

N 極性 InGaN を用いた光・電子デバイスの高性能化詳細

3.1 In 取り込み効率の向上による可視全波長域発光ダイオードの開発

InGaN は、GaN と InN の非混和性から特に中間組成域の混晶を得ることが非常に難しい材料です。N 極性面では、窒素の吸着が強く、III 族元素の脱離を抑制することができます。そのため吸着しにくい In を窒素の被覆により取り込むことができ、InN モル分率を高めることができます。本研究ではこのカインティックスを実験的に明らかにし、長波長発光ダイオードの高効率化を目指したところ、赤色を含む可視全波長域にわたる発光ダイオードの実現に成功しました。現在は成長条件と素子構造の最適化により、さらなる高輝度・高効率化を目指しています。

3.2 選択成長を用いた貫通転位密度低減

現在広く用いられている Ga 極性薄膜においては、部分的に開口した SiO₂ 選択成長マスクを用いて成長開始領域を制限することで、マスク上にオーバーグロースした領域では下地からの貫通転位伝搬を抑制できることが知られています。本研究では、N 極性薄膜の成長様態の成長温度・炉内圧力・原料供給比をパラメータとして最適化することで横方向成長を促進し、選択成長による劇的な貫通転位密度の低減に成功しました。

3.3 分極電界を用いた電子・正孔の引き出しによる太陽電池の効率向上

窒化物半導体は自発性・圧電性の巨大な分極を有し、特にヘテロ接合を作製した際に分極の不連続から強い電界（分極電界）が誘起されます。本研究ではこの分極電界を利用し、光生成キャリアの引き出しを促進させ、太陽電池の効率向上を試みています。併せて、ITO 系透明電極の開発も行っています。

3.4 低オン抵抗・ノーマリオフ型電子デバイスの開発

現在開発されている Ga(Al)極性窒化物半導体ベースの高電子移動度トランジスタ（HEMT）は、AlGa_{0.3}N バリア層の直下に存在するチャネル（二次元電子ガス）にアクセスする必要があることから、オン時のアクセス抵抗が高いことが問題となっています。またピエゾ分極により、実用化に必須なノーマリオフ動作が困難です。そこで本研究では、ピエゾ分極電界の方向が逆で、バリア層の直上にチャネルを形成することのできる N 極性薄膜を用いた HEMT の開発を行っています。