p 型組成傾斜 AlGaN 超格子による紫外 LED の発光強度増大

Increase in emission intensity of UV LED using p-type graded AlGaN superlattices

日本電信電話(株) NTT 物性科学基礎研究所

⁰江端 一晃,谷保 芳孝,熊倉 一英

NTT Basic Research Labs. NTT Corp.,

^OKazuaki Ebata, Yoshitaka Taniyasu, and Kazuhide Kumakura

E-mail: ebata.kazuaki@lab.ntt.co.jp

【はじめに】 紫外発光デバイスは、殺菌、医療、農業等の幅広い分野での応用が期待されている。しかし、紫外発光デバイスは青色発光デバイスと比べて発光効率が低いことが課題となっている。AlGaN 系紫外発光デバイスの発光効率が低い要因の一つとして、p 型層から活性層への低いホール注入効率が挙げられる。p 型 AlGaN はアクセプタの活性化エネルギーが大きいため、ホール濃度が低いことが原因である。紫外発光デバイスのホール注入を改善することを目的として、組成傾斜 AlGaN を用いた分極ドーピングが提案されている [1]。本研究では組成傾斜 AlGaN の超格子化によるホール濃度の増加とそれを用いた LED の発光強度増大について報告する。

【実験方法】 有機金属気相成長法により、半絶縁性 4H-SiC(0001)基板上に AIN 緩衝層を成長し、次 いで Mg ドープ組成傾斜 AlGaN 超格子を成長した。Al 組成は結晶成長方向に対して、0.9 から 0.7 に線 形に傾斜させた(平均 Al 組成は 0.8)。図 1(a), (b)に示すように組成傾斜超格子の膜厚は 200 nm に固定 し、超格子の周期長を 10, 20, 50, 200 nm と変化させた。試料の電気的特性は、Hall 効果測定により評価した。また、LED の p 型層に組成傾斜 AlGaN 超格子を適用し EL を評価した。

【実験結果】Mgドープ組成傾斜 AlGaN 超格子の比抵抗、ホール濃度の周期依存性の結果を図 1(c),(d) に示す。周期長を 200 nm から 50 nm 以下にすることで比抵抗が大幅に低減することが分かった。比抵 抗の最小値は 9 Ωcm であり、Mgドープ Al_{0.8}Ga_{0.2}N 混晶と比べて 4 桁低い。また、ホール濃度は周期 長を 200 nm から 50 nm 以下にすることで 1 桁以上増加した。短周期にすることで、より多くの負の分 極電荷が組成傾斜領域に誘起されるためホール濃度が増加したと考えられる。

図 2 (a)に示すように LED の p 型層に Mg ドープ組成傾斜 AlGaN 超格子 (200 nm×1 周期、10 nm× 20 周期) と Mg ドープ Al_{0.8}Ga_{0.2}N 混晶 200 nm を用いて EL を評価した。結果を図 2(b)に示す。Mg ドープ Al_{0.8}Ga_{0.2}N 混晶と比べて、Mg ドープ組成傾斜 AlGaN 超格子を適用することで大幅に発光強度が 増大した。また、組成傾斜層の周期長を 200 nm から 10 nm に短周期にすることでさらに発光強度が増 大した。p 型層に組成傾斜 AlGaN 超格子を用いることで、紫外発光デバイスのホール注入特性の改善 が期待出来る。



[1] J. Simon et al., Science. 327, 60 (2010).

Fig. 1 Schematic of Mg-doped graded AlGaN superlattices with period thickness *L* of (a) 200 nm and (b) 10, 20 and 50 nm. (c) Resistivity and (d) hole concentration of the Mg-doped graded AlGaN superlattices at RT as a function of *L*.

Fig. 2 (a) Schematic of DUV LED and (b) EL spectra of DUV LEDs with Mg-doped graded AlGaN superlattices (200 nm×1, 10 nm×20) and Mg-doped $Al_{0.8}Ga_{0.2}N$ alloy.