

半導体単結晶ナノロッド配列の自己組織形成と結晶構造評価

Self-organized formation of single crystalline semiconductor nano rod array and evaluation of its crystalline structure

新宮原正三、清水智弘¹、石田友幸¹、尾形健一、徐 軍、隅谷和嗣²、坂田修身²

Shoso Shingubara, Tomohiro Shimizu¹, Tomoyuki, Ishida¹, Kenichi Ogata¹, Xu Jun,

Kazushi Sumitani², Osami Sakata²

関西大学、広島大学、高輝度光科学研究センター

Kansai Univ., Hiroshima Univ.¹, JASRI²

我々は陽極酸化アルミナ(AAO)の底部バリア層を除去し、各ナノホール底部にシリコン表面を露出させたテンプレートを作製した。そのナノホール内にスパッタ堆積で Fe ドット配列を形成後、熱処理を行うことでシリサイド反応を誘起し FeSi₂ ドット配列を形成した。SPring-8 BL13 で X 線回折測定を行ったところ、900°Cで熱処理した試料では Si(001)基板上で α -FeSi₂ ナノドット配列がエピタキシャル成長していることが明らかになった。

We prepared an anodic aluminum oxide (AAO) template that had a bare Si surface at the bottom of each nanohole without amorphous barrier layer. We sputtered Fe directly on Si in the AAO nanoholes, to form FeSi₂ nanodot arrays, and it was annealed to induce silicide reaction. The Crystalline structure of FeSi₂ nanodot arrays was investigated by X-ray diffraction measurement at SPring-8, BL 13. We found that α -FeSi₂ nanodot arrays were hetero-epitaxially grown directly on the Si substrate in AAO nanoholes.

背景と研究目的

これまで我々は 1Tbit/inch² の記録密度を超える磁気記録媒体の実現を目指し、陽極酸化アルミナ(AAO)・ナノホール中に Co を埋め込んだ試料を作製し、その磁気特性を評価してきた[1]。その結果、高密度磁気記録を実現するためには、埋め込み物質の結晶配向性の制御が必要であることを明らかにしてきた[2]。しかし、図 1(a)に示すように AAO ナノホール底部にはバリア層と呼ばれるアモルファス

アルミナの層が存在するため、埋め込み物質の結晶配向性の制御は困難であった。そこで、我々は図 1(b)に示すように底部バリア層を除去し、各ナノホール底部に Si が露出した AAO テンプレートを作製した。スパッタにより Cu ドット配列をナノホール内に形成し、X 線回折測定を行ったところ、Si(001)基板上で Cu ドット配列がエピタキシャル成長していることを確認した(2004B0745-ND1d-np)。

今回も同様の AAO テンプレートをを用いて

半導体エピタキシャル・ナノドット配列の形成を試みた。

実験と結果

はじめに Si(001)基板上にスパッタ堆積した Al を全て陽極酸化する。次にナノホール底部のアルミナ層の除去をリン酸ウエットエッチングにより行った。陽極酸化時にナノホール底部のシリコン表面が僅か酸化するので、真空中で 900°C 熱処理を行なった後、希釈 HF でシリコン酸化膜のエッチング除去を行った。このように作製した直径約 50nm の AAO テンプレートに Fe を 20nm スパッタ堆積し、Si(001)基板上に Fe ナノドット配列を形成した。さらに真空中で 900°C アニールを行ってシリサイド化させ、FeSi₂ ナノドット配列を形成した。

AAO ナノホール中に作製した FeSi₂ ドット配列と、比較のため作製した薄膜試料の結晶構造解析を SPring-8、BL13 で行った。図 2 に薄膜とナノドット試料の θ - 2θ 測定の結果を示す。ナノドット試料では高温相である α -FeSi₂ ピークが観測され、強く(001)配向していた。それに対し、薄膜試料では α 層はまったく観測されず、低温相である β 相が観測された。これの FeSi₂ 相の差異は、薄膜とナノドットの界面応力の違い、もしくはナノホール中に閉じ込められたことによる歪みの影響が考えられるが詳細は未だ明らかでない。さらに我々は Si[001]軸回りで、ナノドット試料の α -FeSi₂ (101)面の Φ スキャンを行ったところ、図 3 に示すような 4 回対称のピークが観測され、Si(001)基板上でエピタキシャル成長していることを確認した。

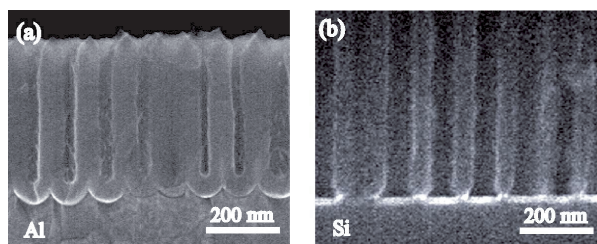


図 1 AAO の断面 SEM 像(a)底部バリア層あり (b)底部バリア層無し

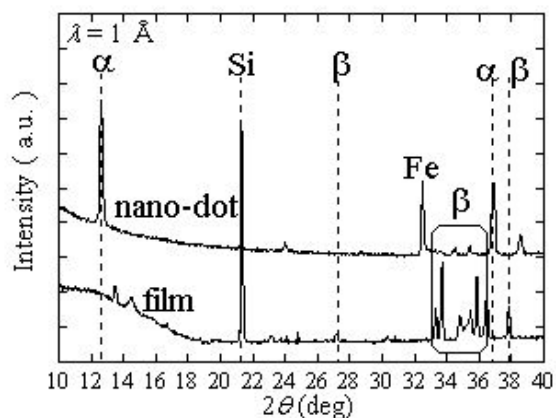


図 2 FeSi₂ 薄膜およびナノドット配列の θ - 2θ 測定結果 (α : α -FeSi₂、 β : β -FeSi₂)

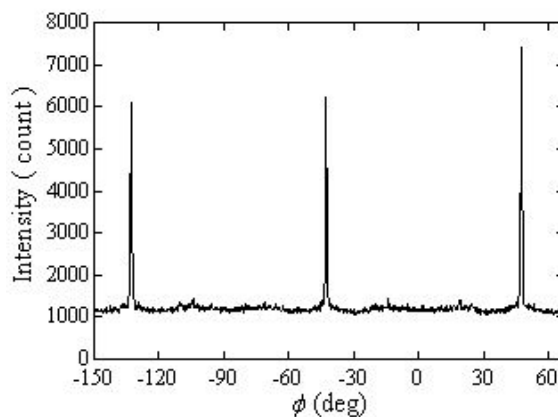


図 3 α -FeSi₂(101)の Si[001]軸回り ϕ スキャン

今後の課題

今回作製したナノドットは金属的な相である α -FeSi₂ であったので、シリサイド化のためのアニール温度やナノホール径を変えて半導体相である β 相が生成される条件を探索する。さらには CVD 法などによるナノロッ

ドのナノホール内部へのエピ成長も検討して
いく予定である。

参考文献

- [1] T. Shimizu, M. Nagayanagi, Y. Fujii, O. Yaegashi, G. R. Wu, H. Sakaue, T. Takahagi, K. Kusaka, O. Sakata and S. Shingubara: *Transaction of Magnetic Society of Japan*, **4**, (2004) 231
- [2] S. Shingubara, K. Morimoto, M. Nagayanagi, T. Shimizu, O. Yaegashi, H. Sakaue, T. Takahagi, and K. Takase: *J. Magnetism and Magnetic Materials*, **272-276, Part2**. (2004) 1598.