

자기기록용 치환형 Ba-Ferrite 분말과 Tape의 보자력 차이에 관한 연구

홍양기 · 정홍식 · 김현준

동양화학공업(주) 중앙연구소

인천광역시 남구 학익동 587-102, 402-040

(1996년 7월 5일 받음, 1996년 9월 14일 최종수정본 받음)

기존의 침상형 매체와는 다르게 자기기록용 치환형 Ba-ferrite(BaM) tape의 보자력은 입자특성, 치환이온의 종류 및 tape 제조조건에 따라 분말의 보자력보다 50 Oe에서 600 Oe로 높게 나타났다. 이 보자력 증가는 육각판상 입자간 stacking 효과와 분말표면에 유기용제 흡착효과에 기인하였다. 동일한 입자크기와 판상비를 갖지만 치환이온이 다른 BaM 분말을 사용한 수평배향된 tape의 경우 입자간 stacking 효과에 의한 보자력 증가는 100 Oe에서 120 Oe 사이로 일정하여 치환이온의 종류에 무관하였다. 치환형 BaM 분말표면에 유기용제 흡착은 활성화 흡착과정에 의해 이루어졌으며, 유기용제 흡착에 의한 보자력 증가는 Co 이온이 함유된 BaM tape에서만 나타났다. Co-Ti 치환된 BaM의 경우 tape 제조시 사용된 유기용제 MEK(methyl ethyl ketone), TOL(toluene) 및 CHO(cyclohexanone)중에서 CHO가 보자력 증가에 가장 크게 기여하였다.

I. 서 론

치환형 Ba-ferrite(BaM) 분말은 0.1 μm 이하의 초미립자로 단파장 재생출력이 우수하고 열적·화학적 안정하여 고밀도 자기기록용으로 개발[1]되었으며, computer data back-up tape에 사용되기 시작하였다. 치환형 BaM 분말은 기존의 침상형 매체와는 다르게 tape로 만들어질 때 그 보자력이 입자특성, 치환이온의 종류 및 tape 제조조건에 따라 크게 증가하는 문제점을 나타내었다.[2] 분말과 tape의 보자력 차이가 크게 된다는 것은 tape 제조조건에 따라 보자력이 변동할 폭이 커서 재현성이 좋고 안정된 보자력을 갖는 tape를 제조하기가 어렵다는 것을 나타낸다. 따라서 tape 제조조건에 민감하지 않은 BaM 분말이 필요하게 되었다.

치환형 BaM 분말을 tape로 만들때 보자력 증가원인은 주로 육각판상 입자간의 stacking 때문으로, 이것은 입자크기와 판상비가 클수록, 자성도료의 점도가 묽고 배향장치의 세기가 클수록 stacking되는 정도가 심해져 입자특성과 tape 제조조건에 크게 의존하는 것으로 널리 알려져 있다.[2~4] 그러나 치환형 BaM 분말의 분산성 향상을 위하여 탄소수 3~4개의 유기산 또는 고급지방산으로 표면처리시 분말의 보자력이 150 Oe 이상 증가한다는 보고[5, 6]와 Co를 함유한 BaM에서만 처리하는 유기물질의 종류와 조합을 선택시 보자력 증가폭을 1000 Oe 이내로 제어가 가능하다는 보고[7]로부터 입자간 stacking 효과 이외의 유기물 흡착효과에 의해서도 분말의 보자력 증가원인이 됨을 알 수 있었다. 유기물 처리에

