

## Si-C 結合を利用した Ge ドットの形成温度に関する検討 Effect of growth temperature on Ge dot formation using Si-C bonds

東北大院工<sup>1</sup> ○佐藤佑紀<sup>1</sup>, 伊藤友樹<sup>1</sup>, 川島知之<sup>1</sup>, 鷲尾勝由<sup>1</sup>

Tohoku Univ. ○Y. Satoh, Y. Itoh, T. Kawashima, and K. Washio

E-mail: yu-ki@ecei.tohoku.ac.jp

### 【はじめに】

Ge ドットは Si-LSI との親和性が高く、その搭載により LSI の高機能化が期待できる<sup>[1]</sup>。これまでに Si(100)基板上にサブ原子層(ML)カーボン(C)を低温で堆積させ、高温処理により Si-C 結合を形成した後、Ge を堆積すると Ge ドットが形成できることを報告した<sup>[2]</sup>。本報告では、Si-C 結合を利用して形成される Ge ドットの結晶性とサイズについて、その堆積温度依存性を検討した。

### 【実験方法】

試料は MBE 装置によって作製した。Si(100)基板を化学洗浄後、MBE 装置に搬入し RHEED により表面の清浄性を確認した。基板温度 ( $T_{\text{sub}}$ ) 200°C で C を 0.25 ML 堆積後、1000°C に昇温し、10 分間炉内アニールした。その後、 $T_{\text{sub}} = 450 \sim 550^\circ\text{C}$ 、約 0.21 nm/min. の堆積速度で Ge を 4 nm 堆積した。RHEED により表面状態を、XRD により Ge の結晶性を、AFM により表面粗さを評価した。

### 【結果と考察】

Ge 堆積時の基板温度を 500°C とした時の (a) C 堆積後、(b) アニール後、(c) Ge 2 nm 堆積後、(d) Ge 4 nm 堆積後における RHEED パターンを図 1 に示す。アニールにより、Si 表面を反映したストリーク(図 1(a))は輝点に変化した(図 1(b))。これは Si-C 結合の形成により、表面荒れを生じたことを示している。その後、Ge を 2 nm 堆積すると、平坦な表面を示すストリークに変化し、4 nm では再び輝点となった(図 1(c), (d))。この変化は、450°C と 550°C の Ge 堆積においても同様に観測された。

Ge(220)回折ピーク強度と表面ラフネスの Ge 堆積温度依存性を図 2 に示す。また、450、550°C の場合の AFM 像を図中に示す。AFM 像から、主に 2 種類の大きさの Ge ドットが形成されたことが確認できる。堆積温度の上昇により Ge ドット密度が減少しているが、これは Ge 原子の表面移動長が増加したためと考える。

結晶性については、450°C と 500°C ではほとんど変化せず、550°C で劣化した。表面ラフネスは、Ge 堆積温度によらずほとんど変化しなかった。

以上のことから、Ge 堆積温度が 500°C 以下において、結晶性を維持しつつ Ge ドットを高密度化できることがわかった。

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 24246003 の助成を受けたものである。

### 【参考文献】

- [1] K. L. Wang et al., Proc. IEEE 95 (2007)1866.  
[2] Y. Itoh et al., Microelec. Eng. 125(2014)14.

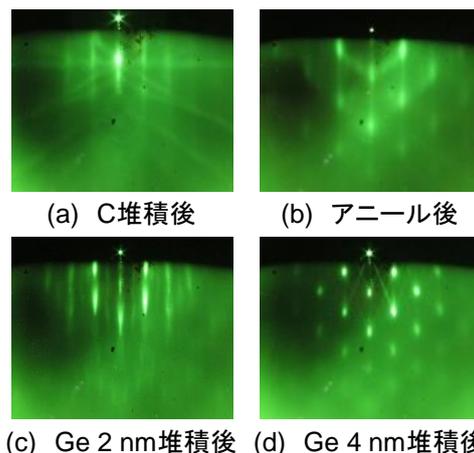


図 1 Ge 堆積温度 500°C での堆積過程における RHEED パターン

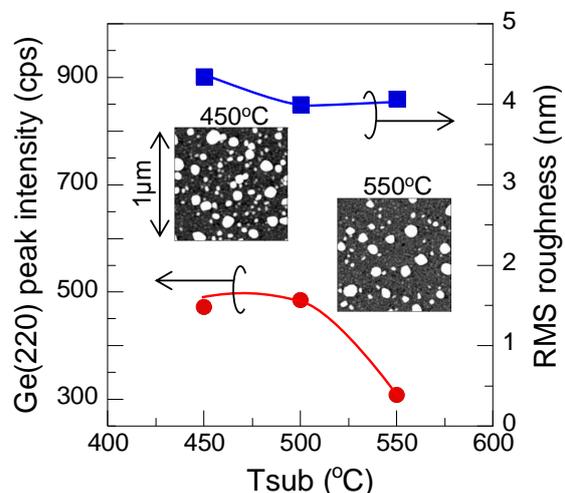


図 2 Ge(220)回折ピーク強度と表面ラフネスの Ge 堆積温度依存性