

77~290 K 에서 Ferroxlana ZnY ($Ba_2Zn_2Fe_{12}O_{22}$) 의 磁歪

김 태 옥 , 이 우 일
(경북대학교 공과대학)

Tae-Ok Kim , Wu-Il Lee

ferroxlana $Ba_2Zn_2Fe_{12}O_{22}$ (略称 ZnY)는 (0001)을 磁化容易面으로 [001]을 磁化困難軸으로 하는 空間群 $R\bar{3}m$ 의 六方晶系 氧化物 磁性体이다. 軟磁性体로서 現在 널리 使用되고 있는 ferrocube는 [100], [010] [001]의 結晶 磁氣異方性에 對하여 數 10MHz 정도까지가 使用 범커이나 ferroxlana는 6GHz까지도 그 透磁率이 증가하지 않으며 mm 波帶의 磁心材料 및 電磁波 吸收體 등으로서의 그 重要性이 最近 이의 製法 및 응용에 관한 연구가 盛행되고 있다. 그러나 기초적 磁歪 (Magnetostriction)에 관한 연구 보고가 거의 없으므로 그 物性 연구의 問題點이 되고 있다. 따라서 본 論文에서 ZnY의 液體 窒素 溫度로부터 室温까지 ZnY의 磁歪를 조사 검토하였다. Fig 1을 보면 室温에서는 spin moment는 (0001)과 평행하게 配位되어 있으므로 이 spin 間의 交換相互作用 energy의 증가에 따라 彈性 energy의

감소로 나타나 (0001)의 磁歪 λ_{100} 은 負(-)로 나타나는 반면 [001] 방향은 spin 相互作用 energy의 감소에 의하여 彈性 energy가 증가하므로써 格子距離가 증가하여 포 (+)의 磁歪를 나타낸다고 생각된다. 이 결론은 磁化容易面인 (0001)內의 磁氣異方性 energy가 극히 작다는 Verweil과 薩山의 연구와도 일치한다. 또한 ZnY의 交換相互作用이 原子間距離에 크게 좌우된다는 Sizov 등의 中性子 廻折 연구 결과와도 일치함을 보인다. 또 [001] 방향으로 磁化시키고 [100] 방향으로 磁歪를 측정하면 8 kOe에서 $+0.4 \times 10^{-6}$ 의 값으로 포화된 후 10 kOe 이상의 磁場에서 는 負(-)의 常 磁性過程 磁歪 $d\lambda/dH$ 는 $2.4 \times 10^{-10} Oe^{-1}$ 을 나타내고 [100]과 [001]사이의 45°에서 磁歪를 관측하면서 (0110)內에 磁化를 회전시키면 λ_{11} 과 λ_{12} 는 3 kOe에서 飽和되고, $d\lambda/dH$ 는 각각 $-0.6 \times 10^{-10} Oe^{-1}$, $+0.4 \times 10^{-10} Oe^{-1}$ 로서 서로 일치하지 않는 사실은 이 이론을 더욱 뒷받침하고 있다. 일반적으로 hexagonal ferrite에 異方性 energy가 存在하면 磁歪

