

B-07

플라즈마질화된 Fe-30at%Al-5at%Cr계 합금의 부식특성 Corrosion Characteristics of Plasma-Nitrided Fe-30at%Al-5at%Cr Alloy

최한철*, 고영무(조선대학교 치과대학 치과재료학교실)
김관휴, 최담천(전남대학교 금속공학과)

1. 서론

Aluminide계 금속간화합물은 내산화성 및 내 황화성이 우수하고 재료비가 저렴하여 기존의 스테인리스강이나 내열구조용 재료의 대체 재료로서 가능성이 크다. 그러나 대부분 상온 연성의 결여로 인한 상온취성과 습한 분위기에서 수소취성에 의한 응력부식균열 등 내식성이 좋지 않은 단점이 있다. 이를 개선하기 위하여 Cr, Mo, Nb 및 B등과 같은 합금원소를 첨가하는 등의 연구가 계속되고 있으나 이들 합금이 우주왕복선이나 잠수함등과 같이 내식성과 내마모성이 동시에 요구되는 경우에는 질화처리를 행해 오고 있으며 Al과 같이 부동태 피막을 형성하는 합금에 질화처리는 산화피막을 미리 제거하여야 하기 때문에 플라즈마질화법을 사용한다.

따라서 Aluminide계 금속간화합물의 표면에 플라즈마질화하는 경우의 부식특성에 대해서 조사하지 않았을 뿐만 아니라 플라즈마질화 처리시간 및 온도에 따른 표면과 내식성의 변화에 대한 고찰이 거의 없다. 본 연구에서는 Fe-30Al-5Cr 금속간화합물에 Ti, Zr, Hf를 첨가하여 합금을 제조하고 내마모성을 부여하기 위하여 시편의 표면에 고온과 저온에서 플라즈마질화처리하여 질화시간에 따른 표면의 성질변화와 부식특성을 조사하였다.

2. 실험방법

시편의 제조는 Fe-30at.%Al-5at.%Cr을 기본 조성으로 하여 여기에 Ti, Hf 및 Zr등의 원소를 각각 첨가하고 진공아크로에서 용해하여 18g의 잉곳형태의 시료를 제작하였다. 제조된 시료는 분위기제어가 가능한 muffle furnace에 장입하고 상온에서 5°C/min의 속도로 1000°C까지 승온시켜 7일간 균질화처리를 한 후 노랭하고 다시 500°C에서 상안정화열처리(phase stabilizing heat treatment)를 5일간 한 후 노랭하였다. 열처리가 끝난 시료는 절단기를 사용하여 미세조직조사용, XRD용, 마모시험용, 플라즈마질화용, 부식시험용 시편등으로 절단하였다.

플라즈마질화는 표면에 플라즈마질화처리를 하기위해 균질화처리한 시편을 1000 grit의 SiC페이퍼로 연마후, 노내의 음극에 설치하고 N₂ 와 H₂ (1:1)의 혼합가스를 10-4 torr의 진공으로 유지시켜 480°C에서 10시간동안 플라즈마질화처리하였다. 질화표면의 경도측정은 micro-vickers경도계를 사용하여 load 200g, 7sec과 같은 조건으로 측정하였다. 시편표면의 성분은 XRD 및 EDX를 사용하여 분석하였다.

제조한 시편의 부식특성에 미치는 플라즈마질화처리의 영향을 조사하기 위하여 플라즈마

질화된 시편을 부식시험용 전극으로 사용하였으며 기준전극은 포화칼로멜전극을, 보조전극은 고밀도 탄소전극을 각각 사용하였다. 부식시험에 사용된 cell내의 전해액은 실험이 시작되기 60분전부터 끝날때까지 Ar가스를 흘려 보내 탈공기된 분위기를 유지하였다. 플라즈마 질화표면의 부식특성은 0.1M H₂SO₄용액에서 전위주사속도를 1.67mV/sec로 하여 -700mV에서 +1800mV까지 주사potentiodynamic polarization test를 사용하여 조사하였다. 0.1M HCl용액에서 전위주사속도를 1.67mV/sec로 하여 -700mV에서 +700mV까지 주사하여 전위-전류곡선인 CPPT곡선을 얻어 공식전위와 부식전위를 측정하여 플라즈마질화된 표면의 전기화학적특성을 조사하였다. 부식시험후 표면의 부식형태는 주사전자현미경과 EDX를 사용하여 분석하였다.

3. 결과 요약

플라즈마질화처리한 Fe-30at.%Al-5at.%Cr 합금 표면은 Fe₂-3N 및 Fe₄N₃이 형성되고 Ti를 함유시킨 경우에는 TiN₃이 형성되며 질화처리하지 않은 경우에 비하여 경도가 약 2배로 증가하였다. Fe-30at.%Al-5at.%Cr 합금에 Ti를 첨가시켜 질화하면 표면에 치밀한 질화막의 형성으로 내식성이 증가되었고 Hf나 Zr이 첨가되면 활성태전류밀도가 증가하였다. Ti, Zr, Hf를 복합첨가한 후 플라즈마질화처리하면 Ti가 첨가된 경우에 질화표면이 그대로 유지되어 내식성이 증가되었고 Zr-Hf를 첨가한 경우에는 질화층의 부식으로 질화물이 박리되어 내식성이 저하되었다. 플라즈마질화처리된 Fe-30Al-5Cr 합금을 공식거동을 조사한 결과, Fe-30Al-5Cr 합금에 Ti를 첨가한 경우는 부동태전류밀도가 크게 감소하였고 공식전위를 크게 증가시키며 Ti없이 Hf와 Zr를 복합첨가한 경우는 공식전위가 크게 감소하나 이 경우에도 Ti를 첨가하면 공식전위가 크게 증가하여 공식이 거의 발생되지 않았다.

참고문헌

- 최한철, 황금연, 김관휴, The Surface Characteristics and Corrosion Behavior of Plasma Nitrided Austenitic Stainless Steel Containing Mo, J. of the Japan Institute of Metals, 64권, 2호, 79 ~ 84, 2000년,
최한철, 최답천, 김관휴, 홍성길, Fe₃Al 금속간화합물의 부식거동에 미치는 Cr, Mo 및 B의 영향, 일본재료와 환경, 45권, 3호, 121 ~ 190, 1996년,