

(Co,Fe,Mo,Mn)₇₇(Si,B)₂₃ 비정질 합금에서 열처리에 따른 자구의 변화

김근홍, 송영범, 김은로, 김대연, 천창환
국방과학연구소

일반적으로 급냉용고법으로 제조한 비정질 박막재료의 경우 결정질 재료에 비해 비저항이 2~3배 크다. 또한 20~40 μm 의 얇은 두께이기 때문에 core 제조시 KHz 영역대에서 core 손실이 작은 장점이 있다. 특히 적절한 열처리를 거쳐서 자기이력곡선(hysteresis loop) 모양을 여러 형태로 변경할 수 있기 때문에 flux gate형 자기센서 등에 널리 활용되고 있으나, 열처리에 따른 자구(magnetic domain) 특성변화에 대해서는 거의 알려진 바가 없다.

본 연구에서는 상용구매한 (CoFeMoMn)₇₇(SiB)₂₃ 비정질 합금에 대해서 열처리 전후의 자구 분포상태를 Lorentz Microscopy 및 Electron Holography 기법을 이용하여 분석하였다.

TEM 시편은 열처리 전후의 시편에서 각각 채취하였으며, 직경 3 mm 디스크로 절단한 시편의 양면을 잔여 두께 10 μm 내외가 될 때까지 dimpling한 뒤 ion milling으로 최종 연마하여 제작하였다.

그림 1은 열처리 전후 시편에 대한 자구분포상태를 Lorentz Microscopy 기법을 이용하여 관찰한 것이다. 열처리전 10~20 μm 크기이던 자구가 열처리에 따라 1~4 μm 크기로 미세해졌음을 알 수 있다. 이밖에도 magnetization ripple 들이 관찰되고 있어서 자화방향을 직접 분석할 수 있으며, cross-tie wall에 cross-wall 들이 걸쳐져 있는 모습을 보여주고 있다.

그림 2는 열처리한 시편에 대한 Electron Hologram과 이를 재구성한 phase image이다. 시편내부 자화방향뿐만 아니라 시편 모서리 주위 공간의 자기장 분포상태도 선명히 관찰할 수 있다.

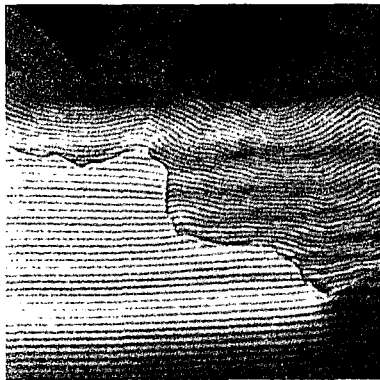


a) 자화 열처리전

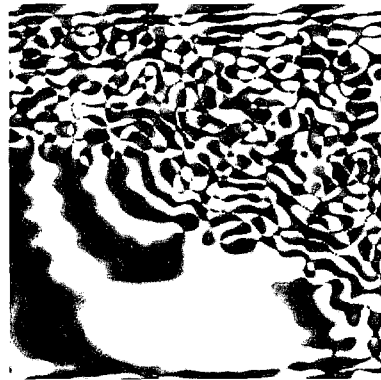


b) 자화 열처리후

Fig. 1.



a) hologram



b) recontructed phase image

Fig. 2.