서 논의 될 것이다.

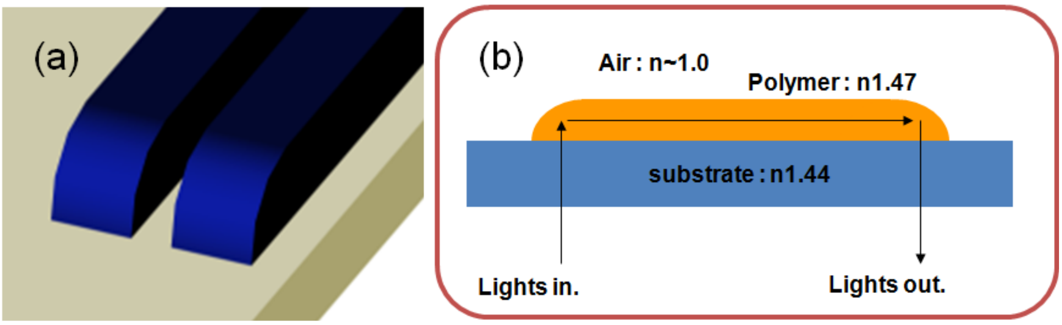

그림 1. 수직 광 비아 구조의 개략도 및 광 전달 구조. (a)곡선형 광 결합 구조의 개략도 (b)설계된 굴절률 및 광 입출력 방향 모식도.

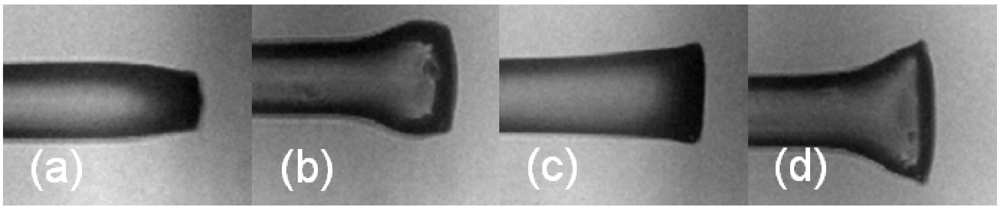

그림 2. 다양한 형태의 수직 광 비아 구조. (a) 좁은 타원형 구조 (b) 반 실린더 형 구조 (c) 넓은 타원형 구조 (d) 부채꼴형 타원 구조

참고문헌

1. El-Hang Lee, S.G. Lee, B.H. O, S.G. Park, M.Y. Chung, K.H. Kim, S.H. Song, "Fabrication and integration of VLSI micro/nano-photonic circuit board", Microelectronic Engineering 83 (2006), 1767-1772
2. Chul-Hyun Choi, Min-Woo Lee, Jun-Ho Sung, Bo Soon Kim, Beom-Hoan O, "Fabrication of MMI optical power splitter by UV embossing with PDMS mold", Microelectronic Engineering 84 (2007), 1231-1234
3. Min-Woo Lee, Chul-Hyun Choi, Bo-Soon Kim, Jun-Ho Sung, Soo-Beom Jo, Jeong-Su Yang, Seung-Gol Lee, Se-Geun Park, El-Hang Lee, Beom-Hoan O, "Fabrication of vertical optical interconnecting structure using photoresist reflowed mold structures", Microelectronic Engineering 84 (2007), 1092-1095