

CL マッピング測定を用いた AlGaIn 系半導体における 支配的な非輻射再結合経路の直接観察

Direct Observation of Dominant Nonradiative Recombination Path in AlGaIn-related Structures using Cathodoluminescence Mapping

京大院工¹, JFE ミネラル株式会社² °市川 修平¹, 船戸 充¹, 岩崎 洋介², 川上 養一¹

Kyoto Univ.¹, JFE Mineral Co. Ltd.², °S. Ichikawa¹, M. Funato¹, Y. Iwasaki², Y. Kawakami¹

E-mail: kawakami@kuee.kyoto-u.ac.jp

はじめに AlGaIn 系半導体は、深紫外発光デバイス用材料として注目を集めている。しかし、AlGaIn 系半導体の内部量子効率や外部量子効率は、とくに弱励起時や高 Al 組成時において非常に低く、その改善が望まれている。これまでに本研究室では、内部量子効率の向上を目指し、内部電界を抑制できる非極性面上への成長や、ホモエピタキシャル成長による貫通転位密度の低減に取り組んできた[1, 2]。前者が直接的に発光効率の向上に結びつく一方で、後者については、支配的な非輻射再結合過程が転位を介したものである場合に有用な手段であるといえる。しかしながら、非輻射再結合の支配的要因に関する議論は十分でないのが現状である。そこで本研究では、カソードルミネセンス(CL)マッピング測定を用いて、有機金属気相成長法(MOVPE)で成長した AlN および Al-rich AlGaIn 量子井戸における支配的な非輻射再結合経路の直接観察を試みたので報告する。

実験と結果 図 1, 2 に、(1 $\bar{1}$ 02) (*r* 面)AlN ホモエピタキシャル膜の CL パンクロマッピング像および貫通転位周辺における CL 強度の断面プロファイルの温度依存性をそれぞれ示す。これらの図より、100 K 程度では明瞭に観察されていた貫通転位由来のダークスポットが、測定温度を上げるにつれてコントラストが弱くなり、室温付近ではほぼ観察されなくなっていることが分かる。この結果は、温度の上昇に伴って、支配的な非輻射再結合経路が貫通転位を介したものから点欠陥を介したものへと変化していることを示唆している(図 3)。つまり温度上昇に伴って、キャリアが点欠陥由来の準位に優先的に捕獲されるようになり、CL マッピング像における貫通転位近傍のコントラストが消失したといえる。つづいて、ほぼ同様の貫通転位密度を有する *c* 面 AlN ホモエピタキシャル膜および *r* 面 AlGaIn/AlN 量子井戸(Al 組成 77%、井戸幅 1.4 nm)についても同様に CL マッピング測定を行った。いずれの試料においても、室温付近で貫通転位由来のダークスポットを検出することはできなかった。つまり室温付近において、AlN エピタキシャル膜および Al-rich AlGaIn 量子井戸の支配的な非輻射再結合過程は、貫通転位を介したものではなく、点欠陥を介したものであると考えられる。詳細なモデルや特性については当日報告する。

[1] 市川他, 2014 年度 春季第 61 回応用物理学会関係連合講演会, 19a-E13-4.

[2] M. Funato *et al.*, *Appl. Phys. Express* **5**, 082001 (2012).

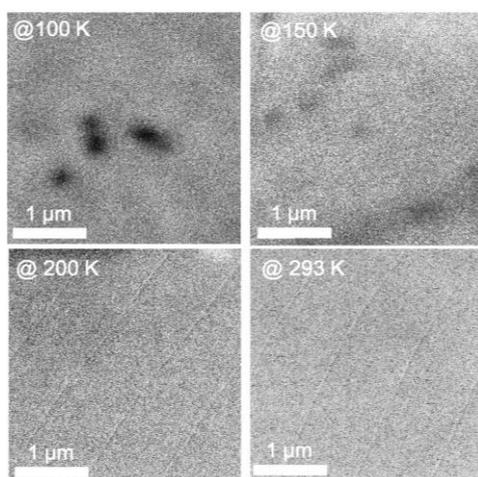


図 1: *r* 面 AlN ホモエピタキシャル膜の
CL パンクロマッピング像

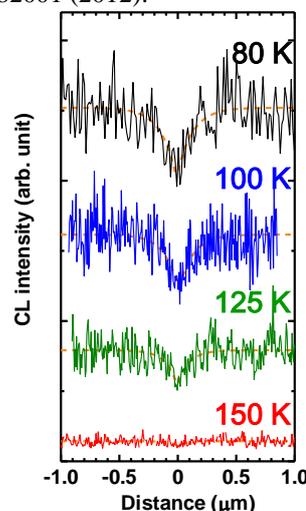


図 2: *r* 面 AlN 薄膜の
転位周辺における
CL 強度断面プロファイル

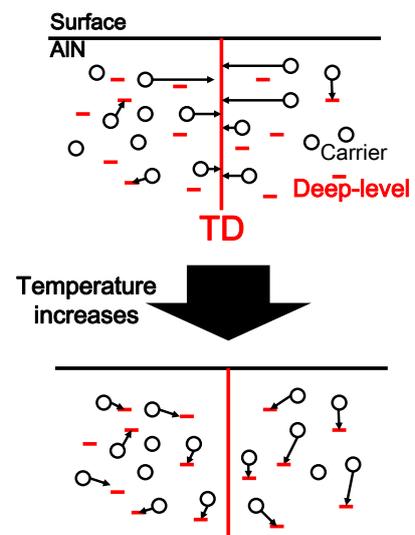


図 3: 温度上昇に伴う
非輻射再結合経路の変化