

要 旨

量子 Y グラフを用いた スペクトル分岐フィルタの理論的設計

長谷部 安則

量子力学系において、1 次元的なグラフ上に制限された粒子の運動を探る、量子グラフの理論がある。ここでの物理を特徴付けるものは、グラフの各線分の波動関数とその微分の、節点における散乱であり、それを決める条件としては確率密度流束が節点に流入するものと流出するものでつり合っていることである。

今回はこの量子グラフの理論により、従来研究してきた線上の量子力学系で稼働する素子上のフィルタリングを発展させ、波数分岐的なフィルタリングの理論的設計を行う。

アプローチとしては、量子グラフの散乱行列に階数による行列の縮減分類法を適用し、その上で 2 本の線分が接合した単純な直線グラフと、3 本の線分が接合した Y グラフの状態について調べた。それにより、 δ 型と δ' 型のいずれか片方が 2 つと、他方が 1 つが混合状態にあるという、新しいタイプのスペクトル分岐フィルタの構成に成功し、その分析を行った。

キーワード 量子グラフ, 単電子素子, 量子細線, 量子フィルタ, 点状相互作用,
スペクトルフィルタリング

Abstract

Theoretical design of spectral branching filter with quantum Y-graph

Yasunori HASEBE

In the quantum graph theory, we consider motion of particles confined to a one-dimensional graph. The physics of quantum graph is characterized by the wave function scatterings at the node of graphs. It is determined by the connection conditions of wave functions at the node, which is given by the requirement that incoming and outgoing probability fluxes are balanced.

In this research, based on the quantum graph theory, we extend our previous approach of quantum filtering based on the theory point interaction on a line, and design the quantum graph devices that function as spectral brach filter.

Our approach is based on the method of rank reduction of connection condition matrices. We examine the case of simple line graphs composed of two joint lines, and the case of Y-graphs composed of three joint lines. We succeeded in designing new types of spectral brach filtering devices that is mede up of either two deltas and one delta-prime connection, or two delta-primess and one delta connection.

key words Quantum graph; Single electron device; Quantum wires; Quantum filter; Point interaction; Spectral filtering