

六方晶フェライト単結晶の高周波透磁率評価

長内 史也, 薮上 信*, 山田 洋, 内海 重宜**, 安川 雪子**, 吉田 栄吉****, 遠藤 恭****, 島田 寛****
 (仙台高等専門学校, *東北学院大学, **諏訪東京理科大学, ***千葉工業大学,
 ****東北大学, *****東栄科学産業)

High frequency permeability measurement of hexagonal ferrite single crystal

F.Osanai, S. Yabukami*, H. Yamada, S. Utsumi**, Y. Yasukawa**, S. Yoshida****, Y. Endo****, Y. Shimada****
 (National Institute of Technology Sendai College, *Tohoku Gakuin University, **Tokyo University of
 Science Suwa, ***Chiba Institute of Technology, ****Tohoku University, *****Toei Scientific Industrial co., ltd.)

1 はじめに 六方晶フェライトは次世代高周波磁気素子への応用が期待され、その高周波磁気特性に関する研究が行なわれている。本研究では、六方晶フェライトとして組成調整したBaフェライトを選択し、その高周波磁気特性を検討した。具体的には、インピーダンス整合を考慮したマイクロストリップ (MSL) 型プローブをBaフェライト単結晶に近接させて透磁率計測を行い、強磁性共鳴周波数、共鳴線幅、ダンピング定数について検討した。

2 計測方法 測定対象試料は、組成および濃度が異なる10種類のBaフェライト単結晶である。なお、本概要では、試料面内 (C面) 方向に非常に弱い容易軸を有するBa(Fe_{0.864}Sc_{0.136})₁₂O₁₉ (6 mm × 3 mm, 厚さ1 mm) の結果について紹介する。

Fig. 1 は高周波透磁率計測システムの構成、およびMSL型プローブとBaフェライトの配置関係を模式的に示した図である。同軸ケーブルを介してネットワークアナライザ(アジレントテクノロジー製N5227A)に接続したMSL型プローブをヘルムホルツコイル内に設置した。高周波磁界をBaフェライトの磁化困難軸方向に励起するように、ポリスチレンフィルムを介してMSL導体に試料の磁化困難軸面を近接配置させた。

はじめにDCバイアス磁界 H_{dc} を印加せず、Baフェライトをヘルムホルツコイル内に配置しない状態でSパラメータ測定を行った(バックグラウンド測定)。次に、MSLプローブとBaフェライトの配置関係を注意しながら、BaフェライトをMSLに近接配置し、DCバイアス磁界(0~1500 Oe程度)を高周波磁界と直交するように印加してSパラメータ測定を行った(メイン測定)。メイン測定とバックグラウンド測定との差分により透過係数(S_{21})を評価し、(1), (2)式により透磁率に換算した。

$$Z_s = 100(1 - S_{21})/S_{21} \quad (1)$$

$$\mu_r = K \frac{1}{f} (X - jR) \quad (2)$$

ここで、 Z_s は磁性体の等価的インピーダンス、 R は抵抗、 X はリアクタンス、 f は周波数、 K は定数である。

3 計測結果 Fig. 2 に一例としてDCバイアス磁界500, 1000, 1500 Oe印加時のBa(Fe_{0.864}Sc_{0.136})₁₂O₁₉の透磁率(虚数部)の周波数特性を示す。なお、絶対値

は未補正である。外部磁界の増加とともに、強磁性共鳴周波数(f_r)は5.1 GHzから10.95 GHzへと高周波帯域へシフトし、共鳴線幅(Δf_r)は4.3 GHzから0.43 GHzへと狭くなった。 f_r に関しては、Baフェライトの異方性磁界より求めた f_r の理論値(約4.2 GHz)と近くなった。 Δf_r に関しては、その挙動は外部磁界の増加にともない異方性分散が収まり磁化が一斉回転モードになっていることを表している。また、ダンピング定数に関しては、DCバイアス磁界が十分に強く一斉回転モードになる領域で、その値はおおよそ0.02となった。今後は他のBaフェライトについても同様の評価を行う。

参考文献 1) S. Yabukami, K. Kusunoki, H. Uetake, H. Yamada, T. Ozawa, R. Utsumi, T. Morizumi, Y. Shimada, *Journal of the Magnetics Society of Japan*, Vol. 41, No. 2, pp. 25-28 (2017).

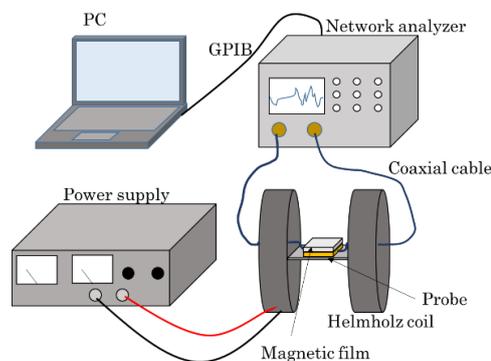


Fig. 1 Schematic diagram of measurement system.

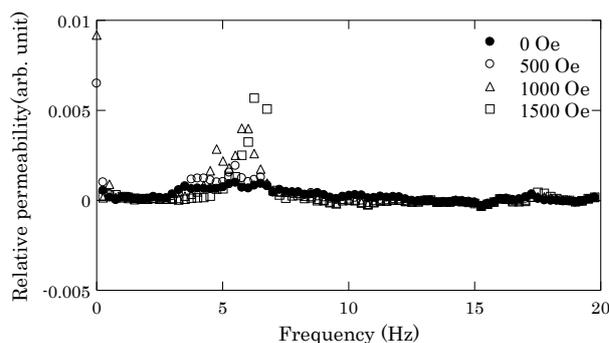


Fig. 2 Imag. permeability of Ba(Fe_{0.864}Sc_{0.136})₁₂O₁₉