

## Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Pt/Co 薄膜における Positive exchange bias の発現

笈田陸弘<sup>1</sup>, 芦田拓也<sup>1</sup>, 下村直樹<sup>1</sup>, 野崎友大<sup>1</sup>, 柴田竜雄<sup>2</sup>, 佐橋政司<sup>1</sup>  
(東北大学<sup>1</sup>, TDK 株式会社<sup>2</sup>)

Positive exchange bias in Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Pt/Co thin film

M. Oida<sup>1</sup>, T. Ashida<sup>1</sup>, N. Shimomura<sup>1</sup>, T. Nozaki<sup>1</sup>, T. Shibata<sup>2</sup> and M. Sahashi<sup>1</sup>  
(Tohoku University<sup>1</sup>, TDK Corporation<sup>2</sup>)

### はじめに

電気磁気効果を有する材料は、低消費電力な電界操作型の磁気デバイスへの応用が期待でき、近年注目を集めている。中でも我々は Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> について研究を行っている。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は高いネール点 T<sub>N</sub> (~307 K) を有する反強磁性体であり、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と強磁性層を交換結合させることで、大きな交換バイアスを得ることができると報告されている<sup>1)</sup>。しかし、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の磁気異方性が小さいため、交換バイアスが観測できなくなる温度であるブロッキング温度 T<sub>B</sub> は T<sub>N</sub> よりかなり小さくなる場合が多い。よって、室温付近で電気磁気効果の観測を行うには、T<sub>B</sub> を T<sub>N</sub> 近くまで向上させることが不可欠となる。過去の報告から、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と強磁性層の間に Pt 層を挿入すると交換結合エネルギー J<sub>K</sub> が減少し、T<sub>B</sub> が向上することがわかっている<sup>2)</sup>。同様の方法を用いて、我々の系で T<sub>B</sub> 改善を試みたところ、交換バイアスが通常とは反対に表れる Positive exchange bias<sup>3)</sup> という現象が観測された。そこで、今回我々は Pt 挿入層の効果をより詳しく調べ、この Positive exchange bias の起源について考察を加えた。

### 実験方法

RF マグネトロンスパッタ装置を用いて、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0001)基板上に Pt (25 nm) / Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (250) / Pt (t<sub>Pt</sub>) / Co (1) / Pt (5) を成膜した。Pt 挿入層の膜厚 t<sub>Pt</sub> は 0~1.36 nm である。下部電極用の Pt は 873 K, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は 773 K, その上の Pt/Co/Pt は 423 K にて、成膜を行った。磁気特性の評価は SQUID を用いた。Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の T<sub>N</sub> ~307 K より高い 340 K から 50 K まで磁場中冷却を施した後、±10 kOe の範囲で M-H 曲線の測定を行った。磁場中冷却に用いた磁場 H<sub>fc</sub> は、0.1~30 kOe である。

### 結果と考察

Fig.1 に 100 K における交換バイアスの Pt 挿入層膜厚依存性を示す。H<sub>fc</sub> は 10 kOe である。この図から、Pt 挿入層を厚くしていくと交換バイアスの絶対値が小さくなっていることがわかった。また、Pt 挿入層が 1 nm 付近で交換バイアスの方向が負方向から正方向へ変わる様子が観測された。この交換バイアスの方向が変わる Pt 挿入層膜厚 t<sub>Pt</sub> = 1 nm 付近のサンプルについて、交換バイアスの H<sub>fc</sub> 依存性を調べた結果を Fig.2 に示す。すべてのサンプルについて H<sub>fc</sub> が小さい時は、通常の負方向の交換バイアスを示し、H<sub>fc</sub> が大きくなると正方向へ変化すること、交換バイアスの絶対値が大きいサンプルほど、交換バイアスを正方向に変えるのに必要な H<sub>fc</sub> が大きくなることがわかった。これらの結果は、磁場中冷却過程において Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の界面スピンの方向が決まる際に強磁性層の磁化方向だけでなく、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 自体が外部磁界から影響を受けていることを示唆している。

### 参考文献

- 1) Y. Shiratsuchi et al., Appl. Phys. Exp., 3, 113001 (2010).
- 2) Y. Shiratsuchi et al., IEEE Trans. Magn., 47, 3909 (2011).
- 3) J. Nogues et al., Phys. Rev. Lett., 76, 4624 (1996).

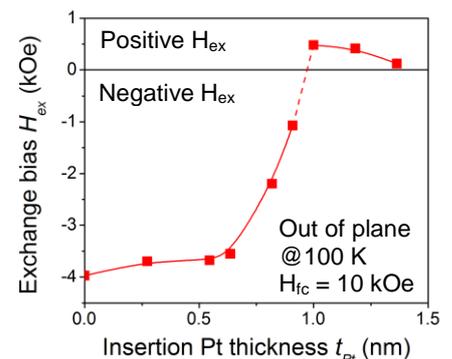


Fig. 1 The inserted Pt thickness dependence on H<sub>ex</sub> at 100 K after field cooling with H<sub>fc</sub> = 10 kOe. Lines are guides to the eye.

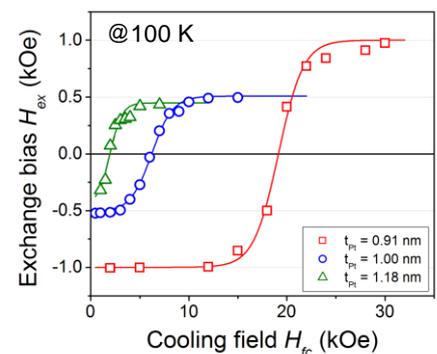


Fig. 2 Cooling field strength H<sub>fc</sub> dependence on H<sub>ex</sub> of the sample with Pt insertion layer thickness t<sub>Pt</sub> = 0.91, 1.00, and 1.18 nm at 100 K.