

プログラム名：無充電で長期間使用できる究極のエコ IT 機器の実現

PM 名：佐橋 政司

プロジェクト名：交差相関電圧書込み磁気記録プロジェクト

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 7 年 度

研究開発課題名：

高性能電気磁気効果薄膜材料の開発

研究開発機関名：

福島工業高等専門学校

研究開発責任者

小田 洋平

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

平成27年度は Cr_2O_3 の動作温度の向上および磁気記録媒体として高密度化に関する方針を得ることを目標とした。そのため年度内に、 Cr_2O_3 の動作温度の一つであるネール温度に対する静水圧効果について理論的立場から検討を行い、実験と比較・議論を行う計画であった。また記録密度を決定づける Cr_2O_3 の反強磁性磁壁幅について理論的立場から検討を行い、磁壁幅が何nm程度の厚みになるかの予測を示す計画であった。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

平成27年度は主に「 Cr_2O_3 のネール温度に対する静水圧効果の検討」および「 Cr_2O_3 の磁気異方性定数と反強磁性磁壁幅の検討」を行った。ネール温度に関する静水圧効果の検討については、理論計算の結果として静水圧印可によって Cr_2O_3 のネール温度は低下する傾向があり、ネール温度の変化率については実験結果と定量的に一致することを確認した。また磁気異方性定数と反強磁性磁壁幅の検討については、 Cr_2O_3 の磁壁幅は80nmと厚くなることが予測されるが、面内伸張歪による磁気異方性定数の増大によって磁壁幅を20nm程度にまで狭くできることを明らかにした。なお、これらの成果については論文として発表する準備を進めている段階である。

2-2 成果

1. Cr_2O_3 のネール温度に対する静水圧効果の検討

静水圧効果の検討に関しては昨年度からの研究の継続である。本年度は、格子体積を圧縮した状態での応力テンソルを第一原理計算によって求めることにより、実際の圧力に対する交換相互作用定数やネール温度を求めることができた。

図1は静水圧Pの印可による格子体積Vと格子定数a, cの変化をプロットしたものである(比較のために実験データも示されている)。得られた結果より、 Cr_2O_3 の体積は圧力に対して線形的に圧縮され、体積弾性率の計算結果は245.6 GPaは実験値238.4 GPaとよく一致していることを確認した。

図2はネール温度 T_N の圧力依存性の計算結果である。 Cr_2O_3 のネール温度は圧力印可によって上昇する傾向を示し、 T_N の変化率を見積もると $+1.9 \times 10^{-2} \text{ GPa}^{-1}$ となった。Albertの実験結果 $+1.6 \times 10^{-2} \text{ GPa}^{-1}$ と比較すると概ね一致し

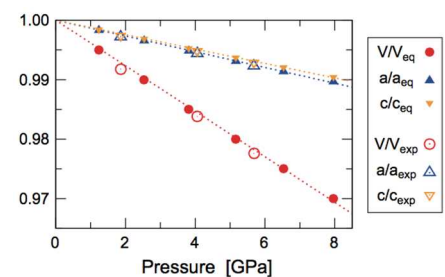


図1 Cr_2O_3 体積の圧力依存性

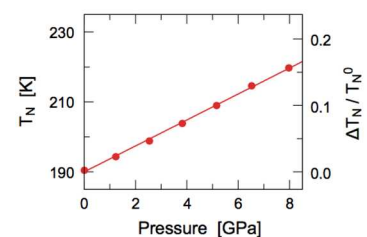


図2 ネール温度 T_N の圧力依存性

ていると考えられ、 Cr_2O_3 の格子効果はネール温度制御において有用なアプローチであることが明らかとなった。

2. Cr_2O_3 の磁気異方性定数と反強磁性磁壁幅の検討

本テーマでは Cr_2O_3 の磁気異方性定数の評価を行い、特に Cr_2O_3 の磁気異方性定数の格子歪み依存性および磁気記録の記録密度と密接な関係のある反強磁性磁壁幅の検討を行った。

図3は磁気異方性定数 K_1 と格子定数 a との関係を示す第一原理計算によって求めた結果である。磁気異方性 K_1 は格子定数 a の伸張により正の向きに増大する（磁気異方性が正の値をとる場合は c 軸方向が磁化容易軸となる）。特に $a/a_{\text{eq}} = 1.00$ 直下で K_1 の正負が逆転する事情を反映し、1%の a の伸張により K_1 が1桁大きくなることから、磁壁幅 L_{DW} は K_1 の平方根に比例することから、 a の伸張によって L_{DW} を狭くなることが期待される。図4は磁壁幅 L_{DW} の格子定数 a 依存性である。格子歪みのない場合 ($a/a_{\text{eq}} = 1.00$)、 Cr_2O_3 の磁壁幅 L_{DW} は約 80 nm と厚くなるが、1%の格子歪みを与えることで L_{DW} を 20 nm 程度まで狭くできることが明らかとなった。

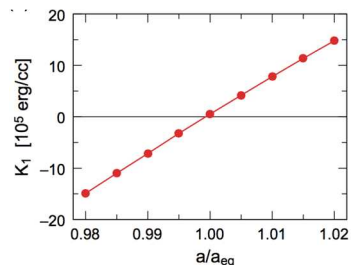


図3 磁気異方性定数 K_1 の格子歪依存性

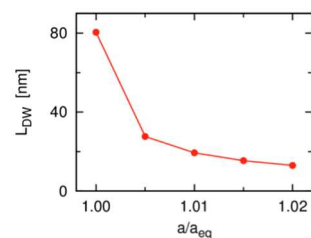


図4 磁壁幅 L_{DW} の格子歪依存性

2-3 新たな課題など

特になし

3. アウトリーチ活動報告

特になし