

GaN系材料の電子準位評価

半導体結晶中の欠陥や不純物に起因した「電子捕獲準位」は、発光素子の効率を低下させ、また、図1に示すようにトランジスタの不安定動作や劣化と密接な関連性を持つ。したがって、結晶中や表面の電子準位を評価し、その特性をを理解することが重要となる。

評価の一例を図2に示す。過渡容量分光法(DLTS法)と光容量法の組み合わせにより、Al組成30%程度のAlGaNエピタキシャル層の禁制帯中央近傍(伝導帯からのエネルギー:1~2eV)に存在する電子準位(midgap準位)を検出することができた。これらの準位は 10^{16} cm^{-3} 台の高密度で存在しており、非発光過程を伴う再結合中心として作用する可能性を有している。

図2には、Mgをドープしたp-GaNをを高温熱処理した場合のPL発光の変化を示す。20nmのSiO₂膜を保護膜とした。as-grown試料では、バンド端発光が認められるが、3.1eV付近にピークを持つブロードな発光が支配的であり、p-GaNの報告例と一致している。一方、アニール後の表面からの発光では、バンド端発光はほとんど観測されず、2.8eV付近にピークを持つ強い発光(BL)が現れた。このBL発光はMgを高密度にドープしたGaNでしばしば報告されており、深いドナー準位とMgアクセプタ準位間の遷移、または、Mg-V_N複合欠陥とMgアクセプタ準位間の遷移の可能性が指摘されているが、成因は明らかになっていない。いずれにしても、高温アニールによりp-GaN表面に深い準位が高密度に生成されたことを示した結果であり、Mgの表面偏析、Ga空孔、N空孔等が原因と思われる。



- ①ゲート端から表面準位へのトンネル注入
- ②高ドレイン電界による暑い電子注入
- ③表面ピンニングによるソース抵抗増大
- ④表面準位による仮想ゲート効果
- ⑤⑥逆ピエゾ効果による欠陥生成

図4 GaN系模型トランジスタの劣化要因

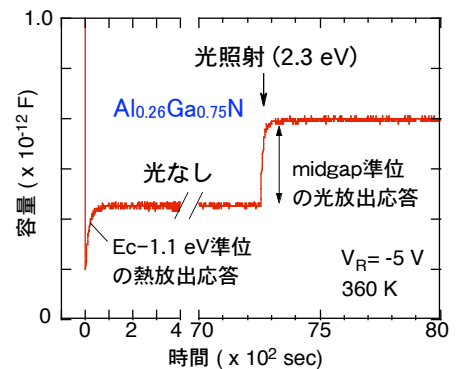


図2 高温での光容量法によるAlGaN中のmidgap準位の検出

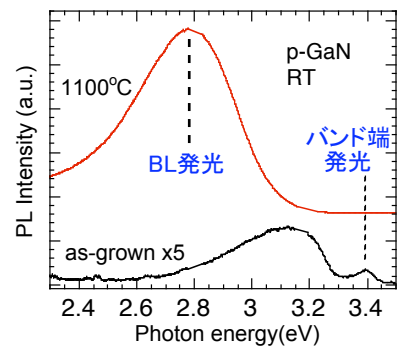


図3 Mg-doped p-GaN表面からのPLスペクトルの変化