

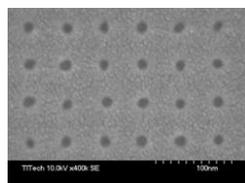
※課題番号 : F-12-IT-0018  
※支援課題名 (日本語) : 結晶構造変化 Quantum dot のバンド制御  
※Program Title (in English) : Band control of crystal structure changed quantum dots  
※利用者名 (日本語) : 都鳥 顕司  
※Username (in English) : Kenji Todori  
※所属名 (日本語) : 株式会社 東芝 研究開発センター 有機材料ラボラトリー  
※Affiliation (in English) : Organic Materials Laboratory, Coporated R and D Center, Toshiba Corp.

※概要 (Summary) :

リライタブル光記録媒体で用いられている屈折率変化材料 GeSbTe は、近年、相変化ではなく結晶構造変化であるとの報告がなされています。結晶構造変化であれば、ナノ粒子であっても屈折率変化、すなわちバンド構造変化が起こるはずです。また、GeSbTe 系材料は、バンドギャップが 0.3eV 程度と狭く光ではアクセスしにくいのですが、ナノサイズ化により、ナローギャップであったバンドは離散化し、ギャップエネルギーが光の領域まで広がると考えています。この結晶構造変化するナローギャップ半導体を quantum dot に加工できるか、また加工した際のバンドギャップの広がり具合と結晶構造変化した際のバンド変化を調査することが目的ですが、2012 年度は、どこまで小さく加工できるか、可能性を探索します。結果としては、量子効果が現れ始めるサイズ 15nm に対して、1 層レジストによるリフトオフプロセスで 20nm 程度の微細化ができており、目標まであとわずかでしたが、一部には数 nm のドットも観測されました。

※実験 (Experimental) :

今回はリフトオフを利用した微細加工を選択しました。微細加工 PF にて EB レジスト系の ZEP520 を塗布し、電子ビーム露光装置で露光しました。次にエッチングを行ってホールを形成し、走査型電子顕微鏡で確認しました (右図)。露光の Dose 量は 40 ~ 400k uC/Cm<sup>2</sup> まで振ってあります。



Dose 80k  
uC/Cm<sup>2</sup> の例

その後、東芝において GeSbTe をスパッタ成膜し、微細加工 PF にてウェットエッチングを行い、外注評価にて FE-SEM の観察を行ないました。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

ホールサイズが小さい場合に、ウェットエッチでドットが流れてしまう可能性がありましたが、Dose 量が 160 と 400 の条件で GeSbTe ドットが比較的明瞭に観察され、その粒子径は約 20nm 程度でした。また、一部に数 nm サイズと思われる GeSbTe ナノ粒子も存在していました。

ナノ粒子化した場合のバンドギャップを計算する Brus の式では、15nm 程度のサイズで量子効果が発現し始めるとの試算を得ており、もう少しサイズが小さくなれば、期待する効果が得られる可能性があります。

※その他・特記事項 (Others) :

今回はレジスト 1 層を用いたリフトオフで加工しましたが、2 層レジストによる微細化での調査を行ないたいと考えています。また、量子効果は quantum dot の表面状態にも強く依存するため、1 層レジストによる微細化と 2 層レジストによる微細化のどちらが望ましいかを確認したいと思います。

共同研究者等 (Coauthor) :

南 不二雄 教授 (東工大・理工学研究科・物性物理)  
論文・学会発表

(Publication/Presentation) :

無し

関連特許 (Patent) :

無し