

계면파괴시험편의 개발을 통한 Ti 계 박막의 접착력 해석

Adhesion Interpretation of Ti-based Hard Thin Films by Development of Interface Fracture Specimen

정중현, 이상로*, 권동일
서울대학교 공과대학 재료공학부
*한국기계연구원 재료공정연구부

서론

TiN과 같은 Ti 계 박막은 정밀산업 및 전자산업 등에서 다양한 용도로 사용되고 있으며, 이때 계면은 재료의 기능성 유지에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 계면접착력을 정량화하려는 시도들이 이루어지고 있으나 아직 만족스러운 수준은 되지 못하며 최근에는 계면파괴역학의 적용을 통하여 박막 계면의 파괴저항성을 계면파괴 에너지로 평가하고자 하는 연구들이 시도되고 있다. 그러나, 박막재료는 미소성과 물성의 비균일성 때문에 파괴인성시험의 준비 및 의미있는 균열전파유도가 쉽지 않고 평가장비의 민감도가 만족스럽지 못하다. 이에 cantilver 빔을 응용하여 계면분리시의 에너지 방출률을 증폭한 시험법을 제시하였다.

실험방법

중형비가 10 이상인 평판빔 형태의 고속도강에 TiN 박막을 RF magnetron reactive sputtering으로 증착하였다. 기판온도와 N₂ 분압을 조절함으로써 박막의 성질을 변화시켰다. 예비균열의 도입을 위해서 TiN의 증착 전에 Cu를 스퍼터 증착하여 계면의 접착력을 부분적으로 약화시켰다. 시험제작 후 시험편의 한쪽은 clamping 시킨 후 한쪽 끝에 하중을 가하면서 변위에 따른 하중을 측정하여 임계하중을 구하였다.

고찰

제작된 cantilever 빔은 단일빔과 HSS/TiN/Adhesive/HSS의 복합빔 영역으로 구분될 수 있는데 각 영역에 대해 굽힘이론을 사용함으로써 시험편전체의 에너지를 계산할 수 있으며, 이로부터 균열전파에 따른 에너지 방출률과 균열의 전파속도를 해석적으로 구할 수 있었다. 그 결과 에너지 방출률은 변위-하중 곡선의 자료로부터 균열의 전파단계별로 얻을 수 있었고 이로부터 임계에너지방출률의 평가가 가능하였다. 본 시험법은 전체 에너지 방출률에서 박막이 기여하는 부분이 매우 미미하기 때문에 박막의 기계적물성에 대한 정보가 필요하지 않고 에폭시 접착제의 기계적물성이 에너지 방출률에 거의 영향을 주지 않기 때문에, 접착력 평가방법의 난제 중 하나인 각 재료의 기계적 물성에 대한 정확한 평가가 선행될 필요가 없다. 뿐만 아니라, 시험편의 형태 및 하중부하방식의 특징으로 인해 균열이 기판 쪽으로 꺾이려는 성질을 갖게 되는데, 고속도강은 인성이 우수하므로 결국 균열은 계면을 따라 전파되려는 강한 경향성을 갖는 장점이 있다.

그럼에도 불구하고 본 시험편에서는 예비균열의 도입이나 시험법의 민감도를 개선하려는 추가적인 연구를 통하여 시험법의 신뢰성 및 안정성의 증진이 요구되고 있다.