JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

| | |
|---|---|
| Title | 2次元電子励起への横方向密度変調効果 |
| Author(s) | 田川，智也 |
| Citation | |
| Issue Date | 1999-03 |
| Type | Thesis or Dissertation |
| Text version | none |
| URL | http://hdl.handle.net/10119/2610 |
| Rights | |
| Description | Supervisor:片山 信一教授，材料科学研究科，修士 |

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

# 2次元電子励起への横方向密度変調効果

田川 智也　(片山研究室)

近年の半導体加工技術の進歩は著しく、数 10nm スケールの微細構造も比較的容易に作製できる。図 1 の様に AlGaAs/GaAs ヘテロ接合表面に周期的金属ゲートを付け、縦方向 ($z$-軸) に電圧を加えることによって、ヘテロ界面にある 2 次元電子ガスの密度が横方向 ($x$-軸) に変調される。本研究の目的は、2 次元電子励起 (プラズモン) への横方向電荷密度変調効果を計算により予測し、その特性を明らかにすることである。電荷密度とバンド構造の計算は、有効質量近似の波動方程式とポアソン方程式を連立して行った。電子は界面に沿って十分局在するとし、波動関数を縦、横の成分に分離する。縦成分には Fang-Howard 変分関数を用い、横成分の周期関数は平面波展開する。各ポテンシャル成分にはハートリー近似で電子間クーロン相互作用を取り入れた。図 2,3 にはミニエネルギーバンド構造と 2 次元電子プラズモン分散関係の計算結果の一例を示す。($E_1$は第一サブバンド準位を表す。) 図 1 のパラメータを用い、イオン化ドナー密度 $N_D = 1.35 \times 10^{18}\mathrm{cm}^{-3}$ とした。ゲート電圧 $V_G = -0.85V$ の時、一周期平均電子密度は $N_s = 2.2 \times 10^{11}\mathrm{cm}^{-2}$ となる。また表面ゲートと 2 次元電子面は十分離れており、ゲートポテンシャルの基本フーリエ成分のみ考慮した。図 2 の固有値に対応する波動関数から図 1 の横方向密度分布を導いた。図 1~3 の実線はハートリーポテンシャルをセルフコンシステントに決定した場合を示し、破線はそうでない場合に対応する。

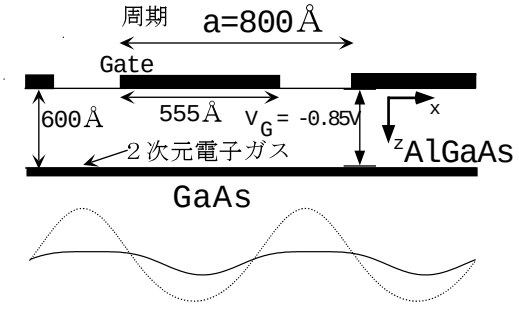


図1: ヘテロ構造と横方向密度分布プロファイル

図 1 の密度分布プロファイルの実線と破線の比較からゲート直下では一部正弦波構造を残すが、空隙下では平坦な分布に近づくことが分かる。これは、2 次元電子のゲートポテンシャルに対する遮蔽効果の反映に他ならない。以上の結果より、構造パラメータとゲート電圧を変化させることで、種々の励起スペクトルの出現が期待できる。

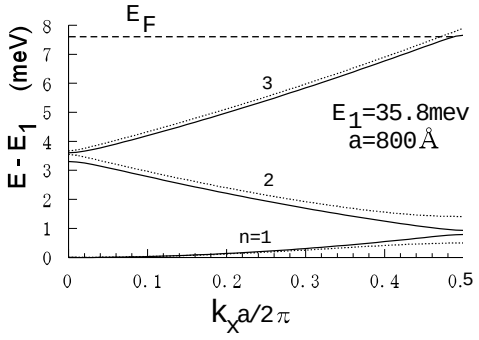


**図 2: 横方向ミニバンド構造**

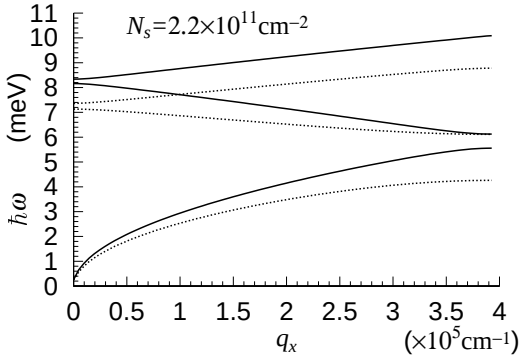


**図 3: 2 次元プラズモン分散関係**

keywords　**半導体ヘテロ接合, 2次元電子励起, 横方向密度変調, プラズマ分散関係**

著者に無断でのコピー頒布はお控え下さい。