アモルファスカーボン薄膜を固体材料として用いたグラフェン/グラファイトの成長
-SOI 基板を用いた鉄シリサイド上へのグラフェン成長-
Graphite/Graphene growth from amorphous carbon thin film as a solid source
- Growth on iron silicides using the SOI substrate -

福岡工大工，○(M2) ランウィットスピサラ，前田文彦
Fukuoka Institute of Technology, ○Ruangwit Supissara, Fumihiko Maeda
E-mail: mam18108@bene.fit.ac.jp

【はじめに】従来の CVD 法では高品質・大面積のグラフェンを成長できる一方、成長時の材料ガスの「流れ」の制御は重要であるが簡単ではない。そこで、この問題を回避できる方法としてアモルファスカーボンを原料としてグラフェン成長研究を進めている。これまで、金属箔では厚い酸化膜のためグラファイト収量が著しく少ないことから、Si 基板上に形成した Fe 薄膜を用いて表面酸化物の量の減少とほぼ全面のグラファイト形成に成功した。しかし、高品質化が課題であった。ここで、Fe 薄膜の結晶方位がそろえば高品質化が可能と考え、直接 Si 基板上に Fe 薄膜を形成することを考えた。しかし、そのまま加熱すればシリサイドとなって金属 Fe の状態を保てない。そこで、今回酸化物層を Si 結晶層の下に形成した SOI 基板上を用いた成長を試みた。これにより、加熱しても Fe 膜が残り、グラフェンの成長が可能と考えた。また、この構造では成長後に Fe をシリサイド化してβ-$FeSi_2$ にできれば直接半導体上へグラフェンを形成した構造が可能になる。従来法では成長したグラフェンは半導体への欠陥を誘起する転写プロセスを行うことが必要だが、図 1 に示すような理想的な反応が起これがこれが可能になる。

【実験】用いた基板は SOI 層 30nm、BOX 層 120nm の SOI 基板で、これを約 5%の HF 溶液で表面酸化膜の除去後、純水リンスを行って N2 ブローした後すぐに真空蒸着装置へ導入し、Fe を約 100nm 蒸着した。この基板にアモルファスカーボン薄膜（約 50nm）を形成し、650℃~800℃で 1 分の条件で加熱した。成長後は、顕微ラマン分光装置によって表面生成物を評価した。

【結果と考察】図 2 に加熱後のラマンスペクトルを示す。加熱温度を上げるに従って Si のピークが小さくなっていることが分かる。これは、Fe と反応して SOI 層がシリサイド化していることを示す。また、650~750℃では G，D，2D バンドが観測され、グラファイトが成長できたことが分かった。また、750℃では 190～200cm^{-1}、247cm^{-1} にピークがあり、これはβ-$FeSi_2$[1]と対応する。一方、800℃では炭素由来の G，D バンドが観測されなかった。これは、750℃付近から Fe_3C が形成されるため、表面析出できる炭素がなかったためと推察される。以上より、Si 上に直接 Fe 膜を形成しても SOI 基板を用いればグラファイトの成長が可能であることが判った。

謝辞　SOI 基板は NTT 物性科学基礎研究所尾身主任研究員から提供いただいた。Fe 薄膜成長については、福岡工業大学田中教授にご協力いただいた。ここに感謝いたします。本研究の一部は科研費（19K05278）の補助を得て行われた。

参考文献　1.) Y. Maeda, H. Udono,Y. Terai,,Thin Solid Films 461(2004)165.

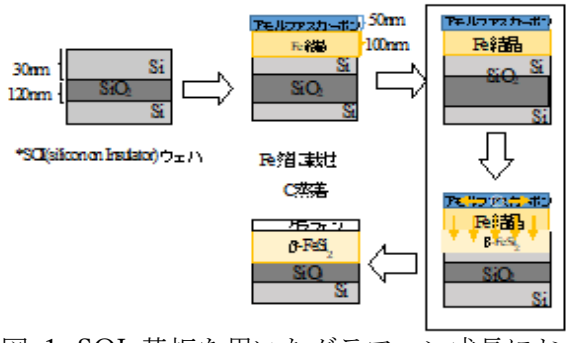

図 1. SOI 基板を用いたグラフェン成長において意図した反応過程。

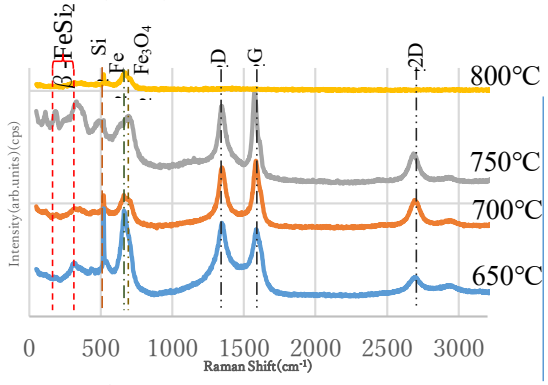

図 2. 各条件で成長後のラマンスペクトル。

© 2020年 応用物理学会