窒素δドープ GaAs 中の等電子トラップに局在した励起子分子の束縛エネルギーに関する研究

Study on the Binding Energy of Biexcitons Localized at Isoelectronic Traps in Nitrogen δ-Doped GaAs

埼玉大院理工[1]，東京大物性研[2]

○矢野 裕子[1]，高宮 健吾[1]，藤川 沙千恵[1]，八木 修平[1]，矢口 裕之[1]，

小林 真隆[2]，秋山 英文[2]

Saitama Univ.[1], ISSP, Univ. Tokyo[2]

○Y. Yano[1], K. Takamiya[1], S. Fujikawa[1], S. Yagi[1], H. Yaguchi[1],

M. Kobayashi[2], H. Akiyama[2]

E-mail: y.yano.011@ms.saitama-u.ac.jp

【はじめに】近年，量子力学に基づき安全性が証明される量子暗号通信の研究開発が活発に行われている．量子暗号通信に必要な量子もつれ光子対を生成するために，半導体中の単一等電子トラップによる励起子分子発光を利用する方法が提案され，波長再現性に優れた完全ランダム偏光が得られることが報告されており[1]，また，励起子分子の束縛エネルギーは，正の場合と負の場合があることがわかっている[1][2]．本研究では，様々な面方位の GaAs 基板上に作製した窒素δドープ構造中の等電子トラップによる励起子分子発光を測定し，束縛エネルギーの窒素原子対配列や面方位に対する依存性について検討した．

【実験】試料には GaAs(001), (110), (111)基板上に作製した窒素δドープ構造を用いた．励起光源には波長 532 nm の DPSS レーザーを用い，温度 4 K で顕微 PL スペクトルを測定した．

【結果】Fig. 1(a)に，窒素δドープ GaAs(001)中の等電子トラップからの PL スペクトルを示す．Fig. 1 (b)の PL マッピングからわかるように，PL スペクトル中の全ての発光ピークが同じ位置で観測されることから同一の等電子トラップによるもので，X_1, X_2 発光は窒素原子対Z_2による励起子発光[3]，XX は励起子分子発光である．この場合の束縛エネルギーは 8 meV であった．他の面方位に対しても励起子分子の束縛エネルギーについて検討した結果，負の値となるのは窒素原子対配列によらず(111)を用いた場合のみであった[1][2]．InGaAs 量子ドットに電界を加えると励起子分子の束縛エネルギーが低下することが報告されており[4]，(111)基板を用いた場合には，窒素δドーピングに起因して面垂直方向に歪が生じるために強いピエゾ電界が発生すると予想されることから，束縛エネルギーが負の値となったと考えられる．

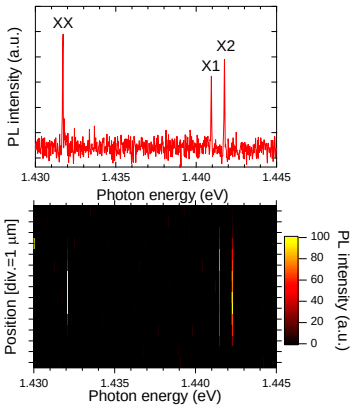

Fig. 1 (a)PL spectrum and (b) PL map of N δ-dope GaAs(001).

[1] K. Takamiya *et al.*, Appl Phys. Express **5**, 111201 (2012).
[2] 高岡祥平他，第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 (18a-B31-7)
[3] T. Makimoto *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **36**, 1694 (1997).
[4] M. Kaniber *et al.*, Nanotechnolgy **22**, 325202 (2011).

© 2023年 応用物理学会