의한 보자력 증가현상은 BaM 표면에 있는 활성화된 Co 이온의 촉매작용에 의해 자성분 표면의 산소와 유기물이 반응하여 약산성을 갖는 고분자화합물이 생성되어 자성분 표면을 변성시켜 보자력이 증가하는 것으로 추정된다. 고 보고[7]하고 있으나, 그 이유는 분명하지가 않다. 또한 Ba^{2+} 이나 Co^{2+} 등 전기음성도가 낮은 금속이온이 BaM 표면에 노출시 결합하는 흡착수에 기인하여 BaM 표면은 염기성 불균일 촉매로 작용하여 유기용제중 ketone류의 촉합을 일으켜 고분자화합물이 생성된다. 생성된 고분자화합물은 자성도료의 도포건조시 증발되기 어렵고 잔류용제로 남아 tape의 내구성 문제를 야기시키므로 표면을 Si 혹은 Sn으로 표면처리를 행하여 유기용제 중의 ketone기를 갖고 있는 MEK와 CHO의 흡착량을 반 이하로 감소시킬 수 있다는 보고[8, 9]와 Co-Ti 치환된 BaM이 순수한 BaM보다 더 강한 염기성 표면을 가져 산성 분산제에 더 높은 흡착열을 나타낸다는 보고[10]가 있다. 그러므로 BaM의 표면성질은 보자력을 제어하기 위하여 사용되는 치환이온의 종류와 표면처리제에 의해 크게 달라지며, tape의 제조시 사용되는 유기용제나 분말의 분산성 향상을 위한 유기물 표면처리제와 강한 상호의존성을 나타내 보자력과 내구성 등 tape의 물성에도 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 치환형 BaM 분말을 tape로 제조할 때 분말과 tape간의 보자력 차이를 가져오는 원인을 파악하여 tape 제조조건에 민감하지 않고 안정된 보자력을 나타내는 치환형 BaM 분말을 제조하고자 한다.

II. 실험방법

사용된 치환형 BaM 분말은 유리-재결정화법에 의해 제조[11]되었으며, Fig. 2에 나타난 tape 제조절차에 따라 tape를 만들었다. 분산기로는 Diaf dissolver를 사용하였으며, 분말 자체의 물성 평가를 위하여 연마재, 대전방지제, 분산제, 윤활제 등을 사용하지 않았다. 이 때 oxide/binder비는 6으로, 고형분은 34 wt.%로 하여 분산 시간에 따라 시료를 채취하였다. 사용된 유기용제와 사용 비율은 MEK : TOL : CHO = 1 : 1 : 1로 하였다. PET 필름 위에 채취한 자성도료를 applicator로 도포한 후 배향용 자석을 통과시키고 오븐에서 100 °C, 4시간동안 건조하였다. 배향장기는 NN극 1400 G와 4500 G의 영구자석을 사용하여 도막내 육각관상 BaM 입자들을 수평배향시켰다. 분말과 tape의 자기적 물성은 고감도 시료진동용 자력계(VSM)를 사용하여 최대인가자장 10 KOe, sweep 속도 3 min./10 KOe, 시상수 0.03 sec의 조건으로 측정하였다. 또한 유기용제 처리에 따른 치환형 BaM 분말 표면에 고분자화합물의 생성 유무를 확인하기 위하여 대기중에서 700 °C까지 승온속도 30 °C/min.으로 하여 열중량분석(TGA)을 행하였다.

III. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 보자력과 치환이온 및 표면처리 상태가 다른 치환형 BaM 분말들을 사용하여 여러가지 tape 제조조건하에서 제조된 tape의 보자력과 사용된 분말의 보자력을 함께 나타낸 결과이다. 기존의 침상형 매체인 γ -Fe₂O₃와 Co- γ -Fe₂O₃를 tape로 만들때 보자력은 40 Oe에서 75 Oe로 약간 증가하였지만, 치환형 BaM의 경우는 보자

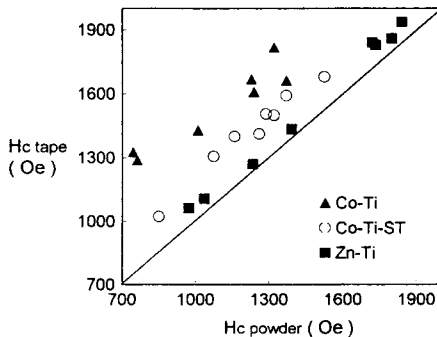


Fig. 1. Comparison coercivity between substituted Ba-ferrite powder and its tape.

