

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : BRG/03/2544

ชื่อโครงการ : การวิจัยพื้นฐานทาง Nanoelectronics (I)

ชื่อนักวิจัย : ศ. ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว รศ. ดร. มนตรี สวัสดิ์ศฤงฆาร
 ผศ. ดร. สมชัย รัตนธรรมพันธ์ ผศ. ดร. ทรงพล กาญจนชูชัย
 นายศุภโชค ไทยน้อย นายพรชัย ช่างม่วง
 นายสุวิทย์ กิระวิทยา นางสาวฤดีสันต์ ส่องเมือง
 ห้องปฏิบัติการวิจัยสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 ดร. สุวัฒน์ โสภิตพันธ์
 ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์
 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

เครื่องปลูกผลึกด้วยลำโมเลกุลเป็นอุปกรณ์พื้นฐานในการเตรียมโครงสร้างควอนตัมเพื่อประยุกต์ในงานด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์ โครงสร้างควอนตัมเวลล์ GaAs/GaAlAs และ InGaAs/GaAs/GaAlAs ถูกนำมาศึกษาเพื่อเข้าใจถึงองค์ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างระดับนาโนเมตร ซึ่งใช้วัสดุที่มีโครงข่ายผลึกที่มีขนาดเท่า ๆ กัน มีการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับโครงสร้างมัลติควอนตัมเวลล์แบบผสมเพื่อใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ในการวิจัย ส่วนท้ายจะเน้นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างควอนตัมดอท โดยเฉพาะ InAs/GaAs ซึ่งเป็นวัสดุที่มีโครงข่ายผลึกที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยการเตรียมควอนตัมดอทชนิดจัดเรียงตัวเองด้วยวิธีการปลูกผลึกแบบ สเตรนสกี-คราสตานอฟ ได้มีการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขการปลูกผลึก เช่น อุณหภูมิของแผ่นผลึกฐาน อัตราการปลูกผลึก อุณหภูมิของชั้นผลึกที่ปิดทับ ฯลฯ เพื่อศึกษาขนาดของควอนตัมดอท ความสม่ำเสมอของดอท ความหนาแน่นของดอท โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย Atomic Force Microscopy และการวัดโฟโตลูมิเนสเซนซ์ ตำแหน่งของสัญญาณโฟโตลูมิเนสเซนซ์จะบอกถึงขนาดของดอท และเรขาคณิตของดอทจะถูกยืนยันด้วยภาพ AFM ซึ่งให้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางดอท อยู่ระหว่าง 30~50 นาโนเมตร และความสูงดอท 5~8 นาโนเมตร ค่าความกว้างของสัญญาณโฟโตลูมิเนสเซนซ์ที่ค่าความสูงครึ่งหนึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงความสม่ำเสมอของดอท ซึ่งมีค่าดีที่สุดคือ 21 meV ที่อุณหภูมิห้อง ชิ้นงานที่มีโครงสร้างดอทขนาดใหญ่จะให้การเปล่งแสงที่ค่าความยาวคลื่น 1.3 ไมครอน ซึ่งเป็นที่ต้องการในงานประยุกต์ด้านสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง

คำหลัก : นาโนอิเล็กทรอนิกส์ โครงสร้างควอนตัม การปลูกผลึกด้วยลำโมเลกุล

Abstract

Project Code : BRG/03/2544

Project Title : การวิจัยพื้นฐานทาง Nanoelectronics (I)

Investigator : Prof. Dr. Somsak Panyakeow

Assoc. Prof. Dr. Montri Sawadsaringkarn

Assist. Prof. Dr. Somchai Ratanathamphan

Assist. Prof. Dr. Songphol Kanjanachuchai

Mr. Supachok Thainoi

Mr. Pornchai Changmoang

Mr. Suwit Kiravittaya

Miss. Rudeesun Songmuang

Semiconductor Device Research Laboratory, Department of Electrical Engineering,

Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

Dr. Suwat Sopitpan

Thai Microelectronics Center

National Electronics and Computer Technology Center

Project Period : 2 years

Molecular beam epitaxy (MBE) is a basic equipment in the preparation of quantum structures for nanoelectronic applications. Quantum well structures, GaAs/GaAlAs and InGaAs/GaAs/GaAlAs, were studied in order to understand the basic principles of nanostructures using lattice-matched materials. Through these understandings, we have been able to propose a composite multi-quantum well for solar cell application. The later main part of research was devoted to quantum dot structures, especially to lattice-mismatched InAs/GaAs quantum dots through self-assembly via Stranski-Krastanow growth mode. Various growth parameters, e.g. substrate temperatures, growth rates, and capping temperatures, were varied in order to study the quantum dot size, the dot uniformity and the dot density by atomic force microscopy (AFM) and photoluminescence (PL) measurements. The PL peaks provide the information about dot sizes, while AFM provides the information about dot geometry. Typical dot diameter ranges between 30 and 50 nm and dot height 5~8 nm. The fullwidth at half maximum (FWHM) of PL peaks reflects the dot uniformity. The best value at room temperature was 21 meV. Large dot sample provides emission at 1.3 μm , a suitable candidate wavelength for optical communication systems.

Keywords : Nanoelectronics, Quantum Structures, Molecular Beam Epitaxy