

## fcc-Co(001)単結晶薄膜の磁歪挙動

川井哲郎<sup>1</sup>・大竹充<sup>1,2</sup>・二本正昭<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中央大, <sup>2</sup>工学院大)

Magnetostrictive Behavior of fcc-Co(001) Single-Crystal Films

Tetsuroh Kawai<sup>1</sup>, Mitsuru Ohtake<sup>1,2</sup>, Masaaki Futamoto<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Chuo Univ., <sup>2</sup>Kogakuin Univ.)

### はじめに

スパッタや分子線エピタキシーで作製した Co 薄膜には準安定相である fcc 相が存在する<sup>1)</sup>。その結晶磁気異方性など基本的な磁気特性が報告されており<sup>2)</sup>、安定相である hcp-Co とは異なった特性を示すことが知られている。しかし、fcc-Co 膜の磁歪挙動については詳細な報告がない。本研究では MgO 単結晶基板の上に fcc-Co(001)単結晶薄膜を作製し、回転磁場中でその磁歪挙動を調べた。

### 実験方法

超高真空 RF マグネトロンスパッタ装置により MgO(001)単結晶基板の上に Pd および Cu を下地層として厚さ 500 nm の Co 薄膜を基板温度 300 °C で作製した。試料の構成は MgO(001)/Pd(5 nm)/Cu(10 nm)/Co(500 nm)である。下地層は基板と Co 膜の格子不整合を緩和するように選んだ。RHEED と XRD により作製した Co 膜がエピタキシャル成長した fcc(001)単結晶膜であることを確認した。磁化曲線は VSM で、磁歪は片持ち梁法で最大 1.2 kOe の回転磁場中で測定した。磁歪算出に使用するヤング率とポアソン比については単結晶の弾性の異方性を考慮した計算値を用いた。

### 実験結果と考察

fcc-Co 膜のエピタキシャル成長方位関係は fcc-Co(001)[100] || MgO(001)[100] であった。Fig. 1 に磁化曲線を示す。磁化容易軸が<110>で困難軸が<100>である 4 回対称結晶磁気異方性を示し、異方性磁場は 0.6 kOe 程度である。Fig. 2 に回転磁場中の磁歪測定結果を示す。磁歪の観察方向は[100]である。出力波形は三角波状で磁場が大きくなるにつれてその振幅は大きくなり、異方性磁場を超える 0.9 kOe 付近で飽和に近づく。出力が三角波状となるのは困難軸方向で磁歪を観察した時の特徴であり、磁場の方向と磁化の方向とが一致しないためであり、修正一斉回転モデルで説明出来る<sup>3)</sup>。飽和した振幅から磁歪定数 $\lambda_{100}$ を算出すると $\lambda_{100}=60 \times 10^{-6}$ となった。磁歪の正負は出力の位相から判断した。fcc-Ni-Co 合金の $\lambda_{100}$ は Co リッチ側で大きな正磁歪を示すことが知られており<sup>4)</sup>、fcc-Co 膜の $\lambda_{100}$ もその傾向を保っていると考えられる。また、第一原理計算でも fcc-Co の $\lambda_{100}$ が大きな正の値を持つことが報告されており<sup>5)</sup>、本実験結果と一致する。

### 参考文献

- 1) D. Weller *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **72**, 2097 (1994).
- 2) M. J. M. Pires *et al.*, *J. Magn. Magn. Mater.* **323**, 789 (2011).
- 3) T. Kawai *et al.*, *J. Magn. Soc. Jpn.*, **39**, 181 (2015).
- 4) S. Kadowaki and M. Takahashi, *J. Phys. Soc. Jpn.* **18**, 279 (1994).
- 5) R. Q. Wu *et al.*, *J. Magn. Magn. Mater.* **177-181**, 1216 (1998).

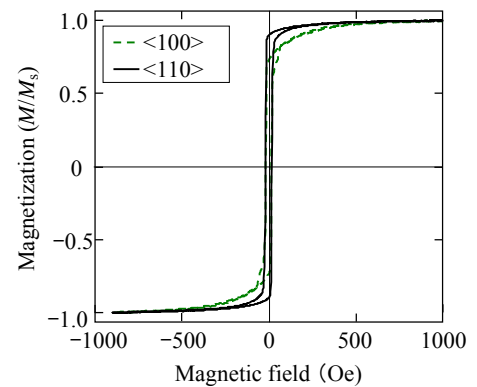


Fig. 1 Magnetization curves measured for fcc-Co(001) single-crystal film.

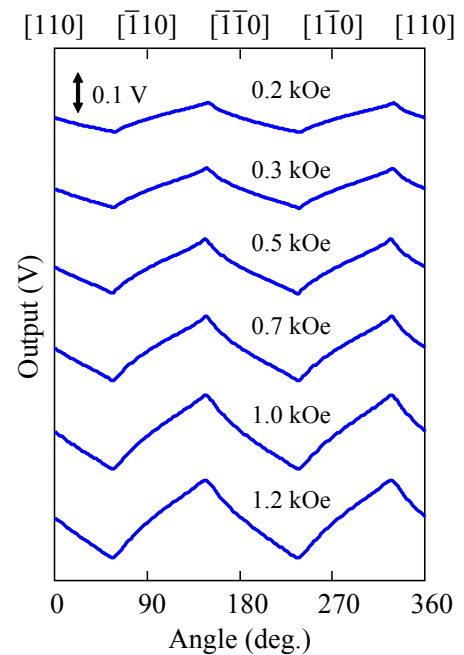


Fig. 2 Magnetostrictive behavior measured for fcc-Co(001) single-crystal film along fcc[100] under various magnetic fields.