

強磁場計測とデータ解析技術の融合によるエネルギーデバイス材料評価手法の確立に向けた基礎調査研究

Advanced carrier analysis for semiconductor devices with high field measurement and mobility spectrum method

目的 Purpose

- 半導体デバイス中の複数キャリアに対する新たな評価手法の確立
- そのために必要な光照射も含めた強磁場下での輸送測定技術の開発
- さらに移動度スペクトル法を使った解析手法の適用範囲の調査
- Development of the new approach with using the magneto-transport measurement and the mobility spectrum method for analyzing multi-carrier system in semiconductors

概要 Outline

- 半導体デバイス材料におけるキャリア移動度などの評価において、磁場下輸送計測が果たす役割は大きい。そこで本調査研究では、移動度スペクトル法を使って各種半導体における強磁場輸送計測データの解析を行い、複数キャリア系に対する新たな評価手法の可能性について調査を行った。
- We have studied the potential of the mobility spectrum analysis for magneto-transport data of semiconductor devices

各種半導体デバイスにおける強磁場輸送計測

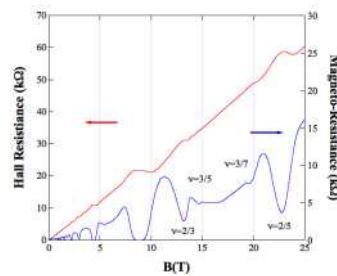
High field transport measurement in semiconductors

半導体量子ホール系材料

- 移動度が高く、理想的な二次元電子系。
- 強磁場極低温下での量子現象である量子ホール効果が発現。
- SdH振動や量子ホールプラトーの観測により、キャリア移動度やキャリア濃度に関する情報を得ることができる。
- 二層系などの複数キャリアシステムの場合の解析が難しい。



定常強磁場磁石（ハイブリッド磁石、分数量子ホール効果）



トポロジカル結晶絶縁体

- ミラー対称性に起因する新しいクラスのトポロジカル絶縁体。
- 金属的な試料表面のキャリアのスピンの偏極状態や、線形なエネルギー分散から基礎的にも応用的にも注目を集めている新材料。
- 原理的にはフェルミ面を制御することで、試料表面が金属、試料内部は絶縁体となる。実際には試料内部にもキャリアが残る。
- 通常の電気抵抗測定では表面と内部のキャリアの分離は難しい。

今後の展望と課題

- 移動度評価における計測と解析の自動化
- 常伝導磁石を使った強磁場までの精密測定（弱磁場領域の磁場ヒステリシスの排除）
- 複数キャリア系の評価に耐えうる移動度スペクトル法アルゴリズムの開発

移動度スペクトル法による移動度解析

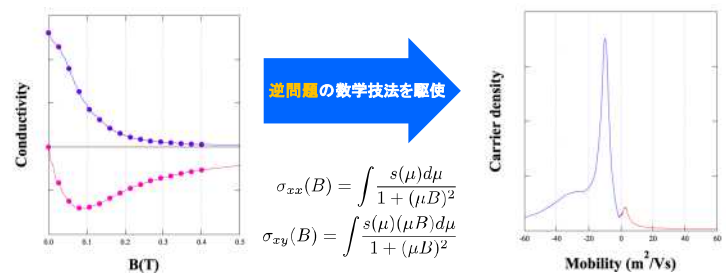
Mobility spectrum method

移動度スペクトル法*

- 磁気抵抗とホール抵抗の測定データから、キャリアの極性、キャリア移動度、キャリア濃度を算出。
- キャリアが複数の場合（特に不明な場合）の解析に威力を発揮。
- 問題的には逆問題とよばれるもので、1990年代までに開発が進み、半導体二次元電子系などへの応用は進んだが、そのほかの材料系への展開や適用限界に関する研究を行う必要がある。

* See W.A.Beck and J.R.Anderson, J. Appl. Phys. **62**, 541 (1987).

半導体量子井戸



トポロジカル結晶絶縁体

