

## CNT フォレストのハニカム構造制御

光エレクトロニクス専攻 117012 林 祥生 (先進エネルギーナノ材料研究室)

【背景】量子ドットはナノスケールの大きさを調整することで、量子サイズ効果によりバンドギャップを制御できる半導体材料である。この特徴を活かし、広い波長域の光エネルギーを電気エネルギーに変換する高効率太陽電池への応用が期待されている。カーボンナノチューブ(CNT)は、構造により、優れた電気特性、熱伝導性、機械強度を変化させることができることが知られている。CNTが基板上に高密度に垂直配向して成長させた高密度・垂直配向構造体は、CNTフォレストと呼ばれる。

CNTフォレストにエタノールの滴下を行うと蒸発を伴う毛細管現象によりCNTが凝集し、基板に対して垂直で高密度なCNTフィルム壁面と、基板に対して平行なCNTフィルム(バッキーペーパー)で構成されるハニカム構造が形成される。CNTフォレストのハニカム構造は簡易且つ安価で形成でき表面積が大きいので多くの量子ドットを付着させることができるため太陽電池電極材としての可能性が検討されている。

ハニカム構造の一つのセルの底面積が平均 $30\mu\text{m}^2$ 以下の時CNTフォレストハニカム構造が高い反射率を示すことが報告されている[1]が、セル面積 $30\mu\text{m}^2$ 以下のハニカム構造を制御性良く作製するプロセスは未開発である。

【目的】本研究では、CNTフォレストハニカム構造のセルの面積を平均 $30\mu\text{m}^2$ 以下に制御性良く作製するプロセスを開発することを研究目的とする。

【実験方法】CNTフォレストのハニカム構造のセル面積と、エタノール蒸発時間の関係を明らかにするため、液量の異なるエタノールを、CNTフォレスト上に滴下し、気温、湿度を変えて、エタノールの蒸発にかかった時間を記録した。蒸発雰囲気として、水を入れたビーカーを加熱し、湿度を50%、69%に調整した密閉容器の中で同様の実験を行いエタノールの蒸発にかかった時間を記録した。

【実験結果】蒸発時間によってハニカム構造の制御を試みたが、蒸発時間とセルの面積の間に明確な相関性が見られなかった。そこで単位時間当たりの蒸発量に着目し、単位時間当たりのエタノール蒸発量とセル面積の関係をプロットした(図1)。単位時間当たりの蒸発量が多くなるにつれてセルの平均面積が小さくなった。

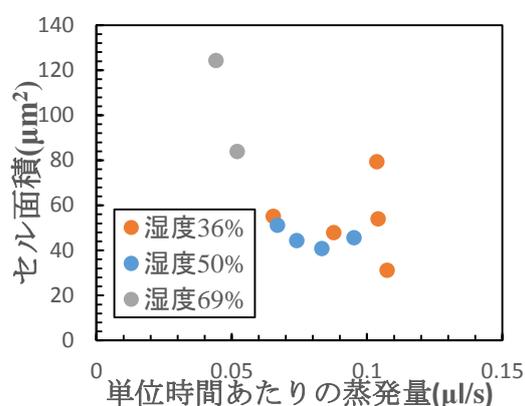


図1 単位時間当たりの蒸発量を変えて作製したCNTフォレストハニカム構造のセル面積の湿度依存性

【考察】単位時間当たりの蒸発量が増える(蒸発速度が速い)につれてセルの平均面積が小さくなったことについて考察する。蒸発速度が速いと、毛細管現象を起こすエタノールの移動速度が速く、CNTの機械的強度が打ち勝ち、凝集が抑制され、大面積からのCNTが凝集しないことで、セル面積が小さくなったと考えた。

【まとめ】CNTフォレストハニカム構造をエタノール滴下により作成する方法について、雰囲気湿度、滴下量依存性を調べた。単位時間当たりの蒸発量(蒸発速度)が大きいほど、出来上がるハニカム構造のセル面積が小さくなりエタノール蒸発速度と毛細管現象と蒸発を伴うCNT凝集効果により説明できた。 $30\mu\text{m}^2$ 以下のセルサイズのハニカム構造を制御性良く作製する目標については達成できなかった。

[1] J. Udorn et al., *Nanomaterials*, 6(11) (2016)202.