

4H-SiC 微傾斜基板上に作製した自己組織化 InN/GaN ドットの配列性制御

Alignment control of self-assembled InN/GaN dot arrays grown on 4H-SiC(0001) vicinal substrates

埼玉大院理工, °(M1) 松岡 圭佑, 八木 修平, 矢口 裕之

Saitama Univ., °Keisuke Matsuoka, Shuhei Yagi, Hiroyuki Yaguchi

E-mail: matsuoka@opt.ees.saitama-u.ac.jp

【はじめに】 InN/GaN 量子ドットはサイズ効果により光吸収端エネルギーを幅広く変化させることができるため、タンデム型太陽電池への応用が期待されている。量子ドット太陽電池の実現には、サイズ制御した量子ドットを周期配列させる必要があるが、自己組織化成長で作製した量子ドットは、通常ランダムな位置に形成されてしまう。我々はこれまでに、4H-SiC(0001)微傾斜基板を用いることで下地 GaN 表面に周期的なマルチステップを形成し、さらにその上に InN を堆積することで、ステップ端に沿って形成された InN ドット配列を得ることに成功している[1]。しかし、InN ドットはステップ端だけでなくテラス上にも形成されるなど、配列性には改善の余地があった。今回、GaN 表面ステップを利用した自己組織化 InN/GaN ドット配列の制御性向上を目的に、ドットの形状や形成位置について InN 堆積量や成長温度依存性を詳細に調べたので報告する。

【実験方法】 試料の作製は 4H-SiC(0001) 4°off 微傾斜基板を用いて RF-MBE 法にて行った。基板上に 600°C で低温 GaN バッファ層を 18 nm 堆積させた後、710°C で GaN を 530 nm 堆積させた。Ga flux は 8.0×10^{-5} Pa で固定し、RF 窒素プラズマパワー(RF Power) は 280-340 W の範囲で変化させた。その後、450°C で InN の堆積量を 0.8-2.4 nm の範囲で変化させ、ドットを作製した。成長後の試料表面は原子間力顕微鏡(AFM)を用いて観察した。

【結果と考察】 RF Power を変化させて成長した GaN 表面を AFM で観察し、テラス領域の平均二乗粗さ(RMS)を測定した結果、320 W で作製した試料が 0.16 nm で最も小さく、原子レベルで平坦な表面が得られることが分かった。この GaN 上に InN の堆積量を変えてドットを形成した試料の表面 AFM 像を Fig.1 に示す。堆積量の増加に伴いドットのサイズは増大し、平均高さ 1.7-6.5 nm、平均直径 13-38 nm の範囲で変化させることができた。また、面密度は最大で $1.8 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ に達した。InN の堆積量が 1.0 nm を越えると急激に面密度が増加したことから、3次元成長モードに移行する臨界膜厚が 1.0-1.2 nm であることが分かった。

成長初期の InN ドットはステップ端で優先的に形成されており、面密度の増加に伴いテラス領域のドットが増加していることから、InN 堆積量を精密に調整することで InN ドットの配列性を高めることが出来る可能性がある。当日は InN の成長温度依存性についても報告する。

[1] 森 他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-P16-9 (2015).

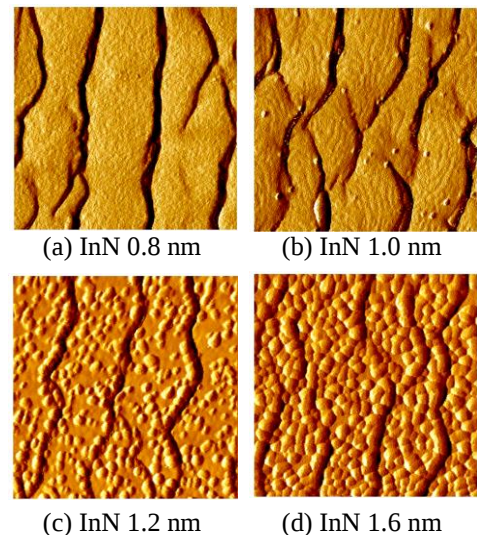


Figure1 AFM images of sample surfaces