

Fe/MgO(001), Fe/Al₂O₃(0001)界面における磁気異方性

INTRODUCTION

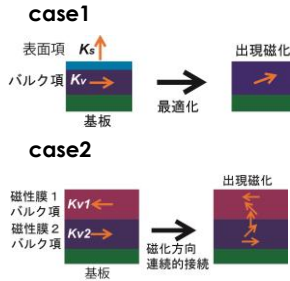
背景

従来、磁性薄膜の磁化は、バルク・表面・界面磁気異方性の競合により、均質な磁化として表出すると考えられている
 しかし、表面ではバルクと異なる磁化方向を示す**表面磁気キャンティング**が理論予測され、遷移金属の鉄薄膜について、その実測に**成功した**

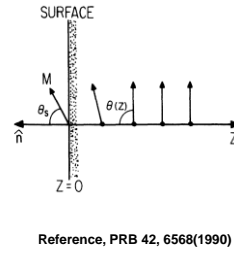
目的

今回は、**鉄薄膜界面**においても同様な現象が起きているかを放射光核共鳴散乱法(NRS)を用いて確かめる

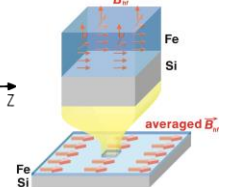
従来の磁性薄膜の磁化概念



表面磁性の理論予測



表面磁気キャンティングの実測に成功



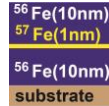
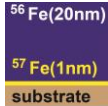
Reference, PRB 42, 6568(1990)

Sample Preparation

試料

超高真空中(ベース圧力: 7×10^{-9} Pa)蒸着、at 400K
 基板: MgO(001), Al₂O₃(0001)
 蒸着材料 Fe(⁵⁷Fe同位体95%富化材料,
⁵⁶Fe同位体99.7%富化材料)

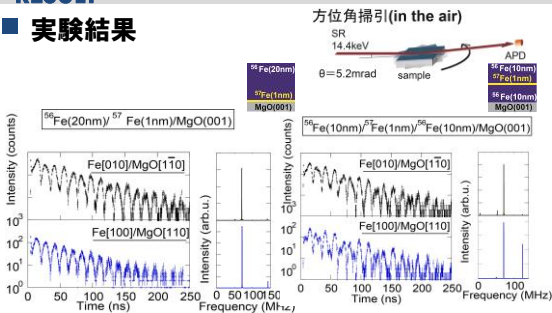
界面⁵⁷Feドーブ試料 膜中⁵⁷Feドーブ試料



基板	MgO(100)		Al ₂ O ₃ (0001)	
⁵⁷ Fe添加位置	界面	膜中	界面	膜中
表面粗さ	2.6nm	2.4nm	0.8nm	1.3nm
高速電子線回折		Fe[100]/MgO[110]		Fe(110)/Al ₂ O ₃ (0001) Zero-order Laue-zone: Fe(110)-Fe(113) First-order Laue-zone: Fe(110)-Fe(113)

RESULT

実験結果



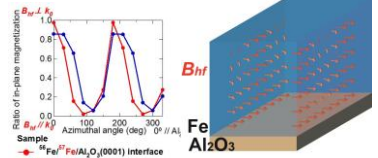
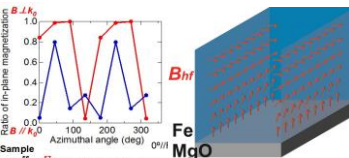
Fe/MgO(100)

膜方向に対する磁化傾斜角

Fe/Al₂O₃(0001)

膜方向に対する磁化傾斜角

試料	傾斜角	試料	傾斜角
⁵⁶ Fe/ ⁵⁷ Fe(1nm)/MgO	58 ± 8°	⁵⁶ Fe/ ⁵⁷ Fe(1nm)/Al ₂ O ₃	25 ± 6°
⁵⁶ Fe/ ⁵⁷ Fe(1nm)/ ⁵⁶ FeMgO	6 ± 5°	⁵⁶ Fe/ ⁵⁷ Fe(1nm)/ ⁵⁶ FeAl ₂ O ₃	24 ± 6°



面内磁気異方性

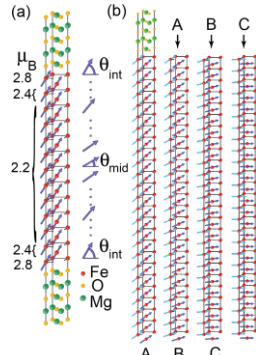
磁化イメージ図

面内磁気異方性

磁化イメージ図

DISCUSSION

理論的考察 ノンコリニアな磁区構造の第一原理計算



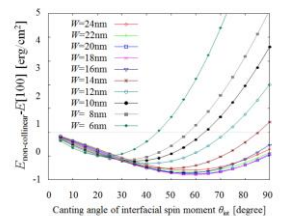
鉄薄膜の磁気的エネルギー＝
 (界面磁気異方性項)

+ (近接サイト間の磁化方向の差による増分)
 - (ジャロシンスキー-守谷反対称交換相互作用)
 + (膜中面内磁化からの傾斜による増分)

$$E = -K_{int} \sin^2 \theta_{int} + \int_0^{\infty} \left[A \left(\frac{d\theta}{dz} \right)^2 - D(z) \left(\frac{d\theta}{dz} \right) + 2\pi M^2 \sin^2 \theta \right] dz$$



MgO上の鉄薄膜において
 ノンコリニア磁気構造が発現する可能性がある。



磁気的エネルギーの
 磁化キャンティング角度
 膜厚依存性

CONCLUSIONS

結論

Fe(001)/MgO(001)で、膜中ではFeの磁化容易軸[100]面内配向成分が観測され、過去の文献と一致した一方で、界面ではFe[001]方位に面直磁化成分が観測された

→ Fe/MgO界面において"界面"磁気キャンティングの観測に今回成功したと考えられる

Taizo Kawauchi, et al., PRB 95, 14431 (2017)