력이 395 Oe에서 635 Oe로 급등하는 문제점을 보고[2]하였다. 이 때 보자력이 급등하는 이유로는 널리 알려져 있는 입자간의 stacking 효과[2~4]와 Co 이온을 함유하는 치환형 BaM 분말을 유기물로 처리할 때에도 보자력이 증가하는 유기물 흡착효과[5~7]로 각각 보고된 바 있다. 또한 유기물 흡착에 의한 보자력 증가원인은 BaM 표면에 있는 활성화된 Co 이온의 촉매작용에 의해 자성분 표면의 산소와 유기물이 반응하여 약산성을 갖는 고분자화합물이 생성되어 자성분 표면을 변성시켜 보자력이 증가하는 것으로 추정된다라고 보고[7]되어 있을 뿐, 그 이유는 아직 밝혀지지 않은 상태이다. 본 실험의 결과에서도 치환형 BaM의 경우 분말을 tape로 제조시 보자력이 50~600 Oe로 증가하여 기존의 침상형 매체와는 크게 다르다는 것을 확인할 수 있었으며, 그 증가폭이 치환이온과 유기물 표면처리제의 종류 및 tape 제조조건에 크게 의존함을 알 수 있었다. 보자력을 제어하기 위해 사용되는 치환이온 중 가장 효과적인 Co-Ti를 사용한 Co-Ti계 분말을 tape로 만들었을 때 그 보자력 증가는 300~600 Oe 사이로 매우 크게 될 뿐만아니라 그 폭도 넓어 tape 제조조건에 민감함을 알 수 있었다. Co-Ti-ST계 분말은 분산성을 향상시키기 위하여 유기물로 Co-Ti계 분말을 사전에 표면처리한 것으로 보자력 증가가 200~300 Oe 사이로 Co-Ti계 분말에 비해 반 이하로 크게 감소되었다. Zn-Ti계 분말의 경우는 50~120 Oe 사이로 보자력 증가가 크게 감소하여 가장 안정한 보자력을 나타내었다. 따라서 치환형 BaM 분말과 tape 사이의 보자력 차이를 크게 하는 원인이 분말의 자기적 물성을 제어하기 위해 들어가는 Co 이온 때문임을 이 결과로부터 알 수 있었다.

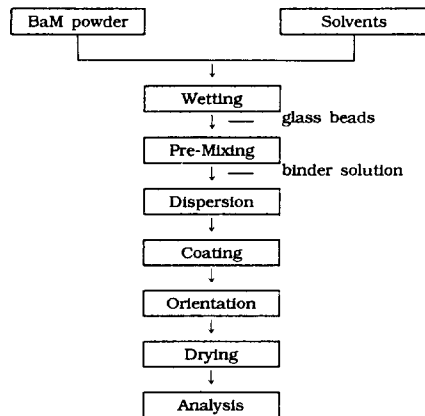


Fig. 2. Procedure of tape preparation

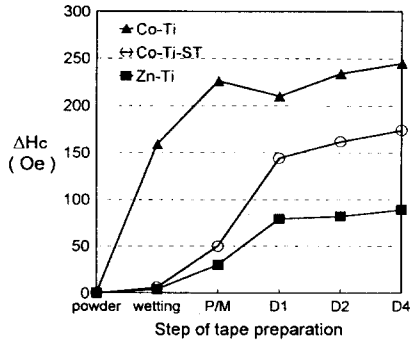


Fig. 3. Sampling dependence of coercivity difference ($\Delta H_c = H_c \text{ sampling} - H_c \text{ powder}$).

Fig. 3은 Co-Ti 치환된 BaM 분말과 tape간의 큰 보자력 차이를 나타내는 원인을 알아보기 위하여 Fig. 2의 tape 제조공정에 따라 각 단계에서 채취한 시료의 분말과 tape의 보자력을 나타낸 것이다. 이 때 사용되어진 치환형 BaM 분말의 조성과 불성은 Table 1에 나타내었다. 시료명은 사용한 치환이온의 종류를 나타내며, Co-Ti-ST는 Co-Ti 치환된 BaM 분말을 유기물로 사전에 표면처리한 시료임을 나타낸다. Wetting과 pre-mixing (P/M) 단계에서의 보자력값은 tape의 건조조건과 동일하게 하여 얻은 분말의 보자력값을 나타내며, D1과 D2 및 D4의 보자력값은 dispersion 단계에서 분산 1시간, 2시간 및 4시간에서의 tape 보자력값을 나타낸다. Co-Ti 치환된 BaM의 보자력 증가는 유기용제만 존재하는

Table I. Magnetic and physical properties of substituted Ba-ferrite powders.

