

課題番号 : F-14-TT-0011
 利用形態 : 共同研究
 利用課題名(日本語) : ナノデバイスのパターン化のための微細加工プロセス開発
 Program Title (English) : nano-device patterning by RIE process for low power devices
 利用者名(日本語) : 河原敏男
 Username (English) : Toshio Kawahara
 所属名(日本語) : 中部大学工学部電子情報工学科
 Affiliation (English) : Dept. of Electronics and Information Engineering ,Chubu University

1. 概要(Summary)

ナノカーボン材料は、電気的・熱的に特異な物性から次世代の高性能電子デバイスへの応用が期待されている。その中で、省エネルギー電子デバイス開発として、ナノカーボンデバイスによるノイズ共存素子の具現化のためのプロセス開発を行った。ナノサイズであることとその大きな表面積からカーボンナノチューブ(CNT) やカーボンナノウォール(CNW)に代表されるナノカーボン材料では大きなノイズが存在する。このノイズを信号増幅に活用する確率共鳴(SR)型のデバイスを構成することで省電力動作のデバイス開発を行っている。特に、ナノサイズのデバイスを構成するためのプラズマエッチングプロセスの検討と、チャンネルとなるナノカーボン材料の成長プロセスの検討を行った。

2. 実験(Experimental)

細加工プロセスでは、シリコン基板にマスクとしてZEP-520Aを用いて電子線リソグラフにより作製した。エッチングは、プロセスガスとしてCF₄を用いて Reactive Ion Etching 装置 (RIE)により行った。作製したパターンによりCNWを配列成長させる。ナノカーボン材料はメタンガスを炭素原料として CVD プロセスで成長させ、各種成長温度(400 °C、500 °C、600 °C)で CNW の自己組織化成長を行い、配列化の影響をラマンスペクトル測定により評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に基板温度 500 °Cで成長させた CNW の配列化部及びその周辺部のラマンマッピング測定の結果を示す。Fig. 1(a), (b)に示されるように、配列化した CNW に対してDピーク及びGピークが共に減少していた。この減少には、幾何学的要因と配列化による CNW 内部の変化の 2 つの寄与が考えられる。我々は、グラフォエピタキシ

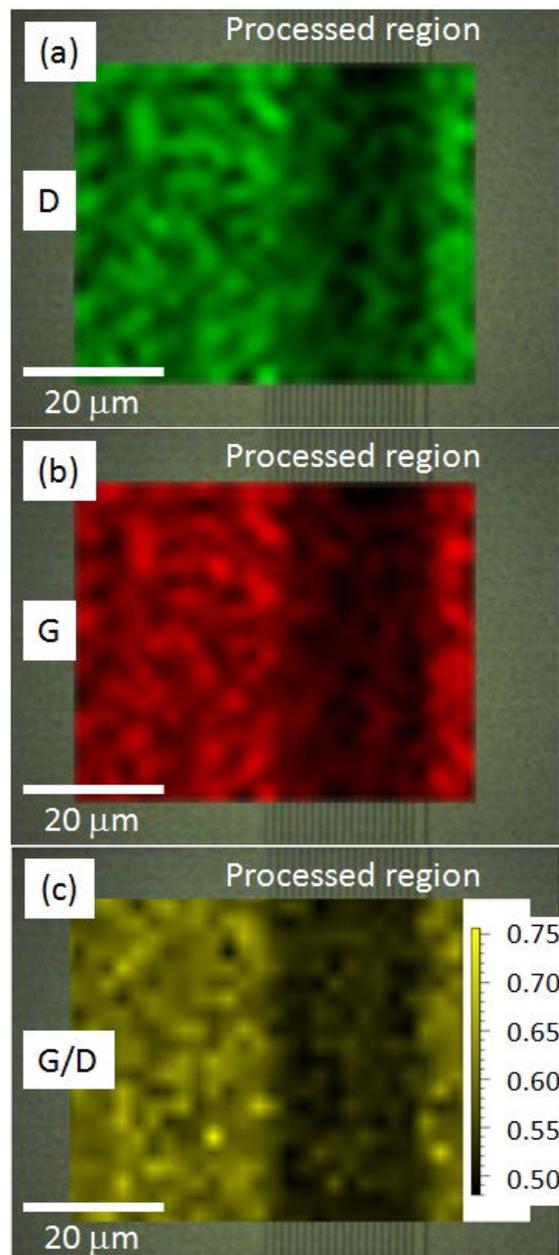


Fig. 1. Raman spectral map of self-aligned CNWs grown at 500°C. Maps of D (a) and G (b) peaks, as well as the G/D ratio (c)..

ーにより配列化させているため、配列部の基板自体が凸構造を持つのでラマンスペクトルのピークの減少が起こる。この効果を除くため、GとDピークの比のマッピングを求め

て Fig. 1(c)に示した。この場合でも、配列化部でラマンスペクトルの G/D 比の減少が起きている。そのため、この減少は、CNW 内部の変化のためと考えられる。さらに、400°C成長では、配列化部での G/D 比の向上が見られ、成長条件により、グラフォエピタキシー成長のエンハンス効果、及び、応力による界面散乱の増大の効果がラマンマッピングにより観測出来た。この結果をもとに、デバイス化のためのプロセス条件を最適化してナノカーボンデバイス作製のプロセス開発を行っていく予定である。

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 豊田工業大学 吉村雅満教授、
梶原建支援員

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Toshio Kawahara, Satarou Yamaguchi, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Kazuhiko Matsumoto, Kazumasa Okamoto, Risa Utsunomiya, Teruaki Matsuba, Yuki Matsuoka, Masamichi Yoshimura, Jpn. J. Appl. Phys. **53** (2014) 05FD10.
- (2) 河原敏男、中川幸紀、大野泰秀、前橋謙三、松本和彦、岡本一将、宇都宮里佐、松葉晃明、吉村雅満、松岡佑樹, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会、北海道大学, 18a-PA3-16 (2014 年 9 月 18 日).

6. 関連特許(Patent)

なし