

## 電圧誘起ダイナミック磁化反転の書き込みエラー率低減

池浦拓朗<sup>1,2</sup>, 塩田陽一<sup>1</sup>, 山本竜也<sup>1</sup>, 野崎隆行<sup>1</sup>, 鈴木義茂<sup>1,3</sup>, 湯浅新治<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>産総研、<sup>2</sup>筑波大学、<sup>3</sup>大阪大学)

Improvement of write error rate in voltage-induced magnetization switching

T. Ikeura<sup>1,2</sup>, Y. Shiota<sup>1</sup>, T. Yamamoto<sup>1</sup>, T. Nozaki<sup>1</sup>, Y. Suzuki<sup>1,3</sup>, and S. Yuasa<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>AIST, <sup>2</sup>Univ. Tsukuba, <sup>3</sup>Osaka Univ.)

### 1 はじめに

電圧誘起磁気異方性変化<sup>1)</sup>を利用した磁化反転制御は、その低消費電力性から電圧駆動型磁気メモリへの応用が期待されている<sup>2)</sup>。しかしながらパルス電圧誘起の歳差運動を利用する反転制御であるため反転確率はパルス時間に非常に敏感であり、実用に向けた低書き込みエラー率(WER)の実証が重要な課題となっている<sup>3)</sup>。WERの低減には高い垂直磁気異方性による熱安定性向上が有効であることが理論予測により明らかとなっているが<sup>3)</sup>、同時にその磁気異方性を打ち消すだけ十分大きな電圧効果も求められる。一方、電圧磁気異方性変化は通常印加電圧に対して線形に変化するため、磁化反転に利用される電圧とは逆符号側では垂直磁気異方性の増大、つまり熱安定性の向上を作り出すことができる。本研究では、この電圧による磁気異方性増大効果を利用して反転前の熱安定性を疑似的に向上させ、書き込みエラー率を低減する手法についてマクロスピンモデルシミュレーションにより検討した。

### 2 結果及び考察

図1に本アプローチで磁化反転制御に用いる(a)パルス電圧とそれにより生じる(b)垂直磁気異方性( $K_{PMA}$ )変化の模式図を示す。通常は正側のみの書き込みパルス電圧印加(時間幅  $t_{sw}$ , 電圧強度+1V)により垂直磁気異方性を消失させ、面内方向に印加しているバイアス磁界を軸とした歳差運動を誘起することにより反転を制御する。本アプローチではそれに加えて、反転パルス印加前に逆バイアス電圧(-1 V)を印加することで疑似的に磁気異方性を増大させてから書き込みパルス電圧を印加し、WERへの影響を調べた。図1(c)に記録層の熱安定性( $\Delta$ )に対するエラー率(WER)を比較した結果を示す。電圧効果の大きさは各条件における垂直磁気異方性を打ち消すことを想定しているため、 $\Delta$ が大きな条件ほど高効率となっている。また、面内バイアス磁界による磁化の面直方向からの傾き角を一定とするため、パルス時間幅  $t_{sw}$  に関しても $\Delta$ に依存して最適値に設定した。通常のパルスのみ(青)と比較して、逆バイアス電圧を印加した場合に明瞭なWER低減効果が見られ、その効果は $\Delta$ が大きくなるほど有効であることが分かった。発表では低減効果の物理起源についても議論する。

本研究は総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)により、科学技術振興機構を通して委託されたものである。

- 1) T. Maruyama, *et al. Nat. Nanotech.* **4**, 158 (2009).
- 2) Y. Shiota, *et al. Nat. Mater.* **11**, 39 (2012).
- 3) Y. Shiota *et al. Appl. Phys. Express* **9**, 013001(2016).

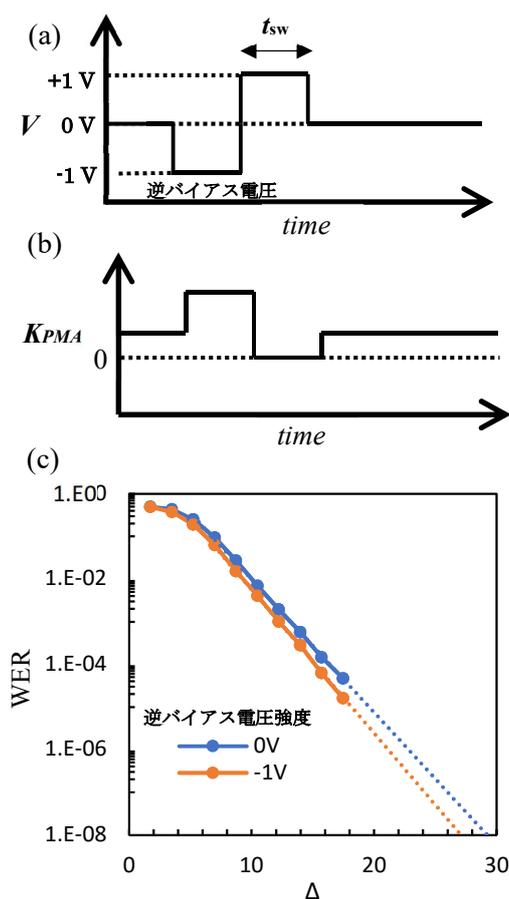


図1 (a)パルス電圧の模式図、(b)垂直磁気異方性変化の模式図、(c)エラー率(WER)に対する負電圧印加効果の熱安定性  $\Delta$  依存性