

研究タイトル：

量子効果デバイスのシミュレーション技術に関する研究

氏名： 後藤 等 / GOTOH Hitoshi E-mail: gotoh@hakodate-ct.ac.jp

職名： 教授 学位： 博士(情報科学)

所属学会・協会： 電子情報通信学会、IEEE

キーワード： 量子効果デバイス、導波型電子波デバイス、有限要素法、完全整合層

技術相談
提供可能技術： ・FEM に基づいたシミュレーション技術



研究内容： 導波型電子波デバイスシミュレーション技術

20 世紀末以降、電子デバイスの高集積化、高速化、低消費電力化が進展し、デバイスの微細化が急速に進められてきた。デバイス寸法がナノメートルスケールに近づくと、電子の波動性や量子閉じ込めなどの量子効果が顕著となり、電子の状態を量子力学的に取り扱う必要が生じる。このような量子効果を積極的に利用するデバイスは量子デバイスと呼ばれ、電子の波動性を利用する電子波デバイスとしても研究されている。これらのデバイスの特性を解析するためには、有効質量近似に基づくシュレディンガー方程式を解くことが有効である。量子閉じ込め構造は、電子の運動自由度の観点から、2 次元電子系である量子井戸、1 次元電子系である量子細線、0 次元電子系である量子ドットなどに分類される。また、電子波の解析には、時間に依存しない時間無依存問題と時間に依存する時間依存問題があり、計算領域については、ポテンシャル障壁を無限大として波動関数を境界上で拘束する閉領域問題と、有限のポテンシャル障壁や導波路外部への電子波の伝搬を考慮する開領域問題がある。従来は、主として時間無依存の閉領域問題を対象とした解析が行われてきた。

本研究では、主に図 1 に示すような 2 次元電子ガス(2DEG)を用いたデバイスを対象とし、その内部を伝搬する電子波の散乱現象について、有限要素法に基づく定式化および数値シミュレーションを行う。2DEG は、半導体ヘテロ接合界面近傍に形成され、界面に平行な方向には自由に運動できる一方、界面に垂直な方向には量子閉じ込めされた電子系である。このため、2DEG を利用したデバイスでは、電子波の干渉や散乱などの波動性がデバイス特性に影響を与える。さらに、開領域問題や時間依存問題を扱うため、光・電磁波の分野で広く用いられている吸収境界手法である完全整合層(Perfectly Matched Layer: PML)を導入する。PML によって計算領域外へ伝搬する電子波の反射を抑制し、有限の計算領域内で開領域を近似する。また、導波モードの展開を必要としない有限要素法に基づく定式化を行うことで、2 次元電子ガスを用いたデバイスにおける電子波の散乱現象を数値的に解析する。

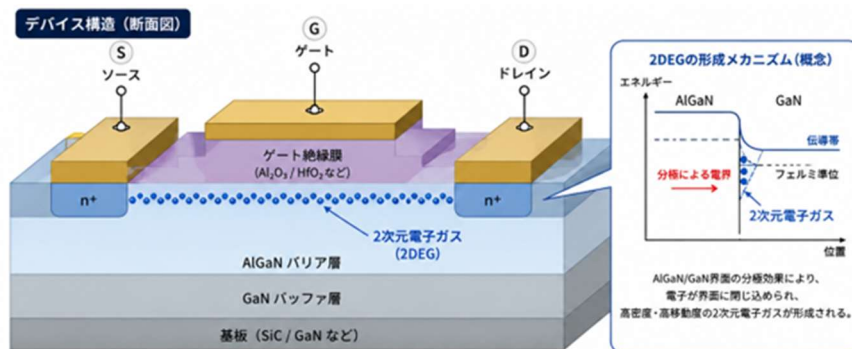


図 1 2 次元電子ガスを用いたデバイスの概念図

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)
