

MBEによるダイヤモンド(111)基板上の 電気伝導性 AlGa_N 薄膜の成長

Growth of electric conductive AlGa_N films on diamond (111) substrate by MBE

○河野省三¹, 蔭浦泰資², 河合空², Jorge J. Buendia², 矢部太一², 川原田洋^{1,2},

○Shozo Kono¹, Taisuke Kageura², Sora Kawai², Jorge J. Buendia², Taichi Yabe²,
Hiroshi Kawarada^{1,2}

早大ナノ・ライフ¹, 早大理工² RONL, Waseda Univ.¹, Fac. Sci. Eng., Waseda Univ.²,
E-mail: shozo.kono.e4@tohoku.ac.jp

はじめに

n型 AlN と p型ダイヤモンド接合が実現するとパワーデバイス等への用途が拡大することで、ダイヤモンド基板上的 AlN 薄膜成長は注目されている。ダイヤモンド基板上的 AlN 薄膜成長は MOCVD による成長例がすでにいくつか報告されている[1, 2]。一方、窒素プラズマ支援 MBE 成長によるダイヤモンド基板上的 AlN 薄膜成長についてはあまり報告がない[3]。川原田研では、この後者の方法による AlN 薄膜成長を続けている。しかし、MBE 成長においては n 型 AlN 膜成長は困難が予想される。一方、n 型 AlGa_N 膜成長は MBE 法においていくつかの成功例が報告されている[4]。従って、本研究では、p 型ダイヤモンド基板上的 n 型 AlGa_N 膜成長を目指している。MBE 法によるダイヤモンド基板上的 n 型 AlGa_N 膜成長は、著者の知る限り、報告例がない。本研究では non-dope ダイヤモンド(111)基板

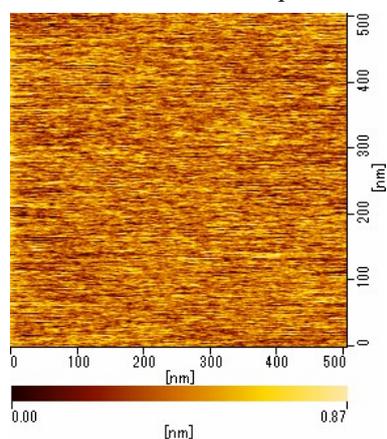


Fig. 1. AFM image of the Si-doped AlGa_N film (25nm).

実験

Non-dope ダイヤモンド(111)基板は、Ib 型 HTHP ダイヤモンド上 CVD 成長させた。表面は熱混酸洗浄により酸素終端化した。窒素 RF プラズマ支援 MBE 成長装置は ARIOS 社製であるが、Al, Ga K-cell が下向きの特種なもので、Mo 製の基板ホルダーが上向きとなっている。MBE 装置を十分脱ガスした後真空で基板ホルダーにダイヤモンド(111)基板を載せた。Si 源は直接通電型の

特殊なものである。AlGa_N 成長中の基板温度 (850°C)での装置のベース真空度は $\sim 5 \times 10^{-8}$ Pa であった。窒素 RF プラズマ条件は、Plasma power; 450W, N₂ flow rate; 1.0 sccm であった。本条件における N-radical flux は $\sim 7 \times 10^{12}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ である。Al, Ga, Si 蒸着速度はそれぞれ $\sim 3.5 \times 10^{12}$, $\sim 3.5 \times 10^{12}$, $\sim 7 \times 10^9 / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ であった。N-radical flux と成長時間から求めた AlGa_N 膜厚は 25~30 nm である。

結果

図 1 は AlGa_N 薄膜の AFM 像である。表面粗さは ~ 0.1 nm で基板ダイヤモンドのそれとほとんど変わりがなかった。図 2 は AlGa_N 薄膜の RHEED パターンである。基板ダイヤモンド(111)表面の $\langle 1, 1, -2 \rangle$ 入射に対応する。基板上にエピ成長した Wurtzite 構造であると想像される。

AlGa_N 薄膜の Van der Pauw ホール測定を東陽テクニカ製 AC-Hall 装置 (RsitTest8300) を用いて行った。電極はカーボンテープ小片を白金電極で押さえた簡易的なものであった。これによりオーミック接続は確保されたが、ホール起電圧よりも電圧ノイズが大きく、キャリア型の判定は出来なかった。比抵抗としては $\sim 100 \Omega \text{cm}$ 程度が得られている。

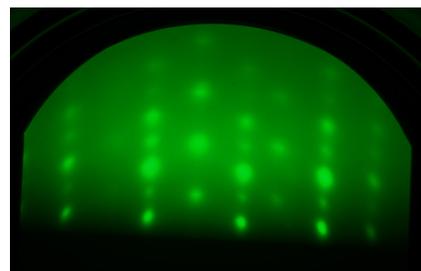


Fig. 2. RHEED pattern of the Si-doped AlGa_N film (25nm).

今後は、Si ドープ量の最適化などを行い、低抵抗の n 型 AlGa_N 薄膜の作製を目指す。

文献

- [1] K. Hirama et al., Appl. Phys. Lett. 98(2011)011908.
- [2] M. Imura et al., J. Appl. Phys. 121(2017)025702. および引用文献。
- [3] C.R. Miskys et al., Appl. Phys. Lett. 82(2003)290.
- [4] 例えば、S.T. Bradley et al., J. Vac. Sci. Tech. B21(2003)2558.