P-36

나노결정질 인바합금의 집합조직과 기계적 성질
Texture and Mechanical Properties of Nanocrystalline Invar Alloy

김종권, 서정호, 박용범
순천대학교 재료·금속공학과

1. 서론

인바합금(Invar alloy)이라 불리는 Fe-36%Ni 조성의 합금은 열팽창계수가 0에 근접하여 열적 안정성이 뛰어나다. 열팽창 계수가 작은 재료들의 대표격인 인바합금은 표준 측정장치, 내연기관의 피스톤, 바이메탈, 온도제어장치, 액체가스 저장장치, 집적회로 리드프레임, PC/TV 모니터의 섀도우마스크, 지자계 방어용 이너실드, 전기전자소자 등 매우 다양한 분야에서 응용되고 있다. 인바합금을 생산하는 기존방식은 압연법으로 진공용해로, 단조설비, 열간압연기, 다단압연기 등 대규모 설비가 필요할 뿐 아니라, 생산에 장시간이 소용되는 단점이 있다. 종래 제조방법의 한계를 극복하기 위해 최근, 전주도금에 의한 Fe-Ni 합금제조에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 나노크기의 결정질로 구성된 재료는 수많은 계면을 포함하므로, 결정립계에 존재하는 원자의 부피 분율은 내부결정 영역과 관련이 있다. 이 형태적인 특징 때문에 나노결정질 재료들이 열역학적으로 비평 형 상태에 있다. 그러므로 일반적인 마이크로 스케일의 결정립을 가진 재료들과 비교해서 아주 다른 성질들을 나타낸다.

2. 본론

본 연구에서 나노결정질 인바 합금 박판을 전주도금법으로 제조하였다. 전주도금중에 전해액의 pH는 2~3 범위로 유지하였고, 전류밀도는 50~100mA/cm^2, 전해액 온도는 45~60°C로 하였다. 도금 박판의 두께는 전류밀도와 도금 시간을 변화시켜 조절하여, 전착된 인바합금의 두께는 20㎛로 하였다. 전주성형방법으로 제조된 나노결정질 인바 합금의 조성은 EDS로 분석하였다. 열적인 거동을 분석하기 위해 시차열분석계를 이용하여 상온에서 450°C 까지 10°C/min의 승온속도로 가열하여 조사하였다. X-선 회절기의 Co Kα 타켓을 이용하여 극점도를 사용하여 집합조직을 측정하였다. 재료의 미세구조와 집합조직의 분석을 위해서 전계방사형 주사전자현미경에 장착된 EBSD를 사용하여 결정립들이 배향성을 관찰하였다. 전착된 도금 박판의 기계적 성질을 인장시험을 측정하였으며, 이 때 인장속도는 5min/min이었다. Nanoindentation 방법을 이용하여 재료의 경도 및 탄성계수를 측정하였다.

3. 결과

전착된 시편의 결정립 크기를 측정하기 위해 X-선 회절 피크를 이용한 Scherrer 식을 사용하였으며, 계산한 결정립 크기는 평균 10nm였다. 이 나노인바는 기존의 인바합금에 비해 탁월한 기계적 성질을 나타내었다. 나노재료에서는 입계를 구성하는 원자들의 분율이 높기 때문에 상대적으로 낮은 온도에서 결정성장이 일어나는데, 나노인바에서는 370°C 이상의 온도에서 결정성장이 시작한다. 전주성형된 상태에서 나노인바는 <100>//ND 집합조직이 강하게 발달되어 있고 <111>//ND 성분이 약하게 관찰되지만, 결정성장에 의해 집합조직 발달상태는 역전되어, 완전 어닐링한 시편에서는 <111>//ND 집합조직 성분이 주방위로 발달한다. 이러한 집합조직의 진화과정은 결정성장 초기에 <111>//ND 결정립들의 비정상결정성장에 의해 이루어진다는 것을 EBSD 관찰을 통해 해명하였다.

참고문헌

1. M.R Gallas, L. Amaral and J.M.H. da Jornada, J. Appl. Phys., 70 (1991) 131.
2. N. Wang, Z. Wang, K.T. Aust and U. Erb, Acta Mater., 45 (1997) 1655.
3. G. Palumbo, S.J. Thorpe and K. Aust, Scripta Metall. Mater., 24 (1990) 1347.
4. C. Suryanarayana, Int. Mater. Rev., 40 (1995) 41.
5. Y. B. Park, in 'Nano Invar Alloy and the Process of Producing the Same', Korea Patent No. 10-2003-0026108, (2003)
6. J. K. Kim, J. H. Seo and Y. B. Park, Mater. Sci. Forum, 467-470 (2004) 1313.