

Co-계비정질 리본의 열처리 효과에 관한 연구
A study on the Effect of Heat Treatment of
Co-based Amorphous Ribbons

진성빈*, 임재근, 문현욱, 신용진
명지대학교 전자공학과

S.B. Jin*, J.G. Lim, H.W. Moon, Y.J. Shin
Dept. of Electronics Engineering, Myong Ji Univ.

Abstract

This thesis describes the effect of heat treatment on the magnetic properties of Co-based Amorphous.

A sample was chosen as basic composition with $Co_{82}Si_{12}B_{16}$ of zero magnetostriction. It was made by single roll method with quartz orifice 0.5[mmφ], Ar gas pressure 0.6 [kg/cm²] and roll speed 28 [m/sec] and atmosphere is Ar gas. We obtained the sample of width 2.4[mm], thickness 45[μm]. Made sample annealed for the improvement of magnetic properties at annealing temperature 325, 350, 375 and 400°C and annealing time 15, 30, 45, 60 and 120min respectively.

Amorphous ribbon of co-based showed high permeability $\mu=8000\sim 14000$, and became improvement of magnetic properties according to annealing temperature and time.

Especially, Amorphous sample at 325°C, 45min appeared high permeability $\mu=13,589$ at frequency $f=100\text{Hz}$, and loss factor was reduced at low frequency with rising annealing time and temperature more annealed sample than basic sample.

1. 서론

비정질 합금은 재료자체의 고유특성인 자기이방성(magnetic anisotropy)과 자왜(magnetostriction)에 따라 특성이 민감하게 변화되며, 비정질이라는 특수성에 기인하여 자기 이방성값이 적어 고투자율을 갖지만, 자

벽수에 따라서 투자율과 손실의 특성이 변하게 된다.

특히, 자기이방성은 자기특성에 큰 영향을 미치는 인자로서 막대제조시 Ar압력을 적절히 조절하는 방법과 자장열처리를 하는 방법등이 있다^{1~3)}.

본 연구에서는 영자왜 특성을 갖는 Co계의 비정질 합금을 Ar분위기에서 제조하여 비정질합금의 주파수 분산 특성을 향상시키고, 특히 열적으로 불안정한 비정질 상태인 리본을 큐리온도와 결정화온도 사이를 세분화시켜 열처리 온도와 시간에 따른 자기적 특성의 변화를 관찰하고, 자기특성을 개선시키기 위해 비정질 합금을 열처리하였다.

2. 시료제작 및 실험방법^{4,6)}

합금의 조성은 $Co_{82}Si_{12}B_{16}$ 이고, 단롤법을 사용하여 용탕온도 1400~1600°C로 급냉막대 시료를 제작하였다.

용탕온도는 광학온도계를 이용하여 측정하였으며, 제작된 시편의 폭은 2.4[mm], 두께는 SEM을 이용하여 10회 측정된 값의 평균으로 45[μm]를 얻었으며, 길이는 수십~수백[cm] 정도의 리본을 얻었다. 열처리는 큐리온도와 결정화 온도사이를 세분화하여 열처리를 시행하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 325°C에서 각각 15, 30, 45, 60 및 120분간 열처리한 리본의 100Hz~100kHz에서 투자율의 주파수 분산특성을 나타냈다. 15분, 30분간 열처리한 시편은 급냉 상태인 기본시편(O표: 0분, 0°C)보다 40kHz까지는 투자

율의 향상을 가져왔다. 이는 열처리온도가 상승함에 따라 자력이동이 용이하여 보자력이 감소하기 때문에 투자율이 상승되었다고 생각되며, 325℃에서 45분이상 열처리한 경우, 최대투자율이 감소하는 것은 열처리시 쇼킹 타임(soaking time)의 증가로 인하여 리분면에 수직 한 자기이방성이 존재하여 자속밀도의 증가가 수반되지 않았기 때문이라고 생각되어진다. 또한, 15분과 30분에서 열처리한 시편의 경우 투자율이 감소하는 것은 시편 자체가 가지고 있는 구조적 결함으로 인한 보자력의 증가 때문이라고 생각되어진다.⁷⁾

그림 2는 350℃에서 각각 15, 30, 45, 60 및 120분간 열처리한 리분의 100Hz~100kHz에서 투자율의 주파수 분산특성을 나타냈다. 15분, 30분간 열처리한 시편은 급냉상태인 기본시편(○표: 0분, 0℃)보다 40kHz까지는 투자율의 향상을 가져왔다. 이것은 열처리 온도가 상승함에 따라 자력이동이 용이해졌기 때문이라고 생각된다.

