

가입자망용 SMP Triplexer 광송수신모듈 패키징 (Packaging Technologies of Surface Mount Photonics Triplexer Module for the Optical Network Unit)

이종현, 엄용성, 김성일, 윤호경, 문종태
한국전자통신연구원 집적광모듈팀

Abstract

가입자망용 SMP(surface mount photonics) 타입의 triplexer 광송수신 모듈을 제작하였다. 실리카 또는 고분자 광도파로를 가지는 2 종류의 planar lightwave circuit(PLC) 상에 요철을 형성시키고 laser diode(LD), 디지털 photo diode(PD), 아날로그 PD, 모니터 PD를 각각 요철의 낮은 높이부 상에 플립칩 본딩(flip chip bonding)하여 광도파로와의 수동정렬을 유도하였다. 이때 LD는 1.31 μm 파장을, 디지털 PD는 1.49 μm 파장을, 아날로그 PD는 1.5 μm 파장과 관련지어지며, 그 각각의 배열은 전기적, 광학적 간섭의 시뮬레이션을 통하여 디자인되었다. 도파로와의 높은 광 커플링 효율을 얻기 위하여 spot size converter가 달린 LD와 PD를 제조하였으며, 아날로그, 디지털 PD로는 도파로형 소자를 사용하였다. 플립칩 본딩시 소자의 위치 정밀 정렬을 위하여 각 소자에서의 4개의 모서리 부분과 PLC 상에는 fiducial mark를 형성하였다. 또한 플립칩 본딩 후 본딩 높이에서 발생할 수 있는 오차를 제거하기 위하여 칩의 발광 및 수광부 중심 높이와 PLC 요철의 단차로부터 적정 standoff의 높이를 유추한 뒤 칩이 본딩될 위치에 50 μm 지름을 가지는 4개의 정밀한 Au standoff를 전해 도금법으로 제조하였다. 무플럭스 본딩을 위한 솔더로는 Au-20(wt.%)Sn 조성을 사용하였고, 본딩 전 증착 솔더의 높이는 standoff보다 약 1 μm 높게 디자인 하였다. 플립칩 본딩시에는 소자의 접합 정렬도를 향상시키기 위하여 PLC와 소자의 온도 프로파일을 다르게 제어하였으며, 솔더의 용융시부터 응고시까지 솔더 상에서 수습 g_f 의 응력을 계속적으로 가하여 standoff 상에 소자가 접하도록 공정을 실시하였다. PLC 도파로에 대한 소자의 상하좌우 접합 정밀도는 소자의 후면에 금속이 증착되지 않은 테스트 소자를 접합시킨 후 적외선 카메라로 관찰하면서 평가하였으며, $\pm 1\mu\text{m}$ 이내의 정렬 편차를 나타내는 것으로 측정되었다. 아울러 플립칩 본딩된 소자로부터 충분한 접합강도를 확보하기 위하여 패드 면적에 따른 접합 강도의 변화를 평가해 보았다.

한편 2개의 WDM 박막 필터는 half sawing법으로 만들어진 트렌치(trench) 사이에 끼운 후 자외선 경화 index matching 에폭시로 고정하였으며, 소자와 도파로 사이, 광 fiber와 도파로 사이의 공극을 index matching 에폭시로 채워 기계적 강도의 향상과 더불어 광 커플링의 향상을 도모하였다. 서브 모듈 제조 상태에서 1차 광 커플링 특성을 측정해 보았다.

이후 패키지 housing 상에서 구동 PCB(printed circuit board)와의 전기적 연결을 실시하고 V-groove를 가지는 PLC에 single mode(SM) fiber를 수동정렬 후 고정시켜 12핀 SMP 타입 triplexer 모듈 제작을 완료하였다. 제작 모듈로부터 최종 광 커플링 효율이 측정 및 계산되었고, 전송 특성을 평가하기 위하여 1.25Gbps에서 eye diagram 측정을 실시하였다.