Sample Code	Co-Ti	Co-Ti-ST	Zn-Ti
Composition	$\text{BaFe}_{11}\text{Co}_2\text{Ti}_7\text{O}_{19}$	$\text{BaFe}_{10.5}\text{Co}_2\text{Ti}_{6.7}\text{O}_{19}$	$\text{BaFe}_{10}\text{Zn}_{1.5}\text{Ti}_6\text{O}_{19}$
H_c (Oe)	1441	1625	1731
σ_s (emu/g)	56.8	55.9	56.5
SR	0.49	0.50	0.50
$\Delta H_c / \Delta T$ (Oe/°C)	+3.8	+3.5	+0.2
S.S.A. (m^2/g)	40	38	42
D (μm)	0.06	0.06	0.06
D/t	6	6	6
pH	6.5	4.3	6.3

wetting과 pre-mixing 단계에서 거의 이루어졌으며, binder가 투입된 dispersion 단계에서는 변화가 적었다. 유기물 표면처리된 Co-Ti-ST의 경우 wetting과 pre-mixing 단계에서는 약간의 보자력만 증가하고 dispersion 단계에서 보자력이 크게 증가하여 유기물이 표면처리되지 않은 Co-Ti 시료와는 대조적이었다. 이것은 사전 유기물 표면처리에 의해 Co-Ti 치환된 BaM 분말의 보자력이 Table I에서 보는 바와 같이 1441 Oe에서 1625 Oe로 184 Oe 증가하였기 때문에 wetting과 pre-mixing 단계에서 사용된 유기용제의 흡착효과가 크게 감소되었기 때문이다. Zn-Ti의 경우 wetting과 pre-mixing 단계에서는 Co-Ti-ST와 유사하였지만, dispersion 단계에서의 보자력 증가가 크게 둔화되었음을 나타내고 있다. Co-Ti-ST의 dispersion 단계에서 보자력 증가는 분산성 향상을 처리한 유기물질에 의한 입자의 분산성 향상으로 자장배향시 입자간의 배향이 용이해져 stacking 현상이 크게 대두되었기 때문으로 판단된다. 따라서 치환형 BaM의 보자력 증가값의 대소는 분말표면의 유기용제 흡착효과와 분산 후 자장배향에 따른 입자의 stacking 효과의 기여도에 의해 결정되며, Co-Ti 분말의 경우는 유기용제 흡착효과가 입자의 stacking 효과보다 더 큰 기여도를 하고 있음을 이 결과로부터 알 수 있었다.

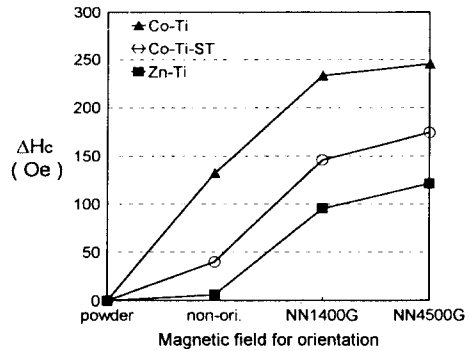


Fig. 4. The effect of applied magnetic field for orientation on coercivity difference ($\Delta H_c = H_c \text{ tape} - H_c \text{ powder}$).

Fig. 4는 자성도료의 분산후 무배향과 배향용 자석의 세기들 1400 G와 4500 G로 증가시킬때 보자력의 차이를 나타낸 것이다. 무배향 tape에서 Co-Ti는 보자력이 120 Oe로 증가한 반면에 Co-Ti-ST와 Zn-Ti 분말에서는 약간의 증가만 나타낼 뿐이다. 무배향된 tape에서 입자간의 stacking 현상은 거의 일어나지 않으므로, 이 때의 보자

