

تصنيع ودراسة خصائص الانبعاث الضوئي للنبائط المحكمة ذات البعد الصفري

إعداد:

أحلام محمد علي القليطي العمري

إشراف:

أ.د. وجيه محمد حلمي سويلم

أ.د. أحمد عبدالله سالم الغامدي

المستخلص

اجتذبت البلورات النانوية (النقاط الكمية) من مواد أشباه الموصلات اهتماماً كبيراً في العقود الماضية نظراً لخصائصها الفريدة مقارنة بنظيراتها في الحالة الصلبة وذلك نتيجة لتأثير الإحتجاز الكمي على خصائصها. تم في هذا العمل تحضير بلورات الكادميوم تيلورايد النانوية المغطاة بطبقة من المركب العضوي حامض 3- ميركاتوبروبأيونيك كعامل استقرار بواسطة الطريقة الغروية. تم تحضير عدد من العينات واختبارها بتقنيات مختلفة ثم استخدامها في تصنيع نبائط انبعاث ضوئي تعتمد على النقاط الكمية من مركب الكادميوم تيلورايد في طبقة الانبعاث ومقارنة أدائها بأخرى تم تحضيرها بالإعتماد على بلورات مركب الكادميوم سيلينايد النانوية. بالنسبة للجزء التحضيري، تم أولاً دراسة تأثير ملح الكادميوم المستخدم على خصائص البلورات النانوية الناتجة. العينة التي تم تحضيرها بإستخدام أسيتات الكادميوم لها تركيب بلوري مكعب سائد، في حين أن العينة التي تم تحضيرها بمركب كلوريد الكادميوم لها تركيب سداسي. شدة الانبعاث الضوئي لعينة كلوريد الكادميوم كان أعلى وهذه النتيجة يمكن تفسيرها بالتغير الذي حصل في التركيب السطحي للبلورات نتيجة لتغيير مصدر الكادميوم. ثانياً، تم تحضير البلورات النانوية بأحجام مختلفة بوجود عامل اختزال (بوروهيدريد الصوديوم) بتركيزات مختلفة. نتائج مطياف تشتت الطاقة بالأشعة السينية أظهرت زيادة واضحة في نسبة عنصر التيلوريوم إلى الكادميوم عند استخدام نسب عالية من عامل الاختزال. أظهرت البلورات المحضرة بنسبة منخفضة انبعاث ضوئي عالي مع عرض كلي منخفض عند منتصف الإرتفاع. ثالثاً، تم دراسة تأثير كمية عامل التغطية العضوي أثناء التحضير لمزيد من التحسين في خصائص العينات. أظهرت العينات تركيب بلوري مكعب مما يتوافق مع النتائج التي تم الحصول عليها في التجريبتين السابقتين.

شدة الانبعاث الضوئي كانت تتزايد مع إنخفاض كمية المركب العضوي. العينة ذات الانبعاث الأعلى احتوت على نسبة عالية من عنصر الأكسجين إلى الكاديوم. كذلك تم حساب حجم البلورات النانوية بطرق مختلفة ومقارنة النتائج. كخطوة أخيرة، تم تصنيع نبائط انبعاث ضوئي تحتوي على البلورات النانوية من الكاديوم تيلورايد في طبقة الانبعاث باستخدام تقنيتي الترسيب بالدوران والتبخير الحراري. أظهرت النبيطة انبعاثاً عند طول موجي ٥٢٠ نانومتر. الجزء الأكبر من هذا الانبعاث يعتقد أنه نشأ بشكل رئيسي من الطبقة الناقلة للإلكترونات بالإضافة إلى نسبة بسيطة من الانبعاث نتجت عن النقاط الكمية والانبعاث البيني المشترك بين الطبقة الناقلة للإلكترونات والنقاط الكمية وذلك لأن حاجز الطاقة بينهما ليس مرتفعاً بما يكفي لإحتجاز حاملات الشحنة في طبقة النقاط الكمية مما يسبب إعادة إتحاد الحاملات في الطبقة الناقلة للإلكترونات. لتأكيد هذه النتيجة تم تصنيع إحدى النبائط التي تحتوي على بلورات الكاديوم سيلينايد النانوية في طبقة الانبعاث. أظهرت هذه النبيطة انبعاثاً ضوئياً عند طول موجي ٥٥٥ نانومتر. الانبعاث هنا نشأ من إعادة إتحاد حاملات الشحنة في طبقة بلورات الكاديوم سيلينايد النانوية بدلاً من أي طبقة أخرى بسبب حاجز الطاقة المناسب لإحتجاز حاملات الشحنة كما يتبين من مخطط الطاقة للنبيطة.

Fabrication and Characterization of Light Emitting Devices Based on Zero Dimensional Quantum Confined Structures

By:

Ahlam Mohammed Ali Al-Qulaiti Al-Amri

Supervised by:

Prof. Wageh Mohammed Helmy Swelm

Prof. Ahmed Abdullah Al-Ghamdi

Abstract

Semiconductor nanocrystals, or quantum dots, have attracted considerable attention in last decades due to their unique properties compared to bulk counterparts as consequence of quantum confinement effect. In this work, cadmium telluride nanoparticles capped with 3-mercaptopropionic acid as stabilizing agent have been prepared via one-pot aqueous colloidal synthetic approach. Sets of samples were synthesized and characterized by different techniques. Then, synthesized nanoparticles were utilized to fabricate light emitting device based on CdTe quantum dots in emissive layer. The device performance was compared to that of another fabricated device based on CdSe nanocrystals. For preparation part, the effect of Cd precursor on the properties of nanoparticles was investigated firstly. The sample prepared by cadmium acetate has dominant cubic crystal structure whereas that synthesized by cadmium chloride has hexagonal one. Emission intensity of cadmium chloride sample was higher than the other. Second, CdTe nanoparticles with different sizes were successfully prepared in the presence of sodium borohydride with different concentrations as reducing agent. EDX analysis showed a significant increase of Te/Cd atomic ratio for the nanoparticles prepared with high percentage of NaBH₄. XRD showed that CdTe nanocrystals synthesized with low percentage crystallized in a mixture of zinc blende and hexagonal phases with predominance of cubic one, while the nanoparticles prepared with high percentage crystallized in hexagonal structure. Nanoparticles prepared with low percentage showed high-intensity luminescence with small full width at half maximum. Third, the effect of changing capping agent quantity has been examined for more optimization of prepared samples. All samples exhibited cubic structure as XRD proved which is consistent with above results. The intensity of photoluminescence was increasing by decreasing 3-MPA quantity. The nanostructures obtained with the highest intensity possessed O/Cd atomic percentage ratio higher than other prepared nanostructures. Nanocrystals size was calculated by different formulas. By comparing the results, sizes determined by tight binding approximation from absorption onset agreed well with that attained from emission spectrum using an empirical equation. For the device part, light emitting device based on prepared CdTe quantum dots was fabricated utilizing spin-coating and thermal evaporation techniques. The fabricated device

showed electroluminescence peak at 520 nm which was attributed to emission from Alq₃ electron transporting layer combined with a little percentage from the interfaces between the conduction band of Alq₃ and valance band of CdTe QDs. The reason for such emission is that the energy barrier between QDs and Alq₃ layers is not high enough to trap charge carriers at QDs layer which cause excitons formation and recombination within ETL and interfaces instead of nanocrystals layer. Another device based on CdSe NCs was fabricated also for comparison. The device showed electroluminescence spectrum centered at 555 nm which originated from recombination of charge carriers in CdSe nanocrystals layer. The energy bands diagram of device confirmed that result.