

# イオン照射による MnGa 膜の非磁性化と非磁性層厚の制御

大島大輝, 加藤剛志, 高橋茂樹\*, 園部義明\*, 岩田聡, 綱島滋\*\*  
(名大, \*サムスン日本研究所, \*\*名産研)

Creation of non-magnetic layer and control of its layer thickness by ion irradiation on MnGa films

D. Oshima, T. Kato, S. Takahashi\*, Y. Sonobe\*, S. Iwata, S. Tsunashima\*\*  
(Nagoya Univ., \*Samsung R&D Institute Japan, \*\*NISRI)

## はじめに

我々はこれまでに,  $L1_0$ 規則相の MnGa に対しイオン照射することにより, MnGa が A1 不規則相へと遷移し非磁性化すること, また, その性質を利用してビットパターン媒体 (BPM) が作製できることを示してきた<sup>1)</sup>. 本研究では, イオン照射により MnGa 膜を表層から所望の深さまで非磁性化する手法について検討したので報告する.

## 実験方法

単結晶 MgO (001)基板上に RF マグネトロンスパッタにより Cr (2 nm) / MnGa (15 nm) / Cr (20 nm) / MgO sub. の膜構成で成膜した. 全ての層は基板温度 100 °C 以下で成膜し, Cr 下地層と MnGa 層の成膜後にはそれぞれ 600 °C で 60 min, 400 °C で 30 min のポストアニールを行った. 作製した膜に対し, イオン注入装置を用い,  $Kr^+$ イオン照射を行った. 照射エネルギーは 5, 10, 30 keV とし, 照射量は 30 keV の場合には  $1 \times 10^{14}$  ions/cm<sup>2</sup>, 5, 10 keV の場合には  $3 \times 10^{14}$  ions/cm<sup>2</sup>とした. 照射角度を膜面垂直方向に対し, 0°から 70°傾けて照射することにより, 非磁性化する厚さを変化させた. 照射前後の磁気特性は, 交番磁界勾配型磁力計により測定した.

## 実験結果

Fig. 1 に照射前および 5 keV の  $Kr^+$ イオンを膜面垂直方向から 60°傾けて  $3 \times 10^{14}$  ions/cm<sup>2</sup>照射した後の膜面垂直方向の磁化曲線を示す. 照射前の磁化曲線が典型的な垂直磁化膜の磁化曲線となっているのに対し, 照射後の磁化曲線は飽和磁化のみが低下し, 磁化曲線の形状や保磁力にはほとんど変化が見られない. このことから, 表面からある程度の深さ分のみが非磁性化されており, また, その非磁性化された層と強磁性を保っている層は非常にシャープに分離していると予想される. そこで, 飽和磁化の低下分から, 非磁性化された層の層厚を見積もった.

Fig. 2 に照射角度と非磁性化された層の層厚の関係を示す. 垂直入射の場合には, イオンのエネルギーが 30 keV のときに  $1 \times 10^{14}$  ions/cm<sup>2</sup>の照射で膜全体が非磁性化している. イオンエネルギーが低くなるにつれてイオンの膜中への侵入長が減少するため, 非磁性化された層の層厚が薄くなっている. また, エネルギー一定で, 照射角度を大きくすると, イオンが膜面に対し浅い角度で入射するようになるために, 非磁性化される層の厚さが薄くなっている. Fig. 2 から, 照射エネルギーおよび照射角度を適切に選ぶことで非磁性化させる層の厚さを自由に選ぶことが可能であることがわかる. さらに, その層厚は 1 nm レベルで制御できることを示唆している.

## 謝辞

本研究は Samsung Global MRAM Innovation Program の支援により行われた.

## 参考文献

- 1) D. Oshima et. al., IEEE Trans. Magn., vol. 49, 3608 (2013)

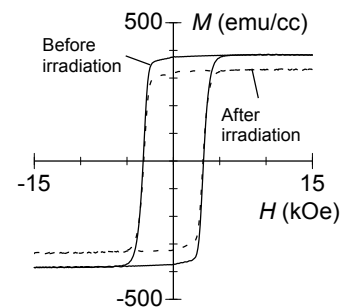


Fig. 1 Out-of-plane  $M$ - $H$  loops of MnGa film before and after the 5 keV ion irradiation along 60° from film normal.

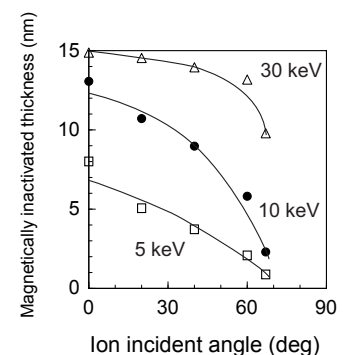


Fig. 2 Ion incident angle dependences of non-magnetic layer thicknesses on MnGa films.