그림 3은 375℃에서 각각 15, 30, 45, 60 및 120분간 열처리한 리분의 100Hz~100kHz에서 투자율의 주파수 분산특성에 대한 변화를 나타냈다. 15분간 열처리한 시편은 급냉상태인 기본시편(○표: 0분, 0℃)보다 40kHz까지는 투자율의 향상을 가져왔으며, 350℃보다 투자율이 상승하고 있음을 알 수 있다.

그림 4는 400℃에서 각각 15, 30, 45, 60 및 120분간 열처리한 리분의 100Hz~100kHz에서의 투자율에 대한 변화를 나타냈다. 400℃에서 열처리한 시편은 급냉상태인 기본시편(○표: 0분, 0℃)보다 전반적으로 투자율이 감소하고 있는데 이는 결정화온도가 가까워짐에 따라 결정화가 일어나고 있음을 알려주고 있다.

그림 5, 6 및 7은 325℃, 375℃ 및 450℃에서의 각각 열처리 시간별 손실을 나타내고 있다. 자심손실이 저주파에서 증가하는 것은 히스테리시스 손실과 와전류손실이 증가하기 때문이고, 히스테리시스 손실의 증가는 박 대표면의 조직증대에 원인이 있다고 보고 되어져 있다.⁷⁾

아몰퍼스 합금의 손실중 대부분을 차지하는 와전류손실은 주파수가 증가함에 따라 f^2 에 비례하는 경향을 나타내며, 이들의 손실값은 시편의 조성비, 미세구조 및 보자력과 투자율에 관계되는 값이다.⁷⁻⁸⁾

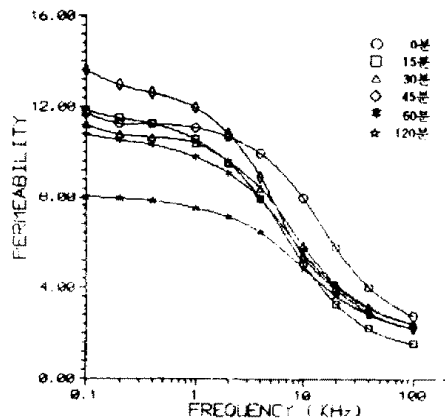


Fig. 1. A change of permeability to the annealing time at 325°C.

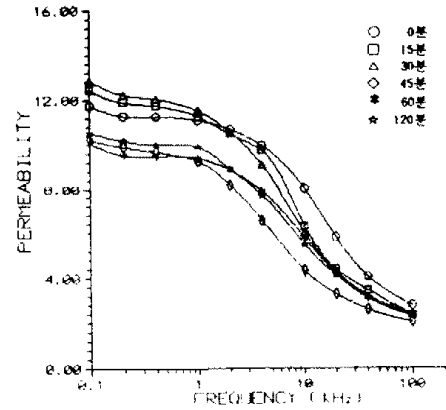


Fig. 2. A change of permeability to the annealing time at 350°C.

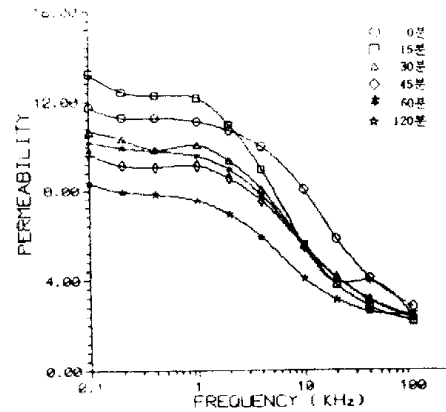


Fig. 3. A change of permeability to the annealing time at 375°C.

