

**플라즈마 화학 증착법으로 제조된 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ 박막의 열처리에 따른 특성 평가
A Study on the Characteristics of $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ Coatings Deposited by
Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition after Heat Treatment**

이승훈*(서울대학교), 임주완(서울대학교)

TiCl_4 , AlCl_3 , H_2 , Ar , NH_3 기체를 사용하여 플라즈마 화학 증착법으로 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ 피막을 증착한 후 진공열처리 실험을 통해 열처리 전후에 나타나는 피막의 기계적 특성 변화 및 상 변화 양상에 대해 연구하였다. 기판으로는 M2 고속도강과 알루미나($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)를 사용하였으며, 열처리 실험은 진공 열처리로를 이용하여 800~1100°C에서 진행하였다.

M2 고속도강 위에 증착한 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ 피막은 모두 (200) 우선 방위를 갖고 있었으며, Al의 함량이 높아짐에 따라 입자의 크기가 미세해져 $(\text{Ti}_{0.2}\text{Al}_{0.8})\text{N}$ 의 경우 수 nm의 입자들로 이루어져 있었다. 열처리 시간을 일정하게 하고, 그 온도를 증가시킬 경우 비교적 낮은 온도 영역(~900°C)에서는 경도 증가를 나타내지만, 열처리가 더욱 진행됨에 따라 다시 경도가 감소하는 양상을 나타내었으며, 열처리 온도를 일정하게 하고 열처리 시간을 변화 시킬 경우에도 초기에 경도가 증가하다가 열처리가 진행됨에 따라 경도가 다시 감소하는 현상을 관찰하였다. 이때 경도증가 정도는 Al 함량이 높을 수록 뚜렷하고 오래 지속되었으며, $(\text{Ti}_{0.2}\text{Al}_{0.8})\text{N}$ 피막의 경우 열처리 전 2000HK_{0.01}에서 열처리 후 4500HK_{0.01}로, 매우 큰 경도 증가를 나타내었다. 이와 같은 열처리 전후의 기계적 특성 변화는 준 안정상의 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ 피막에서, 열처리가 진행됨에 따라 미세한 AlN 입자가 석출되면서 나타나는 현상으로, 고분해능 전자현미경(HRTEM) 분석을 통해 경도가 증가한 시편의 경우 석출상의 크기가 5nm 이하로 매우 작고 대체로 기지와 연속적인 계면을 형성하나, 열처리가 진행될수록 석출상의 크기가 커지고 임계크기 이상에 이르면 연속적인 계면은 거의 발견되지 않고, 대부분 불연속적이고 확연한 계면을 형성함을 관찰 할 수 있었다.

알루미나($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) 기판 위에 증착한 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ 피막은 마찬가지로 (200) 우선 방위를 나타내었으나, 그 입자의 크기가 수십 nm로 고속도강위에 증착한 피막에 비해 상당히 크게 형성되었다. 또한 열처리 후에 AlN의 석출이 진행됨에도 불구하고 경도 증가는 나타나지 않고, 열처리가 진행됨에 따라 경도가 감소하는 양상만을 나타내었다.

결국 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ 피막이 열처리 전후에 보이는 기계적 특성의 변화 양상은 열역학적으로 안정한 Wurzite-AlN의 석출에 따른 것으로 AlN 석출상의 크기에 의존하며, 또한 이러한 영향은 $(\text{Ti}_{1-x}\text{Al}_x)\text{N}$ 피막에 존재하는 Al의 함량이 높고, 초기에 증착된 막의 입자 크기가 작을 수록 클 것으로 예겨진다.