

## FeCrNiMoMn 급속 소재의 열처리 효과에 관한 연구

한국과학기술연구원    용 대 영, 신 경 호  
(주) 케이 맥            장 효 선, 유 흥 열

## A Study on Annealing Effect of FeCrNiMoMn Magnetic-Metallic Material

Korea Institute of Science and Technology    Dae-Young Yong, Kyoung-Ho Shin  
K-MAG Inc.    H. S. Jang, H. Y. Yoo

## 1. 서론

자기적으로 반경자성 합금은 등방적 소재 및 비등방적 소재로 제조가 가능하며 그러한 목적을 가지고 만들 경우 각각의 processing에 차이가 있다. 또한 원하는 모양이 세선(wire)이거나 박대(strip)가 될 수도 있고, 수요자가 요구하는 양식에 따라 final annealing을 하지 않은 형태로 공급할 수 있다. 현재 사용되고 있는 도난 방지 센서용 급속 소재의 필요 요건은 적당한 보자력을 가져야하고 잔류자기가 커야하며 가공성과 절단성의 용이 및 생산단가가 저렴하여야 한다는 것이다. 본 연구에서는 EM(Electro-Magnetic) 방식의 센서로 사용할 수 있는 반경자성 합금 소재를 만들기 위한 가공 공정과 열처리 효과를 연구하였다.

## 2. 실험 방법

연자성 합금 센서는 보통 폭 1.0 ~ 3.0 mm, 길이 40 ~ 100 mm 및 두께 25  $\mu$ m 정도가 된다. tag의 제조는 센서 기능을 수행하는 연자성 합금과 그에 수반하여 센서의 기능을 제어하는 역할을 하는 반경자성 합금 소재를 3 ~ 7mm 정도로 잘라 붙여서 만들 수 있다. 이 실험에서는 최적 조성으로  $Fe_{72.4}Cr_{14.4}Ni_{7.2}Mo_{4.8}Mn_{1.2}$ 계 합금을 선택하여 용해, 재가열, 주조와 단조, 압연 및 소둔(soft annealing) 등을 통해 두께 약 85  $\mu$ m의 합금을 얻었다. 압연 전 1170 $^{\circ}$ C, 1200 $^{\circ}$ C 두 경우에 대하여 공정을 수행하였고 압연 중 소둔 온도(soft annealing temperature,  $T_s$ )를 850 $^{\circ}$ C로 하여 세 번의 소둔을 실행하였다. 냉연 전 산세 작업을 HF와  $HNO_3$ 를 섞은 혼산에서 하였고, final 열처리는 500 ~ 700 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 수행하여 박판 샘플을 얻었다. 열처리 전과 후의 자성은 진동 시료형 자력계를 사용해 측정하였다.

## 3. 실험 결과 및 고찰

열처리 온도(annealing temperature,  $T_a$ )에 대한 보자력의 변화를 Fig. 1에 보였다. 여기서 보자력의 두드러진 변화는  $T_a = 600^{\circ}$ C에서 나타나는데 열처리 전과 후의 온도 구간에서  $T_h = 1200^{\circ}$ C에서의 샘플이  $T_h = 1170^{\circ}$ C 보다 더 큰 보자력을 보였다. Fig 2는 잔류자화를  $T_a$

에 관하여 그래프로 그렸는데 이 경우에는 열처리 온도 전영역에서  $T_h = 1170^\circ\text{C}$ 가 약간 큰 값을 나타내고 있다. 또한 최대의  $M_r$ 은  $T_a = 500^\circ\text{C}$ 에서 그리고 최소는  $T_a = 700^\circ\text{C}$ 가 됨을 알 수 있다. 포화자화 값의 변화에 있어서는 Fig. 2의  $M_r$  data와 비교했을 때 같은 현상이 나타남을 볼 수 있다. 각형비(squareness,  $M_r/M_s$ ) 대  $T_a$ 의 변화는  $T_h = 1170^\circ\text{C}$  샘플의 각형비가 0.44 ~ 0.63의 값을 보이며,  $T_h = 1200^\circ\text{C}$ 의 각형비값은 0.42 ~ 0.62가 된다는 것을 알 수 있다.

#### 4. 결론

반경자성 합금을 압연 등의 공정을 수행하여 박판으로 얻은 샘플에 대해 자성 특성을 평가한 결과,  $T_h = 1170^\circ\text{C}$ 에서의 적정 보자력은  $T_a = 500 \sim 530^\circ\text{C}$ 에서 나타나고 그 경우의 잔류자기는 8.1 kG가 된다는 것과  $T_h = 1200^\circ\text{C}$ 에서는  $T_a = 500 \sim 520^\circ\text{C}$ , 잔류자기는 7.4 kG의 값을 보였다. FeCrNiMoMn 금속 소재는 용해하는데 있어 Cr과 Mn의 강한 산화성으로 인해 어려움이 있었으며 두께를 줄이는데 있어서도 세 번의 소둔을 수행하였다. 본 연구에서 목표 특성을 나타내는 금속 소재를 제조함으로써 목적 보자력의 5% 이내로 합금 조성 과 공정을 제어할 수 있는 합금 설계 기술 및 압연 등의 가공 공정 기술 축적이 가능하게 되었다.

#### References

- [1]. Y. Peter Zhou, Michael N. Cooper, Kyoung-Ho Shin, Thomas P. Solaski, and Jeffrey Taegue, "Electromagnetic sensor element and methods and apparatus for making and using same", US Patent 5029291, July 2, 1991.
- [2]. R. Frank, "Understanding smart sensor", Aartech House London, 1996.
- [3]. H. Fujimori, H. Yoshimoto and T. Masumoto, J. Appl. Phys. 52, 1893 (1981).

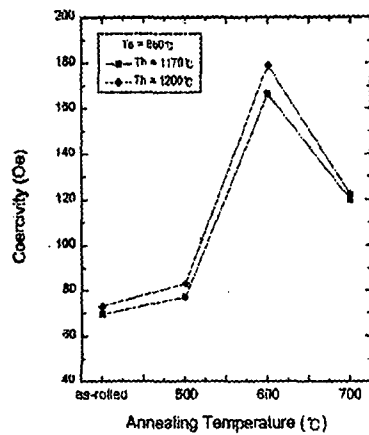


Fig. 1. Plots of coercivity as a function of annealing temperature for FeCrNiMoMn samples.

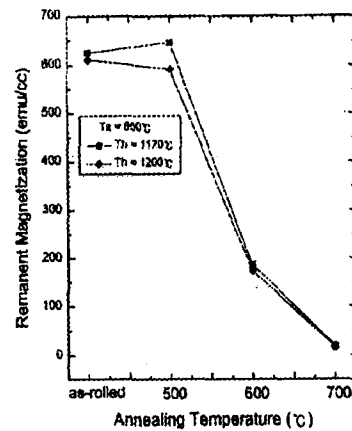


Fig. 2. Plots of remanent magnetization as a function of annealing temperature for FeCrNiMoMn samples.