

強磁性体の音響刺激電磁応答

Acoustically stimulated electromagnetic response in magnetic materials

農工大院工 °山田 尚人, 高島 和也, 生嶋 健司

Dept. of Appl. Phys., Tokyo Univ. of A & T

°Hisato Yamada, Kazuya Takashima, Kenji Ikushima

E-mail: 50011834102@st.tuat.ac.jp

超音波計測は質量密度や弾性率を測定する手法として広く活用されているが、電気・磁気測定へ応用した例はほとんどない。ところが、物体内を伝播する弾性波はしばしば測定対象の電気・磁気モーメントに時間変化を与え、超音波と同一周波数の電磁場を物体周辺に発生し得る。我々はこれまで超音波刺激により誘起される微弱な電磁場 (ASEM 応答) の検出方法を提案し、様々な物質に対して測定を行ってきた[1]。本研究の目的は、強磁性体における ASEM 応答の理論的基礎付けを行うとともに、単純な系において検証することである。まず、強磁性体において、磁場-応力の関係式を線形応答 $B_m = d_{mi}T_i + \mu_{mk}H_k$ と仮定する($i=1,2,\dots,6$ and $k,m=1,2,3$) [2]。ここで、 B , T , H はそれぞれ磁束密度、応力、磁場である。また、 d , μ はそれぞれ圧磁テンソル、透磁率である。多結晶強磁性体では、一軸対称性 (C_∞) の圧磁テンソルを仮定する。次に、上式から、外部静磁場の有無に関わらず、超音波刺激により誘起される磁束密度の高周波成分 $B(t)$ は超音波により与えられた応力 $T(t)$ に比例することがわかる。また、この誘起された $B(t)$ は、超音波刺激される局所領域 Ω における平均化した磁気双極子モーメント $\bar{M}(t)$ に比例する。これらのことから、局所領域 Ω の周辺に発生する電磁場は一般の磁気双極子放射の問題に帰着できる。本研究では汎用フェライト系磁石において ASEM 応答の異方性について検証した。Fig.1 に測定概念図を示す。ASEM 応答はエコー遅延時間 t_{echo} の半分の時間で発生し、狭帯域アンテナによって検出される (Fig.2)。アンテナは電磁場の波長 (約 30m) よりも十分近い距離にあることから、検出される磁場は磁気双極子放射における近接場成分である。単純な双極子モデルで予想されるように、antenna III, IV においてより明確な ASEM 信号が観測され、さらに、antenna IV で測定した信号は antenna III に比べて 2 倍程度大きい。また、楕状に連続したパルス応答は、磁石に閉じ込められた音波が上面と底面で反射を繰り返す様子を示している。当日は、これらの解析結果を示すとともに、鉄やステンレスの結果についても報告する。

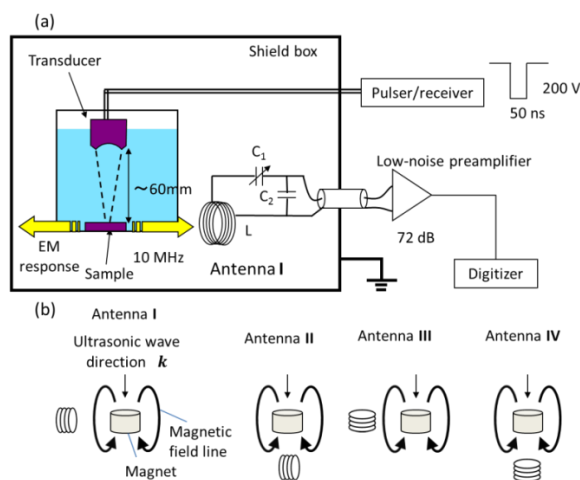


Fig.1 (a)測定装置概要 (b)アンテナ配置図

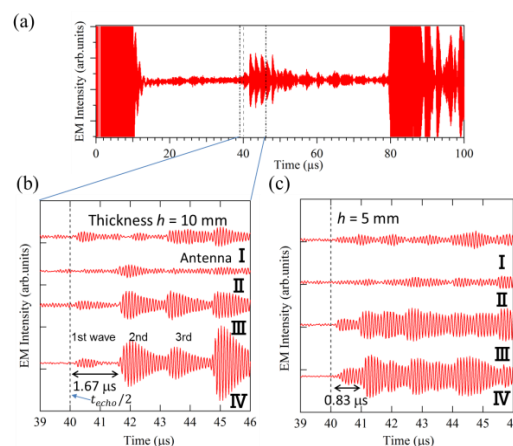


Fig.2 (a)antenna III による磁石からの典型的な実時間波形

(b), (c)10mm および 5mm 厚の磁石からの ASEM 応答拡大図

[1] K. Ikushima *et al.*, Appl. Phys. Lett. **89**, 194103 (2006); N. Ohno *et al.*, Proc. of Symposium on Ultrasonic Electronics **32**, 211 (2011). [2] D. A. Berlincourt *et al.*, "Physical Acoustics," vol.1 part A, W. P. Mason, Eds. New York and London: ACADEMIC PRESS, 1964, pp. 182-188.