

Pencirian Ruang Jalur Fotonik Nanorod Silikon (Photonic Bandgap Characterization of Silicon Nanorods)

MOHAMMAD SYUHAIMI AB-RAHMAN, NOOR AZIE AZURA MOHD ARIF* & SAHBUDIN SHAARI

ABSTRAK

Hablur fotonik menjadi tarikan dalam bidang sains dan teknologi berikutan cirinya yang unik. Kajian ini bertujuan untuk menentukan struktur jalur hablur fotonik akibat perubahan saiz nanorod silikon. Kajian dijalankan dengan menggunakan perisian Bandsolve RSoft. Perisian ini menggunakan pendekatan Plane Wave Expansion Method (PWEM) bagi mengira struktur jalur fotonik. Saiz nanorod silikon yang digunakan adalah dari 0.5 μm hingga 0.05 μm . Hasil yang didapati menunjukkan hanya pada saiz 0.1 μm sehingga 0.4 μm sahaja yang mempamerkan kawasan jalur terlarang.

Kata kunci: Hablur fotonik; jalur terlarang; nanorod silikon

ABSTRACT

Photonic crystals become more attractive in science and technology because of their unique properties. The objective of this research was to study the effect of the size of silicon nanorod in the photonic band structure. This research was carried out by using the RSoft Bandsolve software. This software uses the Plane Wave Expansion Method (PWEM) to calculate the band structure of photonic crystal. The silicon nanorods used in this work ranged from 0.05 μm to 0.5 μm . The results showed that band structure has a forbidden band for nanorod with size from 0.1 to 0.4 μm .

Keywords: Forbidden band; photonic crystals; silicon nanorod

PENGENALAN

Bahan dengan indeks biasan berkala yang mempamerkan ciri-ciri ruang jalur optik dikenali sebagai hablur fotonik (Liddell et al. 2003; Liddell & Summers 2004; Lourtioz et al. 2005; Paras 2004). Hablur fotonik boleh mengemudikan cahaya dalam satu arah seperti semikonduktor memanipulasikan elektron. Hal ini menjadi perhatian sejak dekad yang lalu seperti dinyatakan oleh Chang et al. (2004) dan King et al. (2005). Kajian terdahulu menunjukkan bahawa terdapat kebarangkalian bagi menentukan pengurangan foton dan penindasan kadar pancaran spontan dalam 3 dimensi hablur fotonik. Pelbagai usaha telah dijalankan untuk menghasilkan peranti hablur fotonik. Dalam hablur fotonik, ketelusan dielektriknya mengalami perubahan berkala. Oleh itu, hablur fotonik dijangka menawarkan pelbagai aplikasi yang menarik dalam bidang fotonik mahupun elektronik (Chang et al. 2005).

Kebanyakan pengkaji lebih berminat dan fokus kepada hablur nano-fotonik berikutan kelebihannya dalam menghadkan laluan cahaya, memandu cahaya pada sudut 90° dan dapat menghasilkan peranti dengan ciri optik seperti penuras dan pemultipleksan (Bienstman et al. 2003; Ye et al. 2002). Tambahan pula, proses salutan basah bagi menghasilkan hablur nano-fotonik digunakan dengan meluas. Selain itu, bahan hablur fotonik boleh menghasilkan LED, laser, dan peranti optik, elektronik dan elektronik kuantum (Liddell et al. 2003).

Struktur jalur bagi hablur fotonik menerangkan ciri-ciri optiknya seperti pantulan dan perambatan (Paras 2004). Oleh itu, pelbagai prosedur telah dilakukan bagi menentukan struktur jalur tersebut. Salah satu teknik yang sesuai digunakan adalah menggunakan kaedah kembangan gelombang satah (PWEM) yang terdapat dalam perisian Bandsolve RSoft. Kaedah ini mengaplikasikan persamaan Maxwell dalam penentuan struktur jalur hablur fotonik. Kaedah PWEM diaplikasikan untuk mendapatkan lengkungan penyerakan sepanjang zon Brillouin. Tambahan lagi, kaedah ini menggunakan medan elektrik, E dan medan magnet, H sebagai perwakilannya. Dalam artikel ini, kajian dilakukan ke atas nanorod silikon bagi menentukan kesannya ke atas ruang jalur hablur fotonik menggunakan perisian Bandsolve RSoft. Hablur fotonik ini dikaji dengan mengubah saiz silikon bagi mempamerkan struktur ruang jalur hablur fotonik.

KOMBINASI PERSAMAAN MAXWELL DENGAN KAEDAH PWEM

Persamaan Maxwell menjadi permulaan bagi memahami pengiraan berkaitan struktur hablur fotonik (Andries et al. 2002; Johnson & Joannopoulos 2003; Paras 2004). Di sini, huraian secara ringkas diberikan melalui pengiraan struktur jalur dengan menggunakan kaedah PWEM. Satu struktur hablur fotonik dicirikan dengan ketelusan dielektrik ϵ_r . Hablur fotonik yang diaplikasikan dalam semikonduktor memenuhi persamaan Maxwell yang merangkumi