

GaAs(001) 面上窒素  $\delta$  ドープ層形成過程における格子定数変化Variation of Lattice Constant at the Formation of Nitrogen  $\delta$ -doped Layer on GaAs(001)阪大院工<sup>1</sup>, 愛媛大院理工<sup>2</sup>, 西本 徳久<sup>1</sup>, 近藤 正彦<sup>1</sup>, ○石川 史太郎<sup>2</sup>Osaka Univ.<sup>1</sup>, Ehime Univ.<sup>2</sup>, Norihisa Nishimoto<sup>1</sup>, Masahiko Kondow<sup>1</sup>, ○Fumitaro Ishikawa<sup>2</sup>

E-mail: ishikawa@ee.ehime-u.ac.jp

希釈窒化物半導体は, GaAs などホスト結晶へ数% 程度の窒素を導入することでバンド構造を大きく変調することが可能であり, その特異な歪特性などから高効率太陽電池等の半導体デバイス構成材料として期待される. 我々は, 窒素デルタドープによる局所導入構造においても同様のバンド変調を行えることを見出しており, 既存の混晶材料の枠組みに無いバンド制御を可能にする基礎材料として, その有望性を検討している. [1] 詳細な結晶特性の制御には精度の高い結晶成長技術の確立や成長過程の理解が必要である. 今回は, GaAs (001) 面上への窒素デルタドープ層構造形成時の表面状態について, 反射高速電子回折 (RHEED) を用いてその格子定数の変化について検討を行った.

結晶成長は, プラズマ支援分子線エピタキシー (MBE) 法を用いて行った. 成長基板温度は 430°C に設定し, GaAs 成長後, As<sub>2</sub> 照射下の成長中断時に窒素プラズマを照射することで, 窒素のデルタドープを行った. その間, 窒素は 1 原子層 (ML) 分照射した. その後同表面上に GaAs を成長速度を変化させて再成長し, GaAs/窒素デルタドープ層/GaAs 構造を形成した. このデルタドープ層構造形成過程を, RHEED を用いて [1 $\bar{1}$ 0] 方向から観察し, その回折スポット (ストリークパターン) の間隔から, 表面格子定数について調べた.

Fig.1(a) に窒素デルタドープ中の格子定数変化を示す. ここで, 結晶格子定数は GaAs の初期格子定数を 5.653Å nm と仮定して解析を行った. 図に見られるように, 窒素照射によるデルタドープ層形成中は, 表面格子定数が殆ど変化しないことが見出された. この結果について, 少なくとも 0.3ML 程度まではこの間確実に格子へ窒素が取り込まれている従来の結果と比較して考えると, 窒素は GaAs 表面吸着時は下地の GaAs の格子を歪ませることなく結晶へ取り込まれることが示唆される. Fig. 1(b) は, 同層上に GaAs を成長した際の格子定数変化である. デルタドープ中とは対照的に, 明瞭な格子定数変化を示した. 図から読み取ると表面格子定数は, およそ約 0.4ML の GaAs が成長されるまで約 5.70Å まで拡大し, その後約 GaAs が 2ML 導入される間に約 5.60Å へ縮小, その後緩やかに元の格子定数 5.65Å へと収束していった. 特に窒素を 0.3ML 以上デルタドープした際には, 上部 GaAs 形成時に特徴的な表面のファセット形成が観測されている. これは, ここで示された特徴的な格子定数の振動が影響していると考えられる.

[1] K. Sumiya, M. Morifuji, Y. Oshima, and F. Ishikawa, Appl. Phys. Express 6 (2013) 041002.

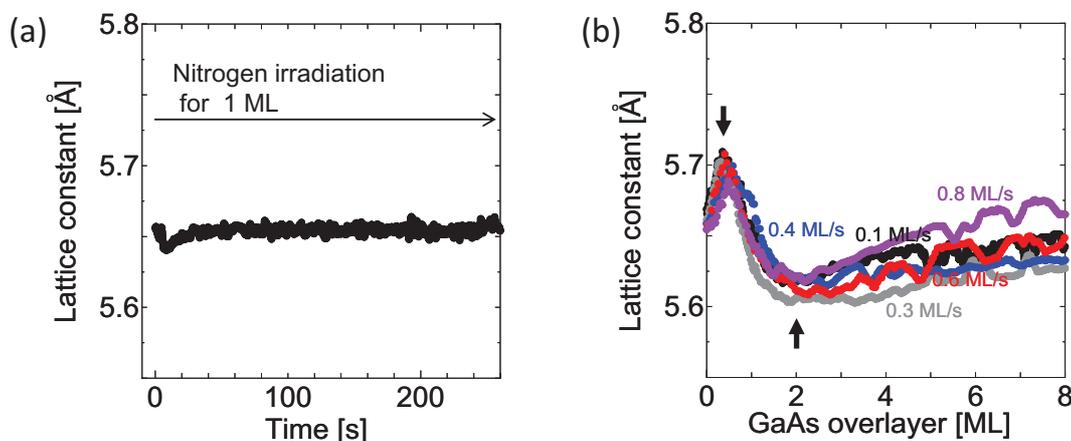


Fig. 1: (a) Variations of lattice constant during the nitrogen  $\delta$ -doping for 1.0 ML, and (b) lattice constants during the growth of GaAs overlayer at different growth rates.