력 증가는 유기용제의 흡착효과 때문임을 알 수 있다. Fig. 3의 wetting과 pre-mixing 단계에서 채취된 분말의 보자력이 무배향시킨 tape의 보자력보다도 110 Oe 높은 값을 나타내는 이유는 도포층이 얇은 tape의 유기용제 건조속도는 슬러리 상태로 건조되는 분말보다도 훨씬 더 빠르기 때문에 접촉시간이 상대적으로 짧아져 유기용제의 흡착효과가 작게 되기 때문으로 생각된다. NN극으로 자성도료가 도포된 tape를 배향할 때 BaM 입자의 자기모멘트 방향이 도막과 평행하게 되어 육각판상이 세워진 상태로 입자간의 stacking 현상이 용이해지게 된다. 이때 입자표면에 binder 흡착으로 발생하는 입체적인 반발력과 자기적 상호작용에 의한 인력에 의해 입자간 stacking 정도가 결정된다. 3가지 시료 모두에서 무배향 tape와 NN극으로 배향된 tape의 보자력 차이가 100 ~ 120 Oe 사이로 일정하여, 자장배향에 의한 입자간 stacking 효과가 치환이온의 종류에 무관함을 알 수 있었다. 이 입자간 stacking에 의한 보자력 증가는 stack size가 증가함에 따라 형상반자계수가 감소하기 때문이며, 동일한 tape 제조조건으로 할 때 입자의 판상비가 3에서 10으로 증가함에 따라 stacking 정도는 심해져 보자력은 160 Oe까지 증가하였으며, 판상비가 5인 분말을 건식분쇄할 경우에도 보자력이 100 Oe 증가한 것으로 보고되어 있다. [3, 4, 12] 그러므로 자기기록용 초미립자 치환형 BaM의 입자간 stacking 효과에 의한 보자력 증가는 입자크기와 판상비 및 분쇄조건에 달라질 수는 있으나, 그 값이 160 Oe 이하의 값을 갖고 있음을 알 수 있었다.

Tape 제조공정중에 사용되는 MEK, TOL과 CHO 각각의 유기용제로 분산시킨 후 건조하여 얻어진 Co-Ti 치환된 BaM 분말에 고분자화합물이 생성되는지를 확인하기 위하여 열중량분석을 행한 결과를 Fig. 5에 나타내었다.

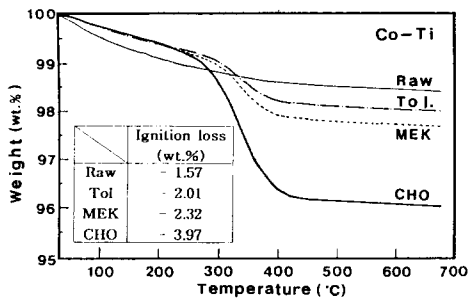


Fig. 5. TG curves of Co-Ti substituted Ba-ferrite powders treated with various organic solvents. (30 °C /min., air)

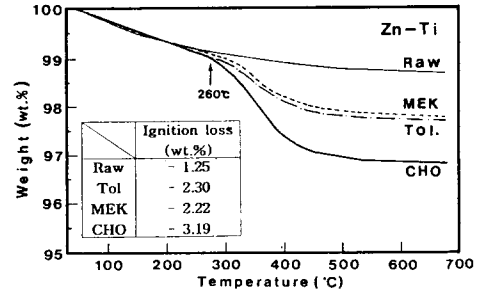


Fig. 6. TG curves of Zn-Ti substituted Ba-ferrite powders treated with various organic solvents. (30 °C /min., air)

