B - 14

정전기력 인가에 의한 박막구조물의 미세파괴 특성 분석
Analysis of microfracture of thin film structure using the electrostatic force

이세호, 김재석, 박유근*, 권동일

서울대학교 재료공학부
*삼성종합기술원 마이크로시스템실

Abstract

전기적 하중에 의하여 기계적으로 거동을 하는 다양한 마이크로 엑츄에이터 시스템의 응용이 확대됨에 따라 이를 구성하는 박막구조물의 정확한 기계적 미소물성의 분석을 바탕으로한 소자의 설계 및 제조가 절실히 요구되고 있다. 특히, HDD(Hard Disk Drive)등에 사용되는 마이크로 엑츄에이터용 박막구조물의 정전기력에 의한 구동변위 및 파괴특성 평가함으로써 기계적 신뢰성 및 안정성을 평가 할 수 있게된다. 기존의 기계적 하중인가에 의한 박막구조물의 파괴특성에 관련된 연구가 보고되고는 있으나, 측정치의 오차가 심하고, 시험편의 표준화가 미비한 단계이며, 정전기력에 의하여 기계적으로 구동하는 실제상황을 모사하는데 한계를 지니고 있다. 이를 극복하기 위하여 정전기력에 의한 평가용 소자를 설계 및 제작하여 변형 및 파괴특성을 평가하였다.

마이크로 엑츄에이터용 박막구조물의 반복 동작시 발생하는 결함과 이로 인한 미소균열 발생 및 성장거동을 분석하기 위하여 평가용 소자 내에 초기 미소균열을 도입하였으며, 효과적인 응력전달 및 측정시 전기적인 신호에 따른 기계적인 미소 물성의 변화를 평가할 수 있는 기하학적인 형태를 고려하여 설계하였다. 본 평가용 단위소자의 제조를 위한 공정은 단지 1개의 포토마스크만을 이용하여 평가용 구조물의 제조를 가능하게 공정설계를 하였으며, 이는 다음과 같다. 실리콘 웨이퍼 위에 절연막으로 실리콘 산화막을 형성시킨 후 박막구조물의 형성을 위하여 희생층으로써 PSG를 APCVD에 의하여 2㎛ 증착하였다. 이 후 3㎛의 폴리실리콘을 LPCVD를 이용하여 증착한다. 이후 건식식각을 통하여 원하는 형태의 단위소자를 형성시키며, 단위소자의 기계적인 구동을 위하여 희생층인 PSG를 Buffered HF를 이용하여 제거시킨다. 이러한 소자를 이용하여 정전기적 하중인가시 발생하는 변형 및 파괴특성을 측정하였다. 정전기력의 인가시 예상되는 구동변위 및 응력분포의 시뮬레이션 하였으며, 이를 바탕으로 정전기력에 의한 박막구조물 소재의 전기적 성질 변화를 해석함으로써 탄성성질 및 파괴특성을 측정할 수 있었다.

참고문헌

[1] J.A. Connally and S.B. Brown: Science, Vol. 256, 1992, p. 1537
[2] L. Kiesewetter and J.-M. Zhang: Sensors and Actuators, A. 35, 1992, p. 153