27a-A6-5

MBE 法によるダイヤモンド上への Al スタート AlN 成長

Al-first AlN Growth on Diamond by Molecular Beam Epitaxy

早稲田大学理工学術院 ○小野 和子, 横山 悠樹, 鹿又 龍介, 宇都宮 大起, 袴田 知宏, 平岩 篤, 川原田 洋

Waseda University, ○W. Ono, Y. Yokoyama, R. Kanomata, D. Utsunomiya, T. Hakamata, A. Hiraiwa, H. Kawarada

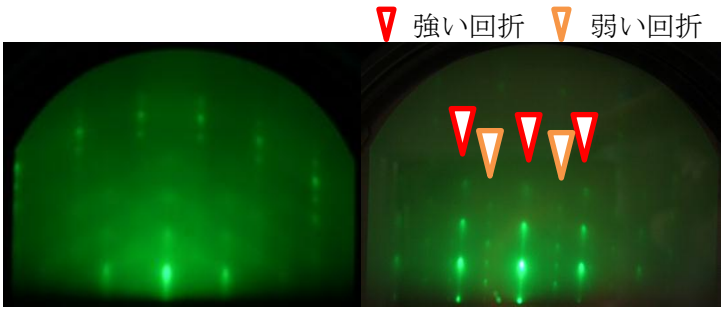
E-mail: w-k.sfse-1.o@ruri.waseda.jp

1. 緒言　ダイヤモンドは、高耐圧・高速動作・高熱伝導率といった特性より低損失パワーデバイスとして期待されており、我々はこれまでにも水素終端ダイヤモンド表面に誘起される 2 次元正孔ガスを利用したデバイスを作製してきた。AlN/Dia 界面では価電子帯に大きなバンドオフセットが形成され、2 次元正孔ガス形成に有利であり、AlN のピエゾ分極や自発分極によるダイヤモンド側のキャリア制御等、興味深い特性がある。また、AlN はその化学的安定性や高密度構造から水素終端ダイヤモンド表面の保護膜としても十分機能すると考えられる。さらに、Al_2O_3 や SiO_2 に比べ熱伝導率が高く、ダイヤモンドと共に放熱性に優れている。Si(111)上では、これまで Ga や Al 極性の窒化物の成長が多く報告され、N 極性窒化物の成長はその難しさからあまり報告されてこなかったが、近年 AlN 成膜の前に Al を数 ML 吸着させることで N 極性 AlN の成長に成功している[1]。今回、MBE 法により Al から交互供給を始めることでダイヤモンド表面に Al を結合させ、AlN を成長させることが可能か検討した。

2. 実験方法　使用した基板は(111)単結晶基板である。まず、リモートプラズマ CVD 装置にて、基板温度 600℃、圧力 20Torr で 30 分間基板表面を水素化した。次いで、MBE 法により窒素ラジカルと Al を交互供給し AlN を選択的に成膜した。このとき、従来までの成膜条件、基板窒化の後窒素ラジカルから交互供給を始めるもの(N スタート成膜)と基板窒化を行わず Al から交互供給を始めるもの(Al スタート成膜)の 2 種類作製し、RHEED により成長のその場観察を行った。また、XRD により AlN 膜の結晶性評価を行った。

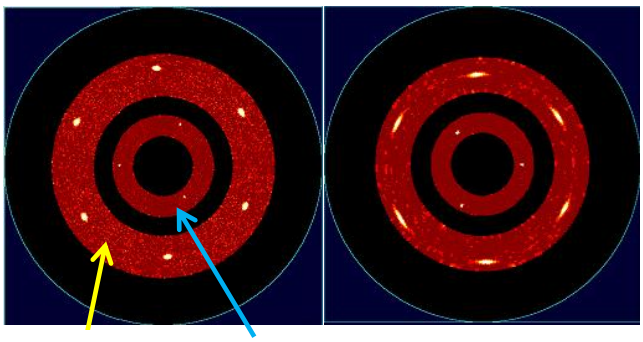
3. 結果　図.1 は AlN 成膜終了後の RHEED パターンである。左が N スタート成膜のもので、右が Al スタート成膜のものである。Al スタート成膜では、N スタート成膜のときにも強く現れていたロッドの間に、少し弱い別のロッドが確認できる。図.2 は pole figure 測定の結果である。N スタート成膜、Al スタート成膜どちらもダイヤモンド基板に対して AlN が C 軸を中心に 30° 程度回転して成長していることがわかるが、Al スタート成膜では、AlN101 反射スポットが弧状となり、結晶が数度にわたり回転分布している。これらの結果はともに Al スタート成膜では C 軸配向しているが、マルチドメインとなっていることを示している。成膜中の RHEED パターンをみると、成長最初期に AlN 由来のロッドが現れ、その位置関係は変わることなく成長する。このことから、成長開始直後にドメイン関係は決定しており、初期成長層が大きく影響していると考えられる。よって、Al スタート成膜においてマルチドメインとなるのは C-Al 結合に起因するものと考えられる。

4. 結論　Al スタート成膜では、N スタート成膜に比べマルチドメインとなっている傾向が強く見られる。今後、Al スタートと N スタートの違いが電気特性やパッシベーション効果にどのように影響するか検討する。



(a) N スタート　　(b) Al スタート

図.1 RHEED パターン



(a) N スタート　　(b) Al スタート

図.2 pole figure

[謝辞]　本研究遂行にあたり JST 先端的低炭素化技術開発(ALCA)の助成を得た。

[1]Sansaptak Dasgupta, F. Wu, J. S. Speck, and U. K. Mishra: Appl. Phys. Lett. 94,151906 (2009)

© 2013 年　応用物理学会