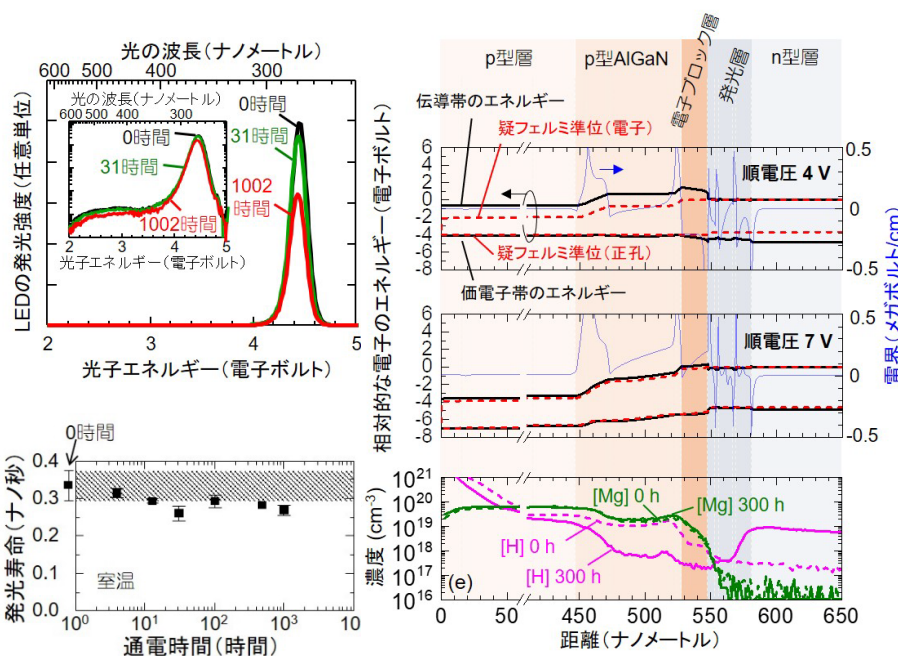


275 nm帯AlGa<sub>x</sub>N系深紫外発光ダイオードの劣化メカニズムの解明(東北大多元研<sup>1</sup>、豊田合成<sup>2</sup>、名城大<sup>3</sup>)秩父重英<sup>1</sup>、永田賢吾<sup>2</sup>、大矢昌輝<sup>2</sup>、粕谷拓生<sup>1</sup>、奥野浩司<sup>2</sup>、石黒永孝<sup>3</sup>、齋藤義樹<sup>2</sup>、竹内哲也<sup>3</sup>、嶋紘平<sup>1</sup>Operation-induced degradation mechanisms of 275-nm-band AlGa<sub>x</sub>N-based deep-ultraviolet light-emitting diodes fabricated on a sapphire substrate

S. F. Chichibu, K. Nagata, M. Oya, T. Kasuya, K. Okuno, H. Ishiguro, Y. Saito, T. Takeuchi, and K. Shima

波長280 nm以下の深紫外線には、殺菌・消毒による水・空気・表面の浄化などへの応用の道が広がっており、消費電力が高い水銀灯タイプの殺菌灯を低消費電力のLEDに変えることにより大幅なCO<sub>2</sub>削減効果が期待できる。しかしながら、AlGa<sub>x</sub>Nを発光層とする波長260~280 nmのLEDは、使用開始から数十時間で光出力が20~40%も減少することが課題となっている。本研究では、通電前および指定の時間通電したLEDチップを用いて、光出力、不純物濃度プロファイル、および発光層の発光寿命の通電時間依存性を定量化した。その結果、LEDの初期劣化の主原因は発光層の劣化ではなく、結晶成長時にAlGa<sub>x</sub>N電子ブロック層中に取り込まれたHにより不活性化されていた「空孔型点欠陥クラスター」が、LED駆動中の電界によってHが引き剥がされることにより活性化し、電流損失を引き起こすためである事を明らかにした。従って、元々の空孔型点欠陥クラスター濃度が低い結晶成長モードに変える、Hが分離しないようにする等の工夫により、LEDの長寿命化・高信頼性化を達成できると考えられる。

Degradation mechanisms of 275-nm-band Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N multiple quantum well deep-ultraviolet light-emitting diodes fabricated on a (0001) sapphire substrate were investigated under hard operation conditions with the current of 350 mA and the junction temperature of 105 °C. The optical output power ( $P_o$ ) initially decreased by about 20 % within the operating time less than 102 h and then gradually decreased to about 60 % by 484 h. For elucidating the causes for the initial and subsequent degradations, complementary electrical, time-resolved photoluminescence, and impurity characterizations were carried out making a connection with the energy band profiles. Because the degradation of the wells was less significant than the  $P_o$  reduction, the initial degradation is attributed essentially to the decrease in carrier injection efficiency, not in internal quantum efficiency of the wells, most likely due to depassivation of initially H-passivated preexisting vacancy-type defects in a Mg-doped p-type Al<sub>0.85</sub>Ga<sub>0.15</sub>N electron blocking layer.



本研究の一部は、環境省による「革新的な省CO<sub>2</sub>型感染症対策技術等の実用化加速のための実証事業／高効率・長寿命深紫外LEDの技術開発と細菌・ウイルス不活化および脱炭素効果の実証」の援助を受けた。