

# Fe-Al(001)単結晶薄膜の Gilbert ダンピング定数

川井哲郎・武田 茂\*・大竹 充・二本正昭\*\*

(横浜国大, \*Magnontech, \*\*中央大)

Gilbert damping constant of Fe-Al(001) single-crystal films

Tetsuroh Kawai, Shigeru Takeda, Mitsuru Ohtake, and Masaaki Futamoto

(Yokohama National University, \*Magnontech, Ltd., \*\*Chuo University)

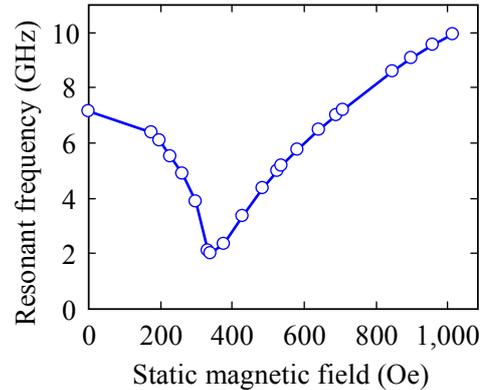
**はじめに** スピントロニクス進展に伴い磁性薄膜の Gilbert ダンピング定数を精度良く測定することの重要性が増している<sup>1)</sup>。磁場掃引強磁性共鳴の吸収幅 ( $\Delta H$ ) から Gilbert ダンピング定数を求める方法は良く知られている<sup>2)</sup>。本報告では Fe-Al(001)単結晶薄膜を例として、周波数掃引強磁性共鳴の吸収幅 ( $\Delta\omega$ ) から Gilbert ダンピング定数を求める方法について報告する。Fe-Al 合金薄膜は幅広く実用化されているだけでなく、軟磁気特性に優れているので  $\Delta\omega$  に及ぼすさまざまな要因を分離しやすいと考え測定試料に選んだ。

**実験方法** Fe-Al 合金ターゲットを使用して UHV RF マグネトロンスパッタ法で MgO(001)単結晶基板の上に厚さ 40 nm の膜を作製した。基板温度は 300 °C の一定温度とした。膜の構造が bcc(001)単結晶膜であることを RHEED と XRD で確認した。1 kOe までの静磁場を膜面内に印加して周波数掃引で強磁性共鳴(FMR)の測定を行なった<sup>3)</sup>。最大周波数は 10 GHz である。共鳴吸収の半値幅 ( $2\Delta\omega$ ) を  $\Delta H$  に換算して Gilbert ダンピング定数を求めた。

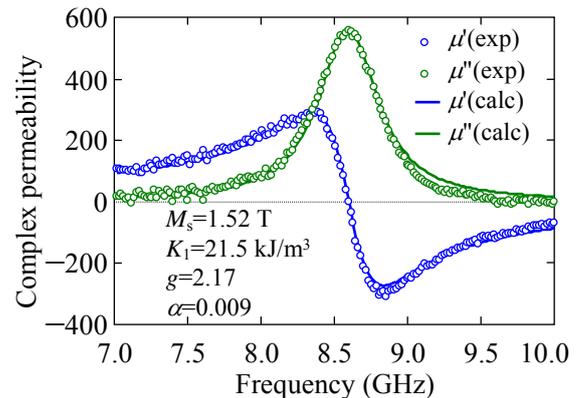
**実験結果と考察** Fe<sub>80</sub>Al<sub>20</sub>(001)単結晶薄膜の困難軸方向 (*//*bcc[110]) に 1 kOe までの静磁場を印加した時の共鳴周波数( $f_r$ )の磁場依存性を Fig. 1 に示す。異方性磁場近くで  $f_r$  が一旦小さくなり、さらに磁場が大きくなるとそれにつれて  $f_r$  も大きくなるという典型的な単結晶膜の挙動を示している。充分飽和していると考えられる 845 Oe の静磁場を印加した時の FMR 測定例を Fig. 2 に示す。実線は LLG 方程式の解から計算した値を示す(計算に使ったパラメーターは図中に記載)。一見、ダンピング定数  $\alpha=0.009$  で実験と計算が良く一致しているように見える。しかし、 $\Delta\omega$  には Gilbert ダンピング定数だけでなくさまざまな外部因子の影響も含まれることが知られている。そこで、磁場掃引の場合と同様な解析を行うため、 $\Delta\omega$  を  $\Delta H$  に換算し、充分飽和していると考えられる領域で  $\Delta H$  の  $f_r$  依存性を示したのが Fig. 3 である。直線近似した傾きから算出した Gilbert ダンピング定数は  $\alpha=0.005$  程度である。本実験では  $f_r$  に依存しない  $\Delta H_0$  が 30 Oe 程度と大きな値となった。今後はこのように  $\Delta H_0$  が大きくなった原因を明らかにする。

## 参考文献

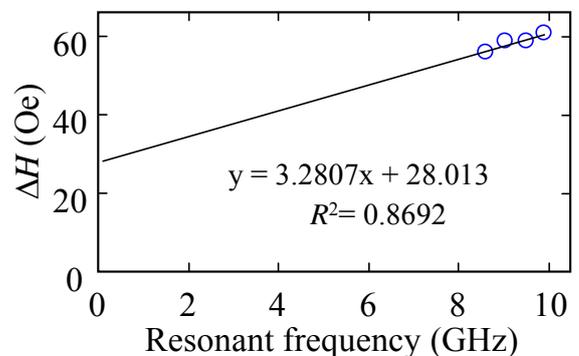
- 1) J. C. Slonczewski, *J. Magn. Magn. Matter.*, **159**, L1 (1996).
- 2) S. S. Kalarickal et al., *J. Appl. Phys.*, **99**, 093909 (2006).
- 3) S. Takeda and H. Suzuki, *J. Magn. Soc. Jpn.*, **33**, 171 (2009).



**Fig. 1** Static magnetic field dependence of resonant frequency measured for an Fe<sub>80</sub>Al<sub>20</sub>(001) single-crystal film.



**Fig. 2** Measured complex permeability for the Fe<sub>80</sub>Al<sub>20</sub>(001) single-crystal film. Circles are experiments and the solid lines are calculations.



**Fig. 3** Resonant frequency dependence of  $\Delta H$  of the Fe<sub>80</sub>Al<sub>20</sub>(001) single-crystal film.