

Co-Fe-Ni 연자성 합금의 자기적 특성과 조성에 미치는 Pulse current의 영향 (Magnetic Property and Composition of Co-Fe-Ni Soft Magnetic Alloy according to Pulse current)

한국과학기술연구원 재료연구부 김현경*, 장경수, 이관희, 정원용

1. 서론

정보화 사회가 도입 되면서 이전보다 더 큰 저장 장치가 요구 되고 있다. 그 대표로서, 지금까지의 HDD의 기록 방법은 수평자화 기록재료가 사용되어져 왔지만, 더 큰 저장공간 확보를 위해 이것을 수직자화 기록재료로 바꾸어 주려는 시도를 하고 있다. 이것은 이전의 수직자화 기록 재료보다 고밀도로 저장되어 훨씬 큰 기록 매체가 된다. 본 연구에서는 HDD의 연자성 하부층 재료나 새로운 형태의 GMR head 재료로서 Co-Fe-Ni을 사용하여 보자력이 낮고 포화자화도가 큰 고틱성 연자성 재료를 만들기 위한 연구를 하였다. Co-Fe-Ni 삼원계 합금의 특성은 2원계 합금보다 우수할 뿐 아니라 다른 공정에 비해 제조 단가가 낮기 때문에 경쟁력이 매우 우수하다. 본 연구에서 고틱성 Co-Fe-Ni합금 개발은 Ultra-high Density Magnetic Recording 재료 개발에 돌파구가 열릴 것으로 기대된다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 Co-Fe-Ni 삼원계 합금의 조성에 전류밀도가 미치는 영향을 알아보기 위해 Au/Si wafer (1x1cm²)위에 1 μ m 두께로 전기도금 하여 전류밀도에 따른 보자력과 조성변화를 관찰하였다. Direct current는 5mA~30mA, Pulse current는 on time을 0.01s~1.0s, off time은 1.0s로 고정하여 실험하였고, Ms값에 Ni 함량이 미치는 영향을 알아보기 위해 Co와 Fe의 wt% 함량을 30:22로 고정한 뒤 Ni의 함량을 0~50wt%로 바꾸어 주며 실험 하였다. 전해질은 $CoSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $NiSO_4 \cdot 6H_2O$, 첨가제로 Saccharin, H_3BO_3 이 사용되었고, 온도는 30 $^{\circ}C$ ~40 $^{\circ}C$, pH 3.5~4.5, Pt plates와 SSCE(Silver Silver Chloride)는 각각 counter electrode와 reference electrode가 사용되었다. 제조된 Co-Fe-Ni삼원계 합금의 표면 조직, 조성, 자기적 특성은 ESEM, AFM, EPMA, VSM을 통해 분석하였고, TEM을 통해 grain size와 결정구조를 분석하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Table 1은 전류 밀도의 세기에 따른 Pulse와 Direct current 조건에서 Co-Fe-Ni 합금의 자기적 특성을 나타내고, Table 2는 이에 따른 EPMA 조성분석 결과이다. pulse current가 20mA이고 on/off time이 1.0/1.0s일때 가장 낮은 Hc값을 갖는 Co-Fe-Ni 연자성 합금을 제조 하였고, 이때의 조성비(at%)는 Co:Fe:Ni = 30:34:36 이었다. 이는 TEM 분석 결과 Co-Fe-Ni의 grain size의 크기와 합금 비율의 차이에 의한 것으로 보인다.

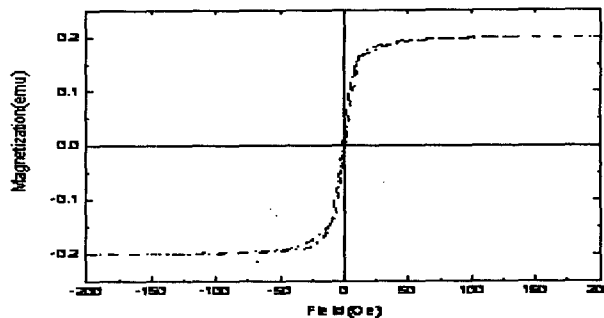
current(mA)	10		25		30	
	Hc(Oe)	Ms(emu)	Hc(Oe)	Ms(emu)	Hc(Oe)	Ms(emu)
direct	15.676	0.0166	4.2863	0.0427	112.32	0.0063
pulse	2.8427	0.2014	0.18920	0.1933	2.6140	0.1493

<Table 1. Magnetic property according to direct and pulse current>

sample	Atomic%			coercivity	Ms(emu)
PC	30.074	34.313	35.613	0.006	0.196
DC	28.022	33.224	38.754	4.286	0.043

<Table 2. Composition according to direct and pulse current>

Fig 1은 pulse current가 25mA, on/off time이 1.0/1.0s으로 전기도금한 Co₃₀Fe₃₄Ni₃₆ 합금의 자기 이력 곡선 결과이다. 연자성 합금의 특징인 매우 낮은 보자력과 높은 포화 자화도를 갖는 것을 볼 수 있었다.



<Fig 1. Hysteresis loop of Co-Fe-Ni Soft Magnetic Alloy>

4. 결론

본 연구에서는 전기 도금을 이용하여 연자성 재료인 CoFeNi 삼원계 합금을 제조하였다. pulse current (on/off time) 1.0/1.0s의 조건에서 그에 따른 조성비 30:34:36인 보자력이 0.008~0.3Oe인 고풍성 연자성 합금을 얻을 수 있었다.

5. 참고 문헌

- 1] Yahui Zhang and Douglas G. Ivey. *Chem mater.* 2004, 16, 1189-1194.
- 2] Daheum Kim, D.-Y. Park, B.Y. Yoo, P.T.A Sumodjo, N.V. Myung. *Electrochemica Acta* 48. 2003, 819-830.
- 3] S. Pinitsoontorn, G.A. Badini Confalonieri, H.A. Davies, M.R.J. Gibbs. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 290-291. 2005, 1528-1530.
- 4] Tetsuya Osaka, Madoka Takai, katsuyoshi Hayashi, Keishi Ohashi, Mikiko Saito & Kazuhiko Yamada. *letters to nature.* vol 392, 1998