第64回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 (2017 パシフィコ横浜)

水素雰囲気異方性熱エッチング（HEATE）法で作製した InGaN/GaN ナノ構造の形状に対するアンモニアガス導入効果

Effect of ammonia gas introduction on the shape of InGaN / GaN nanostructures fabricated by hydrogen environment anisotropic thermal etching (HEATE)

上智大・理工 [1], 上智大ナノテクセンター[2]
°(B)松岡 明裕 [1], (M2)水谷 友哉 [1], (M1)石嶋 駿 [1], (M1)小川 航平 [1], (B)生江 祐介 [1], 菊池 昭彦 [1,2]
Sophia Univ.[1], Sophia Nanotechnology Research Center[2],
°Akihiro Matsuoka[1], Tomoya Mizutani[1], Shun Ishijima[1], Kohei Ogawa[1],
Yusuke Namae[1], Akihiko Kikuchi[1,2]
E-mail: kikuchi@sophia.ac.jp

はじめに: 窒化物半導体ナノ構造は、デバイス性能の向上や新しい機能性の発現が期待される魅力的なデバイス材料である。我々は、低圧水素雰囲気中における GaN の熱分解反応を利用した新しい低損傷ナノ加工技術である水素雰囲気異方性熱エッチング(HEATE)法に関する研究を行い、低圧水素雰囲気下の HEATE における GaN のエッチング特性について報告してきた。本研究では、水素とアンモニアの混合ガスを用いた HEATE 法で InGaN/GaN ナノ構造体を作製し、エッチング特性を評価したので報告する。

実験: (0001)面 Al_2O_3 基板上に MOCVD 法で成長した p-GaN(20nm)/u-GaN(5nm)/u-InGaN(3nm)/u-GaN(10nm)/n-GaN (50nm)/n-AlGaN(2μm)/u-GaN(4μm)構造を有する InGaN 単一量子井戸構造エピウェハの表面に、厚さ 140nm の SiO_2 を PECVD 法で堆積した。AlGaN 層は、HEATE 法でのエッチングが困難であるためエッチング停止層として用いた。電子ビームリソグラフィと CF_4/O_2 混合ガスによるドライエッチングでエピ層表面に様々な大きさや周期の円形とストライプ状の SiO_2 ナノマスクを形成した。試料を 100Pa の水素ガスおよび 100Pa の水素：アンモニア（=10:1）混合ガスの 2 通りの雰囲気において、900℃、26 分間加熱し、InGaN/GaN ナノ構造を作製した。

結果: Fig. 1(a),(b)に水素ガスのみ、(c),(d)に水素アンモニア混合雰囲気で作製したナノピラー構造の上面 SEM 像と鳥瞰 SEM 像をそれぞれ示す。水素ガス雰囲気で作製したナノピラーの側面は、6 つの{20_21}面あるいはその高指数面ファセットで形成されたが、アンモニア混合雰囲気で作製したナノピラーでは明確な結晶面は現れず、SiO_2 マスク形状に沿った円錐台形の構造となった。また、エッチングレートは水素のみで約 7nm/min、水素アンモニア混合雰囲気では 3nm/min であり、アンモニアの導入により GaN(0001)面のエッチング速度が低下した。Fig. 2 の(a)に水素のみ、(b)に水素とアンモニア混合ガスで作製した m 軸沿いナノウォールの上面 SEM 像を示す。(a)では筋状の微細構造が多数形成されたが、(b)では平坦な形状となった。これらの結果から、アンモニアの導入によりエッチングの結晶方位異方性が抑制される可能性が示唆された。

まとめ: 水素とアンモニアの混合雰囲気下の HEATE 法によって InGaN/GaN ナノ構造を作製し、アンモニアの導入によるエッチング形状への影響を評価した。

謝辞: 日頃ご支援いただく上智大学岸野克巳教授、下村和彦教授に感謝します。本研究の一部は科研費助成事業 挑戦的萌芽研究16K14260の援助を受けて行われた。

参考文献: [1] R. Kita, R. Hachiya, T. Mizutani, H. Furuhashi and A. Kikuchi, Jpn. J. Appl. Phys. 54 (2015) 046501.

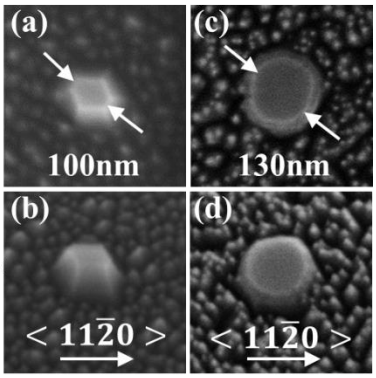

Fig. 1 Top and Bird's eye view SEM image of 400-nm-pitch InGaN/GaN nanopillar array.

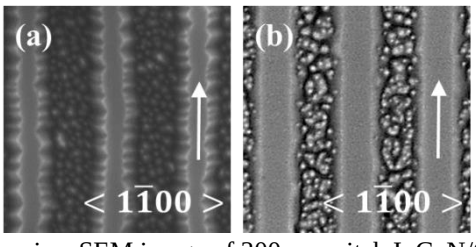

Fig. 2 Top view SEM image of 300-nm-pitch InGaN/GaN nanowall array along m-axis.

© 2017年 応用物理学会