

InGaN 量子井戸構造における内部量子効率のピットサイズ依存性

Pit size dependence of internal quantum efficiency in InGaN-based quantum wells

山口大院・理工

○光井一弥 平生英之 倉井聡 岡田成仁 只友一行 山田陽一

Yamaguchi Univ.

○K. Mitsui, H. Hirao, S. Kurai, N. Okada, K. Tadatomo, and Y. Yamada

E-mail: s030vj@yamaguchi-u.ac.jp

これまで我々は、転位密度の異なる 3 種類の InGaN 多重量子井戸構造に関して時間分解分光測定を行い、非輻射再結合寿命の温度依存性を解析することにより非輻射再結合レートを導出した。また、内部量子効率と非輻射再結合レートとの関係を考察することにより、内部量子効率評価法の妥当性を検証した[1]。今回我々は、量子井戸構造の下部に挿入した歪超格子 (SLS) の周期を変化させることにより、試料表面に現れるピットサイズを制御した一連の試料を用いて、ピットが内部量子効率に与える影響について考察したので報告する。

測定に用いた試料は、サファイア基板上に成長された SLS 周期でピットサイズを制御した 6 種類の InGaN 多重量子井戸構造である。In 組成比 $x = 0.15$ が A, B, $x = 0.18$ が C, D, E, F である。フォトルミネッセンス測定には、XeCl excimer laser (発振波長: 308 nm) と、Dye laser (発振波長: 386 nm) を用いた。

図 1 に 2 種類の試料 (A と B) におけるバンド間励起下での内部量子効率の励起パワー密度依存性を示す。室温における内部量子効率の最大値は、A が 26 %, B が 50 %であった。他の試料も同様に内部量子効率を導出し、内部量子効率のピットサイズ依存性を図 2 に示す。図 2 の A から B, C から E にかけてピットサイズ増大に伴い内部量子効率が増加している。試料 E から F にかけてはピットサイズが大きく増大しているのにも関わらず内部量子効率はほぼ一定となっている。Hangleiter らによると、ピットの斜面では量子井戸が非常に薄くピットの周りにポテンシャルバリアが形成されると報告されている[2]。内部量子効率が向上した要因として、ピットサイズ増大によりポテンシャルバリアも大きくなると考えられ、ポテンシャルバリアが貫通転位を遮蔽し非輻射再結合を抑制したことが考えられる。ピットサイズが大きい領域で内部量子効率がほぼ一定となった要因として、ある程度ピットサイズを増大させると貫通転位がポテンシャルバリアにより完全に遮蔽され、それ以上大きくしても改善には至らないことが考えられる。このことからピットサイズには最適値が存在すると考えられる。本講演では時間分解分光測定から得られた非輻射再結合レートとピットサイズの相関についても考察を行う。

本研究の一部は、科学研究費補助金 (25420289) の援助を受けて行われた。

[1] T. Kohno et al., Jpn. J. Appl. Phys. 51, 072102 (2012).

[2] A. Hangleiter et al., Phys. Rev. Lett. 95, 127402 (2005).

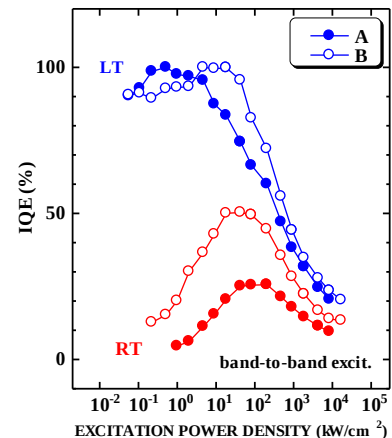


Fig. 1. Internal quantum efficiency as a function of excitation power density.

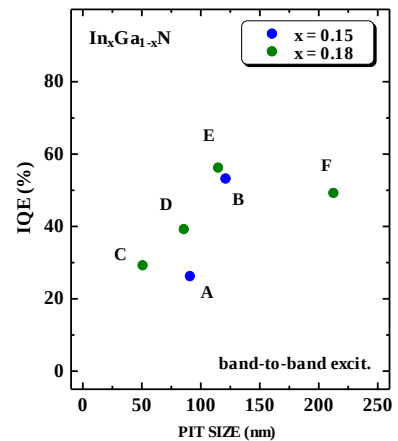


Fig. 2. Internal quantum efficiency as a function of pit size.