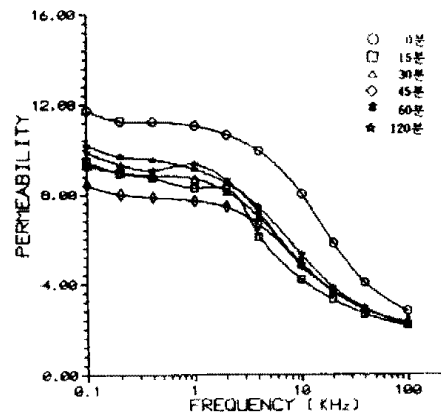


Fig. 4. A change of permeability to the annealing time at 400°C.

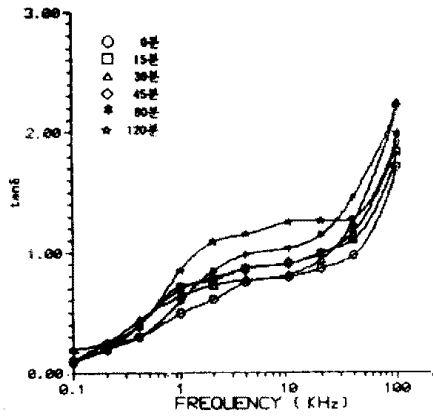


Fig.5. Loss of annealing time respectively at 325°C.

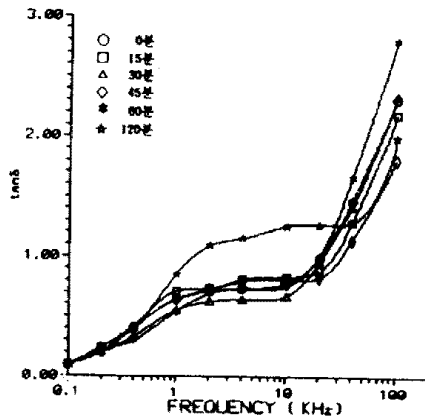


Fig.6. Loss of annealing time respectively at 375°C.

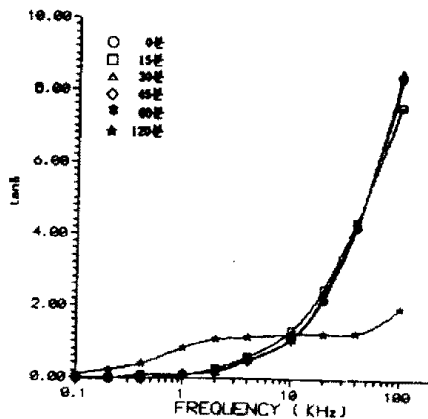


Fig.7. Loss of annealing time respectively at 450°C.

4. 결론

1. 제작한 리본은 X-선 회절실험결과 비정질상임을 확인하였고, 열처리 온도가 증가할 수록 결정화가 진행되어 Co기의 결정상이 나타났다.
2. 열처리에 의하여 자기특성을 향상시킬 수 있었으며, 최적열처리온도와 시간은 325°C, 45분간이며, 이때 최대 투자율 $\mu=13,589$ 를 얻었다.
3. 투자율은 열처리온도와 시간이 상승함에 따라 일축 자기이방성으로 인해 투자율의 감소를 나타냈다.
4. 손실은 열처리온도와 시간의 증가와 함께 저주파에서는 감소를 보였으나, 고주파 쪽으로 진행함에 따라 와전류손실의 증가로 인하여 손실이 f^2 에 비례하여 증가하는 경향을 나타냈다.

참고문헌

- 1) G. E. Fish : Mat. Sci. Eng., B3, 457 (1989)
- 2) T. Jagielinski : Mat. Sci., B3, 467 (1989)
- 3) M. Sagi and T. Sawa : 전기학회 magnetics 연구회 MAG-90-118 (1990)
- 4) 신용진 : "최근의 자성재료 연구동향", 전기학회지 Vol. 32, 670 (1983)
- 5) 신용진 : "고투자율 비정질 자성재료", 전기학회지 Vol. 34, 346 (1985)
- 6) 고재귀 : "자성물리학과 응용", 숭실대학교 출판부 178-179 (1987)
- 7) Y. Shimada and A. Hosono : 日本 應用磁氣學會誌, Vol. 12, 465 (1988)
- 8) T. Sato and Y. Sakaki : IEEE trans Magn., Mag-23 2593 (1987)
- 9) Y. Yasumasa : 자기학회 Magnetics 연구회, MAG-90-54 (1990)