บทคัดย่อ

180112

ผลของมิติคือสิ่งสำคัญในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์นาโนและนาโนเทคโนโลยี ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงผลของมิติต่อความหนาแน่นประจุพาหะในตัวและค่าความนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำ โดยมีพื้นฐานการคำนวณจากความหนาแน่นของสถานะใน 3, 2, 1 และ 0 มิติ ที่เงื่อนไขอุณหภูมิ $k_B T << E_g/2$ เมื่อ E_g คือช่องว่างพลังงาน ในมิติที่แตกต่างกันจะมีฟังก์ชันความหนาแน่นของสถานะแตกต่างกันและความหนาแน่นประจุพาหะในตัวคำนวณจากความหนาแน่นของสถานะก็น่าจะต้องมีค่าขึ้นกับมิติด้วย สำหรับ 2, 1 และ 0 มิติ ระดับพลังงานมีค่าไม่ต่อเนื่องนอกช่องว่างพลังงาน ยิ่งไปกว่านั้น ใน 1 และ 0 มิติ มีสถานะพลังงานซ้ำซึ่งมีผลต่อความหนาแน่นของสถานะ จากการคำนวณพบว่าความหนาแน่นประจุพาหะในตัวของสารกึ่งตัวนำเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ $T^{D/2}\exp(-E_g/2k_B T)$ เมื่อ D คือ ขนาดของมิติ ยิ่งไปกว่านั้น ค่าความนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำ ($G_{D,e}$) เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ $G_{0,e}(T)T_{KG,e}\sum_{n=1}^{\infty}\left(1+\chi_D \exp[-\Delta_n/k_B T]\right)$ แสดงถึงความนำไฟฟ้าเป็นปริมาณที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง

ABSTRACT

180112

Dimension effect is an important effect to understand nanoscience and nanotechnology. In this work, dimension effect on intrinsic carrier concentration and electrical conductance of semiconductor has been studied. The study is based on the calculation from the density of state at 3, 2, 1 and 0 dimensions at temperature $k_B T << E_g/2$ where E_g is energy gap. Since the density of state at different dimension has different function, intrinsic carrier concentration calculated from density of state is expected to vary as a function of dimension. For 2, 1 and 0 dimensions, the energy level are discrete outside the energy gap. Moreover, 1 and 0 dimensions also have degenerated state and the degeneracy has an effect on density of state. The electrical conductance was calculated based on free electron model and beyond free electron model. From the calculation, it has been found that the intrinsic carrier concentration of semiconductor depends on the dimension and is proportional to $T^{D/2}\exp(-E_g/2k_B T)$ where D is a dimension. Moreover, the electrical conductance of semiconductor ($G_{D,e}$) is proportional to $G_{0,e}(T)T_{KG,e}\sum_{n=1}^{\infty}\left(1+\chi_D \exp[-\Delta_n/k_B T]\right)$ suggesting the quantization of electrical conductance.