รหัสโครงการ: RMU5180025
ชื่อโครงการ: โครงการสมการเชิงวิเคราะห์ของความหนาแน่นสถานะของอิเล็กตรอนในตัวกลางแบบสุ่ม
ชื่อนักวิจัย: รองศาสตราจารย์ ดร.อุดมศิลป์ ปิ่นสุข
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
E-mail Address: pinsook@gmail.com
ระยะเวลาโครงการ: 3 ปี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพิจารณาทฤษฎีการอินทีเกรตตามวิถีแบบแปรผันในการอธิบายระบบอิเล็กตรอนที่มีอันตรกิริยากับสารแปลกปลอมที่มีการกระจายตัวแบบสุ่ม โดยพิจารณาทั้งในระบบสองมิติและสามมิติ เป้าหมายที่สำคัญคือการหาสมการเชิงวิเคราะห์ ดังนั้นเราจึงเลือกแบบจำลองอันตรกิริยาอย่างง่ายได้แก่ อันตรกิริยาแบบเกาส์ และแบบคูลอมบ์ที่มีการขวางกั้น ผู้วิจัยพบว่า ในระบบได้แบ่งออกเป็นสองขอบเขต คือขอบเขตที่อิเล็กตรอนมีอันตรกิริยาอย่างเข้มกับสารแปลกปลอม กับขอบเขตที่อิเล็กตรอนมีอันตรกิริยาอย่างอ่อน ในขอบเขตอย่างอ่อน อิเล็กตรอนจะประพฤติตัวเหมือนอนุภาคอิสระ มีฟังก์ชันคลื่นเป็นคลื่นระนาบอย่างเช่นที่เกิดในแถบตัวนำ แต่ในขอบเขตอย่างเข้ม อิเล็กตรอนจะถูกกักขังและอยู่ในสถานะที่เรียกว่า แถบพลังงานสารแปลกปลอม ผลจากการทดลองโฟโต้ลูมิเนสเซนส์ พบว่ามีแถบพลังงานทั้งสองอยู่จริงในสารกึ่งตัวนำ Si:P ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้ทฤษฎีอินทีเกรตตามวิถีในการอธิบายผลการทดลองเหล่านี้ รวมไปถึงการคำนวณความหนาแน่นสถานะ และสภาพเคลื่อนที่ได้ของพาหะนำไฟฟ้าด้วย โดยผู้วิจัยนำผลทางทฤษฎีไปอธิบายผลการทดลองในสารกึ่งตัวนำ ได้แก่ Si/SiGe MgZnO/ZnO และ AlAs/GaAs พบว่าผลที่ได้มีความสอดคล้องกันอย่างมาก

คำหลัก: วิธีอินทีเกรตตามวิถีแบบแปรผัน สารแปลกปลอมแบบสุ่มหนาแน่น สถานะหาง

Project Code: RMU5180025

Project Title: Analytic expressions of electronic density of states in random media

Investigator: Associate Professor Dr.Udomsilp Pinsook

Department of Physics, Faculty of Science, Chulalongkorn University

E-mail Address: pinsook@gmail.com

Project Period: 3 year

Abstract

We have used two-parameter variational path intergral theory to describe a system of an electron interacting with random impurities in two and three dimensionals. For mathematical simplicity, the impurities are modeled by Gaussian interaction and simplified screened Coulomb interaction. We found that there are two physical regimes where the electron is weakly and strongly interacted with the superimpose random fields. The former leads to a solution of free electron states where the electron occupies planewave states. These free electron states form, for example, the conduction band. The latter leads to a solution of trapped states. These trapped states form the so-called defect band or impurities band. From photoluminescence experiments, both band structures were revealed in Si:P semiconductors. We will discuss how the results from the path integral theory can accommodate the experimental results in terms of the density of states and also the carrier mobilities. We have applied the theory to explain the experimental measurement on the carrier mobilities of some heterostructures as Si/SiGe, MgZnO/ZnO, and AlAs/GaAs. We found good agreement between the experimental data and the calculation results.

Keywords: variational path integral method, densed random impurities, bandtail