超高面密度 ZnO ナノロッド配列のヘテロエピタキシャル溶液成長とその周期構造化

Heteroepitaxial Chemical Bath Deposition of Ultra-High Density ZnO Nanorod Arrays on Au films and Au Periodic Templates

信州大学，°(M1C)目片 祥，村田 雄生，渡辺 健太郎

Shinshu Univ. ,°(M1C) Sho Mekata, Yuki Murata, Kentaro Watanabe

E-mail: kentaro_watanabe@shinshu-u.ac.jp

【背景】圧電デバイスの動作温度は圧電体の Curie 点 T_C の制約を受けるため、既存材料(PZT：T_C=350°C)は高温下での使用に耐えない。我々は、融点まで圧電性を保持し，加工し易く安価で無毒な材料である ZnO に着目し、これまでに ZnO を直径 100nm 程度以下のナノロッド(NR)形状にすることで破断歪が機械的に大きく強靭化するという知見を得ている[1][2]。そのため，高面密度の圧電体 NR 配列は、優れた圧電応答が期待できる。本研究では Si(111)基板上の Au 蒸着膜上に溶液成長法(CBD)により超高密度(~100μm^{-2})ZnO NR 配列を作成する手法を確立した。また，周期的な NR 配列を得るための「Au パターン蒸着基板」と，「UV リソグラフィ基板」の 2 種類の周期テンプレート基板を作製した。

【実験方法】Si(111)基板の表面を化学処理後、Au 膜を真空蒸着し、基板を $Zn(NO_3)_2$*$6H_2O$ と $(CH_2)_6N_4$ の等モル水溶液に導入し密閉して 85.0℃，3.5 時間加熱することで、(0001)配向した ZnO NR 結晶配列を溶液成長させた[3]。Au パターン蒸着基板は，直径 262nm のポリスチレン(PS)微小球を単層最密配列させた基板の上から Au 膜を蒸着し、その後 PS 球をリフトオフすることで、六角格子状の Au ドット配列を作製した。UV リソグラフィ基板は、Au 膜の上に PMMA を塗布し，その上に PS 微小球を単層最密配列した後，UV フォトリソグラフィおよび PS 球の除去を行うことで PMMA 膜に三角格子状の周期孔を形成した。

【結果・考察】溶液成長後の ZnO NR 配列の SEM 像[Fig.1]から、超高面密度(~100μm^{-2})に成長した直径 70nm 程度の NR が面直方向に(0001)配向しているだけでなく、面内配向も揃っており、Au 膜上にヘテロエピタキシャル成長したことが分かる。Au パターン蒸着基板では，微小球の間隙の Au 蒸着膜による六角格子状の Au ドット配列を作製できた。UV リソグラフィ基板では各 PS 微小球の直下で PMMA 膜が開孔し Au 膜が露出した、三角格子状の周期孔が形成できた。これら周期テンプレート基板を用いた ZnO NR 成長については当日議論する。

【謝辞】本研究は科研費基盤研究(B)[20H02632]および文部科学省卓越研究員事業の支援を受けた。

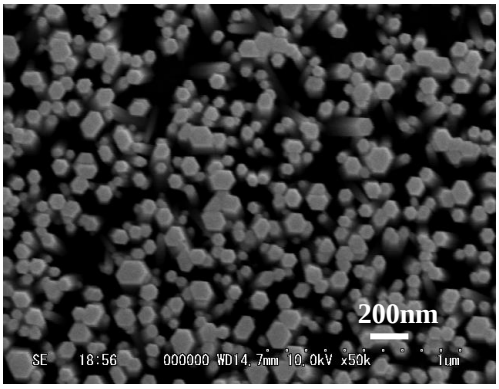

Fig.1 Hetero-epitaxial ZnO NR arrays on Au film.

参考文献

[1] F. Xu, *et al*., *Nano Res.* **3**, (2010) 271.

[2] K. Watanabe, *et al*., *ACS Nano* **9**, (2015) 2989.

[3] K. Watanabe, *et al*., *Nat. Commun.* **7**, (2016) 10609.