

六方晶 YMnO_3 の強誘電性・反強磁性オーダーパラメーターのクランピング

東大工 田辺行人 (花村榮一、萩田克美)

強誘電性・反強磁性体 YMnO_3 の 4 種類のドメイン $(++)$, $(--)$, $(+-)$, $(-+)$ 構造は倍高調波発生を記述する 2 種類の分極率 $\chi_{xyy}^{(i)}(2\omega)$ と $\chi_{yyy}^{(e)}(2\omega)$ によって区別できる。ここで、第 1 の正負の記号は強誘電分極の方向、第 2 は反強磁性副格子 Mn1 イオンの分極の方向を示し、分極率の第 1 の下ツキは倍高調波の偏極方向、第 2、3 の下ツキは基本波の偏極方向を記す。(T. Iizuka-Sakano et al. J. Phys. Condens. Matter 13, 3031 (2001) をご参照下さい。)

その結果、強誘電性ドメイン壁には、常に反強磁性ドメイン壁が伴う事が分った。すなわち、反強磁性副格子 Mn1 の分極 $S_x(y)$ が強誘電性 $P_z(y) \equiv P(y)$ のドメイン壁と重なって反転している事が分った。

これらの系の Ginzburg-Landau 方程式を下記の様に記す：

$$f = f_P + f_\phi + f_{P\phi}, \quad (1)$$

$$\text{ここで } f_P = \frac{1}{2}\alpha_3 \left(\frac{d}{dy}P\right)^2 - \frac{1}{2}\alpha_1 P^2 + \frac{1}{4}\alpha_2 P^4, \quad (2)$$

$$f_\phi = \frac{1}{2}\beta_2 \left(\frac{d\phi}{dy}\right)^2 - \frac{1}{2}\beta_1 \cos^2 \phi, \quad (3)$$

$$f_{P\phi} = \lambda'' \left(\frac{dP}{dy}\right) \left(\frac{d\phi}{dy}\right). \quad (4)$$

これらの展開係数を連続体モデルから計算して、それらの数値まで求めた。その結果は、(4) 式は Dzialoshinskii-Moriya 相互作用が強誘電性結晶場 V_{zx} で摂動を受けて生じる事が分った。更に、(2) 式と (3) 式から求まる $S_x(y)$ と $P_z(y)$ のドメイン壁が図の様なキルクソリトンで記述され、その 2 つの壁が重なった時に最も安定化する事が示せた。すなわち、強誘電性ドメイン壁は、常に反強磁性ドメイン壁を伴うが、後者はそれ自身でも存在でき、実験事実を説明できる。

