

플라즈마를 이용한 알루미늄 합금의 질화 공정

박현준¹, 최윤², 이재승², 이원범¹, 문경일¹

¹한국생산기술연구원, ²A-Tech System

알루미늄 자체에 대한 질화 기술의 어려움 때문에 현재까지는 AlN 분말을 이용한 소결 공정을 통하여 주요 부품의 제작이 되어 왔으며, Al 질화 기술보다는 아노다이징과 같은 표면 산화 공정 또는 도금과 같은 기술이 선호되어 왔다. 알루미늄 질화 기술이 잘 사용되지 않았던 이유는 알루미늄 표면에 2~5 nm 두께로 존재하는 치밀한 산화층의 높은 안정성 때문에 질화반응이 어렵기 때문이다.

이 알루미늄 산화물의 안정성은 질화물에 비교하여 5 배까지 높으며, 이런 경향은 온도가 높아짐에 따라 더욱 커지기 때문이다. 특히, 알루미늄의 낮은 기계적 물성을 향상시키기 위해서는 충분히 깊은 두께로 형성되어야 할 필요성이 높으나 알루미늄에 대한 질소의 고용도가 거의 없고 확산 계수가 매우 낮기 때문에 충분히 두꺼운 질화층의 형성이 어렵기 때문이다.

결국, 알루미늄 질화가 가능하기 위해서는 표면의 산화층을 없애야 하며, 알루미늄이 AlN이 되려는 속도는 Al_2O_3 를 만드려는 속도보다 매우 느리므로, 잔존 산소량을 최소화 할 필요성이 있어서 고진공 분위기에서 처리되어야 한다. 일반적으로 알루미늄 질화를 위해서는 10^{-6} torr 이하의 고진공도의 챔버가 필요하며 고순도의 반응 가스를 사용하여야 한다. 그러나 이러한 고진공하에서는 낮은 이온밀도 때문에 신속질화가 기존의 공정시간인 20시간동안, AlN층이 5um이하로 형성되었다.

본 연구에서, 알루미늄의 질화에 있어서, 표면층에 높은 전류를 걸어주어, 용융상태로 만들어주는 것이 좋다는 연구 결과를 얻었으며, 이를 토대로 신속질화를 위하여 전류밀도(전력량)에 따라 알루미늄 질화층의 형성 정도를 연구하였다. SEM, EDS, XRD등을 통해 Al의 표면에 플라즈마 질화를 통해 Al에 질소의 함유량이 증가하는 것을 확인하였으며 광학현미경을 통해 질화층의 두께와 표면조직을 확인하였다.

Al 시편의 표면을 효과적으로 활성화할 수 있는 $400^{\circ}C$ 이상의 온도에서 전류밀도(전력량)와 시간의 변화에 따라 질화층이 효과적으로 형성되는 조건과 시간에 따라 두께가 증가하는 경향을 확인할 수 있었다.

이러한 신속 질화 공정을 통해 2시간 이내의 질화를 통해 40um이상의 AlN층을 형성할 수 있었다.