310nm 帯紫外 LED 用 Ga_2O_3（-201）基板上 AlGaN (0001)エピタキシャル膜の成長

Growth of AlGaN (0001) epitaxial layer on Ga_2O_3 (-201) substrate

タムラ製作所 [1], 理化学研究所 [2]

°森島　嘉克 [1], 平山 秀樹 [2], 飯塚 和幸 [1], 山崎　進一 [1], 西村　良男 [1], 山腰　茂伸 [1]

Tamura Corporation, The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN)

°Yoshikatsu Morishima, Hideki Hirayama, Kazuyuki Iizuka, Yamazaki Shinichi, Yoshio Nishimura, Shigenobu Yamakoshi

E-mail: yoshikatsu.morishima@tamura-ss.co.jp

酸化ガリウム（Ga_2O_3）は紫外領域から可視光の全域にわたり透明度が高い上、ドーピングにより低抵抗な n 型特性を持たせることができるため、縦型構造をもつ InAlGaN 系可視・紫外発光ダイオード（LED）用基板としての応用に適する。これまでに Ga_2O_3(-201)基板上の GaN(0001)のエピ技術と縦型の InGaN 系 450ｎｍ帯青色 LED の開発の報告や、340nm 帯紫外 LED への応用を目的として、Ga_2O_3(-201)基板上 $Al_{0.29}Ga_{0.71}N$ エピタキシャル膜の成長の報告をした[1]。

今回、我々は 310nm 帯紫外領域に皮膚治療等の潜在需要があると考え、この波長域に特化した高出力縦型 InAlGaN LED の開発を開始した。第一段階として下地層である Ga_2O_3(-201)基板上 n-$Al_{0.34}Ga_{0.66}N$ 層の成長を検討し、LED 開発に適用可能な結晶品質を達成できたので報告する。

まず、前回報告[1]と同様のレシピで $Al_{0.34}Ga_{0.66}N$ エピタキシャル膜の成長を、MOCVD 法により以下の手順で行った。窒素雰囲気中 500℃で AlN バッファ層（2nm）を成長し、その後、雰囲気を水素とアンモニアに切り替えて 1020℃で AlN 応力緩和層（100nm）を成長し、最後に 1120℃で $Al_{0.34}Ga_{0.66}N$ 層（900nm）を成長した。この製法で成長した場合、(1-102)回折の X 線ロッキングカーブ(XRC)半値幅は 2227arcsec であった。結晶品質を向上させるため、応力緩和層を成長したあと、1020℃で $Al_{0.34}Ga_{0.66}N$ 層(300nm)を成長させて３次元成長を行い、その層上に 1120℃で $Al_{0.34}Ga_{0.66}N$ 層(600nm)を成長する製法に変更したところ、(1-102)回折の XRC 半値幅が 1320arcsec となり大幅に改善した。しかし、エピ表面にクラックが多数入ってしまった。応力緩和層の構造とクラックの関係を調べたところ、多層にして Al 組成を Ga_2O_3 基板側から段階的に低める構造にすると半値幅を維持しつつクラックを抑制できることが分かった。今回得られた最良の応力緩和層の組み合わせは、$Al_{0.6}Ga_{0.4}N$150nm、$Al_{0.55}Ga_{0.45}N$50nm である。さらに $Al_{0.34}Ga_{0.66}N$ 層の成長速度を従来の 2.5μm/h から 1.25μm/h に低くすることで、XRC 半値幅をより狭くできた。

Fig. 1 にそのとき得られた X 線ロッキングカーブ測定の結果を示す。(0002)回折が 850arcsec、(1-102)回折が 1066arcsec であり、InAlGaN 量子井戸を用いた 310nm 帯 LED 開発が可能な結晶品質が達成できたと考えている。Fig 2 に室温 PL スペクトルを示す。波長 296nm のバンド端からと思われる発光をメインピークとするスペクトルが得られた。

本研究は科学技術振興機構研究成果展開事業 A-STEP の助成を受けて実施された。

[1] Y.Morishima, Hideki Hirayama et al 第 62 回応用物理学会春季学術講演会

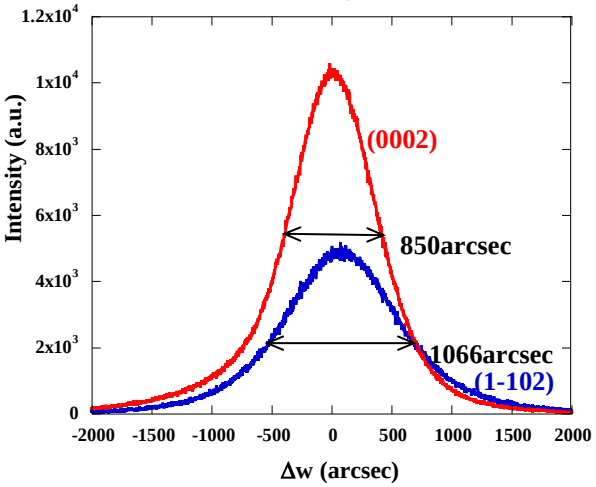

Fig.1. X-ray rocking curve of $Al_{0.34}Ga_{0.66}N$ grown on Ga_2O_3(-201).

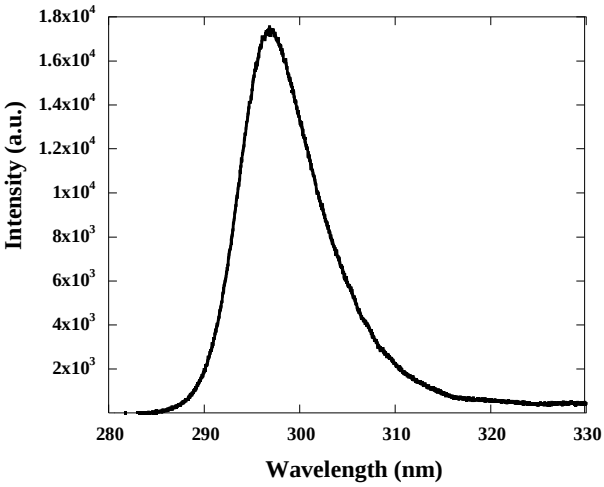

Fig.2. PL spectrum of $Al_{0.34}Ga_{0.66}N$ grown on Ga_2O_3(-201).

© 2016年 応用物理学会