

課題番号 : F-13-AT-0028  
 利用形態 : 技術補助  
 支援課題名(日本語) : AFMによる相変化膜の電気特性測定用微細電極作成プロセスの検討(1)  
 Program Title (English) : Investigation of processing for measuring electric property of phase-change material by using conductive AFM (1)  
 利用者名(日本語) : 小高 貴浩  
 Username (English) : Takahiro Odaka  
 所属名(日本語) : 最先端研究開発支援プログラム「グリーン・ナノエレクトロニクスのコア技術開発」  
 Affiliation (English) : FIRST program "Development of Core Technologies for Green Nanoelectronics"

### 1. 概要(Summary)

相変化メモリ素子は、結晶-アモルファス相転移による抵抗変化を利用して記録を行うメモリ素子である。本研究では、サブ 50nm の微細な電極に AFM でコンタクトしパルス電流を印加することにより書換え特性の測定を行っている。今回は書換え電力の素子寸法依存性(スケール特性)測定のため、相変化膜上へ電極形成可能なプロセスを検討した。スケール特性測定のためには、相変化膜表面へのコンタクト面積を規定する必要があるため、相変化膜上へ成膜した絶縁膜(SiO<sub>2</sub>)を EB リソグラフィおよび RIE によりホール加工を行い SiO<sub>2</sub> 開口面積により素子寸法を規定後、リフトオフにより電極形成を行った。

この構造の微細電極を形成するためには、電極を形成する金属の埋め込み性および加工性が問題となる。スパッタ装置および真空蒸着装置(EB 加熱蒸着)、小型真空蒸着(ジュール加熱)により複数材料、条件の電極を形成し形状を高分解能電子顕微鏡(FE-SEM)で観察することにより電極材料を選定した。

### 2. 実験(Experimental)

利用装置:

電子ビーム描画装置、RIE 装置、スパッタ装置、真空蒸着装置、小型真空蒸着装置、光学顕微鏡、FE-SEM、XRD

今回作製した素子の縦構造は Fig. 1 の通りである。熱酸化膜成膜 Si 基板の上に WTi 膜 50nm を形成後、基板の半面をマスクしスパッタリングにて相変化膜および SiO<sub>2</sub> 膜を形成した。レジスト塗布し、電子ビーム描画装置にて 30-150nm のホールパターンを形成した。RIE にて SiO<sub>2</sub> をエッチングし相変化膜表面を露出後、電極金属を埋め込みリフトオフにて電極を形成した。WTi 露出部を、リード線を接続した別の金属膜成膜基板とともにガラス基板(スライドガラス)上に貼り付けワイヤボンダーで電氣的に接

続することにより電気特性測定用の試料を形成した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

今回選択した材料は、スパッタリング、小型蒸着装置により成膜したチタン/金(Ti/Au)、EB 蒸着装置およびスパッタ装置にて成膜した Ti/Au およびタングステン(W)である。

電極の満たすべき仕様は、所望の寸法(CD)の寸法が形成可能であること、AFM 針と電極とのオーミックコンタクトが容易であることである。W 電極の場合、サブ 50nm 径のレジストへの膜埋め込み性が比較的悪く所望の寸法のパターンが形成出来なかったが、Ti/Au 電極の場合は埋め込み性が良好であり所望の CD のパターンが形成可能であった。また、蒸着膜よりもスパッタリング膜のほうが、膜の結晶性が良好でありプラグ抵抗が小さいことが期待できるが、スパッタ膜は固くリフトオフ後の電極表面ラフネスが大きく AFM の触針時の針-電極間の接触が取りにくいいためコンタクト抵抗が低減しにくいことが予想される。以上より、サブ 50nm の加工が可能な材料として蒸着成膜した Ti/Au 電極を採用した。

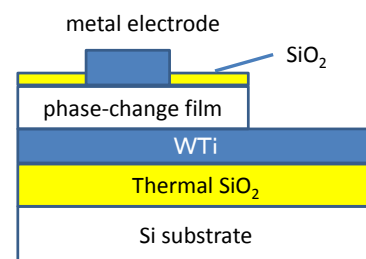


Fig.1 Structure of device for measuring electric property of phase-change film. by using conductive AFM method.

また、今回設定した SiO<sub>2</sub> 膜厚は 5nm、10nm である。DC 1 - 5V 印加下でコンタクト AFM にて電流像を取得したところ、いずれの条件でも電流リークは観測されなかった。さらに、AFM 探針を SiO<sub>2</sub> 上にコンタクトし 100 - 500 nsec. の矩形パルスを 1 - 5V 振幅にて印加したが、電流は流れなか

った。このことから、AFM 針と下部電極(相変化膜)とを電氣的に絶縁するための SiO<sub>2</sub> 膜厚は 5nm で十分であると判断される。

#### 4. その他・特記事項(Others)

なし。

#### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

#### 6. 関連特許(Patent)

なし。