

課題番号 : F-15-TT-0027  
利用形態 : 技術相談  
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、川際智聖、中川幸紀  
Username (English) : Toshio Kawahara、Toshimasa Kawagiwa、Yuki Nakagawa  
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、電氣的・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)

#### 【利用した主な装置】

ラマン分光装置、Reactive Ion Etching 装置 (非 Bosch プロセス)

#### 【実験方法】

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ィにより作製した。エッチングは、プロセスガスとして  $CF_4$  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、成長時間を 10 分、20 分、30 分、60 分と変えて、基板温度  $600\text{ }^\circ\text{C}$  で CNW の自己組織化成長を行い、配列化の影響をラマン分光装置により評価した。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に基板温度  $600\text{ }^\circ\text{C}$  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。成長時間が短いとき(10 分)、Fig. 1(a)に示されるように、配列化した CNW の G/D 比が向上し、初

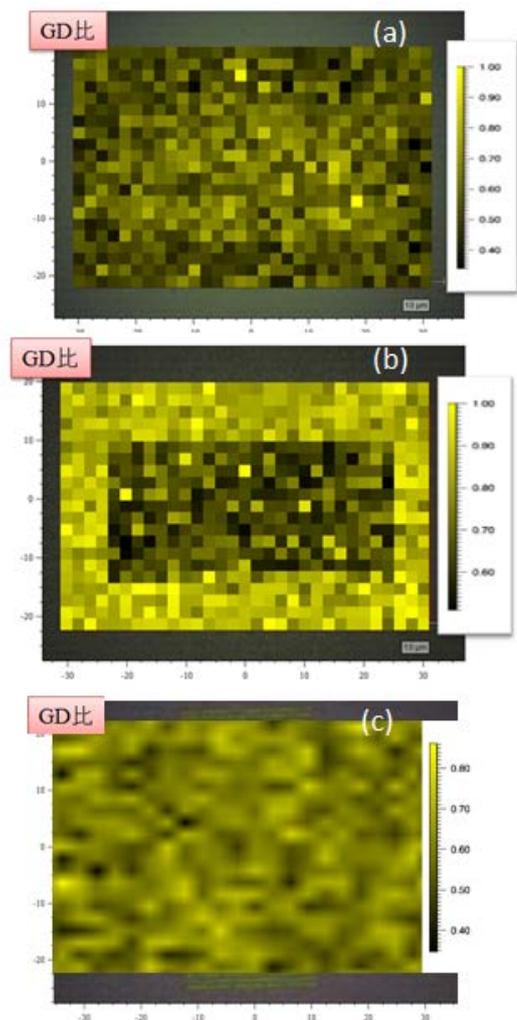


Fig. 1. Raman spectral map of self-aligned CNWs grown at  $600\text{ }^\circ\text{C}$ . Maps of the G/D ratio are plotted for the samples grown for 10 min (a), 20 min (b), and 30 min (c).

期成長では、グラフォエピタキシー成長のエンハンス効果が起きていることが分かった。一方、20 分程度成長させると (Fig. 1(b))、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た。この減少は、CNW 内部の変化のためと考えられる。電氣的特性を見ると、半導体特性を示すことから、応力による界面散乱の増

大の効果が観測出来ていると思われる。さらに成長時間を長くすると、30分成長ではラマンスペクトルでは差が見えなくなり、電気的特性では金属特性を示すようになった。これは、グレイン構造の増大と関連していると思われる。これらの結果をもとに、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)

対応者: 豊田工業大学 吉村雅満教授、梶原建指導員

#### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 低温バッファ層を用いた CNW-FET のノイズ解析, 河原敏男、川際智聖、中川幸紀、大野泰秀、前橋兼三、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76回応用物理学会秋季学術講演会, 16a-PA2-32, (2015年9月16日).

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし。