

MAGNETIC PROPERTIES OF Fe_{73.5}Cu₁Nb₃Si_{15.5}B₇/Co_{88.3}Fe_{5.07}B_{3.44}Si_{3.19} TWO-PHASES RIBBON

Chungnam National University, W. B. Kim*

Research Center for Advanced Magnetic Materials, Chungnam University, S. M. Hong.

Chungnam National University, C. O. Kim

Chungnam National University, C. G. Kim

1. 서론

연자성 재료는 투자율이 높고, 큰 포화자속 밀도를 갖는 재료로서 외부자계에 용이하게 자화되며, 그 용도를 살펴보면 전기에너지 변환, 자기기록, 변압기, 변성기, 각종 코아, 모터, 자기센서, 전·자계차폐재 등 많은 전자기기에 이용되고 있다. 따라서 연자성재료는 기본적으로 결정자기이방성과 자왜가 작아야 한다. 한편 전기, 전자기의 경량화 및 고효율화를 위하여서는 포화자속밀도의 극대화, 고주파영역에서의 우수한 연자기 특성 및 저에너지 손실을 갖는 재료개발이 요구된다. 비정질합금은 기존 금속의 결정질구조에서 냉각속도의 증가 및 다합금화로써 구조를 유리과 같은 비정질상으로 변화시킨 것이다. 결정구조가 비정질금속으로 변화하게 되면 구조소재로서는 강도와 인성이 증가하고 내식성이 향상된다. Fe계 초미세결정립합금은 액체 급냉법에 의하여 제조된 비정질 합금을 결정화 온도 이상에서 열처리하여 극히 미세한 결정립구조를 갖게 한 것이고 고포화자속밀도를 나타내며 동시에 고투자율이 얻어지는 것으로 알려져있다. Co계 합금은 대표적 연자성 비정질 합금으로써 영자왜를 지닌다. [1]. 본 연구에서는 Fe계열 합금상과 Co계합금상을 동시에 갖는 bilayer ribbon을 급속응고법을 이용하여 제조하여 그 자기적 성질을 이해하고 향후 우수한 초고주파용 비정질합금의 재료를 얻을 수 있는 기초자료를 확보하고자 하였다.

2. 실험방법

단를 급속 응고법을 이용하여 Fe_{73.5}Cu₁Nb₃Si_{15.5}B₇와 Co_{88.3}Fe_{5.07}B_{3.44}Si_{3.19} 조성을 갖는 bilayer ribbon을 제조하였다. Copper roll 회전속도를 75m/sec로 하고 진공도 5×10^{-6} Ar gas 분위기에서 bilayer 형성에 따른 자기적특성을 측정하기 위해 각각 single Fe-base, Co-base ribbon과 bilayer인 Fe-base/Co-base(lower), Co-base/Fe-base(lower) ribbon들을 제조하였다. 자기적 특성은 진동시료형 자력계(VSM)를 이용하여 측정하였고, MOKE(Magneto-Optic Kerr Effect)를 이용하여 bilayer 형성에 따른 exchange coupling 현상을 측정하였다. 온도에 따른 자기적 특성 변화를 관찰하기 위하여 400°C ~ 600°C에서 1hr 자장중 열처리를 시행하였다.

시료의 구조분석은 주사전자현미경(SEM)을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 Fe_{73.5}Cu₁Nb₃Si_{15.5}B₇와 Co_{88.3}Fe_{5.07}B_{3.44}Si_{3.19} bilayer의 층간 구조를 나타낸 것이다. SEM 측정결과 상부층인 Fe계 합금과 하부층인 Co계 합금의 모습이 보이는데 하부층인 Co계 합금은 amorphous를

이루었고 상부층인 Fe계 합금은 완전한 비정질을 이루지 못하고 약간의 결정화를 이룬 nanocrystalline alloy를 형성하였다. 상부층은 하부층의 냉각시 발산되는 열에 의해 냉각속도가 저하되어 비정질화를 이루지 못한 것으로 판단된다.

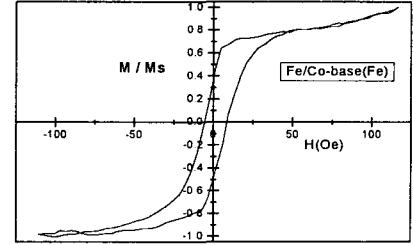
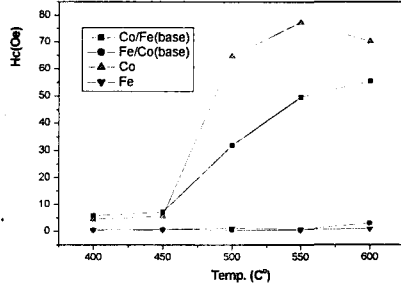
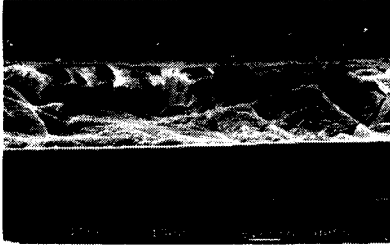


Fig. 1 Microstructure of bilayer.

Fig.2 Coercivity on annealing temperature of ribbons at 1hr.

Fig. 3 Hysteresis loop of Fe-rich/Co-rich bilayer

그림 2는 열처리온도에 따른 보자력의 변화를 나타낸 것이다. CoFeBSi/FeCuNbSiB bilayer와 Co계 ribbon은 온도에 따라 보자력이 증가하였고 이는 열처리에 따른 입자생성에 의한 것으로 판단되며 FeCuNbSiB/CoFeBSi bilayer와 Fe계 ribbon은 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 결정질인 Fe계 합금상인 상부층은 열처리에 따른 결정립성장이 단자구크기보다 커져서 보자력이 감소하였고, 하부층인 Co계 합금상은 비정질상에서 입자생성에 의한 보자력증가와 입자성장에 따른 $H_c \propto a/r^2 - b$ 관계식에 의해 보자력감소가 맞물려 변화가 적은 것으로 사료된다. 그림 3은 bilayer 형성에 따른 exchange coupling 효과를 확인하기 위해 MOKE(Magneto-Optic Kerr Effect) 측정을 한 것이다. $H_{c1}=8.43009$ Oe $H_{c2}=-5.55417$ Oe로 3Oe정도의 exchange coupling 효과를 얻었다. 이는 두 합금상 사이의 자장축에 따라 loop의 불일치가 발생한 것으로 판단된다.

4. 결론

이중 노즐 단롤법을 이용하여 $Fe_{73.5}Cu_1Nb_3Si_{15.5}B_7/Co_{88.3}Fe_{5.07}B_{3.44}Si_{3.19}$ 구조를 갖는 bilayer 두께 $40\mu m \sim 50\mu m$ 의 bilayer ribbon을 얻었다. ribbon의 구조는 냉각속도차이에 의해 상부층은 미세결정립을, 하부층은 비정질상을 형성하였다. ribbon을 열처리한 결과 Co계 single layer와 Co계/Fe계 bilayer에서 온도증가에 의한 보자력 향상효과를 관찰하였다. $Fe_{73.5}Cu_1Nb_3Si_{15.5}B_7$ 와 $Co_{88.3}Fe_{5.07}B_{3.44}Si_{3.19}$ bilayer에서 약 3 Oe정도의 exchange coupling 효과를 얻었다.

5. 참고문헌

[1] 조용수, 김윤배, 김창석, 김택기. Journal of Korean Magnetics Society, Volume 3, Number 3, September 1993