다. 유기용제가 처리되지 않은 raw 시료의 경우는 대부분이 흡착수로 감열감량 1.57 %를 나타내지만, 유기용제 처리된 시료의 경우는 흡착수 이외의 260 °C부터 감열감량이 시작되는 고분자화합물이 생성되어 있음을 확인할 수 있었다. 또한 휘발성이 강한 MEK와 TOL보다는 끓는점이 높은 CHO의 경우가 고분자화합물이 2배 정도 더 많이 생성되었음을 보여주고 있다. 앞서 언급된 Ba²⁺이나 Co²⁺ 등 전기음성도가 낮은 금속이온이 BaM 표면에 노출시 결합하는 흡착수에 기인하여 BaM 표면은 염기성 불균일 촉매로 작용하여 유기용제중 ketone류의 축합을 일으켜 고분자화합물이 생성된다고는 보고[8, 9]되어 있지만, 본 실험에서는 ketone류 뿐만아니라 TOL에서도 ketone류와 유사한 열중량분석 경향을 보여 고분자화합물이 생성된 것으로 생각되었다. 생성된 고분자화합물의 물성은 약산성이라는 것 이외에는 밝혀져 있지 않으나, tape 내구성에는 좋지 않은 영향을 주는 것으로 보고[8, 9]되어 있어 BaM의 표면을 유기용제가 흡착되지 않도록 표면을 개질할 필요성을 나타내 주고 있다. Fig. 6는 Co-Ti와 동일한 조건으로 처리하여 얻어진 Zn-Ti 치환된 BaM 분말의 열중량분석 결과이다. CHO에 의한 고분자화합물의 생성량이 감소된 것을 제외하고는 Co-Ti의 경우와 거의 유사함을 보여 주고 있다. 따라서 치환이온의 종류에 관계없이 치환형 BaM 표면에 유기용제의 흡착에 의한 고분자화합물이 생성됨을 이 결과로부터 알 수 있었다.

Fig. 7은 tape 제조공정중에 사용되는 MEK, TOL과 CHO 각각의 유기용제에 의해 생성된 고분자화합물이 보자력과 포화자화값에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 유기용제 처리시 치환이온의 종류에 관계없이 고분자화합물

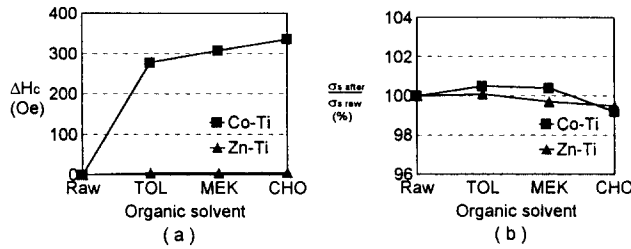


Fig. 7. The effect of solvent on coercivity difference ($\Delta H_c = H_c$ after - H_c raw) and normalized saturation magnetization (σ_s after / σ_s raw, %) of substituted Ba-ferrite powder.

이 생성되었지만, Fig. 7(a)에서 보논바와 같이 Co-Ti 치환된 BaM에서만 보자력이 급등하는 현상을 나타내었다. Co-Ti에서는 보자력의 증가폭과 감열감량과 상관관계를 나타내지만, Zn-Ti의 경우는 감열감량과는 무관하였다. 사용된 치환이온 중 Co-Ti는 BaM의 구조내 2b와 4f_{II} 자리를, Co-Sn은 2b, 4f_{II}와 12k에 강한 선호도를 나타내 Ba 이온이 존재하는 R-block 내에 주로 치환되는 것으로 알려져 있다.[13, 14] 그러므로 Co-Ti 치환된 BaM 분말의 유기용제 처리에 의한 보자력 증가원인은 극도로 미세한 분말표면에 생성된 고분자화합물 층에 의해 생성된 잔류응력이 에너지적으로 불안정한 2b 자리의 Co 이온을 다른 자리로 이동시켜 부분적으로 Co 이온이 치환되기 이전의 고보자력 상태로 되돌아가는 것으로 생각된다. Fig. 7(b)는 포화자화값을 나타낸 것으로, 유기용제나 치환이온의 종류에 관계없이 일정한 값을 나타내어 흡착에 의한 포화자화값의 감소가 측정에러 범위내에 있음을 알 수 있었다.

