高品質 AlInN/GaN 多層膜反射鏡のためのその場観察反り測定

In-situ curvature measurements for high-quality AlInN/GaN DBRs

^O平岩 恵¹, 村永 亘¹, 岩山 章¹, 竹内 哲也¹, 上山 智¹, 岩谷 素顕¹, 赤崎 勇^{1,2}
1 名城大・理工, 2 名古屋大・赤崎記念研究センター

Fac. Sci.&Eng., Meijo Univ., Japan¹, Akasaki Research Center, Nagoya Univ., Japan², °K. Hiraiwa¹, W. Muranaga¹, S. Iwayama¹, T Takeuchi¹, S. Kamiyama¹, M. Iwaya¹ and I. Akasaki^{1,2} E-mail: 140443052@ccalumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】高品質 AllnN/GaN DBR 形成には、AllnN を GaN に格子整合させる組成制御が重要 である。特に、緑色領域 AllnN/GaN DBR では、長波長化とそれに伴う比屈折率差の低下により DBR の総膜厚が紫色領域の約 1.6 倍になること、さらに、最大反射率の組成依存性がより顕著に なることから、高精度での組成制御が必要であることを我々は報告した[1]。この組成制御の一つ の手法として、その場ウエハ反り測定が挙げられ、AllnN/GaN DBR に関する報告もなされている [2]。本報告では、AllnN 層の高精度組成(InN モル分率)制御に向けて、その場ウエハ反り測定と その後 X 線回折測定における相関を検討した。

【実験・結果】DBR内 AllnN層の InN モル分率は、X線回折だけで正確に算出することが難しいため、今回 DBR 作製直前に、X線回折による InN モル分率の算出可能な AllnN 単層の試料も同じ成長条件で作製した。すなわち、サファイア基板上 2µm GaN テンプレート上に、MOVPE 法を用いて、成長温度 830℃、835℃、840℃にて 60nm AllnN 単膜を作製し、その直後に、同じ成長条件の AllnN層を有する 25 ペアの AllnN/GaN DBR (設計波長 520nm)を作製した。図1に、それぞれの試料構造を示す。次に、DBR のその場ウエハ反り測定結果(最初の 10 ペア分)を図2 に示す。成長温度が下がるに従って、反りの変化量が負の方向(凸形状方向)であり、AllnN に In がより多く取り込まれ、DBR が圧縮応力を受けていることがわかる。また、反り量が0 になるのは、835℃と 840℃の中間である 837.5℃と見積もられた。さらに、この反り変化量から Chu's equation [3]を用いて InN モル分率を求めた。この結果を、AllnN 単膜の X線回折測定から求めた InN モル分率(歪考慮)とともに図3 に成長温度に対する関数としてプロットした。その結果、両者の傾向がよく一致するとともに、各成長温度での InN モル分率値の差異は 0.5%以下であった。また、X線回折測定より AllnN がサファイア基板上 GaN に格子整合する InN モル分率値 17.8%とわずかながら異なることが示唆された。



【参考文献】 [1]K. Hiraiwa et al., ISGN-7(2018) [2]Krost et al., APL 97, 181105 (2010) [3]S.N.G. Chu et al., 1 Electrochem. Soc., 145, 10, (1998) [4]M. Miyoshi et al., Journal of Crystal Growth 506 (2019)

【謝辞】本研究の一部は、文科省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」、文科省・私立大学研究プランディング事業(2016-2020)、日本 学術振興会・科研費基盤研究 A[15H02019]、基盤研究 A[17H014055]、新学術領域研究[16H06416]、JST CREST[16815710]の援助によって行われた。