

## ZnInGaP/ZnS 量子ドットを用いた緑色 EL 素子における 正孔輸送材料の検討

### Study of Hole Transport Materials for Green Light-Emitting Diodes

#### using ZnInGaP/ZnS Quantum Dots

NHK 技研<sup>1</sup>, 株式会社アルバック<sup>2</sup>

○小倉 溪<sup>1</sup>, 本村 玄一<sup>1</sup>, 都築 俊満<sup>1</sup>, 藤崎 好英<sup>1</sup>, 長久 保準基<sup>2</sup>, 平川 正明<sup>2</sup>, 西橋 勉<sup>2</sup>

NHK<sup>1</sup>, ULVAC, Inc.<sup>2</sup>,

°Kei OGURA<sup>1</sup>, Genichi MOTOMURA<sup>1</sup>, Toshimitsu TSUZUKI<sup>1</sup>, Yoshihide FUJISAKI<sup>1</sup>,

Junki NAGAKUBO<sup>2</sup>, Masaaki HIRAKAWA<sup>2</sup>, Tsutomu NISHIHASHI<sup>2</sup>

E-mail: ogura.k-ja@nhk.or.jp

【はじめに】量子ドットは、粒径制御により生じる離散的な準位間の遷移に起因する高色純度の発光が得られるため、広色域ディスプレイへの応用が期待されている。これまで Cd 系量子ドットを用いた EL 素子においては高い発光効率が報告されているが、Cd の毒性が問題となっている。そこで低毒性の量子ドット材料として、InP に Zn と Ga を添加した ZnInGaP/ZnS 量子ドットを用いて EL 素子を作製し、発光特性の評価を行った。その結果、ZnInGaP/ZnS と正孔輸送材料の適切な組み合わせにより電子を発光層内に閉じ込めることができ、低毒性量子ドット EL 素子としては比較的高い発光効率を得られたので報告する。

【実験】ZnInGaP/ZnS はコアに ZnInGaP を、シェルに ZnS を有する構造の量子ドットである。ZnInGaP 中の Zn、Ga はコア/シェル界面の格子整合と大気中での安定性向上のためそれぞれ添加した。この ZnInGaP/ZnS を発光層に用いた逆構造 EL 素子 (Fig.1) を作製し、正孔輸送材料の違いによる発光特性の比較を行った。正孔輸送層には、CFL (4,4'-Bis(N-carbazoyl)-9,9'-spirobifluorene)、 $\alpha$ -NPD (N,N'-Di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine)、TCTA (4,4',4''-Tri(9-carbazoyl)triphenylamine) の三種類を用いた。各材料の LUMO/HOMO レベルはそれぞれ、CFL : -2.5eV/-5.9eV、 $\alpha$ -NPD : -2.5eV/-5.4eV、TCTA : -2.3eV/-5.6eV である。

【結果・考察】CFL を正孔輸送材料に用いた際、効率は 1%程度と低く留まった。また、CFL と同等の LUMO (-2.5eV) とより浅い HOMO (-5.4eV) を有する  $\alpha$ -NPD を用いたところ、発光スペクトル中に  $\alpha$ -NPD のスペクトルが観測された。この結果より、注入された電子が発光層内に留まらずに正孔輸送層側へ通過し、効率低下を招いていると考えられる。そこでさらに高い LUMO (-2.3eV) を有する TCTA を正孔輸送層に用いたところ、ZnInGaP/ZnS のみの発光が観測され (Fig.2)、外部量子効率 3.4%を得た (Fig.3)。これは TCTA が電子を発光層内に効果的に閉じ込められているためと考えられる。

Al
MoO <sub>3</sub>
HTL
ZnInGaP/ZnS
ETL
ZnO
ITO
Glass

Fig.1 Structure of the QD-LED with ZnInGaP.

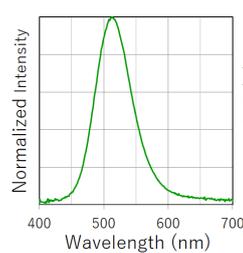


Fig.2 Normalized EL spectrum of QD-LED with TCTA for the hole transport layer.

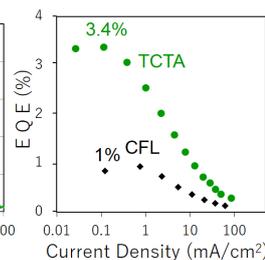


Fig.3 EQE as a function of current density for devices with different hole transport materials.