Fig. 8은 Co-Ti 치환된 BaM 입자표면에 유기용제 흡착에 의한 보자력 증가현상을 이해하기 위하여 tape 제조에 사용된 유기용제인 MEK, TOL과 CHO에서 각각 분산시킨 슬러리를 건조온도에 따른 분말의 보자력을 나타낸 것이다. 유기용제 처리된 분말을 상온에서 건조시에는 보자력이 별 차이가 없지만 건조온도가 100 °C 이상에서 보자력은 크게 증가하였으며, 비가역적이었다. TOL과 MEK는 100 °C에서 보자력 증가가 220 Oe로 최대값을 가진 후 그 이상의 온도에서는 다시 감소하였다. CHO의 경우는 건조온도 150 °C에서 800 Oe 증가로 최대값을 나타낸 후 다시 감소하여 사용된 유기용제 종류와 건조온도에 흡착정도가 크게 의존하였다. 활성화 흡착은 저온에서 일어나지 않고 흡착속도가 온도증가에 따라 증가하며 흡착의 선택성을 갖으며 비가역적인 것인 반응을 특징으로 한다는 것[15]으로부터, Co-Ti 치환된 BaM의 유기용제 흡착과정이 활성화 흡착임을 알 수 있었다. 또한 산화물 표면에 유기용제의 wetting열은 유기용제의 쌍극자

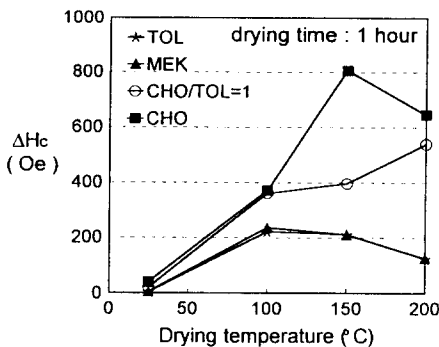


Fig. 8. The effect of drying temperature on coercivity difference ($\Delta H_c = H_c$ after - H_c before) of Co-Ti substituted Ba-ferrite powder treated with various solvents.

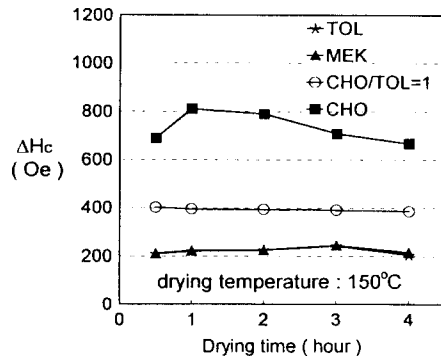


Fig. 9. The effect of drying time on coercivity difference ($\Delta H_c = H_c$ after - H_c before) of Co-Ti substituted Ba-ferrite powder treated with various solvents.

모멘트와 산화물 표면의 극성도에 비례하며, 순수한 BaM보다 Co-Ti 치환된 BaM가 더 강한 열기성 표면을 갖는 것으로 알려져 있다.[10, 16] 따라서 치환형 BaM 표면에 유기용제 흡착은 치환이온과 유기용제의 종류 및 건조온도에 따라 흡착정도가 크게 달라질 수 있음을 뒷받침 해 주고 있다. Fig. 9는 건조온도 150 °C에서 건조시간에 따른 보자력의 변화를 나타낸 것이다. 유기용제 흡착에 기인한 보자력의 증가는 건조시간 30분에서 이미 결정되었으며, 그 이상의 시간에서는 CHO의 경우만 제외하고는 크게 변화하지 않는다. 따라서 Co-Ti계 치환된 BaM 분말의 유기용제 흡착은 건조시간보다는 건조온도에 더 크게 좌우됨을 알 수 있다.

IV. 결 론

자기기록용 치환형 BaM 분말과 tape의 보자력에 치환원소 및 tape 제조에 사용되는 유기용제가 미치는 영향을 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치환형 BaM 분말을 tape로 만들때 그 보자력이 50 Oe에서 600 Oe로 증가하는 현 상을 나타내었으며, 그 증가폭은 입자특성, 치환이온과 유기물 표면처리제의 종류 및 tape 제조조건에 크게 의존하였다.
2. 치환형 BaM의 분말과 tape 사이의 보자력 차이가 크게 증가된 것은 입자간 stacking 효과와 입자 표면에 유기용제의 흡착효과의 기여도 때문이었다.
3. Co-Ti 치환된 BaM의 보자력 증가는 300 Oe에서 600 Oe로 유기용제 흡착효과 가 입자간 stacking 효과의 기여도보다 더 크게 작용하였고, Zn-Ti 치환된 BaM의 보자력 증가는 50 Oe에서 120 Oe로 유기용제 흡착효과보다는 입자간 stacking 효과가 더 크게 작용하였다.
4. 동일한 유기용제의 흡착에도 불구하고 Co-Ti 치환된 BaM 분말에서만 보자력이 크게 증가하였으며, 보자력 증가의 원인이 Co 이온 때문임을 확인하였다.
5. 유기용제의 흡착은 활성화 흡착과정에 의해 이루어졌으며, 치환이온의 종류에 관계없이 260 °C에서 열분해가 시작되는 약산성의 고분자화합물이 생성되었다.
6. Co-Ti 치환된 BaM 분말에 있어서 tape 제조에 사

