

弾道電子の還元効果を利用した Cu 薄膜のプリンティング堆積

Printing deposition of thin Cu film by ballistic-hot electron-irradiation

農工大・院・工 ○須田隆太郎, 八木麻実子, 小島明, 白樫淳一, 越田信義

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

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

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

はじめに: ナノシリコンダイオードは高いエネルギーを有する弾道電子を面放出する。この放出電子が物質塩溶液に注入されると当該陽イオンが還元される。これまでに浸漬手法[1]または滴下手法[2]を用いることで金属・IV 族半導体の薄膜が電子放出面上に堆積することを確認した。この現象は、溶液を塗布した対向基板に弾道電子を近接照射する方式でも生じる[3,4]。今回は、このプリンティング方式により絶縁性基板を含む基板に堆積させた Cu 薄膜の構造・組成評価について報告する。

実験: n^+ -Si 基板に堆積したノドープ poly-Si 層 (1.6 μm) を HF 水溶液中で陽極酸化処理を施し、電子ドリフト層となるナノシリコン層を形成する。次いで、エチレングリコール溶液中での電気化学的酸化、超臨界状態の CO_2 による洗浄・乾燥等の処理を施した。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。薄膜堆積実験では、親水化処理を行った Si ウエハ基板や熱酸化 SiO_2/Si 基板に CuCl_2 溶液を塗布し、この基板と電子放出面との間隔をピエゾアクチュエータ制御により接近させた。低真空不活性ガス中で電子源を駆動した後、純水・希塩酸で洗浄した。堆積した薄膜について、SEM や EDX によるキャラクタリゼーションを行った。

結果: 溶液を塗布した Si 基板および SiO_2/Si 基板と電子放出面を近接対向させ、電子放出が顕著となる印加電圧で間欠駆動を行ったところ、溶液を塗布した領域に薄膜が形成された。Si 基板上に堆積した薄膜の EDX スペクトルと SEM 像を Fig. 1 に示す。

堆積した薄膜から、Cu の特性 X 線 ($L\alpha$, $K\alpha$, $K\beta$) 信号のみが検出された。弾道電子の照射によりターゲット Cu^{2+} イオンの直接還元が生じ、C や Cl などの汚染なしに Cu 薄膜が自律的に成長する。この現象は SiO_2/Si 基板上でも確認された。この方法は種々の金属・半導体の薄膜堆積や積層構造作製に適用できると考えられ、室温の新規クリーン・ウェットプロセスへの展開が期待できる。

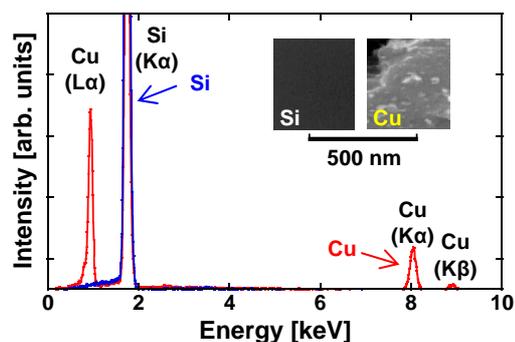


Fig. 1. Measured EDX spectra of the deposited and original substrate surface. The surface SEM image is also shown in the inset.

[1] N. Koshida, A. Kojima, T. Ohta, R. Mentek, B.

Gelloz, N. Mori, J. Shirakashi, ECS Solid State Lett. **3** (5), P57 (2014).

[2] R. Suda, M. Yagi, A. Kojima, R. Mentek, N. Mori, J. Shirakashi, and N. Koshida, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 04DH11 (2015).

[3] N. Koshida, A. Kojima, N. Ikegami, R. Suda, M. Yagi, J. Shirakashi, H. Miyaguchi, M. Muroyama, S. Yoshida, K. Totsu, and M. Esashi, J. Microlith. Microfab. Microsyst. **14** (3), 031215 (2015).

[4] 須田, 八木, 小島, 白樫, 越田, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 14p-1C-7 (2015).