

金ナノギャップ電極を用いたシリコンナノ結晶塗布膜の電気特性評価

Electrical characterization of silicon nanocrystal film using gold nanogap electrodes

神大院工 °河津 知樹, 加納 伸也, 藤井 稔

Kobe Univ., °Tomoki Kawazu, Shinya Kano, Minoru Fujii

E-mail: kano@eedept.kobe-u.ac.jp

半導体ナノ結晶コロイドは、非真空下で半導体薄膜を塗布形成できるナノ材料である。応用例として、ナノ結晶コロイドを塗布したフレキシブル薄膜トランジスタ[1]や薄膜 C-MOS インバータ[2]が報告されている。我々は、有機分子による表面修飾なしで極性溶媒中に均一に分散する、シリコンナノ結晶(SiNC)コロイドを開発している。この SiNC コロイドを塗布することで SiNC 薄膜を形成し、チャネル長 20 μm の薄膜トランジスタを作製してきた[3]。SiNC 薄膜を用いたデバイスの性能向上には、薄膜中の電気伝導過程を解明する必要がある。本研究は、金ナノギャップ電極を用いて、SiNC 薄膜中の電気伝導過程を明らかにすることを目的とした。金ナノギャップ電極の作製には、Adhesion lithography[4]を用いた。ナノメートルオーダーの電極間隔に生じる強い電界による、SiNC 薄膜中の電気伝導過程や電気伝導度の変化を調べる。

熱酸化膜付きシリコン基板上にフォトリソグラフィを用いて幅 10 μm の金細線を形成し、細線表面に docosanethiol($\text{C}_{22}\text{H}_{46}\text{S}$)の自己組織化単分子膜(SAM)を形成した。次に、この金細線と直交して重なるように再度、フォトリソグラフィで金細線を形成する。SAM 上と基板上での金細線の密着力の差を利用し、オプティカルクリーナー (First Contact, Photonic Cleaning Technologies)を用いて SAM 上の金のみを剥がし、金ナノギャップ電極を形成する。最後に UV/ O_3 処理で SAM を除去する。図 1 に作製した金ナノギャップ電極の FE-SEM 像を示す。平均電極間隔 16 nm の金ナノギャップ電極が作製できている。作製した金ナノギャップ電極上に、粒径 7 nm の SiNC コロイドをスピンコートし SiNC 薄膜を形成した。図 2 に真空中及び大気中での SiNC 薄膜の電流電圧特性を示す。大気中の水分を吸着して、薄膜を流れる電流値が上昇する様子がみられた。当日は、より詳細に薄膜の電気伝導を検討した結果を述べる。

[1] J.-H. Choi, Science, **352**, 205 (2016). [2] S.J. Oh, Nano Lett., **14**, 1559 (2014). [3] S. Kano, ACS Appl. Mater. Interfaces, **10**, 20672 (2018). [4] D.J. Beesley, Nature Comm., **5**, 3933 (2014).

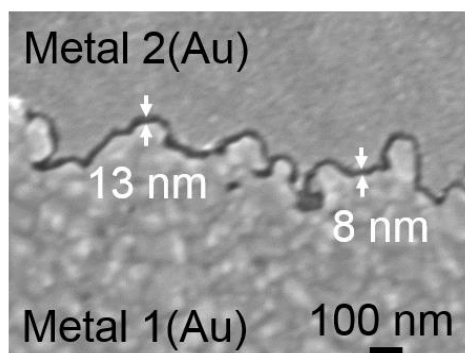


Figure 1. FE-SEM image of nanogap electrodes fabricated by adhesion lithography

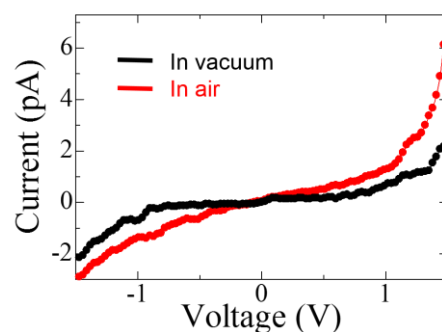


Figure 2. Current-Voltage characteristics of a SiNC thin film in vacuum and air