

AlN/GaN 単一ヘテロ接合の量子ホール効果とゲート制御

Quantum Hall Effect with Gate Tuning in an AlN/GaN Single Heterostructure

福岡工大¹, NTT 物性基礎研² ○鈴木 恭一¹, 赤坂 哲也²

Fukuoka Inst. Tech.¹, NTT Basic Research Labs., NTT Corporation²,

○Kyoichi Suzuki¹, Tetsuya Akasaka²

E-mail: k-suzuki@fit.ac.jp

障壁層に Ga を含まない AlN/GaN ヘテロ接合は、低濃度の Ga を含む AlGa_{0.9}N/GaN に比べて格子ひずみが大きく、より大きなピエゾ電界が発生する。このピエゾ電界はラシュバ型スピン軌道相互作用の増強や、トポロジカル絶縁体に向けた伝導帯-価電子帯のエネルギー重複に有効である。しかしながら、AlN/GaN ヘテロ接合は、その大きな格子ひずみのため転位や格子欠陥が発生し易く、それに伴い高電子移動度の実現が難しいため、AlGa_{0.9}N/GaN に比べて基礎物理的な電気伝導、特に量子ホール効果の研究例は少ない。

現在我々は、AlN/GaN/InN ヘテロ接合を用いて、ピエゾ電界とゲート電界を組み合わせることでトポロジカル絶縁状態の実現を目指している[1]。今回はそれに向けて、AlN/GaN ヘテロ接合にゲート絶縁膜を形成し、電子濃度のゲート制御性を量子ホール効果から調べた。

試料は MOVPE により GaN 基板上に成長した。まず表面と基板の絶縁性を保つため 5 μm の GaN 層を成長し、1 nm の AlN 層、10 nm のアンドープ Al_{0.1}Ga_{0.9}N 層、35 nm の Si ドープ Al_{0.1}Ga_{0.9}N 層を成長した。その後、ALD により 40 nm の Al₂O₃ ゲート絶縁膜を成膜した。フォトリソグラフィーによりパターンを形成し、ゲート及びオーミック電極として Ti/Au を電子ビーム蒸着した。1.5 K-300 K の温度可変クライオスタットで磁場 1 T において通常のホール測定を行い、0.25 K、最大 15 T のクライオスタットで量子ホール効果の測定を行った。

その結果、全温度範囲において、広い領域で電子濃度がゲート電圧に比例した。特に、低温強磁場下では、量子ホール効果に現れる明瞭なランダウレベル分離を観測した。

本研究は科研費 26287068、16H03862 の支援を受けた。

[1] Miao et al., Phys. Rev. Lett. **101**, 012101 (2012).

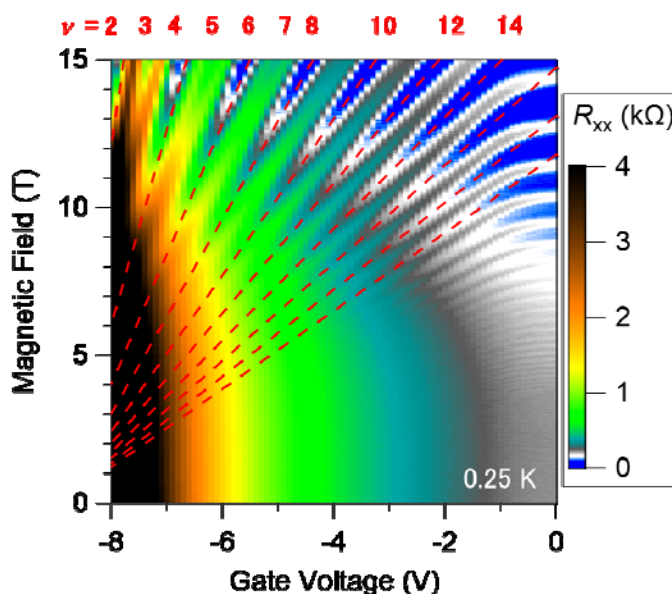


Fig. 1: Color plot of the longitudinal resistance (R_{xx}) as a function of the gate voltage and magnetic field. Red numbers indicate integer-Landau level filling factors.