

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、電子デバイスの高密度化、高速化、低消費電力化が急速に進み、デバイス寸法がナノメートルのスケールになってきている。ナノスケールでは、電子は波動性を持ち、量子効果が顕著になるため、量子力学的な取扱いが必要になる。この量子効果を積極的に利用した量子効果デバイスへの関心が高まっているが、こうしたデバイスは電子の波動性に着目して電子波デバイスと呼ばれることもあり、その特性評価には、有効質量近似したシュレディンガー方程式を解くことが必要となる。

電子波を局所的に閉じ込めて任意方向に導波させる電子波導波路や導波型の電子波回路のシミュレーションには、境界要素法、モードマッチング法やスペクトラム要素法など、さまざまな数値解析法が用いられているが、解析対象の形状はもとより、ポテンシャルエネルギー、電子の有効質量分布が任意の場合への適用が容易であるということから、特に有限要素法が強力な数値解析法として注目されている。また、電子波回路の設計を行うには、その基本となる電子波導波路不連続による電子波の散乱現象を定量的に把握しておく必要がある。

導波型電子波デバイスのシミュレーションを行う場合、解析の次元としては、1次元、2次元、3次元と問題は多岐にわたり、代表的なものとしてそれぞれ量子井戸、量子細線、量子ドットがある。さらに、時間無依存問題、時間依存問題、導波路外部のポテンシャル障壁の高さを無限大と仮定(ハードウォール)する閉領域問題、導波路外部ポテンシャル障壁の高さの有限性を考慮(ソフトウォール)する開領域問題があり、これまでは、主に1次元、2次元の時間無依存閉領域問題が取り扱われてきた。

本研究では、主に2次元問題に対して有限要素法に基づく解析法の定式化を行っている。また、開領域問題や時間依存問題に対しては、光・電波の分野で有効な吸収境界条件として知られている完全整合層(PML)を導入し、モード展開を必要としない有限要素法の定式化を行っている。以下に、シミュレーションの例を示す。図2は、図1の電子波導波路共振器の透過特性を示したものであり、 E は電子のエネルギーを表し、実線は時間無依存問題、ドットは時間依存問題として解析した場合である。

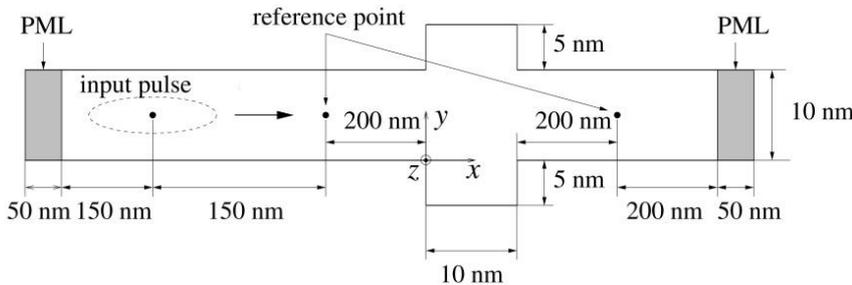


図1 電子波導波路共振器

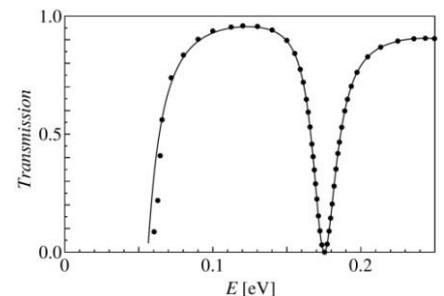


図2 透過特性

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)