

온도 변화에 따른 압력센서 배선의 피로수명 평가

심재준*(동아대학원 기계공학과), 한근조(동아대학교 기계공학과),
김태형(경남정보대학 기계산업자동차계열), 한동섭, 이성욱(동아대학원 기계공학과)

주제어 : 압력센서, 배선, 피로수명, LCF(Low Cycle Fatigue), MEMS

반도체 집적회로 제작 기술을 기반으로 하여 각종 물리량 감지를 위한 미세기계구조물과 각종 물리량의 전기신호로의 변화, 증폭, 보정을 위한 전자회로를 동시에 제작하여 하나의 칩 상에 집적화시킬 수 있는 MEMS 기술이 등장하게 됨에 따라 센서의 소형화, 경량화, 다기능화, 고성능화와 함께 비용을 최소화할 수 있는 장점을 가진 반도체 센서가 급격하게 개발되어 자동차 산업에 상용화 되고 있다. 특히 반도체 압력센서는 엔진 제어용 MAP센서에서 가장 먼저 상품화되었으며, 현재 타이어압 센서 그리고 탱크 연료압력센서가 상품화되었고, 에어컨 압력 센서등도 실리콘 센서로 대체하기 위한 단계에 와 있다. 향후 자동차 한 대당 최소한 6~7정도의 압력센서가 사용될 것으로 예측되므로 이에 대한 연구가 많이 수행되고 있다.

반도체 공정을 이용하여 제작된 압력센서는 구조물은 높은 피로강도를 가진 실리콘으로 제작되어, 외부 하중이나 열적 변형이 매우 높은 안전성을 나타내지만, 소자에 전력을 공급하거나 신호전달을 목적으로 하는 배선은 금속화 공정에 의해서 제작되므로 실리콘에 비하여 외부 조건에 매우 민감한 반응을 나타내고, 특히, 반복적인 열하중에 매우 취약한 것으로 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 열하중에 의한 알루미늄 배선의 피로 수명을 평가하고, 또한 설정된 수명에 대한 사용 임계 온도를 제안하고자 한다.

본 연구에서 채택한 대표적인 막형태의 압력센서를 Fig. 1에 나타내고 있으며, 알루미늄 배선의 치수는 100×4000×0.4(μm)로 각각 폭, 길이, 두께를 나타낸다. 하중은 외부하중을 제외하고, 순수하게 80℃ 열하중만을 부가하였다. 반복적인 열하중에 의해서 알루미늄 배선은 소성 변형을 발생되므로 Manson-Coffin 식을 이용한 저사이클 피로 평가를 수행하여야 한다. 그러므로, 반복적인 열하중에 의해 알루미늄 배선에서 발생하는 응력-변형률 선도를 Fig. 2에는 나타내었으며, 여기서 구해진 피로수명은 838778이 된다. 만약, 2N_f가 10분이라고 한다면, 예상되는 수명은 9.57년으로 사료된다. 하지만, 온도의 변화가 200℃로 높아진다면, 피로 수명은 26일로 매우 낮아짐을 알 수 있다.

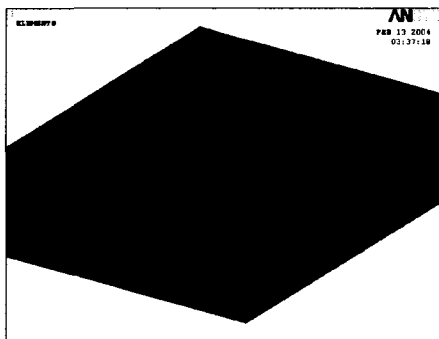


Fig. 1 Meshed shape of diaphragm type pressure sensor

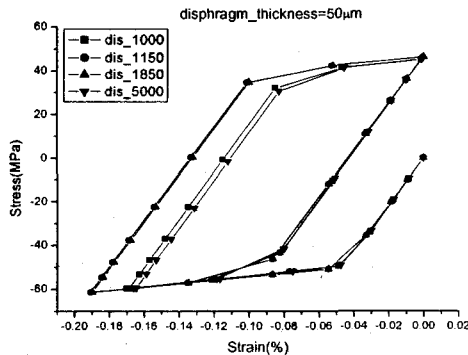


Fig. 2 Strss-Strain curve of Al interconnect with respect to iteration cycle under 80℃