

Title	Ballistic Electron Transport in GaAs/AlGaAs Mesoscopic Structures
Author(s)	Tsukagoshi, Kazuhito
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3106800
DOI	10.11501/3106800
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	塚 越 一 仁
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 0 7 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 9 月 2 8 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科 物理学専攻
学 位 論 文 名	Ballistic Electron Transport in GaAs/AlGaAs Mesoscopic Structures (GaAs/AlGaAsメゾスコピック構造における弾道的輸送現象)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 邑 瀬 和 生 (副査) 教 授 榑 田 孝 司 教 授 大 山 忠 司 教 授 阿 久 津 泰 弘 助 教 授 鷹 岡 貞 夫

論 文 内 容 の 要 旨

GaAs/AlGaAs半導体ヘテロ構造の高易動度2次元電子系を用いたメゾスコピック系で、多様なバリスティック（弾道的）伝導を研究した。このメゾスコピック系は試料の大きさと電子の平均自由行程が同程度で、電子が端子間をバリスティックに伝わるため、試料形状や残留不純物の配置などの違いによって試料ごとに電気伝導に特徴的な振る舞いが見られる。本研究では、1) 磁気電子フォーカス効果、2) 細線からの電子の出射分布、3) 周期ポテンシャル（アンチドット）系での伝導、について調べた。

- 1) 磁気電子フォーカス効果：電子の“エミッタ”と“コレクタ”を配した2次元電子平面に垂直磁場を印加すると、サイクロトロン運動の直径がエミッターコレクタ間の距離に一致するときに磁気抵抗にピークが現れる。ピークの高さと電子の軌道の長さの関係から、バリスティック伝導に特徴的な散乱長である“バリスティック弾性散乱長”について調べ、散乱形態を明らかにした。また、エミッターコレクタ間の“余分端子”に電子が入射するときにも電子フォーカス効果が観測されることを発見した。電子の入口と出口を平均自由行程より充分長い側路をもったゲート制御可能な試料を考案し、電子の“端子反射”は“余分端子”の化学ポテンシャルの変化による電子の再出射によることを見出した。
- 2) 電子の細線からの出射分布：フェルミ波長に対して十分広い細線の出射分布は少散乱系では細線の延長方向を中心に分布することが期待される。しかし、2次元電子系に45度の角度で接続した細線からの電子は細線の延長方向を中心に分布しないことがわかった。45度の細線の接続点の形状は電子の進行方向に対して非対称であることが上記の原因と考えられ、細線からの電子の出射分布は細線の方向だけでなく、接続点の形状に非常に敏感であることを示した。
- 3) 周期ポテンシャル系での伝導：周期的な高ポテンシャル点（アンチドット）を有する2次元電子系に垂直磁場を印加すると、アンチドット周期に関連した間隔で磁気抵抗に振動が現れる。これを整合振動と呼ぶ。異方性のあるアンチドット格子に対して印加電流の方向に注目し、整合振動の振る舞いを詳細に調べた。長方形格子では、電流と直角方向のアンチドット周期によって、3角状格子では最隣接アンチドット距離によって主ピークの磁場が決まること

を見出した。また、アンチドット格子の電気伝導度から、整合振動のピークは電流方向と垂直な電気伝導度の振る舞いに依存することを明らかにした。これらの結果から、整合振動はカオス的な運動をする電子が電流と垂直方向にアンチドットを伝わって拡散することが重要であることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

塚越君は、高移動度2次元電子系をもつGaAs/AlGaAs半導体ヘテロ構造を基本に、これを種々の形態に微細加工したメゾスコピック系で低温・磁場中における多彩なバルスティック伝導の研究を行った。

同君は特に、1) 多枝をもつゲートで制御可能な2次元電子系の磁気電子フォーカス効果, 2) 細線から2次元電子への電子の出射分布, 3) 周期ポテンシャル点(アンチドット)を含む2次元電子系の磁気抵抗異常に注目し、これらの成因を明らかにし、多くの新しい知見を得ており、本論文は博士(理学)の学位論文として十分価値あるものと認める。