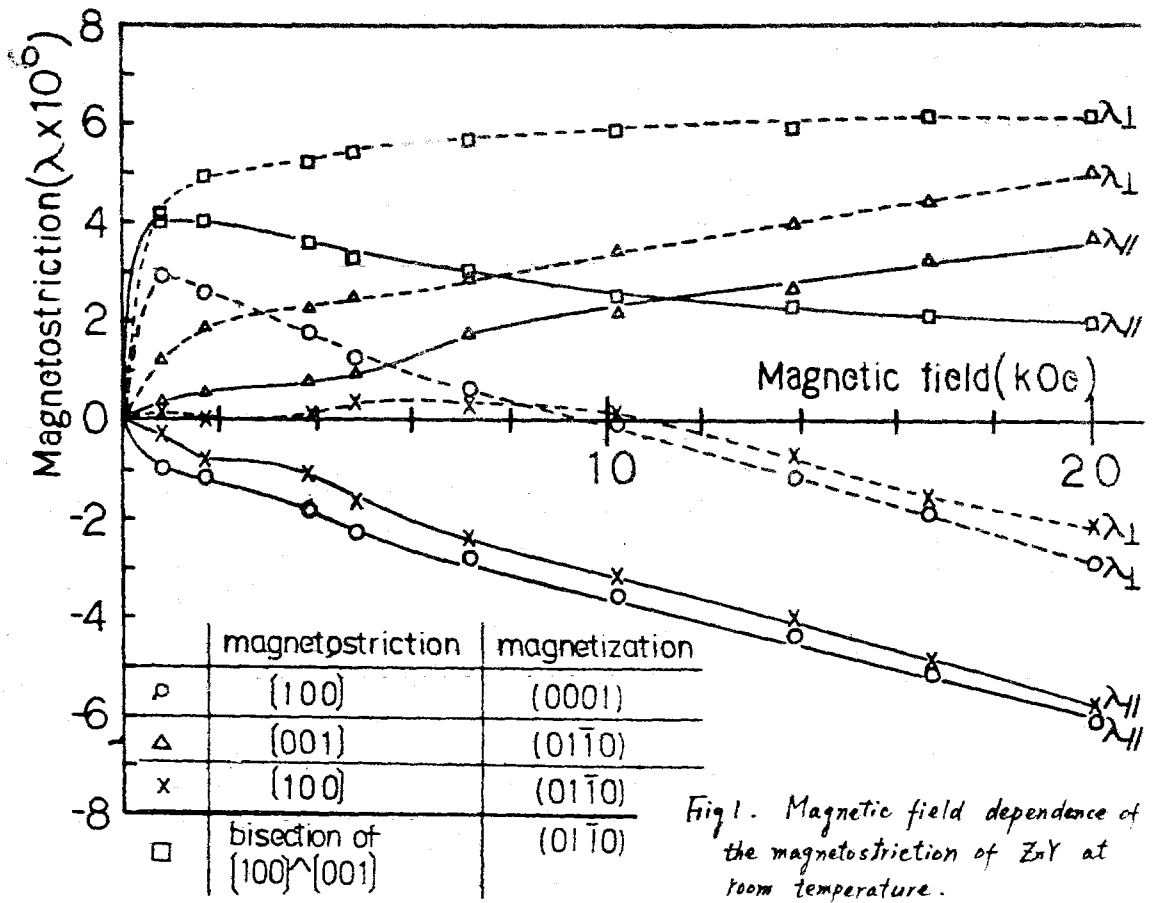


Fig 1. Magnetic field dependence of the magnetostriction of ZnY at room temperature.

