

助成対象研究の紹介文

ビスマス系 III-V 族半導体のバンド構造の解析 - 温度無依存禁制帯幅の起源の解明 -

広島大学 大学院先端物質科学研究科 量子物質科学専攻 助教 富永 依里子

周期表上の第 13 族と第 15 族元素を組み合わせ形成された砒化ガリウム(GaAs)や窒化ガリウム(GaN)、リン化インジウム(InP)のような電子材料を「III-V 族半導体」という。本研究は、周期表第 15 族最下端に位置する元素：ビスマス(Bi)を III-V 族半導体結晶中に取り込んだ GaAsBi や InGaAsBi、GaNBi といった Bi 系 III-V 族半導体の基礎特性に関するものである。

半導体の特性を決定する最も基本的な物性定数の一つが禁制帯幅(バンドギャップ)である。一般に半導体の禁制帯幅は周囲温度が上昇すると小さくなるが、Bi 系 III-V 族半導体の禁制帯幅は温度に依存しにくいことが実験的に示されている。しかし、この温度無依存化の理由は全く明らかになっていない。

そこで本研究では、第一原理計算を用いた理論解析とテラヘルツ時間領域分光法を用いた実験解析の両方の結果を基に、Bi 系 III-V 族半導体の電子構造(バンド構造)を明らかにする。これにより、なぜ Bi 系 III-V 族半導体が温度無依存化した禁制帯幅を有するのか、その起源を解明する。

【将来実用化が期待される分野】

近年のインターネット技術の大幅な向上と普及、更には動画投稿サイトの利用やテレビ会社によるネット配信が拡大しつつある中で、光通信における伝送需要は急増している。こうした中、波長分割多重(WDM)通信方式が通信容量を飛躍的に増大させる方法として期待されている。WDM 通信方式を一般家庭の端末等にまで広く使われる道を開くとして実現が望まれているのが、発光波長が温度に依存しない光通信用半導体レーザーである。

Bi 系 III-V 族半導体は禁制帯幅が温度無依存化することから、発光波長が温度に依存しない光通信用半導体レーザーを実現する新材料として近年世界的に注目を集めている。Bi 系 III-V 族半導体レーザーの実用化に向けた設計に際しては、なぜ Bi 系 III-V 族半導体の禁制帯幅が温度無依存化するのかを明らかにし、どの程度の量の Bi 原子を取り込んだ本半導体をレーザーの発光層に適用すべきかを明確にする必要がある。本研究は、その明確化の一助と位置付けることができる。