

強磁性トンネル接合素子の非破壊検査への応用

Application to Non-Destructive Inspection of Magnetic Tunnel Junction Device

○阿部 雅彦、大兼 幹彦、藤原 耕輔、遠藤 基、永沼 博、安藤 康夫 (東北大院工)

M. Abe, M. Oogane, K. Fujiwara, M. Endo, H. Naganuma, and Y. Ando (Tohoku Univ.)

E-mail: masahiko.abe@mlab.apph.tohoku.ac.jp

検査対象物を破壊せずに内部の欠陥や破断を検出する非破壊検査技術は、様々な分野で役立てられている。近年、磁気抵抗素子の急速な高感度化により、磁気を利用した非破壊検査への期待が高まっている。特に、強磁性トンネル接合 (Magnetic Tunnel Junction :MTJ) を用いた磁場センサは高感度かつ小型、低消費電力の特長を有している。本研究では、MTJ 素子の非破壊検査への応用可能性を明らかにするために、測定系の構築および試験片を用いた傷検出実験を行った。

先行研究において優れた磁場感度を示した、フリー層に NiFe、トンネル障壁層に MgO を有する MTJ 素子を測定に用いた[1]。Fig. 1 に測定系の概要および試験片形状を示す。パーマロイで作られた磁気ヨークの周りに銅線を計 165 回巻き、銅線に 10 V の直流電圧を印加することで、約 25 Oe の直流磁場を発生させ試験片を着磁させた。試験片として、開口幅 3 mm、深さ 1.5 mm の傷を有する、鉄 (試験片 A) および銅 (試験片 B) を用いて測定を行った。傷から漏れ出る面直方向の磁場による MTJ の信号変化を直流 4 端子法により印加電圧 40 mV で測定した。

試験片 A に対して、MTJ の位置を変えて信号を測定した結果、傷の位置近傍で磁場の湧き出し、沈み込みに対応すると考えられる電圧の大きな変化が観測された (Fig. 2 中の横軸原点が傷中心位置)。また、試験片-MTJ 間の間隔を 1.5~3.5 mm で変化させた結果、MTJ が離れるほど傷位置近傍での電圧信号が小さくなった。一方、非磁性体である試験片 B では、傷位置での電圧変化は見られなかった。測定に用いた MTJ 素子の磁場感度 (5.22 mV/Oe) から、試験片-MTJ 間の間隔が 1.5 mm の場合、傷から漏れ出る面直方向の最大磁場は 0.74 Oe と見積もられた。しかし、実際の非破壊検査ではより小さい傷を離れた位置で検出することが求められ、信号強度の増大および空間分解能の改善が今後の課題である。本研究の一部は、JST 戦略イノベーション創出推進プログラム (S-イノベ) の支援により行われた。[1] K.Fujiwara, J. Appl. Phys. 111, 07C710 (2012)

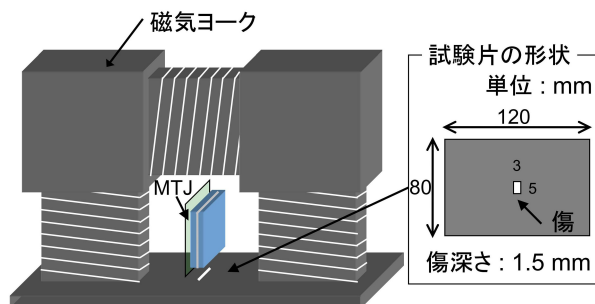


Fig.1 測定系概略図と試験片形状

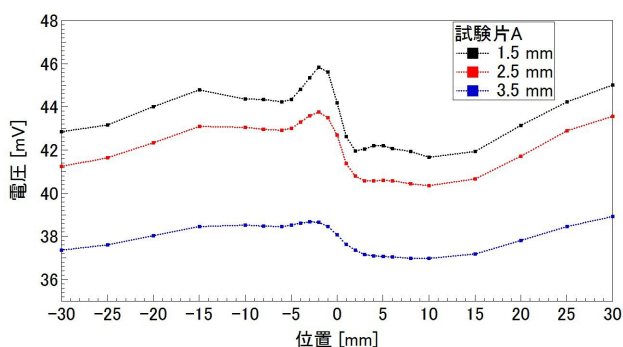


Fig.2 試験片 A における信号電圧の位置依存性