

C1

Ribbon 형 $\text{Co}_{(1-x)}\text{Cr}_x$ ($x=27, 29, 30, 32, 35$) 합금의 자기특성.

숙명여자대학교 이장로, 장현숙*
전북대학교 이용호

Magnetic properties of the $\text{Co}_{(1-x)}\text{Cr}_x$ ($x=27, 29, 30, 32, 35$) ribbon type

Sookmyung women's Univ. J. R. RHEE, H. S. Jang*
Jeonbuk National Univ. Y. H. LEE

I. 서 론

수직기록 매체로서 주목받고 있는 Co/Cr 매질을 single roller 장치로 리본형태인 $\text{Co}_{(1-x)}\text{Cr}_x$ ($x=27, 29, 30, 32, 35$) 시료를 제작하여 X-선 회절상을 조사하였고, 조성비에 따른 포화 자화값을 77~700 K의 영역에서 온도의 함수로 구한 다음 Curie 온도 (T_c)와 절대영도에서의 포화자화값 $M_s(0)$ 를 외삽법으로 측정된 후 천이금속의 평균자기모멘트를 알아보았으며, 항자력의 변화를 조사하였다. 저온에서의 포화자화값의 온도 의존성에 관한 Bloch의 $T^{3/2}$ 법칙의 Bloch 상수를 구하고 이것을 이용하여 Spin wave stiffness 상수를 구한 다음 이로부터 교환 상호작용의 범위와 평균자승거리 $\langle r^2 \rangle$ 등을 계산하였다. 또한 리본형태의 시료에 대한 포화자화값을 Bulk상태와 박막상태의 값과 비교 해 보았다.

2. 실험방법

시료는 Co와 Cr을, 원자분율이 $\text{Co}_{(1-x)}\text{Cr}_x$ ($x=27, 29, 30, 32, 35$)이 되도록 평량한 것을 내경 24 mm인 알루미늄 도가니에 장입하여 고주파유도로에 넣고 알곤가스 분위기에서 용해하여, single roller 장치를 사용하여 리본모양의 시료를 제작하였다. 리본의 조성성분은 ICP (Induced couple of plasma)로 측정하였다. 시료의 포화자화는 시료진동형자력계 (EG & G PARC VSM - 155)를 사용하여 측정하였다. 측정용 리본모양의 시료는 길이방향으로 약 5 mm 씩 절단하여 10 mg 정도의 양으로 하였다. 감자장 (demagnetizing field) 을 고려하여 시료길이의 방향을 외부자기장의 방향과 일치하도록 하였다. 한편 측정온도 범위는 77 ~ 700 K로 하였으며 고온에서 시료의 산화방지를 위해 sample holder 를 약 2×10^{-3} Torr 진공으로 유지하였다.

3. 실험결과 및 고찰

제작한 시료에 대한 X-선 회절상은 (330)와 (312) 면에서 peak가 나타났고, 저온에서의 포화자화값은 온도가 증가함에 따라 결정질이나 비정질의 경우 모두 감소하는데 이는 Heisenberg 모형의 예측과 잘 일치하고 있다.

이때 저온에서의 자화값의 감소는 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$M(T) = M(0)(1 - BT^{0.2} - CT^{5.2})$$

Table I. Curie Temperature, Saturation magnetization, Bloch coefficients (B, C), Average magnetic moment per transition metal atom, spin wave stiffness constant, the range of exchange interaction and the mean square range of exchange interaction of $Co_{(1-x)}Cr_x$ ribbon.

x	T_c (K)	$M_s(0)$ (emu/g)	B ($10^{-6} K^{-3.2}$)	B_{32}	C ($10^{-6} T^{5.2}$)	C_{52}	μ_n /Co atom (Bohr 자자)	D (meV Å)	$\langle r^2 \rangle$ (Å)	D/T (meV Å / K)
0.27	750	48.5	43	0.88	1.0	0.15	0.61	2293.5	64.5	3.058
0.29	725	39.0	68	1.33	1.0	0.14	0.53	1951.9	34.9	2.692
0.30	716	31.0	102	1.97	1.0	0.13	0.49	1735.1	20.8	2.423
0.32	700	28.5	123	2.28	1.0	0.12	0.40	1619.5	15.8	2.314
0.35	675	27.0	135	2.37	1.0	0.11	0.25	1577.5	14.1	2.337

4. 결론

single roller 장치로 만든 리본모양의 시료는 비정질이 아닌 결정질 상태였고, 항자력의 값은 Cr 함량이 증가함에 따라 거의 변화가 없다가 30 at% 이상에서는 급격히 증가하는데, 이는 grain boundary와 관계있음을 알수 있었다. Thin film의 H_c 값 보다는 작은 값들을 갖는다. 이는 리본형의 시료의 두께가 박막보다 훨씬 두껍기 때문에 grain size가 커진 영향으로 생각한다. 포화자화값은 bulk 상태의 값보다 크고 thin film 상태의 값보다는 작다 또 각형의 비는 Cr 증가에 따라 완만하게 감소하는 경향을 나타냈다. Curie 온도 (T_c)와 포화자화값 $M_s(0)$ 는 Cr의 조성이 증가 할 수록 감소한다. $T^{3.2}$ 에 의존하는 Bloch 상수(B)는 Cr의 조성이 증가함에 따라 증가하였다. 그러나 $T^{5.2}$ 에 의존하는 Bloch 상수(C)의 경우에는 어떠한 경향성을 찾을 수 없었고, 천이금속(Co) 원자당의 평균자기모멘트는 Cr의 증가에 따라 선형적으로 감소하였다.