

텅스텐 중합금의 열응력에 관한 연구 (A Study on the Thermal Stress in W Heavy Alloy)

국방과학연구소, 송 홍섭*, 김 은표, 이 성, 천 병선(충남대)

텅스텐계 중합금의 계면은 이 합금이 개발된 이래 계속적으로 관심의 대상이 되어 왔으며 따라서 꾸준히 연구가 진행되고 있는 분야이다. 이 계면에 관한 연구 분야는 열처리 공정에 의한 불순물의 계면편석 방지, Ni/Fe비 변화에 따른 계면강도 연구, 제 4원소 첨가에 의한 계면의 형태 불안정성과 물성향상에 관한 연구등 주로 계면강도와 관련되어 진행되어 왔다. 계면연구의 일환으로 최근에는 텅스텐 입자와 기지 상간의 계면의 형태 불안정성(텅스텐 입자의 undulation)에 대한 연구가 진행되고 있다. 이와 같은 텅스텐 입자의 형상 변화는 몇 가지 실험 조건하에서 발생하는 것으로 알려져 있다. 그 중 하나는 본 합금을 냉간 가공 후 액상온도 구역에서 소둔처리할 경우에 발생하는데 이때는 기지상의 thin film 이 재결정된 입자들을 분리시키는 현상도 함께 일어나게 된다. 이 외에 화학적 구동력이 존재하는 경우에도 텅스텐 입자의 형상 변화가 발생하는데 이는 W-Ni 또는 W-Ni-Fe 소결체에 Fe성분을 첨가하여 재소결하는 경우 텅스텐 입자의 undulation이 발생하는 것으로 알려져 있으며 이 경우는 기지상의 평형 조성이 달라지기 때문에 기존의 텅스텐 입자와는 다른 조성의 합금 층이 텅스텐 입자에 형성된다. 이 경우 계면 이동현상은 CIIM(Chemically Induced Interface Migration)으로 알려져 있고 그 구동력은 기존 합금 층과 새로이 형성되는 합금 층간의 격자상수 차이에 의한 정합변형에너지(coherency strain energy)라고 알려져 있다. 이외 액상에서의 텅스텐 입자의 형상 변화는 Mo나 Re 을 첨가한 경우에도 나타나는 것으로 보고된 바 있다. 이와 같이 순수한 텅스텐 입자의 계면 형상 변화는 이 재료의 물성변화에 크게 기여할 수 있음에도 불구하고 전술한 CIIM이나 Mo/Re 첨가에 의한 연구 등에 국한되어 그 연구가 수행될 수밖에 없었던 것은 상기의 방법들 외에 이 계면을 변화시킬 다른 방안이 알려져 있지 않았기 때문이다. 본 연구에서는 텅스텐 입자의 계면 형상 변화시키기 위한 구동력으로 열응력을 이용하였다. 즉 반복열처리에 의해 응력을 받은 텅스텐 입자를 재소결함으로써 계면의 형상을 변화시켰다. 그리고 변화된 입계가 파단시 파단형태에 어떤 영향을 미치는지를 아울러 연구하였다.