18p-E14-20

ナノシリコン弾道電子源を用いた Si, Ge, SiGe 薄膜の堆積

Deposition of thin Si, Ge, and SiGe films using nanocryatalline silicon ballistic electron emitter

農工大・院･工　○須田隆太郎，八木麻実子，小島明，R. Mentek，白樫淳一，越田信義
Graduate School of Eng., Tokyo Univ. of Agri. & Technol.
○R. Suda, M. Yagi, A. Kojima, R. Mentek, J. Shirakashi, and N. Koshida
E-mail: koshida@cc.tuat.ac.jp

はじめに： ナノシリコン弾道電子源から面放出される電子は平均 5～7eV もの高エネルギーをもち、強い還元力を有している。このため、水溶液中では水素気体生成とpH 値変化、金属塩水溶液中では当該金属の薄膜堆積、$SiCl_4$、$GeCl_4$ 溶液ではそれぞれ Si、Ge の薄膜堆積の効果を生じる[1-3]。前回は、電子放出面のみに極微量の半導体溶液を滴下した場合の薄膜堆積について報告した[4]。今回は、$SiCl_4$+$GeCl_4$ 混合溶液を含め、本方式により形成される薄膜の構造･組成などを評価した。

実験： n^+-Si 基板に堆積したノンドープ poly-Si 層（1.8 μm）に HF 水溶液中で陽極酸化処理を施し、ナノシリコン層を電子ドリフト層として形成した。次いで、電気化学的酸化、超臨界状態の CO_2 による洗浄･乾燥（14 MPa、1 h)、アニール処理(550℃、50 min)等の表面処理を適宜施した。最後に表面電極として Ti（1 nm)と Au（10 nm）の薄膜を積層した後、電子放出面（φ10 mm）の外周にフォトレジストでマスクを形成した。薄膜堆積実験では、ディスペンサを用いて$SiCl_4$、$GeCl_4$溶液または$SiCl_4$+$GeCl_4$混合溶液を電子放出面に供給し（数 μl/pulse）、対向電極なしで素子を動作させた（**Fig. 1(a)**）。その後、真空中加熱処理を行い、SEM、XPS、SIMS などにより、堆積した薄膜のキャラクタリゼーションを行った。

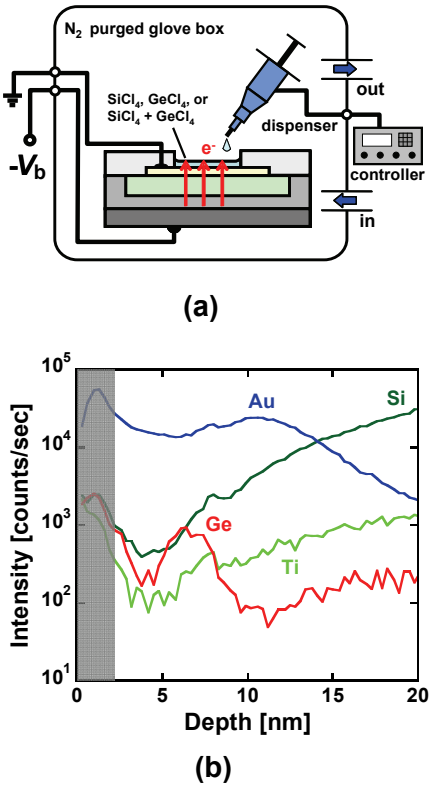

Fig. 1. (a) Schematic experimental configuration for thin film deposition. (b) SIMS profile of a thin Ge film deposited on the emitter surface.

結果： ナノシリコン電子源に $GeCl_4$ 溶液を滴下し、電子放出が顕著となる印加電圧で数分の間欠駆動を行ったところ、電子放出面に薄膜が形成された。 **Figure 1(b)**に示した SIMS プロファイルから、Ge のピークが明らかに検出され電子放出面上に Ge 薄膜が堆積されていることがわかる。このことは XPS 分析の結果からも裏付けられた。溶液に注入された高エネルギーの電子が界面の Ge^{4+}を直接還元し、アモルファス薄膜を自律成長させる現象が実証できた。従来のドライプロセスとは全く異なる常温ウエットプロセスの半導体薄膜堆積技術として、nm スケールの積層や素子作製への応用展開が期待できる。

本研究は科研費基盤研究(A)の補助により行われている。

[1] N. Koshida, et al., Cur. Opinion in Solid State and Mat. Sci. **15**, 183 (2011).
[2] N. Koshida, T. Ohta, and B. Gelloz, ECS Transactions, Vol. **45**, No. 5, 221 (2012).
[3] T. Ohta, B. Gelloz, A. Kojima, and N. Koshida, Appl. Phys. Lett. **102**, 691 (2013).
[4] 八木他：第 74 回応用物理学会学術講演会　19a-P5-9 (2013).

© 2014 年　応用物理学会