

※課題番号 : F-12-IT-0023
 ※支援課題名 (日本語) : 強磁性半導体(Ga,Mn)As ナノバーの作製
 ※Program Title (in English) : Fabrication of (Ga,Mn)As ferromagnetic nano-bars
 ※利用者名 (日本語) : 工藤 聡也、松田 喬、宗片 比呂夫
 ※Username (in English) : Sohya Kudoh, Takashi Matsuda, and Hiro Munekata
 ※所属名 (日本語) : 東京工業大学
 ※Affiliation (in English) : Tokyo Institute of Technology

※概要 (Summary) :

強磁性半導体(Ga,Mn)As マイクロバーの微細加工とその磁気特性制御の研究を再開した。2009年度に、長軸が結晶方位<110>に平行で、形状寸法 $10 \times 100 \mu\text{m}$ および $1 \times 10 \mu\text{m}$ のマイクロバー集団の作製と評価を行い、マイクロバー加工によって生じる歪緩和に伴う磁気異方性の大きな変化が起こることを見出したことを背景として[1]、2012年度は、長軸が結晶方位<100>に平行で、形状寸法 $10 \times 100 \mu\text{m}$ 、 $1 \times 10 \mu\text{m}$ 、 $0.1 \times 1 \mu\text{m}$ 、の3種類のマイクロ・ナノバー集団の作製と評価を行い、前回の知見に照らし合わせて予想される磁気特性が得られるかを調べた。とりわけ、 $0.1 \times 1 \mu\text{m}$ のナノバー集団の磁気特性と光物性に関しては、研究報告例がないので学術上重要である。

※実験 (Experimental) :

電子線描画装置 (日本電子製JBX-6300) を利用して、 $0.1 \times 1 \mu\text{m}$ のナノバー集団を(Ga,Mn)As エピタキシャル薄膜表面上に描画していただき、その試料を当研究室に持ち帰り、研究室設置のアルゴンイオンミリング装置によりエッチングしてナノバーに加工した。ナノバー間の隙間寸法は長辺間、短辺間でそれぞれ、 $0.1 \mu\text{m}$ と $0.1 \mu\text{m}$ 、かつ、面積 $2 \text{mm} \times 2 \text{mm}$ 中にマイクロバーが 1.8×10^7 個作り込むように設計した。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

図1(a)、(b)に描画・エッチング後に得られた試料の上面イメージならびに高さプロフィール (断面解析) を示す。計測は走査型原子間力顕微鏡にておこなった。個々のマイクロバーの角がやや丸みを帯びているが、おおむね設計どおりの試料寸法を得ることができた。しかし、V字状の高さプロフィールから判断すると、谷の深さ (140nm) は(Ga,Mn)As 層厚 (50 nm) よ

りも大きいとはいえ、ドライエッチングによってナノバー間の構造的分離は完全であるか明確化できるレベルではなかった。得られた試料の飽和磁化もナノバー加工による体積減少を反映した値よりも一桁以上大きかった。すなわち、エッチングが不完全で(Ga,Mn)As が下地

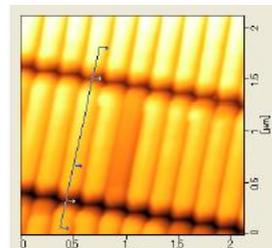


図1 設計寸法 $0.1 \times 1 \mu\text{m}$ のナノバー集団の原子間力顕微鏡像 (上)、および、高さプロフィール (断面解析、下)。

として残留している可能性が高いと思われる。使用した電子ビームレジストがエッチング工程で焼きついて残留している可能性も考えられる。試料作製についての最適化をあらたに詰める必要がある。

※その他・特記事項 (Others) :

・参考文献

[1] K. Suda, *et al.*, IEEE Trans. Mag. **46**, 2421 (2010).