μCLBS 法による石英上 CuO 薄膜内の単結晶 Cu_2O 帯成長

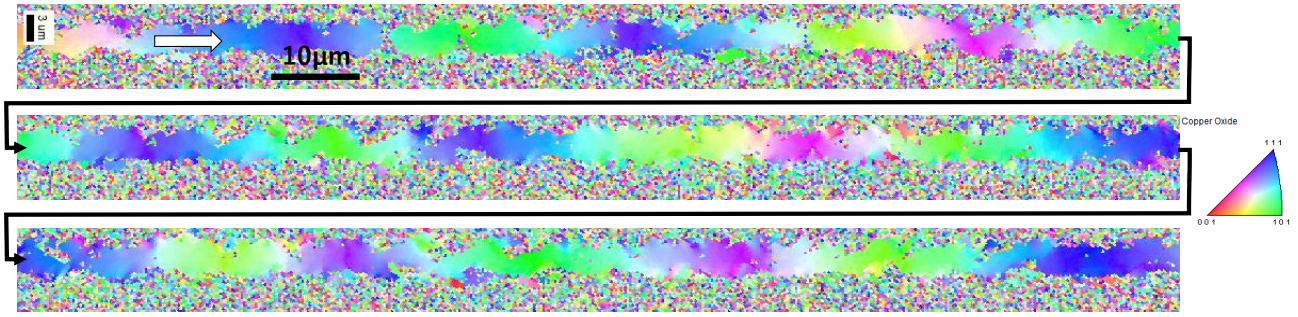
Growth of single crystal Cu_2O strip in CuO film by μCLBS method

島根大 [1], カルフォルニア大サンタクルーズ校 [2], ○大峠 開星 [1]、葉 文昌 [1]、小林 伸彦 [2]
Shimane Univ. [1], Univ. of California Santa Cruz[2],
Kaisei Ohtoge [1], Wenchang Yeh[1], Nobuhiko Kobayashi[2]
E-mail: n20m206@matsu.shimane-u.ac.jp

1.はじめに　Cu_2O はバンドギャップが 2.2eV の p 型直接遷移半導体である。ワイドバンドギャップであるためオフ電流が低い薄膜トランジスタ(TFT), パワーデバイス, 発光ダイオードが期待される。TFT では, a-IGZO に代表される酸化物系が a-Si に代わる材料として期待されているが, アモルファスでは移動度が小さい問題が残る。多結晶化して粒径を大きくすれば移動度は向上するものの, 粒径と均一性は背反的である。Si 系についても結晶粒界を減らす方向に研究が進んできたが, 粒径と均一性は同じく背反的な関係にあり, 我々はこれを解決するためにマイクロシェブロンレーザービーム走査法(μCLBS 法)を提案し, 無粒界の単結晶 Si 帯を実現した。単結晶 Si 帯に 25 個の TFT を形成した結果, 高移動度(最大 548cm^2), 低オフ電流(<10^{13}Aμ^{-1})で特性ばらつきが小さい単結晶 Si-TFT を実現した。しかしそれでもオフ電流はワイドギャップ材料に敵わない。我々は石英上 CuO 膜にキャップ膜として C 膜を堆積し, μCLBS で CuO 膜中に単結晶 Cu_2O 帯を形成することに成功している。C 膜は CuO の Cu_2O への還元が目的であったが, 結晶化後の C 膜の選択除去は難しく, デバイス作製へのハードルとなる。そこでキャップ膜なしでの単結晶 Cu_2O 帯形成を試みた。

2.実験方法 スパッタターゲットは Cu, ガスは Ar を 3sccm と O_2 を 7sccm, 電源はパルス DC で 50W, 基板温度は 480℃, で石英基板上に CuO 膜を 130nm 堆積した。その後, μCLBS 法で室温, 走査速度 0.4mm/s, レーザーパワー360mA で結晶化を行った。得られた試料は SEM, EBSD, Raman 散乱分光で評価した。

3.結果と考察　図に結晶 Cu_2O 帯の面方向 EBSD 像を示す。白矢印は結晶成長方向。幅約 4μm, 長さ半無限の結晶帯が得られた。色に不連続に変化した箇所はないことから, ランダム粒界や CSL 粒界がない単結晶帯と言える。結晶方位は進行とともにピッチ方回転していた。回転速度は 1.3° μm^{-1} であった。方向は Si 膜とは逆であった。固化時の表面と界面での体積収縮の差によるものか, CuO から Cu_2O への変化で酸素が表面から抜けたためかと思われる。



4.まとめ C キャップ膜なしでも, CuO 膜中に単結晶 Cu_2O 帯が成長できることを示した。今後 TFT への応用が期待される。

5.参考文献　[1] B. Giraldo, W.Yeh, N. P. Kobayashi, J. of Materials Science, in press,, JMSC-D-20-04192 (2020).
[2] W. Yeh et al 2020 Jpn. J. Appl. Phys. in press https://doi.org/10.35848/1347-4065/ab9cda (2020)