Osaka University Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Ballistic electron transport and quantum interference effects in mesoscopic semiconductors |
| Author(s) | Nihey, Fumiyuki |
| Citation | 大阪大学, 1996, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://doi.org/10.11501/3119647 |
| rights | |
| Note | |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

【 14 】

| | |
|---|---|
| 氏　　名 | 二瓶史行（にへいふみゆき） |
| 博士の専攻分野の名称 | 博　士（理　学） |
| 学位記番号 | 第　12720　号 |
| 学位授与年月日 | 平成 8 年 10 月 4 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 2 項該当 |
| 学位論文名 | Ballistic Electron Transport and Quantum Interference Effects in Mesoscopic Semiconductors<br>(半導体メゾスコピック系のバリスティック電子輸送と量子干渉効果) |
| 論文審査委員 | (主査)<br>教授　邑瀬　和生<br>(副査)<br>教授　阿久津泰弘　教授　大山　忠司　教授　齋藤　基彦<br>助教授　鷹岡　貞夫 |

## 論文内容の要旨

GaAs-AlGaAs ヘテロ構造を用いて作製した，サブミクロンオーダの微細構造（メゾスコピック構造）における 2 次元電子ガスのバリスティック伝導と量子干渉効果に関する研究を行なった。その内容は，細線を電子の平均自由行程以下の間隔で平行に配列したメゾスコピック構造における 2 次元電子ガスの磁気収束の実験と，アンチドット格子と呼ばれる 2 次元周期ポテンシャル内の 2 次元電子ガスのバリスティック伝導，古典軌道量子化，後方散乱波干渉，絶縁体—量子ホール液体転移の実験からなる。

平行細線を有するメゾスコピック構造において，電子の磁気収束による磁気抵抗変調を観測した。電子のサイクロトロン直径と細線の間隔とが整合関係を持つ磁場において，磁気抵抗にピークが生じる。磁気抵抗ピークから伝導領域界面の鏡面率および 2 次元電子ガスのバリスティック長を得た。

アンチドット格子における電子のバリスティック伝導を調べた。2 次元電子ガスの抵抗率はアンチドットの格子形状の違いで大きく異なる事を見出した。その原因は周期ポテンシャル中の粒子の拡散が格子形状に対して強く依存するためである事を指摘した。

1 つのアンチドットを周回する古典軌道の量子化の実験について述べた。アンチドット格子のポテンシャルにより形成された古典的な周回軌道が量子化され，磁気抵抗が磁場に対して周期的に振動する事を発見した。振動の周期はアンチドット格子の単位胞を通る磁束の関数としてほぼ $h/e$ である。アンチドット正方格子では，サイクロトロン直径がアンチドット格子の周期にほぼ等しくなる磁場領域において，振動の振幅が増大する事がわかった。

アンチドット格子内の電子の後方散乱波干渉の実験について述べた。アンチドットポテンシャルによって後方に散乱された電子波の干渉により，磁気抵抗は $h/2e$ の周期で振動する。この効果による振動の振幅は全抵抗の20%にも及び，従来から金属で見られた同様な磁気抵抗振動より 2 桁も大きい事を初めて見出した。振動の振幅はアンチドットの格子形状に強く依存する事を示した。

アンチドット格子における絶縁体—量子ホール液体転移の実験について述べた。絶縁体から量子ホール液体への転移点において，磁気抵抗は温度依存性を失う。転移点付近での磁気抵抗は 1 つのパラメータでスケーリングが可能で

ある事がわかった。絶縁体状態では局在長が周期 $h/2e$ の周期で振動し，量子ホール液体状態では $h/2e$ の周期で振動する事を見出した。

## 論文審査の結果の要旨

二瓶君の論文内容は，1)電子が通過する細線を平均自由行程以下の間隔で平行に配列した構造を伴う2次元電子ガスの磁気収束効果，2)アンチドット格子による2次元周期ポテンシャル内での電子のバリスティック伝導，古典軌道量子化，後方散乱波干渉および，3)絶縁体一量子ホール液体転移，の実験的研究からなっている。これらは，新しいバリスティック伝導現象，量子干渉効果，絶縁体一金属転移現象を研究し，成因を明らかにし，多くの新しい知見を得るとともに，新しい研究分野を拓いたもので，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。