

超格子の磁化過程

神戸大理

本河光博

最近藤森グループ、新庄グループにおいてFe/GdあるいはFe/(FeGd)超格子の系で図1-(a)のような磁化曲線が観測された。これは各層の磁気モーメントの大きさの違いのため低磁場ではフェリ磁性を示すが、ある磁場 H_c 以上で図1-(b)のように各層のモーメントが徐々に反転して行くためである。しかし与えられた磁場に対しどのような角度をもって反転し、どのように磁化曲線が変化するかに関しきちんとした取扱が今までになされていなかった。ここではそれに関して数学的にきちんと取り扱ったモデルについて述べる。上向きのモーメントの層の厚みを $2N_1$ 、下向きのそれを $2N_2$ として層の中心から番号をつける。と界面のモーメントは N_1 番目あるいは N_2 番目となる。磁場により誘導された磁化が生じている時各モーメントの磁場方向からの角度を図2のように定義するとエネルギーは次の式で与えられる。

$$\begin{aligned}
 E = & -A_1 M_1^2 \{ \cos \psi_1 + \cos \psi_2 + \cdots + \cos \psi_{N_1-1} \} \\
 & -A_2 M_2^2 \{ \cos \phi_1 + \cos \phi_2 + \cdots + \cos \phi_{N_2-1} \} \\
 & + A M_1 M_2 \cos(\psi + \sum \psi_n + \phi + \sum \phi_m) \\
 & - H [M_1 \{ \cos \psi + \cos(\psi + \psi_1) + \cdots + \cos(\psi + \sum \psi_n) \} \\
 & + M_2 \{ \cos \phi + \cos(\phi + \phi_1) + \cdots + \cos(\phi + \sum \phi_m) \}]
 \end{aligned}$$

ただし A_1 、 A_2 、 A は分子場係数で全て正、 M_1 、 M_2 は各層のモーメントの大きさである。安定条件より ψ_n 、 ϕ_m は漸化式で求められ、 ψ 及び ϕ 、そして ψ_n 、 ϕ_m は全て決まる。その結果、ある条件下で H_c を与える式と図1-(a)のような磁化曲線が得られることが分かった。

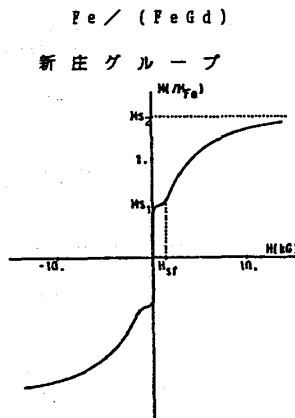
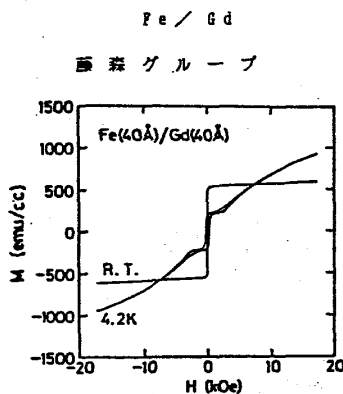


図1 (a)

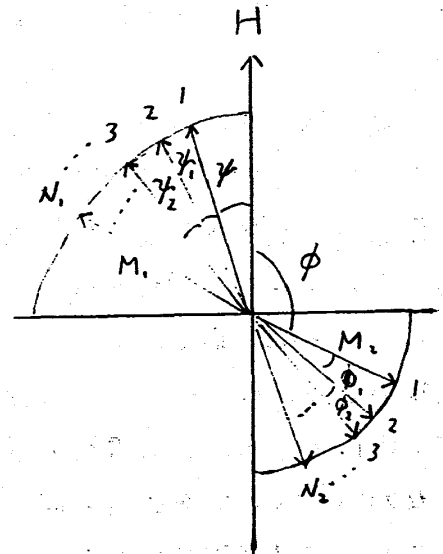


図2

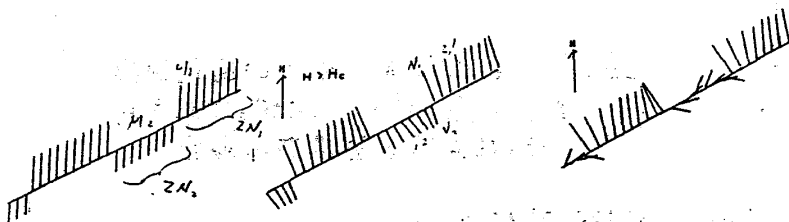


図1 (b)