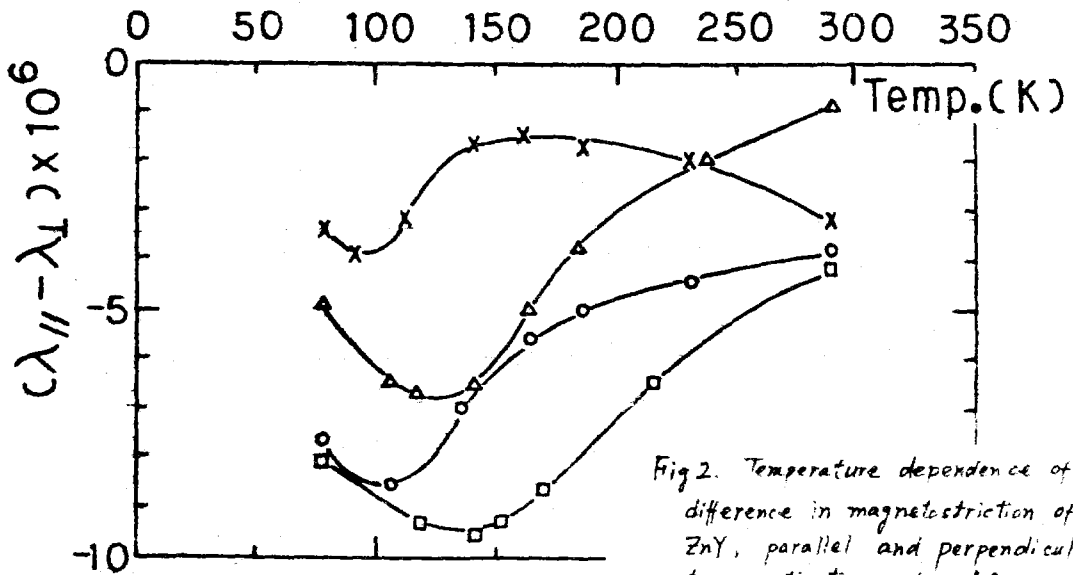


Fig 2. Temperature dependence of difference in magnetostriction of ZnY, parallel and perpendicular to magnetization, at 20 kOe.

도 異方性이 어야 함으로 이 면의 결과로서 ZnY의 常磁性過程磁阻는 다만 (0001)에 의해서만 磁阻가 異하므로 부호라 크기가 異하므로 이 면의 交換相互作用은 異方性임이 著(0001)內와 이들 사이의 交換相互作用은 크기가 서로 매우 다르고 [001] 방향의 相互作用이 (0001)보다 훨씬 크다. 사실을 알 수 있다. 그러나 이 효과는 온도에 따라 상당한 변화가 있으므로 더욱 상세한 이론적 연구가 요망된다.

ZnY 단결정의 시편을 20 kOe의 靜磁場內에서 회전하면 飽和磁化方向에 평행한 磁阻 λ_{11} 와의 差 $(\lambda_{11} - \lambda_{\perp})$ 를 측정할 결과인 Fig. 2를 보면 일반적으로 $(\lambda_{11} - \lambda_{\perp})$ 는 $k_i \cos 2\theta$ 로서 잘 表現될 수 있다. 이 사실은 Gerdorf의 磁化表式에서 유도할 수 있는 $\lambda_{11} - \lambda_{\perp} = k_i \cos 2\theta$ 와 일치하므로 Gerdorf 식이 정확함을 나타내고 있다. 그러나 [100]과 [001] 사이의 2등분각 방향으로 磁阻를 측정하면 (0110)에 磁場을 회전하면 $(\lambda_{11} - \lambda_{\perp})$ 는 $\theta = 90^\circ$ 부근에서 약한 deviation이 일음을 보이는데 常磁性過程磁阻는 방향에 따라 동일하지 않다는 사실을 나타내고 있다. 불 수 없다. 77~290K의 온도 범위에 서 ZnY 單結晶 시편의 磁阻

를 각 結晶方向에 따라 측정하면 각 結晶面內에 20 kOe의 靜磁場을 회전시킬 때 의 磁場과 평행 및 각 방향의 磁阻의 差 $(\lambda_{11} - \lambda_{\perp})$ 를 측정하여 계산한 Gerdorf 磁阻係數는 다음과 같다.

Magnetostriction constant k_i

Temp(K)	$k_1 \times 10^6$	$k_2 \times 10^6$	$k_3 \times 10^6$	$k_4 \times 10^6$
77	-2.6	-4.4	-7.7	-7.8
100	-3.3	-5.7	-8.5	-8.7
150	-3.8	-4.5	-6.2	-9.3
200	-1.9	-2.2	-4.8	-7.2
250	-0.7	-2.0	-4.1	-5.2
290	+0.3	-2.2	-3.6	-4.1
	(+0.3)	(-5.0)	(-4.3)	(-4.8)

단() : 多結晶 試料.

이상의 결과를 종합하면 다음과 같다.

- (1) ZnY의 磁阻差 $(\lambda_{11} - \lambda_{\perp})$ 는 10^6 order의 매우 작은 값으로서 모두 負(-)이다.
- (2) λ_{100} 은 약 1 kOe에서 λ_{001} 은 약 5 kOe에서 飽和되며 이 이상의 磁場에서는 모두 常磁性過程磁阻를 나타낸다.
- (3) (0001)內에서는 磁阻異方性이 매우 작은 반면 (0110)에서는 매우 크다.
- (4) Spin의 交換相互作用은 [001]방향이 (0001)內 임의의 방향보다도 매우 크다.
- (5) ferroxplana의 磁阻는 Gerdorf의 식으로 잘 表現된다.