

前回の Brief Report 提出時では装置を作製中でしたが、現在は石英管と T o a n さんが使用している三区分管状炉を借りて、実験装置を組み上げました。

1、SiNWs の作製実験

[基板]Si(111)基板に Au を 4nm 蒸着したもの [原料]SiO 粉末
[温度]原料(1125°C)、基板(950°C) [ガス]窒素ガス (流量 50sccm) [圧力]0.3mbar

基本的には SiNWs を作っている論文を参考に実験を行いました。

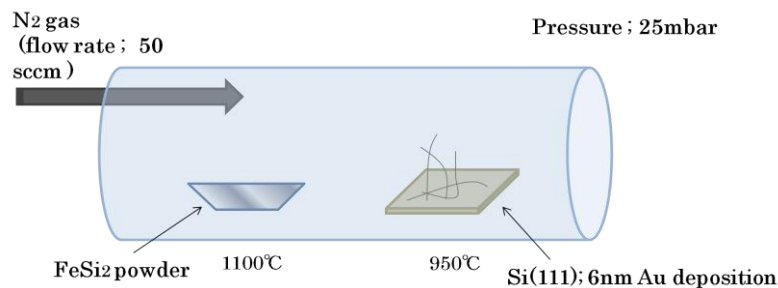
通常の SiNWs 作製の論文では、SiO₂ 粉末の加熱温度が 1250°C 程度であるのですが、私が使っている装置の限界が 1150°C なので、それより少しだけ低い 1125°C で実験を行いました。この条件下で SiO 粉末が飛んでいたため、問題はないと考えられます。

またこの時点ではバルブを装置に組み込んでおらず、圧力が調整できなかったため、論文での一般的な値 25mbar より二桁ほど圧力が低くなっています。

この実験では直径 5-25nm、長さ 3-10 μ m 程度の SiNWs が観察されました。

2、FeSi₂ NWs の作製実験

[基板]Si(111)に Au を 6nm 蒸着したもの [原料]FeSi₂ 粉末 (結晶構造は不明)
[温度]原料(1125°C)、基板(950°C) [ガス]窒素ガス (流量 50sccm) [圧力]25mbar



論文では MBE 法 (蒸着のような形式) でのボトムアップ β-FeSi₂ NW の作製例はありますが、それ以外の作製例はほとんどありませんでした。

今回の実験は、「SiNW 中に部分的に β-FeSi₂ 組成を形成させた」論文を参考に条件付けしています。(APPLIED PHYSICS LETTERS 89, 083107, 2006)

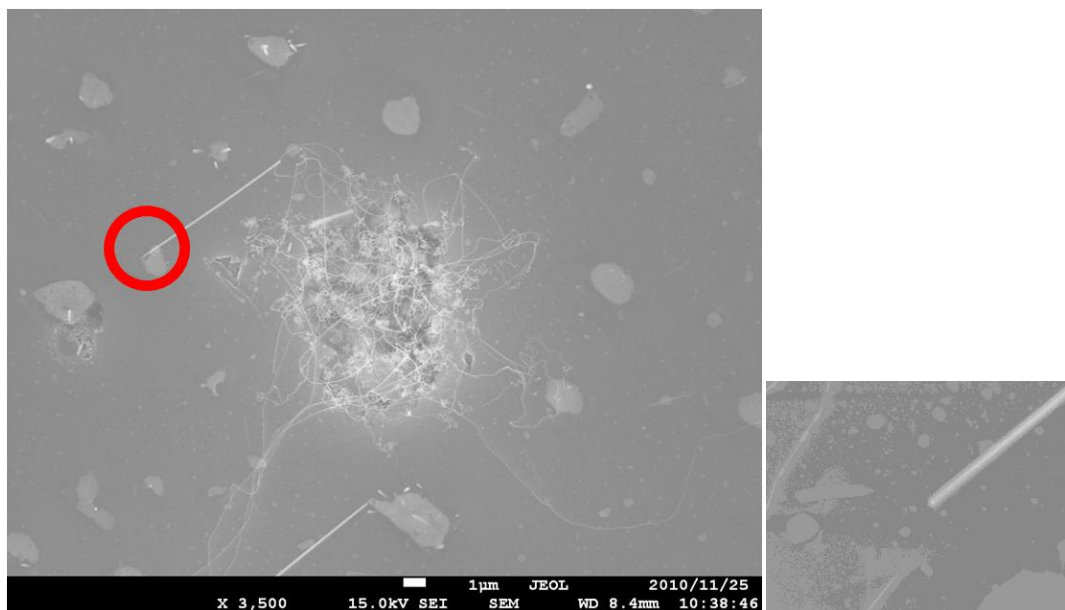
この論文では SiNW 内部で Au/Si/Fe の合金の過飽和状態を作り、Au/Si 合金部と β-FeSi₂ 部に分けていると考えられるので、同様に Au 触媒に Fe、Si を供給し、Fe と Si を過飽和にして、ワイヤを成長させるという考えです。

論文では Si(100)基板を用いていますが、今回は Si(111)基板を使用しました。

β -FeSi₂がSi(100)面と格子不整合が少ないため β -FeSi₂NWを成長させるならSi(100)だと思いますが、適したSi(100)が見つからなかったことと、 α -FeSi₂→ β -FeSi₂の遷移の可能性等も考慮し、Si(111)基板を用いました。

温度の条件設定はどの程度でFeSi₂粉末が飛散するか分からなかったため、可能な最高温度付近で実験を行いました。

この実験で得られた基板を荒さんに観察していただいたところ、表面に細く曲がったワイヤと、太く直線的なワイヤが確認できました。



※赤丸の部分

細く曲がったワイヤは実験1で得られたSiNWと酷似した形状を持っており、太く直線的なワイヤはMBE法で作製された β -FeSi₂NWと似た形状であるように見受けられます。ただどれもSEMでの観察のみなので、実際にどのようなワイヤが成長しているかは不明です。

Future Plan

- 1、ナノセンターにあるSi(100)を用いて、Si(111)基板と同時に実験を行う。
- 2、前述の論文では、Au/Si/Fe合金→Au/Si合金+ β -FeSi₂がSiNW中、すなわちSiが豊富な環境下で形成されているので、SiO粉末をFeSi₂粉末と同時に飛ばして、Siが豊富な環境を作り出す。
- 3、上図で細いワイヤが、Feの供給量が足りずにSiNWとして成長した可能性があるので、FeSi₂粉末と同時にFe粉末を飛ばして、Feが豊富な環境を作り出す。
- 4、FeSi₂が飛んでない可能性を考慮して、Fe、SiO粉末を飛ばしてみる。

またつい先ほど、別方法ではありますが似たような手法で簡単に β -FeSi₂NWが作られている論文を発見したので、現在の実験の方向性についても考えていきたいと思っています。