

引張応力下における ΔE 効果

滝谷貴史、沓澤伸明、石井修
(山形大学)

The ΔE effect under Tensile Stress
T. Takiya, N. Kutsuzawa and O. Ishii
(Yamagata Univ.)

はじめに

幅方向に異方性を付与した高磁歪磁性リボンの機械共振周波数, f , は、磁性リボンの湾曲(応力印加)によって変化することが報告されている¹⁾。 f は磁性リボンのヤング率, E , の平方根に比例するため、 ΔE 効果が f の変化を引き起こすと考えられるが¹⁾、応力と f の関係は不明である。また、磁性リボンに引張応力, σ_x , を印加した場合、磁性リボンの異方性磁界, H_a , が減少し、 ΔE 効果が増すと推察される¹⁾。本稿では、磁性リボンに σ_x を印加した場合の f を測定し、応力下の磁性リボンの ΔE 効果を検討した。

実験方法

Fig.1 に共振周波数測定系を示す。ピックアップコイル内に $5\text{ mm} \times 20\text{ mm} \times 24\text{ }\mu\text{m}$ の形状の磁性リボンを配置した。磁性リボンは、幅方向に異方性を付与するため 100 Oe の磁界を印加しつつ窒素気流中 $410\text{ }^\circ\text{C}$ で 10 分間熱処理を施した。ヘルムホルツコイルを用いて直流バイアス磁界, H_{dc} , を磁性リボン長手方向に印加した。磁性リボンに 0.156 g ($\sigma_x = 12.2\text{ kPa}$) 及び 8.33 g ($\sigma_x = 681\text{ kPa}$) の重りを吊り下げ、 f - H_{dc} 特性を測定した。

実験結果

Fig.2 に磁性リボンの f - H_{dc} 特性を示す。 H_a は、 f が最小となる H_{dc} である¹⁾。 $\sigma_x = 12.2\text{ kPa}$ の場合 $H_a = 7.2\text{ Oe}$ であり、 $\sigma_x = 681\text{ kPa}$ の場合 $H_a = 6.2\text{ Oe}$ であった。したがって、 σ_x を 669 kPa 増加させた場合の異方性磁界の変化量, ΔH_a , は 1.0 Oe である。次に、(1)式¹⁾を用いて ΔH_a の理論値を求める。

$$\Delta H_a = \frac{3\lambda_s \sigma_x}{M_s} \dots (1)$$

ここで、 M_s は磁性リボンの磁化 (1.34 T)、 λ_s は磁性リボンの飽和磁歪定数 (30×10^{-6}) である²⁾。(1)式より $\Delta H_a = 1.0\text{ Oe}$ となるために必要な σ_x は 1.18 MPa となり、重りの質量, m , に換算すると約 14.5 g となる。Fig.2 で、 $\Delta H_a = 1.0\text{ Oe}$ とするために必要な m は 8.17 g であるため、理論値と実験値では 6.33 g の差が生じる。これは、磁界中熱処理に伴う H_a の変動が主因と推察する。

以上の結果より、磁性リボンに σ_x を印加した場合 H_a は減少し、 ΔE 効果による f の変動量が增大することを明らかにした。この現象は、高感度応力センサ等への応用が期待される。

参考文献

- 1) O. Ishii *et al* : *J. Magn. Soc. Jpn.*, **37**, 250-254 (2013)
- 2) “Technically Superior Data” from Allied Signal Co., Ltd.

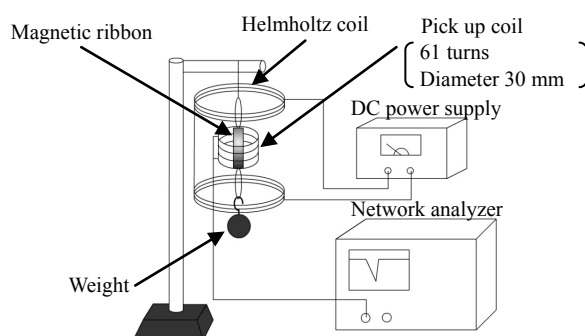


Fig.1 Resonant frequency measurement setup

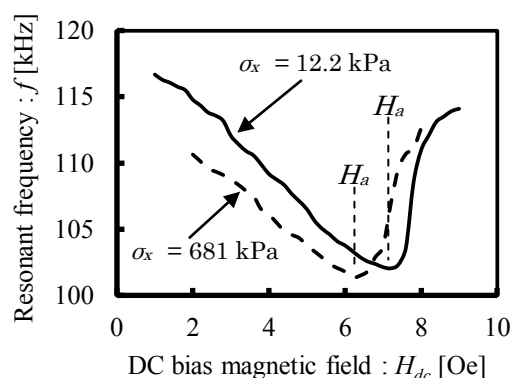


Fig.2 DC bias magnetic, H_{dc} , vs resonant frequency, f ,