

Ahmet Faruk Yazıcı



ahmet.yazici@agu.edu.tr

0000-0003-2747-7856



Thesis Advisor

Prof. Dr. Evren Mutlugün

evren.mutlugun@agu.edu.tr

Engineering Quantum Dot Architectures and Interlayers for QLEDs

abstract In this thesis, new strategies are presented to improve the device performance of quantum dot light emitting diodes (QLEDs) by optimizing quantum dot architectures and using interlayers. Two main strategies are used in this context: The first study investigates the effect of quantum dot (QD) shell thickness and polyethyleneimine (PEI) interlayers in inverted QLEDs. The second study describes the development and application of octanethiol-coated core-shell-shell quantum dots. In the first part, a maximum external quantum efficiency (EQE) of 17% and a peak brightness of 91.174 cd/m² are achieved in QLEDs using thick-shell quantum dots (10.3 nm) with PEI interlayers at a concentration of 0.025 wt%. The results of time-resolved photoluminescence (TRPL) measurements explain the role of PEI in passivation of quantum dots and suppression of exciton extinction. The second study involves a novel synthesis method with octanethiol acting as both a sulfur source and a ligand to improve the optical properties of core/shell/shell quantum dots. A PLQY of 88.7% and a luminance width of 20.8 nm were achieved. These quantum dots have a maximum EQE of 4.1% and a maximum brightness performance of 85,000 cd/m² in QLED applications. These results critically emphasize the importance of quantum dot surface engineering, interlayer optimization, and careful selection of charge transport layers in QLED device performance. These studies contributed significantly to the development of efficient, bright, and color-pure quantum dot displays.

keywords quantum dot light-emitting diode, QLED, polyethylenimine interlayer, inverted QLED

özet Bu tez kapsamında kuantum nokta mimarilerinin optimizasyonu ve ara katmanların kullanımıyla kuantum nokta ışık yayan diyotların(QLED) cihaz performansını artırmak için yeni stratejileri ortaya konmuştur. Bu kapsamda iki temel strateji kullanılmıştır: İlk çalışma, evrik QLED'lerde kuantum nokta (QD) kabuk kalınlığının ve polietilenimin (PEI) ara katmanlarının etkisini incelemektedir. İkinci çalışma, oktantiyol kaplı çekirdek-kabuk-kabuk kuantum noktalarının geliştirilmesini ve uygulanmasını açıklamaktadır. İlk bölümde, ağırlıkça %0,025 konsantrasyondaki PEI ara katmanlarına sahip kalın kabuklu kuantum noktaların kullanıldığı (10,3 nm) QLED'lerde %17'lik maksimum dış kuantum verimine (EQE) ve 91.174 cd/m²'lik bir tepe parlaklığına ulaşılmıştır. Zaman çözünürlüklü fotoluminesans (TRPL) ölçümlerinin sonuçları, PEI'nin kuantum noktaların pasivasyonundaki ve eksitonların sönmülmesinin bastırılmasındaki rolünü açıklamaktadır. İkinci çalışma, çekirdek/kabuk/kabuk kuantum noktaların optik özelliğini iyileştirmek için hem kükürt kaynağı hem de ligand olarak görev yapan oktantiyol ile yeni bir sentez yöntemini içermektedir. %88,7'lik bir PLQY ve 20,8 nm'lik bir ışınma genişliği elde edilmiştir. Bu kuantum noktalar QLED uygulamalarında %4,1 maksimum EQE ve 85.000 cd/m²'lik maksimum parlaklık performansına sahiptir. Bu sonuçlar, QLED cihaz performansında kuantum nokta yüzey mühendisliğinin, katmanlar arası optimizasyonun ve yük taşıma katmanlarının dikkatli seçiminin önemini kritik bir şekilde vurgulamaktadır. Bu çalışmalar ile verimli, parlak ve renk açısından saf kuantum nokta ekranlarının geliştirilmesine yönelik önemli adımlar atılmıştır.

anahtar kelime kuantum nokta ışık yayan diyot, QLED, polietilenimin ara katmanlar, evrik QLED