

領域選択分子線エピタキシーによる GaAs(211)B マスク基板上への面内配向 InAs ナノワイヤの形成 Formation of in-plane oriented InAs nanowires on GaAs(211)B Masked Substrates by Selective Area Molecular Beam Epitaxy

北陸先端大ナノセンター ○赤堀 誠志, 村上 達也, 山田 省二

CNMT, JAIST ○Masashi Akabori, Tatsuya Murakami, Syoji Yamada

E-mail: akabori@jaist.ac.jp

[はじめに]

InAs ナノワイヤは, 高い電子移動度や大きなスピン分裂が期待されることから, 高速エレクトロニクスやスピントロニクスへの応用が検討されている. このような応用に際しては, ナノワイヤアレイの位置および配向制御が重要である. その実現法の一つとして, 触媒を用いずに非晶質でマスクされた基板を用いる領域選択成長法があり, 我々も窒素雰囲気有機金属気相成長による GaAs(111)B 上の垂直 InAs ナノワイヤ形成を報告してきた[1]. 一方で, プレーナーリソグラフィーを主体とする標準的なデバイスプロセスとの整合性を考慮すると, 基板面内に配向したナノワイヤアレイの実現が強く望まれる. そこで, 我々は GaAs(110)マスク基板上の領域選択分子線エピタキシー(SA-MBE)を行い, 面内配向 InAs ナノワイヤ形成を報告してきた[2]. しかしながら, (110)の場合は面内に 2 つの $\langle 111 \rangle$ B が存在するために, 配向制御に難があった. より優れた配向制御を実現するために, 今回は新たに GaAs(211)B マスク基板上への SA-MBE を試行した. (211)B は面内に 1 つの $\langle 111 \rangle$ B を有するため, (110)よりも面内配向制御に適していると考えられる.

[実験]

n-GaAs(211)B 基板表面にハイドロジェンシルセスキオキサン(HSQ)をスピコートした後, 電子線リソグラフィーと反応性イオンエッチングにより, 三角形開口部を有するマスク基板を作製した. 作製したマスク基板は H_2SO_4 と純水で成長前処理し, MBE 装置に導入した. 基板は As 雰囲気下 590°C で基板清浄化を行った後, 510°C まで降温してアンドープ InAs の成長を開始した. In および As の分子線等価圧は, 1×10^{-7} および 1×10^{-6} Torr であり, 成長時間は 3 時間とした.

[結果と考察]

図 1 は InAs SA-MBE 後の走査電子顕微鏡(SEM)による成長モフォロジーの観察結果である. 若干 HSQ マスク上の多結晶析出が見られるものの, 多くの構造が位置制御された開口部より成長していることから, 本成長条件下で領域選択成長が実現できていることがわかる. 図中, 3 つの面内の $\langle 111 \rangle$ B に形成されたナノワイヤと, 1 つの面外の $\langle 111 \rangle$ B に形成されたナノワイヤを確認することができる. 面内配向ナノワイヤの歩留まりは~15 %と見積もられ, (110)上とほぼ同等であった.

図 2(a)および 2(b)は, それぞれ 1 つの InAs ナノワイヤの原子間力顕微鏡(AFM)像および導電性カンチレバーにより取得した電流像である. 電流が形成された InAs ナノワイヤと n-GaAs 基板を流れていることが確認され, 形成された InAs ナノワイヤがアンドープでも導電性を有することが確認された.

[参考文献]

- [1] M. Akabori *et al.*, J. Crystal Growth, **311**, 3183 (2009).
- [2] M. Akabori *et al.*, J. Crystal Growth, **345**, 22 (2012).

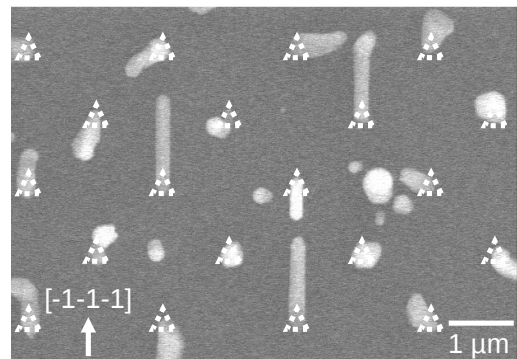


図 1 GaAs (211)B マスク基板上の InAs SA-MBE の結果(SEM 像). 三角形マーカーは開口部位置を示す.

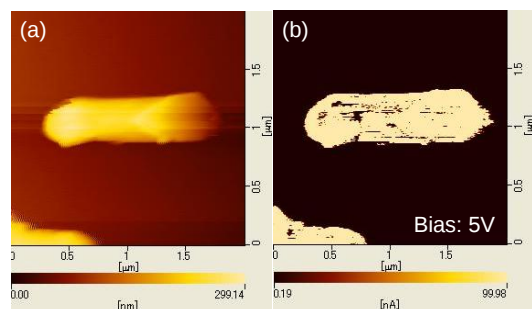


図 2 形成した InAs ナノワイヤの AFM 像(a)と電流像(b).