

文部科学省補助事業「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ（牽引型）」

2021年度 連携型共同研究 成果報告書

研究課題名	先端 ESR 装置を活用した半導体材料における光キャリアおよび光誘起スピンの研究
研究代表者	秋元 郁子（和歌山大学 システム工学部 准教授）
共同研究者	松岡 秀人（大阪市立大学 大学院理学研究科／研究基盤共用センター 特任准教授）
<p>研究成果</p> <p>近年半導体材料において、電荷に代わるスピンや角運動量などの新たな自由度の利用が検討されるようになり、その基礎物性を新たな観点から調べる機運が高まってきている。本研究では、光注入したスピンやキャリアについて空間イメージやダイナミクスを明らかにすることを目的に、電子スピン共鳴（ESR）法とその他分光法を用いた共同研究を実施した。和歌山大学システム工学部での実験研究に加え、それを補足するために大阪市大理学研究科／研究基盤共用センターの先端装置（X-band, Q-band ESR 装置）を利用した共同研究を進めた具体的な実施内容と成果を以下に示す。</p> <p>(1) 量子センサへの応用可能性を発掘することを目標に、CVD 法で作製されたリンダープダイヤモンド結晶の局在スピン状態について研究した。これまで2つの試料において、X/Q-band での ESR 測定の結果、どちらも P 核スピンとの相互作用は見え、炭素のダングリングボンド由来の信号が周辺環境の異なる局在状態として観測されたことが分かっている。試料の作製条件と他グループにより報告されている作製条件との相違点を明らかにした上で、P 核と相互作用のない信号が発生する原因は、原料分子が残留しているせいではないかと予想し、赤外吸収スペクトル測定により探った。その結果、PH₃ 分子振動の微小信号を見出し、原子間に残留している可能性を示すに至った。</p> <p>(2) 光照射下で半導体中に局在する電子と正孔のスピン間相互作用を明らかにするために、パルス ESR 法を実施した。エコー信号の緩和の仕方が結晶方位に対する磁場印加方向に依存して大きく変わることを見出し、局在構造の解明に資する結果を得たので、オンライン国際会議（ISMAR2021）で発表した。</p> <p>(3) X-band ESR イメージング装置において、光励起下での低温計測により、トラップスピンの空間分布を 20 μm の分解能でイメージング画像を取得する方法を確立した。それにより、光照射中と遮蔽後のスピン分布の差を見出すことができ、結晶中にトラップされたスピンのトンネル再結合の過程を解析するための一助となる実験結果を得た。</p>	