RF-MBE 法による GaN ナノワイヤ選択成長における成長条件依存性

Dependence on growth conditions in selective-area growth of GaN nanowires using RF-plasma-assisted molecular beam epitaxy

北海道大学大学院情報科学研究科、量子集積エレクトロニクス研究センター
○環 尚杜，山本 侑也，薗田 彬人，本久 順一
Graduate School of Information Science and Technology, and Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido Univ. ○ Naoto Tamaki, Yuya Yamamoto, Akihito Sonoda, and Junichi Motohisa
E-mail: tamaki@rciqe.hokudai.ac.jp

【背景】未開拓領域であるテラヘルツ帯は、大容量通信への利用が期待されているが、FET 高速化のためにゲート長を短くすると、短チャネル効果により、スイッチング動作が困難になる。三次元構造である縦型ナノワイヤ(NW) FET は、サラウンディングゲート構造による優れたゲート制御性を有し、この問題の解決が期待できる。本研究では、縦型 FET に適した GaN NW 作製を目的とし、GaN NW の選択成長と、その成長条件依存性を明らかにしたので報告する。

【実験方法】真空蒸着により c 面 GaN 基板上に Ti を 10nm 堆積し、電子線リソグラフィとドライエッチングで直径 50~200 nm、ピッチ 200~600 nm の周期的微小開口部を有するマスク基板を作製し、窒素プラズマを供給源とする RF-MBE 法による GaN NW 選択成長を行い Ga 供給量(Q_{Ga})、窒素供給量(Q_{N2})、成長温度(T_g)、成長時間の依存性を調べた。

【実験結果】図 1 は Q_{Ga}=1.19×10^{-7} Torr、成長時間を 3 時間に固定し、Q_{N2} と T_g を変化させた際の試料の SEM 像である。Q_{N2} の減少および成長温度の上昇とともにマスク上堆積物が減少し、良好な選択成長が得られることがわかる。しかし、同時に GaN NW 高さが減少している。また、Q_{N2} と T_g を固定し、Q_{Ga} 依存性について調べた結果、Q_{Ga} の増大とともに NW 高さの増大とマスク上堆積物の増加が明らかとなった。これらの結果をまとめたのが図 2 である。特に図 2(b)において、Q_{N2}=0.5 sccm (図 1 (d))と 1 sccm (図 1 (c))の場合とを比較すると、マスク上堆積物の量はほぼ変化せず、NW 高さが増加していることがわかる。さらに、図 1 の成長条件より Q_{Ga} を約 1/2(5.69×10^{-8} Torr)、T_g=760℃とした場合、同一成長時間では NW 高さが減少していることだけでなく、Q_{N2} の低下とともに NW 高さの減少と NW 頂上ファセットの角度の増大が観測された。以上を踏まえ、最適と思われる条件(図 1 (c))を用い、成長時間を 9 時間とした場合の結果を図 1(g)および図 1(h)に示す。マスク上堆積物は増加したが、NW 高さは約 2.9 倍と、成長時間に比例して増加した。更に、狭いピッチでは良好な選択性が得られていることも確認された。

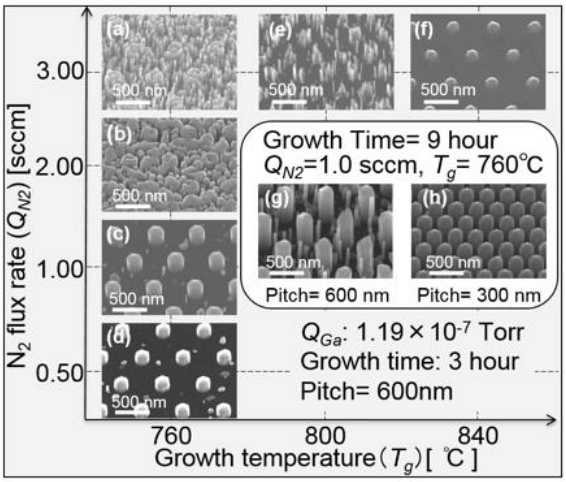

図 1 成長温度および N_2 供給量依存性のまとめ

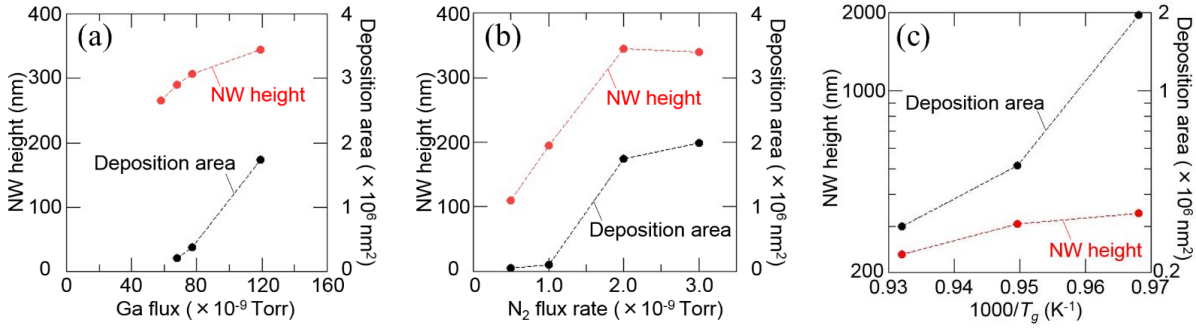

図 2 ナノワイヤ高さおよびマスク上堆積物の占有面積の(a) Q_{Ga}、(b) Q_{N2}、(c) T_g 依存性

© 2017年 応用物理学会