# AlN バッファ層 Si 基板上の InGaN/GaN ナノコラム成長

## Growth of InGaN/GaN Nanocolumns on Si Substrates with AlN Buffer Layer

上智大理工[1]、上智ナノテク研究センター[2]
○(M1)十河康治[1]、山野晃司[2]、野村一郎[1,2]、富樫理恵[1]、岸野克巳[2,*]
Sophia Univ.[1], Sophia Nanotechnology Research Center[2]
Koji Sogo[1], Koji Yamano[2], Ichirou Nomura[1,2], Rie Togashi[1], Katsumi Kishino[2,*]
*E-mail: kishino@sophia.ac.jp

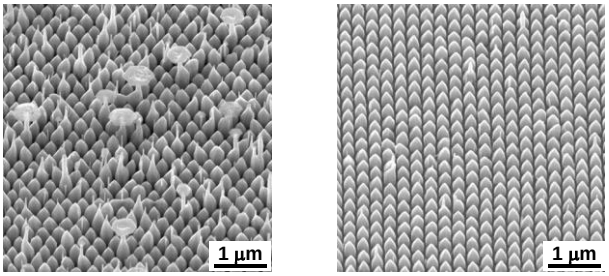
はじめに：ナノコラムは下地基板に起因する欠陥が伝搬するのを抑制できるので[1]、貫通転位フリーの高品質結晶が得られ、ナノ結晶効果の発現と相俟って高い発光効率のLED材料の実現が期待される。ナノコラム結晶のSi基板上成長は、ナノコラムLEDの大口径化、低コスト化に寄与し、Si基板のエッチング除去でフリップチップ実装が容易となって、ナノコラムのマイクロLEDディスプレイ展開への道を拓く。Si上のGaNナノコラム選択成長では、ナノパターンによるコラム直径制御が難しく、AlNなどの成長核形成用バッファ層を活用する必要がある[2]。本研究では、スパッターあるいはRPD(反応性プラズマ成膜)法で、Si表面にAlN薄膜(25 nm)を成膜し、これを成長核形成層として用いて、規則配列InGaN/GaNナノコラムの選択成長を進め、成長条件の最適化によって、均一な規則配列ナノコラム成長を得た。ここでは均一化の成長メカニズムについて考察する。

実験・結果：Si(100)基板上薄膜(25 nm)AlNテンプレートに、三角格子状に配列したTi(厚さ5 nm)ナノホールマスクパターンを形成し、これを選択成長マスクとしてRFプラズマ分子線エピタキシーによって、InGaN/GaNナノコラムを成長させた。成長条件はTable 1に示した。成長例としたサンプル1と2では、結晶核形成とGaNナノコラム成長段階での窒素供給量が異なる。サンプル1は窒素供給量を1 sccmに固定したが、サンプル2では結晶核形成は窒素供給を1.5 sccmに増やし、ナノコラム成長では0.5 sccmに減少させた。GaNナノコラム成長に引き続いて、InGaN/GaN超格子層(25ペア)と多重量子井戸層(3ペア)を成長した。Fig.1(a), (b)は成長結晶の鳥瞰SEM像である。サンプル1 (Fig.1(a))では、ナノコラムトップへの突起状結晶や平板状InGaNの成長が見られた。これらの異常成長は、サンプル2 (Fig.1(b))では大幅に抑制され、比較的に均一な規則配列InGaN/GaNナノコラム結晶の成長が得られた。さらなる成長条件の最適化によって、赤色ナノコラムLED結晶を実現する。異常成長メカニズムとしては、AlN核形成層内に混合極性が存在し、極性反転ドメインのナノコラム内伝搬に起因すると考えているが、詳細なメカニズムと抑制法については、当日に考察したい。

Table 1 Growth conditions

| | $N_2$ flow rate (sccm) | |
|---|---|---|
| | Crystal nucleation | Nanocolumn growth |
| Sample-1 | 1.0 | 1.0 |
| Sample-2 | 1.5 | 0.5 |

$T_{mp}$=1250 °C, $P_{Ga}$=3.0x10$^{-4}$ Pa , Growth time: 90 min.




(a) Sample-1 (b) Sample-2

Figure 1 Bird-eye SEM views of GaN nanocolumns grown on AlN/Si substrates by Ti-mask selective area growth of RF-MBE.

謝辞：本研究の一部は、科研費・基盤研究(A)(#19H00874)の援助を受けて行なわれた。
[1] K. Kishino et al., *Nanotechnol.* **26** (2015) 225602 (13pp).
[2] H. Hayashi, …, K. Kishino, Phys. Status Solidi (a) **212** (2015) 992-996.

© 2019年 応用物理学会