

## 타이어 압력 센서에서 배선의 잔류응력에 관한 연구

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

주제어 : 금속화 공정, 배선, 잔류응력, 압입시험, 다층박막)

자동차분야에서도 반도체 기술을 이용한 센서들이 엔진제어 시스템(압력, 유속), ABS 시스템(가속도, 각속도)등에 급격하게 적용되고 있다. 이러한 센서에 전력을 공급하거나 신호 전달하는 목적으로 사용되는 배선은 기하적인 형상과 배선이 가지는 지지조건의 차이로 국부적인 응력집중과 국부적인 변형이 발생되어 미세한 배선에서는 원하는 수명이전에 파손이 발생하기도 한다. 그러므로, 본 연구에서는 실제 구조물의 배선에서 발생할 수 있는 응력상태를 분석하기 위해서 실제 구조물과 동일한 크기를 가진 유한요소 모델을 이용하여 해석을 수행하여 재료의 변화에 대한 영향을 잔류응력으로 분석하였다. 그리고, 반도체 집적공정을 이용하여 압저항형태의 간단한 압력센서를 제작하고, 외부 열을 반복적으로 가하여 열하중에 의해 배선에서 발생하는 잔류응력을 압입시험법에 의해서 측정하여 유한요소해석에서 구한 결과와 비교함으로써 실제 배선 설계시에 적용할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

실제 압력 센서와 동일한 모델을 형성하고, 이후 측정압력을 제외한 열하중만을 추가하여 해석을 수행하여 결과를 도출하였다. 설정된 모델은 배선의 폭을  $100\mu\text{m}$ 로 설정하고, 이후 두께를  $0.01\sim 0.1\mu\text{m}$ 로 변화하면서 해석을 수행하였으며, 해석에 사용된 재료는 알루미늄, 구리, 금을 사용하였으며, 이때 배선은 단층과 다층으로 제작하여 각 모델에 대해 해석을 수행하였다. 단순화된 압력센서의 형상을 Fig. 1에 나타내었으며, 메시된 형상은 Fig. 2에 나타내고 있다. 그리고, 해석의 신뢰성을 평가하기 위해, 반도체 집적공정을 이용하여 간단한 압력센서를 제작하고, 재료의 변화에 따른 잔류응력을 정성적으로 측정하였다.

유한요소해석을 수행한 결과, 실리콘 박막의 센서부는 뒷면이 에칭되어 기판과 다층박막이 외부하중에 대해 충분히 자유롭게 변형이 가능하지만, 외곽부는 밑부분이 완전히 고정되어 외부하중에 대해 배선의 자유도를 제한하게 되므로 국부적인 응력집중이 지지조건의 경계부에서 발생된다. 또한, 단층배선인 경우에는 열팽창계수가 낮을수록 잔류응력은 낮게 발생하였다. 그리고, 다층박막인 경우에도 동일한 응력분포를 나타내며 두께가 증가할수록 잔류응력도 증가하며, 그 증가폭은 알루미늄/구리보다 구리/알루미늄인에서 더 크게 발생하였다.

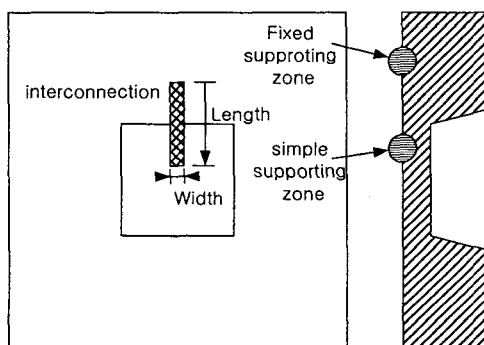


Fig. 1 The schematic shape of simplified analysis model



Fig. 2 The meshed shape of simplified pressure sensor