



「超音波計測による基礎研究から産業応用への展開」

(平成 18～22 年度 特別推進研究 (課題番号: 18002008))

「電荷揺らぎに由来する強相関量子相の研究」

所属 (当時)・氏名: 新潟大学・自然科学系・教授・後藤 輝孝
(現所属: 新潟大学・自然科学系・フェロー)

1. 研究期間中の研究成果

・背景 (事象の初歩的な説明)

強相関物理ではスピンに由来する近藤効果, 重い電子などに加えて, 電子軌道やイオンの電荷揺らぎに由来する四極子やラットリングなどの研究が進んでいる。そこでは, 磁気双極子を観測する磁化計測と並んで, 電気四極子を観測する超音波計測の重要性が高まっている。

・研究内容及び成果の概要

独自に開発した超音波位相差計測装置を駆使して, 低温ソフト化の観測による Pr 希土類化合物での軌道縮退をした 4f 電子系の四極子効果, 超音波分散の測定によるカゴ状化合物の局在フォノンのラットリングなど強相関物理の基礎研究を進め, 現在では物性物理の重要な分野として大きく発展している。

さらに, 低温超音波計測によるシリコン結晶中の原子空孔の観測は, 半世紀にわたる半導体物理の難問を解決するブレーク・スルーであり, LSI メモリーやパワーデバイスの基盤材料であるシリコンの新しい評価技術として半導体産業からも注目されている。

2. 研究期間終了後の効果・効用

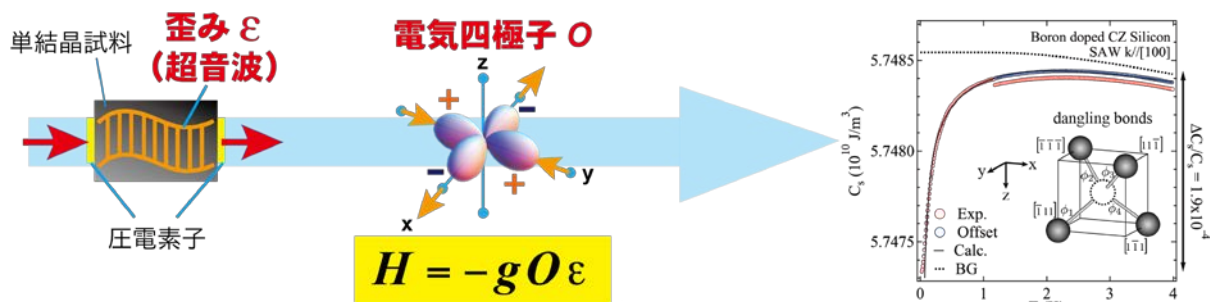
・研究期間終了後の取組及び現状

シリコンウェーハに作成した楕状超音波素子によるレイリー波の低温ソフト化とその磁場依存性を観測し, 原子空孔に捉えられ電子軌道の量子状態とその四極子感受率による物性を確立し, 100 億個の Si 原子に 1 個の希薄濃度の原子空孔を計測する新しい半導体技術を開発した。

縮退バンド系の鉄ヒ素超伝導における弾性定数 C_{66} のソフト化と超音波吸収による臨界緩和を観測し, 超伝導は縮退軌道に由来する新しい理解が必要であり, 超音波による遍歴電子系での電気四極子やより高次の多極子の研究が, 強相関分野の新しい物理として発展している。

・波及効果

本特別推進によってシリコンウェーハの原子レベル欠陥である原子空孔を計測する物性を確立した, 今後は半導体技術として実用化が期待されている。このため新潟大学は, 半導体企業との共同研究により, LSI メモリーやパワーデバイスに用いる次世代高品質シリコンウェーハの開発への寄与を目指している。



超音波による歪みと原子空孔軌道の電気四極子が結合し, シリコンの低温ソフト化が生じる