

十二月・一月進捗報告書（備宇宙）

背景

カーボンナノチューブやシリコンナノワイヤーといった半導体ナノ材料は新奇物性の発現やセンサーデバイスなどの応用面で注目を集めている。しかし、問題点として金属触媒を用いるために、不純物が混入して固有の特性を測定できない・形状制御が困難といった点が挙げられる。その改善として水熱合成プロセスによる作製が Y. Zhang らによって報告された[1]。一方でその作製メカニズムや構造の多様性の要因は不明瞭である。

目的

水熱合成では(1)複雑な装置を必要としない(2)金属触媒を用いないためにナノ物質固有の特性を測定することが可能となる(3)原料に対する回収率、形状（長さや太さ）を操作できる、といったメリットがある。また、SiO 粉末を原料とした作成において構造の多様性が報告されており、シリコンナノワイヤー[2]、シリコンナノチェーン[3]、シリコンナノチューブ[1]が作成できる。さらに原料粉末に SiC を使用してシリコンカーバイドナノチューブの作成も実現している[4]。その他、Ge などの組み合わせでも作成できると考えられる。前回の進捗報告でも示したように、形状・伝導度といった特性の自由度を考慮するとボトムアップ方式による作成が望ましく、その中でもこの水熱合成は多様なボトムアップによる半導体ナノ物質作製に相当だと考える。構造や種類以外に、金属粉末を導入して金属内包 SiNT といった新規材料にも取り組みたいと考えている。

実施事項

・水熱合成

水熱合成法を用いた半導体ナノ物質の作成のための装置（高温高压容器、加熱器などの周辺装置）の検討・発注を行った。（高温・高压容器仕様は付録参照）

・ボトムアップ SiNW のデバイス作製（電極付け）

水熱合成法で作製した SiNW の電気特性を測るという意図ではないが、現在は自身のハンドリング技術の向上、本研究室でのボトムアップナノ物質のデバイス作製技術の確立という目的でボトムアップ SiNW のデバイス作製を行っている。ボトムアップシリコンナノワイヤーは富田君の作製したワイヤーを用いた。これまで報告されている電極付けの技術は、メッキ法[5]やモールド法[6]が挙げられる。本研究室では、加速電圧 100kV の EB を使用した電極付けが一番シンプルで行いやすいと考え、以下の手順で実行した。

(1) EB でワイヤーの座標を確認、同時に基板上での目印確認

- (2) レジスト塗布後、再度 EB で目印を確認（描画されることを考え、迅速に行う）
- (3) 目印からワイヤーの座標を推測し、描画

次に、その行程を実行したデバイスの光顕微鏡像を図 1 に示す。

SiNW の長さが $10\mu\text{m}$ 程度なので、ズレ 考えられる。

は $15\mu\text{m}$ 程度であると見て取れる。この方法は、今回作製された SiNW の長さが短い点と、基板の回転方向の予測が難しい点から歩留りが悪い。一方で SiNW の長さ制御が行えるようになれば有効な方法となり得る。現段階では、行程は増えるが重ね描画を行うと確実に架橋すると

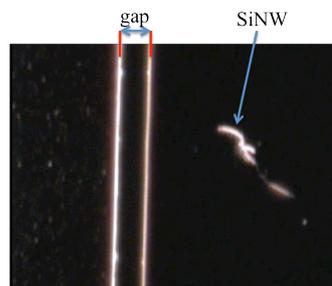


図 1 SiNW 電極パターンの光顕像

付録

高压容器仕様

仕様図を図 2 に示す。容量 200ml ・耐温度 500°C ・耐圧力 30MPa 、磁力式攪拌機付き、材質ハステロイ C の高压容器である。これは容器の材質・価格を検討した上で、論文の耐圧条件より幅をもたせ、種々の構造のナノ物質を作製できることを想定した設計とした。容量に関しては論文より小さく、その影響がどの程度になるかは想定できないが、ナノ物質作製において容量 200ml は十分な大きさであると考えている。

3 月納入予定。

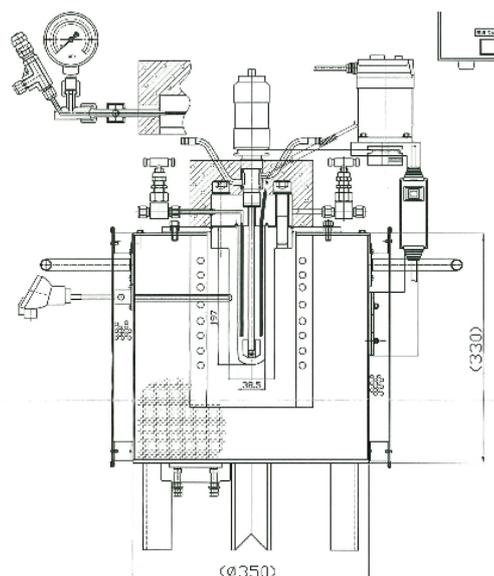


図 2 高温高压装置仕様図

参考文献

- [1] Yang Wen Chen et al., *Adv. Mater*, **17**, 564 (2005).
- [2] L.Z.PeI et al., *Cry. Grow*, **289**, 423 (2006).
- [3] Y. W. Chen et al., *Mater. Sci. Eng B*, **138**, 423 (2006).
- [4] L. Z.PeI et al., *J.App. Phys*, **289**, 423 (2006).
- [5] Walter M. Weber et al., *Nano. Lett*, **6**, 2660(2006).
- [6] Yu Huang et al., *science*, **291**, 630(2001).