

Ti-6Al-4V 합금의 가스질화와 고온산화

Gas nitriding and high temperature oxidation of Ti-6Al-4V alloys

김슬기*, 봉성준, 김민정, 이동복

*성균관대학교 신소재공학과 (E-mail:dlee@skku.ac.kr)

초록: α -Ti상과 β -Ti상 등으로 미세조직이 제어된 Ti-6Al-4V합금을동안 1 Pa의 질소기체내에서 850°C로 1시간 ~ 12시간 질화 처리하였다. 질화 시간이 증가함에 따라 Ti-N의 층은 두꺼워 졌으며 N이 용해된 α -Ti diffusion zone은 더 넓어졌다. Ti-N층에서 처음 생성된 Ti_2N 은 질화됨에 따라 TiN이 되었다. 대기 중에서 700°C로 10시간 동안 산화시킨 질화층은 rutile-TiO₂가 되었다.

1. 서론

뛰어난 기계적특성을 가진 Ti합금은 현재 항공 및 화학산업, 생체 재료등으로 응용되고 있다. 하지만 강도가 낮고 내마모성이 좋지 않다는 단점이 있다. 이러한 문제들을 극복하기 위하여 다양한 질화 기술을 적용하여 TiN 박막을 합성하고 있다. TiN 박막은 절삭기, 금형 틀, 기계부품, microelectronics에서의 확산장벽 등과 같은 산업 응용제품으로 가장 널리 쓰이고 있다. 본 연구에서는 열확산 처리의 한 종류로서 가스질화 기술을 이용하여 Ti-6Al-4V 합금위에 TiN 박막을 합성하였다. Ti의 우수한 반응성을 이용하여 기계적 성질을 저하시키지 않고 모재와 강하게 결합된 단단한 TiN을 표면에 형성시켰다. 단단한 TiN 박막은 빈번하게 산화분위기에 노출되기 때문에 산업계에서 응용하기 위해서는 가스 질화기술과 질화된 Ti합금의 고온산화거동의 이해가 필요하다. TiN 박막은 550°C 정도부터 산화되기 시작하기 때문에 TiN 박막의 열적 안정성은 매우 중요하다. 하지만, 질화된 Ti합금에서 산화의 효과는 잘 조사되지 않았다. 대기로부터 반응 경계면으로의 산소의 확산 또는 반응 경계면으로부터 대기로의 질소의 탈착은 TiN 박막의 산화를 지배하는 주요 인자이다. 본 연구의 목표는 가스 질화 조건과 고온산화특성을 제어하여 Ti-6Al-4V 합금 위에 형성된 질화막을 조사하는 것이다.

2. 본론

가장 널리 사용되는 Ti합금인 Ti-6Al-4V 합금을 기판으로 사용되었다. 기판을 15x10x1 mm³로 절단 후, 표면을 0.1 μ m의 다이아몬드 페이스트로 폴리싱 하고 탈이온수로 세척한 후 가스 질화시켰다. 10⁻³ Pa로 유지된 진공로내에 기판을 장입한 후, 850°C에서 수 시간동안 반응 챔버 안으로 1 Pa의 질소를 불어주어서 질화처리를 행한 후, 1Pa에서 0.03°C/s의 속도로 500°C까지 냉각한 후, 10⁻³ Pa에서 실온으로 냉각하였다. 질소는 1000°C에서 silica gel과 Ti chip을 이용하여 수분과 산소를 제거하였다. 질화된 시편을 대기 중에서 700°C로 10시간 동안 산화실험 하였다. 산화/질화된 시편을 SEM과 EPMA, XRD, TEM을 이용하여 분석하였다.

3. 결론

Ti-6Al-4V 합금을 1Pa, 850°C에서 질화시킨 결과 침입형 질소는 분해되고 질화물이 형성되었다. 1시간동안 질화시켰을 때, 0.8 μ m 두께의 Ti₂N층이 형성되었으며 질화에는 2.5 μ m 두께의 α -Ti(N) diffusion zone이 존재하였다. 6시간 동안 질화시켰을 때에는 Ti₂N과 TiN으로 이루어진 2.3 μ m 두께의 Ti-N복합층과 4.6 μ m 두께의 α -Ti(N) diffusion zone이 형성되었다. 12시간동안 질화시켰을 때에는, 5 μ m 두께의 Ti₂N과 TiN으로 이루어진 Ti-N복합층과 14 μ m 두께의 α -Ti(N) diffusion zone이 형성되었다. 대기 중에서 700°C로 산화되는 동안 형성된 질화물들은 rutile-TiO₂로 산화되었다.

참고문헌

1. A. Zhecheva, S. Malinov, W. Sha, Surf Coat Technol, 201 (2006) 2467.
2. W.L. Pan, G.P. Yu, J.H. Huang, Surf Coat Technol, 110 (1998) 111.
3. I. G. Polyakova, T. Hübert, Surf Coat Technol, 141 (2001) 55.

감사의 글. 본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (에너지인력양성 사업 No. 20114010203020).