용된 유기용제중에서 MEK와 TOL 보다는 CHO가 보자력 증가에 큰 영향을 주었으며, 그 사용비율과 건조온도에도 크게 의존하였다.

참 고 문 헌

- [1] T. Fujiwara, IEEE Trans. Magn., **MAG-23**, 3125 (1987).
- [2] M. Chagnon and R. Keirstead, J. Appl. Phys., **67(9)**, 5170 (1990).
- [3] D. E. Speliotis, IEEE Trans. Magn., **MAG-22**, 710 (1986).
- [4] R. H. Victora, J. Appl. Phys., **63(8)**, 15, 3423 (1988).
- [5] 大段 恭二, 上村 達男, 藏藤 敏雄, 日本公開特許 平1-282129 (1989).
- [6] 大段 恭二, 木村 隆幸, 三浦 洋, 佐竹 明, 日本公開特許 昭61-295237 (1986).
- [7] 山本 陽久, 菊間 忠之, 浦田 秀信, 澤部 秀紀, 日本公開特許 平3-20002 (1991).
- [8] 渡邊 春夫, 川角 造一, 壓司 造士, 日本公開特許 昭63-213325 (1988).
- [9] 渡邊 春夫, 川角 造一, 壓司 造士, 日本公開特許 昭63-274115 (1988).
- [10] S. Raghavan, G. F. Hudson, and M. C. A. Mathur, IEEE Trans. Magn., **MAG-27**, 4663 (1991).
- [11] 홍 양기, 정 홍식, 정 범준, 주 한용, 대한민국특허 제 099985 호.
- [12] 홍 양기, 정 홍식, 박 상준, 한국자기학회지, **6(2)**, 117 (1996).
- [13] Y. K. Hong, A. H. Morrish, X. Z. Zhou, and Z. W. Li, IEEE Trans. Magn., **MAG-27**, 4654 (1991)
- [14] X. Z. Zhou, A. H. Morrish, Z. Yang, and H. X. Zeng, J. Appl. Phys., **75(10)**, 5556 (1994).
- [15] 久保輝一郎 外 3人, 粉體理論と應用, 丸善株式會社, 東京 (1962), p334-336.
- [16] M. C. A. Mathur, C. Jung and S. Raghavan, J. Appl. Phys., **69(8)**, 4481 (1991).

A Study on Difference in Coercivity between Substituted Barium Ferrite Powder and Its Tape

Y. K. Hong, H. S. Jung and H. J. Kim

Research Center, Oriental Chemical Industries, 587-102, Hak-ik Dong, Nam-Ku, Inchon, Korea

(Received 5 July 1996, in final form 14 September 1996)

A coercivity of barium ferrite (BaM) tape was found to be higher than the coercivity of BaM powder. This difference is in the range of 50 Oe to 600 Oe, which depends on substituted cations, physical properties of powder, and preparation conditions of the tape. The coercivity difference is attributed to both particle stacking and adsorption of organic solvent on particle surface. Regardless of substituted cations, the coercivity of longitudinally oriented BaFe tape was higher than that of BaM powder by a range of 100 Oe to 120 Oe, which is caused by particle stacking. During the active adsorption process on preparation of magnetic paint, where MEK (methyl ethyl ketone), TOL (toluene) and CHO (cyclohexanone) were used, chemisorption of solvents on the surface of substituted BaFe particle occurred to form polymeric compounds surrounding the particle. An increase in coercivity, caused by the solvent adsorption, was significant for Co-substituted BaM tape. Among these solvents CHO was the most effective one in increasing the coercivity of the Co-Ti substituted BaM tape.