INVESTIGATION ON ONE DIMENSIONAL DEVICE SIMULATION OF ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICES

KANCHANA SIVALERTPORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2007

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

การศึกษาแบบจำลองอุปกรณ์ของสิ่งประดิษฐ์สารอินทรีย์เปล่งแสง (INVESTIGATION ON ONE DIMENSIONAL DEVICE SIMULATION OF ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICES).

กาญจนา ศิวเลิศพร 4736511 SCPY/M

วท.ม. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ธนากร โอสถจันทร์, Ph.D. (PHYSICS), ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ, Ph.D. (PHYSICAL CHEMISTRY), อุดม รอบคอบ, Ph.D. (PHYSICS), วิทูร ชื่นวชิรศิริ, Ph.D. (PHYSICS)

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้จำลองแบบการเคลื่อนที่ของพาหะในอุปกรณ์สารอินทรีย์แบบชั้นเดียวและหลายชั้นโดยใช้แบบจำลองฮอปปิง และการขับแพร่ โดยแบบจำลองทั้งสองได้รวมกระบวนการนำไฟฟ้าแบบการฉีดของพาหะ, การเคลื่อนที่ของพาหะในอุปกรณ์, การรวมตัวของพาหะ, และผลของแรงจินตภาพ พบว่า ผลลัพธ์ของกรณีอุปกรณ์แบบชั้นเดียวที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าค่าต่าง ๆ มีความคล้ายคลึงกันมากโดยในงานวิจัยนี้ได้พิสูจน์ความสัมพันธ์ของสมการฮอปปิงให้มีรูปแบบสมการที่เหมือนกับสมการความต่อเนื่องที่อยู่ในรูปไม่ต่อเนื่อง และ กระบวนการทะลุผ่านไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของพาหะ อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าและความหนาแน่นของพาหะที่คำนวณได้จากแบบจำลองทั้งสองมีค่าแตกต่างกันที่ความต่างศักย์สูงๆ เนื่องจากค่าเงื่อนไขขอบเขตของกระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

ได้ศึกษาผลของค่าความคล่องตัวของพาหะและระดับพลังงานในอุปกรณ์แบบหลายชั้น พบว่า ในแบบจำลองแบบขับแพร่ ความแตกต่างของค่าความคล่องตัวของพาหะไม่มีผลต่อเงื่อนไขขอบเขตที่รอยต่อระหว่างสาร แต่เมื่อระดับพลังงานของสารมีค่าไม่เท่ากัน มีผลทำให้มีเงื่อนไขขอบเขตที่รอยต่อระหว่างสารและเกิดความไม่ต่อเนื่องของความหนาแน่นของพาหะ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองยังคงคล้ายคลึงกันที่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำ ๆ แต่เมื่อความต่างศักย์ไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้น ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าของแบบจำลองทั้งสองมีความแตกต่างกันเล็กน้อย เนื่องจากความแตกต่างของเงื่อนไขขอบเขตเช่นเดียวกับอุปกรณ์แบบชั้นเดียว อย่างไรก็ตาม สำหรับอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยชั้นที่มีค่าความคล่องตัวของพาหะน้อย พบว่า กระบวนการทะลุผ่านมีผลทำให้ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ได้จากทั้งสองแบบจำลองมีค่าแตกต่างกันมาก นอกจากนี้ในกรณีอุปกรณ์สารอินทรีย์เปล่งแสงแบบ 3 ชั้น ความสมดุลระหว่างอิเล็กตรอนและโฮลทำให้เกิดการรวมตัวของพาหะได้มากขึ้น

58 หน้า

INVESTIGATION ON ONE DIMENSIONAL DEVICE SIMULATION OF ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICES.

KANCHANA SIVALERTPORN 4736511 SCPY/M

M.Sc. (PHYSICS)

THESIS ADVISORS : TANAKORN OSOTCHAN, Ph.D. (PHYSICS), TEERAKIAT KERDCHAROEN, Ph.D. (PHYSICAL CHEMISTRY), UDOM ROBKOB, Ph.D. (PHYSICS), WITHOON CHUNWACHIRASIRI, Ph.D. (PHYSICS)

ABSTRACT

The carrier transports in single layer and multilayer organic devices were simulated by hopping and drift–diffusion models. Both models include carrier injection, carrier transport, recombination, and image force effect. The current density was calculated at various applied voltages. It was found that the results of single layer devices from both models were relatively similar at low voltage. We can derive the discrete master equation for both models in similar forms for the hopping and continuity equations. The tunneling process is less important; however, the different tunneling current boundary conditions can lead to a difference in the calculated current density and carrier density at high voltage.

The effect of carrier mobility and energy level of insert layer was studied in multilayer devices. In the drift–diffusion model, the mobility difference had no effect on the boundary condition at the organic/organic interface. In contrast, the energy level shift leads to the additional boundary condition and the discontinuity of carrier density at the internal interface. The results from both models were quite similar at low voltage, however there was a slight difference in the current density due to the different current boundary conditions at high voltage. The tunneling process in the hopping model strongly dominated in a device with low mobility layer. Additionally, the balance of electron and hole was considered in three–layer structure of organic light emitting device. The results showed that it can enhance the recombination current.

KEY WORDS : DEVICE SIMULATION / HOPPING / DRIFT–DIFFUSION
CARRIER TRANSPORT / ORGANIC DEVICE

58 pp.