

ナノシリコン弾道電子源の還元効果による Si 薄膜堆積

Thin Si film deposition based on reducing effect of nanosilicon electron emitter

農工大・院・工 ○須田 隆太郎, 伊藤 光樹, 小島 明, 白樫 淳一, 越田 信義

Graduate School of Eng., Tokyo Univ. of Agri. & Technol.

○R. Suda, M. Ito, A. Kojima, J. Shirakashi, and N. Koshida

E-mail: koshida@cc.tuat.ac.jp

はじめに: ナノシリコン電子源は、平均5~7eVもの高エネルギーをもった電子を小さい角度分散で面状に放出し、溶液中では還元力の高い電子を供給する活性陰極として機能する。このため、水溶液中では水素気体生成、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の薄膜堆積効果を生じる[1-3]。ここでは、電子放出面の上に極微量の SiCl_4 溶液を滴下した場合のSi薄膜堆積現象について報告する。

実験: n^+ -Si 基板に堆積したホドープ 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 $^\circ\text{C}$ 、50 min)を施した。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。次いで電子放出面 (ϕ 4 mm)の外周にフォトレジストでマスクを形成し、 SiCl_4 溶液を数 μl 滴下した。その後、対向電極なしに素子を動作させ (Fig. 1(a))、表面に堆積した薄膜のキャラクタリゼーションを行った。

結果: 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、 SiCl_4 溶液中での動作と同様に電子放出面に薄膜が形成された。Figure 1(b)に示した電子放出部境界領域の表面 SEM 写真から、電子放出面上にSi薄膜が均一に堆積されていることがわかる。堆積膜が Si であり Cl、C などの汚染がないことが EDX スペクトル測定によって確認された。溶液に注入された高エネルギーの電子が界面の Si^{4+} を直接還元し、アモルファス薄膜を自律成長させる機構が、素子を溶液に浸漬させない方式でも実証できた。従来の電解メッキでは困難であった常温ウエットプロセスの Si 薄膜堆積が可能となり、nm スケールの積層や素子作製への展開が期待できる。

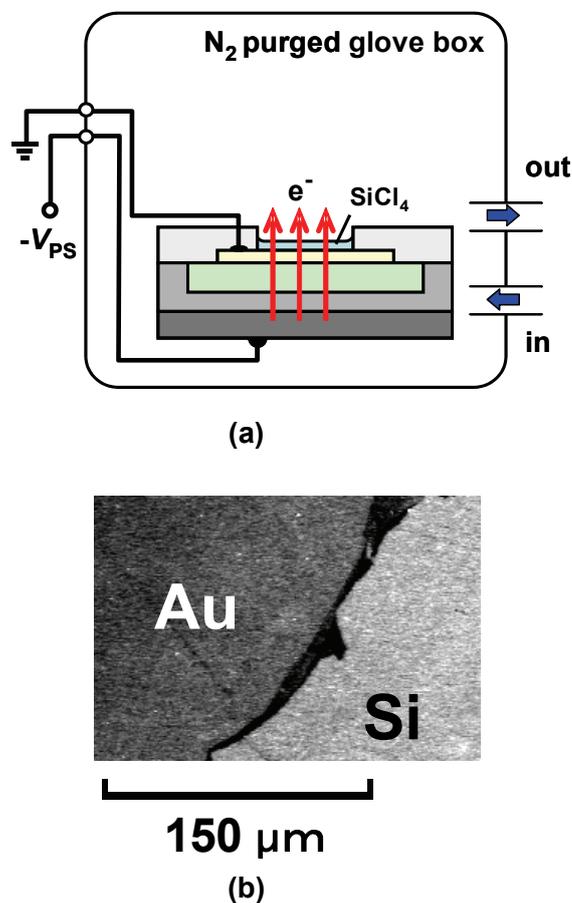


Fig. 1. (a) Schematic experimental configuration for thin Si film deposition. (b) SEM image observed near the boundary between the surface electrode and the deposited area.

[1] N Koshida, T Ohta, B Gelloz, and A Kojima, 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** (2013) in press.