

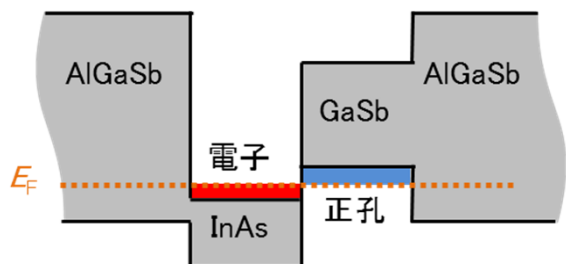


Motivation どんな問題に取り組むのか？

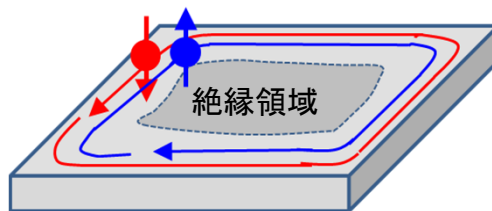
トポロジカル絶縁体は、金属、半導体、絶縁体といった従来の物質の分類に当てはまらない新しい物質の形態です。内部は絶縁体で、表面または端面で特異な電気伝導を示すことから、最近注目を浴びています。その中でも、2次元トポロジカル絶縁体は、端面に沿って形成される逆向きのスピンをもつ電子の対向したスピン流(エッジチャネル)が、無散逸な電気伝導を起こすことが予想されており、省電力デバイスへの応用が期待されています。

Originality and Impact 新規性とインパクトは？

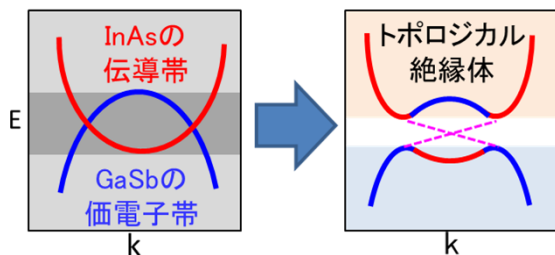
これまで確認されているトポロジカル絶縁体は、もともと物質中にトポロジカル絶縁体となり得る特殊なエネルギー構造を持っていましたが、我々は一般的な半導体どうしのヘテロ構造により、人工的にトポロジカル絶縁体を実現しました。高度に洗練された半導体技術を用いることで、トポロジカル絶縁体の基礎物性解明とデバイス応用が促進されます。また、様々な物質の組み合わせによる新たなトポロジカル絶縁体実現の可能性を開きます。



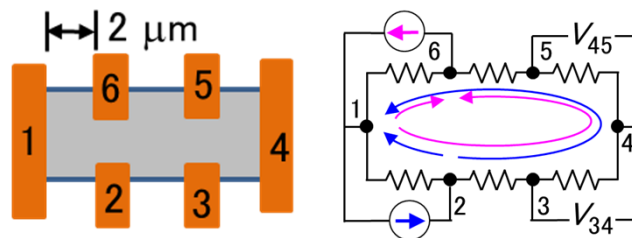
InAs/GaSbヘテロ構造のエネルギープロフィール



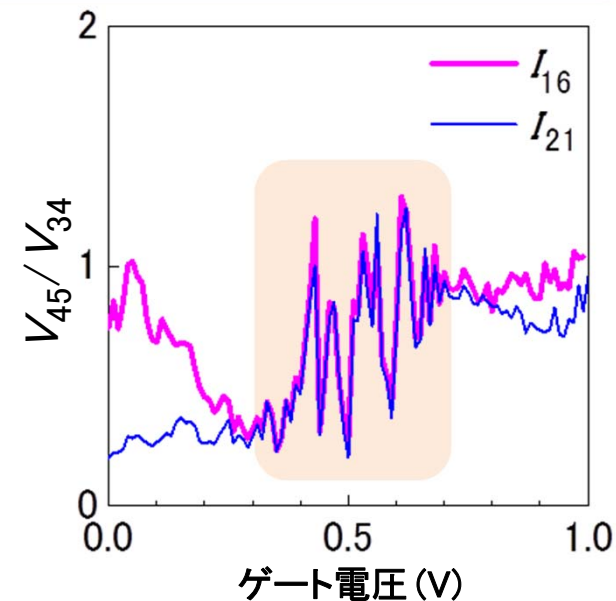
2次元トポロジカル絶縁体のエッジチャネル



トポロジカル絶縁体の実現



ホールバー構造とトポロジカル絶縁状態の等価回路



隣り合った電極ペア間の電圧比

InAs/GaSbヘテロ構造では、InAsの伝導帯とGaSbの価電子帯がエネルギー的に重複しており、それらが界面で混成することで2次元トポロジカル絶縁体となります。

トポロジカル絶縁体を実現されてエッジチャネルが形成された場合、非局所測定において隣り合った電極ペア間の電圧比が電流経路に依存しません。例えば、端子1-6に電流を流しても、2-1に電流を流しても電圧比 V_{45}/V_{34} は一致するはずです。

電圧比 V_{45}/V_{34} が電流経路に依存せず完全に一致することから、中央部は絶縁で、電流はエッジチャネルのみを流れるトポロジカル絶縁体の実現されていることがわかります。