TT-P049

마이크로볼로미터 IR 소자의 응답도 특성의 진공도 의존성 연구

한명수, 한석만, 신재철, 고항주, 김효진

한국광기술원 광에너지연구센터

비냉각 적외선 검출소자는 빛이 전혀 없는 환경에서도 사물을 감지하는 열상장비의 핵심소자이다. 마이크로볼로미터 적외선 검출기는 상온에서 동작하며, 온도안정화를 위해 TEC를 장착하여 진공패키지로 조립된다. 패키지는 진공을 유지할 수 있도록 일반적으로 메탈로 제작되며, 단가 감소 및 생산성 증대를 위해 wafer level packaging 방법을 이용한다. 마이크로볼로미터의 특성은 패키지의 진공 변화에 매우 민감하다. 센서의 감도를 증가시키기 위해서는 진공환경을 유지해야 한다. 볼로미터 소자의 특성은 상압에서 열전도는 기판과 멤브레인 사이의 에어갭을 통해 열손실을 야기하므로 센서의 반응도가 현저히 줄어든다. 에어갭이 1 um 정도 되더라도 그 사이에 존재하는 열전도가 가능하므로 진공을 유지하여 열고립 상태를 증대시킬 수 있다. 이에 본 연구에서는 소자의 동작시 압력, 즉 진공도가 볼로미터 소자의 반응도 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 마이크로볼로미터 소자는 2×8 어레이 형태로 제작하였으며, metal pad를 각 단위셀에 배치하였으며, 공통전극으로 한 개의 metal pad를 넣어 설계하였다. 흡수체로써 VOx를 사용하였으며, 열 고립구조를 위해 2.5 um 공명 흡수층의 floating 구조로 멤브레인을 형성하였다. 진공패키지는 메탈패키지를 제작하여 볼로미터 칩을 TEC 위에 장착하였으며, 신호의 감지를 위해 가변저항을 매칭시켰다. 반응도는 신호 대 잡음 값을 획득하여 소자에 도달하는 적외선 에너지에 대해 반응하는 값을 계산에 의해 얻어내는 것이다. 픽셀 크기는 50×50 um이며, 패키지 조립 공정 후 온도변화에 따른 저항 측정을 통해 TCR 값을 얻었다. 이때 TCR은 약 −2.5%/K으로 나타났다. 2×8의 4개 단위소자에 대해 측정한 값은 균일하게 TCR 값이 나타났다. 광반응 특성은 볼로미터 단위소자에 대해서 먼저 고진공(5e-6 torr) 하에서 측정하였으며, 반응도는 25,000 V/W의 값을 나타내었고, 탐지도는 약 2e+8 $cmHz_{1/2}/W$로 나타났다. 패키지의 압력 조절을 위해 TMP 및 로터리 펌프를 이용하여 100 torr에서 1e-4 torr의 범위에서 압력조절 밸브를 이용하여 질소가스의 압력으로 진공도를 변화시켰다. 적외선 반응신호는 압력이 증가함에 따라 감소하였으며, 2e-1 torr의 압력에서 신호의 크기가 감소하기 시작하여 5 torr에서 반응도의 1/2 값을 나타냄을 알 수 있었다. 30 torr 이상에서는 신호가 잡음값과 거의 동일하여 신호대 잡음비가 1로 나타남을 알 수 있었다. 또한 진공도 변화에 대해, 흑체온도에 따른 반응도 및 탐지도의 특성을 조사한 결과를 발표한다. 반응도의 증가를 위해 진공도는 진공도는 1e-2 torr 이하의 압력을 유지해야 함을 본 실험을 통해 알 수 있었다.

Keywords: Microbolometer, Pressure, Vacuum package, Responsivity