

# プラズマ配向カーボンナノチューブ成長過程の解析

## Analyses of Growth Process of Well-Aligned Carbon Nanotubes in Plasma

京都工繊大工芸科学 王暉, 江口和幸, 藤原裕也, <sup>○</sup>林康明

Kyoto Inst. Tech., Xian Wang, Kazuyuki Eguchi, Yuya Fujiwara, <sup>○</sup>Yasuaki Hayashi

E-mail: hayashiy@kit.ac.jp

はじめに 直流 (DC) プラズマ装置のカソード上では、シース中の強い電界により、高配向にカーボンナノチューブ (CNT) を成長することができる。また、大面積で一様な配向 CNT 成長が可能である。しかし、DC 放電は一般に不安定であり、アーキングによる放電停止を生じやすい。そこで、高周波 (RF) プラズマの支援により安定した DC 放電を持続させ、大面積に配向 CNT を作製する技術を開発しており、これまで、7.5cm 角基板上での成長が可能となっている[1]。この装置を用いて、シース電界により加速されたイオンが基板に衝突するときの影響を調べる実験を行った。

実験 RF-DC プラズマ CVD 装置[1]の DC カソード上に、厚さ 0.2mm、7.5cm 角の鉄の圧延薄板を置き基板とした。CNT 成長において、反応ガスとして H<sub>2</sub> 希釈 20%CH<sub>4</sub> を使い、圧力を 2300Pa に設定し、DC 電圧を 450-650V、RF 電力を 500W、基板温度を 675°C とした。なお、CNT 成長前に H<sub>2</sub> ガスのみによる前処理を行った。H<sub>2</sub> プラズマによる前処理時間依存および CH<sub>4</sub> 導入直後の基板表面状態の時間変化を、SEM 観察により調べた。また、基板の温度分布について放射温度計を用いて測定し、入射するイオンのエネルギーを見積った。

結果・考察 H<sub>2</sub> プラズマ前処理効果のある 15 分間において、触媒金属となる鉄基板表面の筋状の溝が消滅し、さらに新たな起伏が生じることが観察された。CH<sub>4</sub> 導入直後 60 秒間において、起伏が一旦融合した状態となり、次に再び小さな粒子状の突起が生成し、そこから CNT が成長する様子が観察された。H<sub>2</sub> プラズマ中における基板温度分布測定の結果を Fig. 1 に示す。縦軸は温度 (°C) を横軸は面内 2 方向の中心からの距離  $r$  (mm) を表わす。温度分布は  $r^2$  の関数となっており、輻射と熱伝導による周辺への損失を考慮し、シース電界で加速されたイオンから基板に入射するエネルギーを計算することができる。基板前処理および成長過程において、こうしたイオンのエネルギーが基板表面の状態に大きく関与しているものと考えられる。

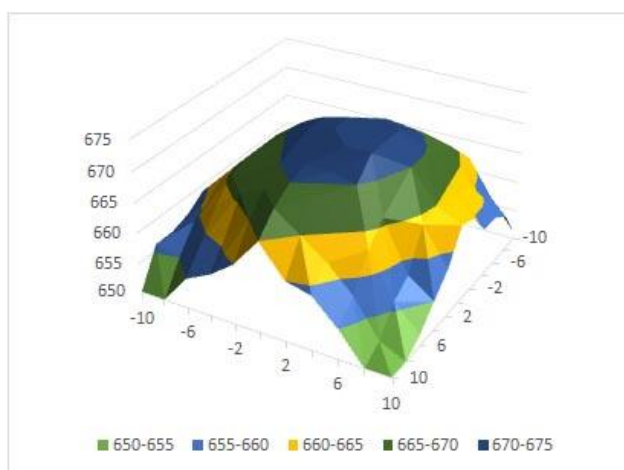


Fig.1 Temperature distribution of substrate surface in hydrogen plasma irradiation.

[1] Y. Hayashi et. al.: Thin Solid Films, 518 (2010) 3506.