

AlGa_N 混晶薄膜における励起子分子の熱的安定性Thermal stability of biexcitons in AlGa_N epitaxial layers山口大院・理工¹ 三重大院・工²○古谷佑二郎¹ 中尾文哉¹ 倉井聡¹ 三宅秀人² 平松和政² 山田陽一¹Yamaguchi Univ.¹ and Mie Univ.²○Y. Furutani,¹ F. Nakao,¹ S. Kurai,¹ H. Miyake,² K. Hiramatsu,² and Y. Yamada¹

E-mail: s024vj@yamaguchi-u.ac.jp

前回までに我々は、Al_xGa_{1-x}N 混晶薄膜における PL 及び PLE 測定を行い、励起子分子結合エネルギーの混晶組成比依存性を導出した。その結果、励起子分子結合エネルギーの混晶組成比依存性には大きなボーイングがあることを明らかにした[1]。特に、Al_{0.61}Ga_{0.39}N 混晶薄膜の励起子分子結合エネルギーは 56 meV に達し、室温の熱エネルギー($k_B T = 26$ meV)よりも 2 倍以上大きく、室温においても励起子分子が安定に存在することを確認した[2]。そこで今回我々は、同一試料に対してより高温における PL 測定を行い、励起子分子の熱的安定性について考察したので報告する。

測定に用いた試料は MOVPE 法により AlN バッファ層上に成長された c 面 Al_{0.61}Ga_{0.39}N 混晶薄膜である。励起光源には Ar-F エキシマレーザを用いた。

図 1 に示したのは Al_{0.61}Ga_{0.39}N 混晶薄膜の 4 K, 100 K, 200 K, 300 K における PL スペクトルの励起パワー密度依存性である。図中、X は励起子発光線、M は励起子分子発光線、P_M は励起子分子 - 励起子分子間の非弾性散乱発光線を示している。低温 4 K において、励起パワー密度の増大に伴い、非線形に増大する発光線 M が観測された。発光線 P_M に関しては発光線 M よりも約 56 meV ほど低エネルギー側に現れており、そのエネルギー間隔は励起子分子結合エネルギーと一致する。また、発光線 P_M の PLE スペクトルには発光線 M の場合と同様に、励起子共鳴に加えて励起子分子の 2 光子共鳴が明瞭に観測された。これらの実験的観測結果に基づいて、発光線 P_M は励起子分子 - 励起子分子間の非弾性散乱によるものであると判断した。さらに、同一励起条件下における発光線 P_M と発光線 X, M との相対発光強度を比較すると温度の上昇に伴い、発光線 P_M がより顕著に現れており、300 K において発光線 P_M が支配的になることが分かる。このことは、温度上昇に伴う励起子分子の熱的非局在化が進み、励起子分子間の非弾性散乱確率が向上したことを反映したと考えられる。当日はより高温における PL 測定の結果と併せて、AlGa_N 混晶系における励起子分子の熱的安定性について考察する。

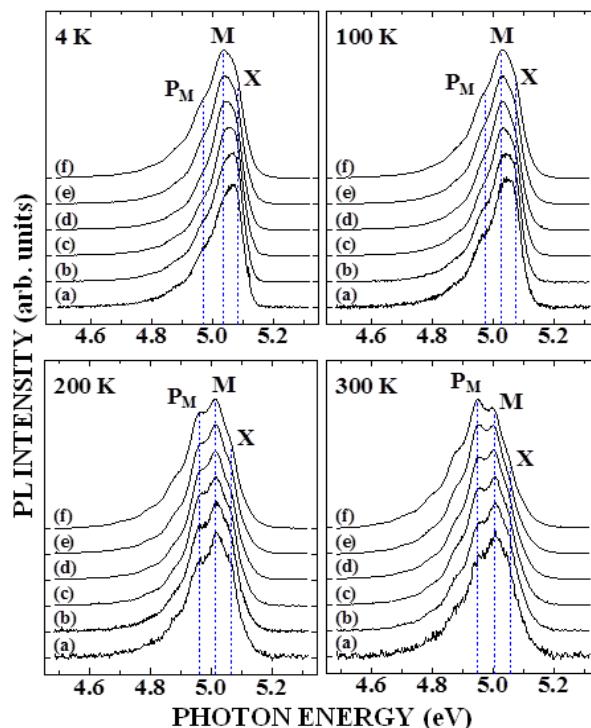


Fig. 1. Excitonic PL spectra at 4, 100, 200 and 300 K taken from an Al_{0.61}Ga_{0.39}N epitaxial layer under excitation-power densities of (a) 0.0083, (b) 0.028, (c) 0.15, (d) 0.75, (e) 2.4, and (f) 7.0 MW/cm². Each PL spectrum is normalized at the peak height.

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] R. Kittaka et al., Appl. Phys. Lett. **98**, 081907 (2011).

[2] Y. Furutani et al., Appl. Phys. Express **5**, 072401 (2012).