

Dual Arc Ion Plating법에 의한 Cr 첨가 질화탄소 박막의 특성 평가

이경황¹, 박영희¹, 정재인², 양지훈²

¹포항산업과학연구원 울산산업기술연구소, ²포항산업과학연구원 설비.자동화연구센터

Diamond-like Carbon (DLC), CN_x 및 CBN 등으로 대표되는 탄소계 박막은 내마모성, 고경도, 고탄성율, 및 화학적 안정성을 갖고, 소재의 표면보호 피막으로서 다양한 산업분야에 실용화 및 응용 연구가 진행 되고 있다. 특히, 이들 박막은 무정형의 아몰퍼스 구조로 낮은 마찰계수와 내마모성이 뛰어나 각종 구동부의 트라이볼로지 산업분야에서 이용되고 있다. 예를 들면, 나노메타 단위의 트라이볼로지 특성을 제어하는 자기기록매체에서 마이크로메타 단위의 마찰마모특성을 고려하는 자동차엔진 부품까지 그 응용범위가 넓어지고 있다. 이들 박막은 뛰어난 트라이볼로지 특성에도 불구하고 높은 내부응력에 의해 금속 모재로부터 박리가 쉽게 발생하는 등의 문제점이 있어 내부응력 제어를 통한 밀착력 향상 공정 기술이 매우 중요하다. 탄소계 박막의 내부응력 제어를 위한 방법으로는 다층화, 경사 및 금속 혼합 박막 형성 등이 제안되고 있다. 본 연구와 관련된 탄소계 박막 중 하나인 질화탄소박막은 1989년 가상물질 β-C₃N₄가 다이아몬드와 유사한 체적탄성계수를 갖는 것으로 보고된 이래 Hard Materials로서 각광을 받기 시작했다. 지금까지 질화탄소박막은 다양한 합성 방법에 의해 형성되어 보고되고 있으나, 체적탄성계수가 다이아몬드와 유사한 결정구조를 얻었다는 보고는 없으며, 주로 아몰퍼스 질화탄소(a-CN_x)가 보고되고 있다.

본 연구에서는, sp³ 결합의 3차원 구조를 용이하게 하고 내부응력 감소를 목적으로 크롬속 크롬을 첨가하여 질화탄소 박막을 Dual Arc Ion Plating법에 의해 제작하고 박막의 화학적 구조와 기계적 특성을 평가하였다. 기판은 실리콘을 이용하였으며, 크롬첨가 질화탄소 박막의 제작 전에 실리콘 표면에 존재하는 산화물과 불순물을 제거하기 위해 질소 가스 (99.999%) 10 Pa의 분위기에서 바이어스 전압 -700V를 기판에 인가하여 Ion Bombardment 처리를 시행하였다. 박막은 질소가스 압력을 1 Pa로 조절하여 탄소와 크롬 타겟을 Cathode로 하여 각각 60A의 직류전류를 동시에 인가하여 아크 플라즈마 중에서 제작하였다. 기판의 바이어스 전압은 0 ~ -500V의 범위에서 직류전압을 변화 시켜 각각 박막을 얻었다. 박막의 화학적 구조는 X선 광전자분광법 (XPS), Fourier 변환적외선분광법 (FTIR) 및 Visible Raman 분광법을 이용하여 분석하였다. 경도 및 내마모 특성은 Nanoindentation법을 이용하여 평가하였다. 제작된 크롬첨가 질화탄소 박막의 경도는 바이어스 전압에 따라 8.6 GPa ~ 15 GPa로 나타났으며, 박막 중에 질소 함유량이 가장 높은 경우에 가장 높은 경도와 내마모성을 보였다. 또한, 크롬이 20% 이상인 박막에서는 우수한 내마모 특성을 보였다.