

課題番号 : F-13-TT-0005  
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)

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) に代表されるナノカーボンデバイス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。

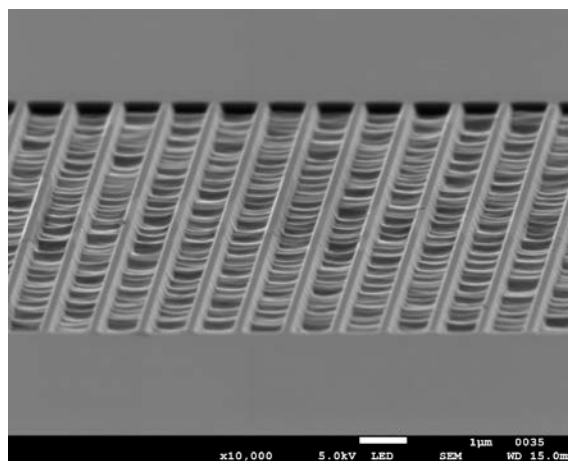
### 2. 実験 (Experimental)

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カーボンナノウォール(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、成長温度 (400°C、500°C、600°C) による変化をラマンスペクトル測定により評価した。

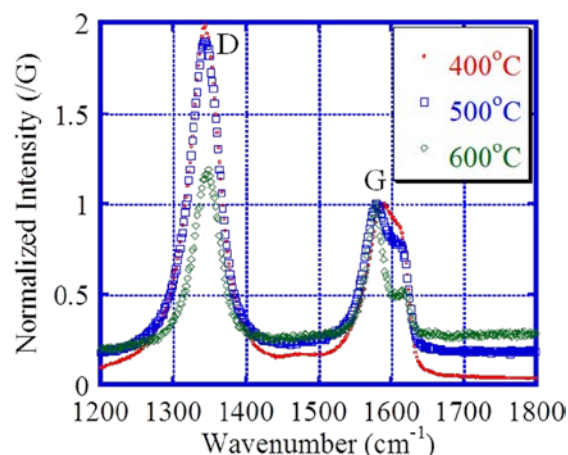
### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

エッチングしたパターンの走査型電子顕微鏡(SEM) による観察結果を Fig. 1 (a) に示す。デバイスプロセスとの整合性を考慮し、エッチング深さは 200 nm とした。このパターン上にグラフォエピタキシーで CNW を配列成長させた。CNW のラマンスペクトルの結果を Fig. 2 に示すが、温度上昇とともに D ピークの減少が見られた。この結果は、透過型電子顕微鏡(TEM) 観察結果と対応している。600°C で成長させた試料の

TEM 観察結果を見ると、ある程度の大きさのグレインが配向して成長し、回折パターンでは 6 回対称のパターンとなっていた。500°C 成長の試料では、スポットの回折像が得られ結晶性を保っているが対称性は悪くなった。また、400°C で成長させた試料の TEM 観察



**FigureCaption** Fig. 1. Line and space patterns etched by RIE.



**FigureCaption** Fig. 2. Raman spectra for CNWs grown at 400°C, 500°C, and 600°C.

結果をみると、回折パターンがリング状となりアモルファスに近い状態になっていた。一方、ラマンマッピング測定から配列化の影響を考えると、低温では触媒効果が強く G/D 比が向上し、ある程度温度が上がると

応力導入による欠陥でG/D比が減少する2つの効果があることが分かった。

#### 4. その他・特記事項 (Others)

共同研究対応者: 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) Toshio Kawahara, Satarou Yamaguchi, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Kazuhiko Matsumoto, Kenji Itaka, IEEE Conf. Proc.: 22nd ICNF (2013) doi: 10.1109/ICNF.2013.6578970.

(2) Toshio Kawahara, Satarou Yamaguchi, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Kazuhiko Matsumoto, Kazumasa Okamoto, Risa Utsunomiya, Teruaki Matsuba, Yuki Matsuoka, Masamichi Yoshimura, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, 19p-M8-4 (2013年9月19日).

(3) Toshio Kawahara, Satarou Yamaguchi, Yasuhide Ohno, Kenzo Maehashi, Kazuhiko Matsumoto, Kazumasa Okamoto, Risa Utsunomiya, Teruaki Matsuba, 12th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures, Tsukuba, Japan, 7PN-80 (2013年11月7日).

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし