

白金微粒子を用いた大気圧ヘリウムプラズマジェットによる DLC ナノ構造体の作製

八田・古田研究室 1160039 角田 舞人

1. はじめに

近年では、触媒材料は窒素酸化物の還元反応、排気ガス浄化触媒、燃料電池など多岐にわたり用いられている。触媒材料の開発において、反応速度や反応効率の向上、ナノサイズ金属微粒子の創製、表面構造、機材への固定化などが重要な要素となっている。

これまでに DLC 薄膜上に金属微粒子をスパッタリングし、酸素プラズマによるエッチングでナノ構造体の形成が報告されている¹⁾。DLC ナノ構造体上にはマイクロマスク効果で形成した金属微粒子が存在するため、固体触媒としての応用が期待される。大気圧プラズマ照射によるエッチングは真空装置を必要とせず、低コストで処理自由度が高く、また、イオン衝突による触媒へのダメージが少ないという利点を持つ。本研究では、大気圧プラズマ照射による高密度な DLC ナノ構造体を広範囲に作製することを目的とする。

2. 実験

C₂H₂ ガスを炭素源とした RF(13.56 MHz) プラズマ CVD 法により、Si 基板上に DLC 膜を 100 nm 成膜し、DC マグネトロンスパッタリング装置を用いて、DLC 膜上に Pt 触媒を計算膜厚 0.1 nm 堆積させた。その後、大気圧プラズマを Pt 微粒子/DLC 薄膜上に照射条件を変え 1 点照射と可動ステージを用いた走査による広範囲照射を行った。分析では FE-SEM 観察を行った。

3. 結果と考察

Figure.1 に照射時間 3 秒固定、照射距離 (b)5mm、(a)10mm と照射距離 5mm 固定、照射時間(c)0.7 秒、(d)1.1 秒の大気圧プラズマ 1 点照射後、照射痕中心の FE-SEM 画像を示す。SEM 画像より、(a)と(b)を比較したところ(a)が低密度、(b)が高密度となり照射距離が近いほどエッチング速度が速いことが分かった。(c)では数密度 $5.2 \times 10^{-11} \text{cm}^{-2}$ 、(d)では数密度 $4.5 \times 10^{-11} \text{cm}^{-2}$ のナノ構造体の形成が確認できた。

Figure.2 に大気圧プラズマ走査による広範囲照射後の光学顕微鏡画像を示す。100 $\mu\text{m/s}$ の時、Si 基板表面が円状で周期的に確認できた。1000 $\mu\text{m/s}$ の時コントラストが見られた。1000 $\mu\text{m/s}$ の時スキャン方向へ均一なナノ構造が形成された(照射痕中心の数密度 $2.1 \times 10^{-11} \text{cm}^{-2}$)。どちらもエッチングが起こりすぎ高密度なナノ構造体はできなかった。

大気圧プラズマ走査による広範囲照射で

はエッチングが起こりすぎているため高密度なナノ構造体は形成されなかった。Si 基板表面が周期的に現れた理由は Si のほうが DLC より低効値が低いためプラズマが集中してしまったと考えられる。一定の距離が離れると再び DLC 膜のエッチングが始まるため繰り返されることで周期的に見られた。

4. まとめ

大気圧プラズマ照射により DLC ナノ構造体の形成が確認できた。照射条件を変えることで酸素プラズマによるナノ構造体より高密度なナノ構造を形成できた。可動ステージによる走査により、広範囲にナノ構造を形成できた。スキャン速度、照射距離を調節することで高密度なナノ構造体を広範囲にすることが可能であると考えた。

参考文献

1) T. Harigai, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 08JF12.

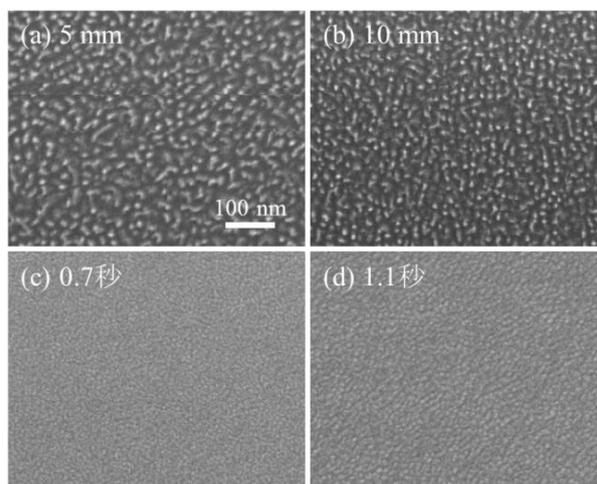


Fig 1 FE-SEM 観察画像

照射時間 3 秒固定、照射距離(a) 5mm、(b)10mm
照射距離 5mm 固定、照射時間(c)0.7 秒、(d)1.1 秒

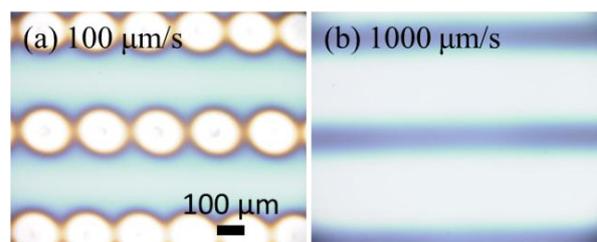


Fig 2 (a)スキャン速度 100 μm 時
(b) スキャン速度 1000 μm 時