

## 強磁性粒界材を含有するキャップ層による フルグラニューラ積層型垂直磁気記録媒体の反転磁界分布および表面粗さの低減

◦タム キム コング<sup>a)</sup>, 櫛引 了輔<sup>a)</sup>, 鎌田 知成<sup>a)</sup>, 斉藤 伸<sup>b)</sup>

(<sup>a)</sup>田中貴金属工業株式会社, (<sup>b)</sup>東北大学)

### Reduction of switching field distribution and surface roughness for full granular stacked perpendicular recording media by utilizing cap layer consisting of ferromagnetic grain boundary

◦Kim Kong Tham<sup>a)</sup>, Ryosuke Kushibiki<sup>a)</sup>, Tomonari Kamada<sup>a)</sup>, and Shin Saito<sup>b)</sup>

(<sup>a)</sup>TANAKA KIKINZOKU KOGYO K.K., (<sup>b)</sup>Tohoku University)

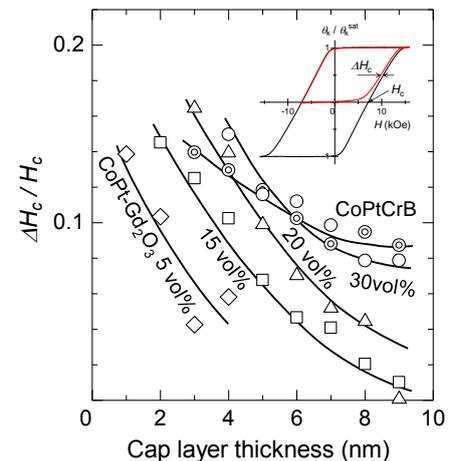
**はじめに** 現在市販されている垂直磁気記録媒体はグラニューラ層 (GRL) とキャップ層 (CL) の積層構造からなっている。GRL は CoPt 合金結晶粒と非磁性粒界酸化化物で構成されている。GRL の粒界材としては、 $B_2O_3$  が高結晶磁気異方性エネルギー ( $K_u$ ) を持つコラム状成長磁性結晶粒との二相析出を促進する効果的な材料であることが報告された<sup>1)</sup>。CL は積層媒体の粒間交換結合<sup>2)</sup> と反転磁界分布<sup>3)</sup> を制御するために用いられている。CL 材料の一つとして、強い粒界交換結合を有する CoPtCrB の連続膜が提案されている<sup>4)</sup>。この材料の課題は GRL の金属-酸化物の相分離構造上に積層した場合に金属結晶粒上に CL 金属が核発生しやすいため CL の厚み方向に構造が不均一になることである。このことにより精密な粒間交換結合の制御が困難となり、媒体の反転磁界分布が増大してしまう<sup>5)</sup>。この問題を解決するために、我々は高  $K_u$  CoPt 結晶粒と強磁性粒界酸化物からなるグラニューラ型 CL を用いた積層型媒体を提案した<sup>6)</sup>。本講演では CL の粒間交換結合を変化させるため、CL の強磁性酸化物の含有量を変化させた検討を行い、その反転磁界分布と微細構造を調べたので報告する。

**実験結果** 媒体は室温で作製し、層構成を Sub/ Ta (5 nm)/ Ni<sub>90</sub>W<sub>10</sub> (6 nm)/ Ru (0.6 Pa, 10 nm)/ Ru (8 Pa, 10 nm)/ Ru<sub>50</sub>Co<sub>25</sub>Cr<sub>25</sub>-30vol%TiO<sub>2</sub> (1 nm)/ Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>-30vol%B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (16 nm)/ Co<sub>80</sub>Pt<sub>20</sub>-(5~30) vol%Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0~9 nm)/ C (7 nm) とした。

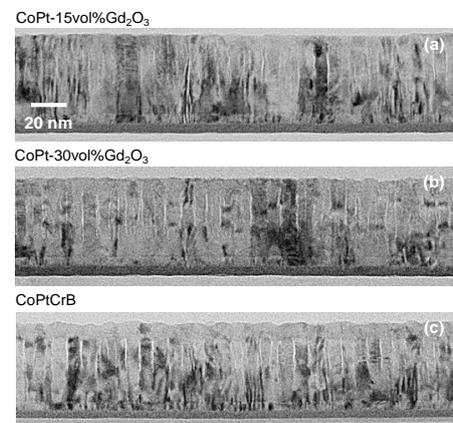
Fig. 1 には、様々な Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量の CoPt-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> グラニューラ CL を用いた積層媒体の反転磁界分布の CL 厚さへの依存性を示している。比較のため、CoPtCrB 連続 CL を用いた媒体の反転磁界分布もプロットされている。ここで、反転磁界分布は  $\Delta H_c$  と  $H_c$  の比率から評価される<sup>7)</sup>。 $\Delta H_c$  は挿入図に示すように、規格化された  $M_s$  の半分でのマイナーとメジャーヒステリシスループとの差として定義される。CoPt-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CL を用いた積層媒体の場合、CL の厚さが増加すると、 $\Delta H_c/H_c$  は減少する傾向を示す。CL の厚さ 4 nm に注目すると、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の含有量が 30 から 5vol% に減少すると、 $\Delta H_c/H_c$  は 0.15 から 0.06 に大幅に減少する。これは、CL の Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の含有量を減らすことで反転磁界分布が減少することを示している。さらに、積層媒体の  $\Delta H_c/H_c$  を CoPt-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> グラニューラ CL と CoPtCrB 連続 CL で比較すると、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が 30vol% 未満に減少すると、より小さな  $\Delta H_c/H_c$  が得られ、CoPt-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> グラニューラ CL は CoPtCrB 連続 CL を用いた媒体よりも反転磁界分布が小さくなっていることを示している。

Fig. 2 には、(a) CoPt-15vol%Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (b) CoPt-30vol%Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> および (c) CoPtCrB CL を用いた媒体の断面 TEM 写真を示している。CoPt-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CL を用いた媒体に注目すると、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の含有量を 30 から 15vol% に低減しても、媒体の表面は CoPtCrB CL を用いた媒体に比べて平坦である。EDX 元素分析によると、磁性結晶粒の均一な構造と GRL から CL までの粒界を観察することができる。これらの結果は、CoPt-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CL を用いることで、現在の CL に比べて表面が平坦で反転磁界分布が狭い媒体を実現できることを示している。

**参考文献** 1) K. K. Tham et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55**, 07MC06 (2016). 2) Y. Sonobe et al., *J. Appl. Phys.*, **91**, 8055 (2002). 3) Y. Sonobe et al., *J. Magn. Magn. Mater.*, **303**, 292 (2006). 4) G. A. Bertero et al., *IEEE Trans. Magn.*, **38**, 1627 (2002). 5) K. K. Tham et al., *J. Appl. Phys.*, **112**, 093917 (2012). 6) K. K. Tham et al., *IEEE Trans. Magn.*, **55**, 3200305 (2019). 7) I. Tagawa et al., *IEEE Trans. Magn.*, **27**, 4975 (1991).



**Fig. 1** Dependence of switching field distribution for stacked media with CoPt-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> granular CL of various content of Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on CL thickness (solid lines). For a comparison, switching field distribution of the medium with CoPtCrB continuous CL is also plotted (dotted line).



**Fig. 2** Cross section TEM images of media with (a) CoPt-15vol%Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (b) CoPt-30vol%Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and (c) CoPtCrB CLs.