

Fe-Ni-B 계 비정질합금의 결정화 과정

충남대학교 김 대승 이 승원

1. 서론 : 비정질합금은 액체상태로부터 초고속 급냉법에 의해 제작되었기 때문에 상온의 고체상태에서도 열역학적으로 비평형상태인 준안정상으로 존재하게 되므로 비교적 저온에서도 쉽게 결정화되어 그가 가지는 특이한 물성들이 소실되게 된다. 따라서 비정질합금의 열적 안정성 문제는 합금설계 및 실용화 차원에서 가장 우선적으로 다루어지고 있는 중요한 문제가 되고 있다. 본 연구에서는 결정화시 1단계 결정화에 의해 여러가지 상들이 순간적으로 비교적 복잡한 양상으로 생성되는 특성을 갖고 있는 Fe-Ni-B 계 비정질합금에 관해 여러가지 분석방법으로 각 생성상들의 종류, 성장과정, 분율과 열적안정성에 관하여 고찰해 보았다.

2. 실험방법 : 비정질합금의 결정화순간을 최대한 세분화하여 측정하기 위해서 등온열처리 방법을 선택하였고, 산화를 방지하기 위하여 내경 3mm 의 석영관에 넣고 10^{-3} torr 로 진공봉입하여 전기로에서 열처리 하였다. 결정화온도 및 결정화속도를 조사하기 위하여 시차주사열량계(DSC, Dupont 2100)를 이용하였고, 결정상들의 구조분석과 미세조직, 성장과정을 관찰하기 위해서 X-선 회절장치(Rigaku Geigerflex Model 2028)와 200kV 투과전자현미경(Akasi, EM2000B) 을 이용하였다. 또한 석출상들의 안정성을 측정하고 결정상들의 생성분율을 조사하기 위하여 Mössbauer 분광분석법을 도입 하였다.

3. 실험결과

각 조성에 대한 비정질합금의 결정화시 생성상은 다음과 같이 나타났다.

i) $Fe_{80-x}Ni_xB_{20}$ 비정질합금

$x=20$: 비정질 $\rightarrow \gamma-(FeNi) + t-Fe_3B \rightarrow \gamma-(FeNi) + t-Fe_2B$

$x=30$: 비정질 $\rightarrow \gamma-(FeNi) + t-Fe_3B + o-(FeNi)_3B$

$x=40$: 비정질 $\rightarrow \gamma-(FeNi) + o-(FeNi)_3B$

ii) $(Fe_{0.5}Ni_{0.5})_{80-x}B_x$ 비정질합금

$x=18$: 비정질 $\rightarrow \gamma-(FeNi) + \text{비정질} \rightarrow \gamma-(FeNi) + o-(FeNi)_3B$

$x=20$: 비정질 $\rightarrow \gamma-(FeNi) + o-(FeNi)_3B$

$x=24$: 비정질 $\rightarrow o-(FeNi)_3B$

$x < 20$ 의 범위 에서 결정화온도가 약간 증가하는 원인은 B 원자들이 금속원자들의 적층된 구조 사이의 빈 공간을 채우는 침입원자로서 작용되어 확산속도를 저하시키기 때문으로 여겨진다. 또한 $x > 20$ 의 범위에서 결정상은 주로 $o-(FeNi)_3B$ 상이 나타났고, 이는 결정화초기부터 안정상으로 낮은 온도에서도 쉽게 석출되는 것으로 보아 이범위에서 비정질합금의 결정화온도와 활성화에너지가 감소하는 원인은 주로 금속-반금속 원자간의 상호관계(화학적 결합)에 의한 것으로 나타났다.