マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書
ARIM User's Report

【Release：2025.07.16】　【Update：2025.07.16】

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22MS1045
利用課題名 Title	バレー自由度をもつ光注入キャリアの磁場下マイクロ波共鳴によるダイナミクス研究
利用した実施機関 Support Institute	自然科学研究機構 分子科学研究所 / IMS
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	外部利用/External Use
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	物質・材料合成プロセス/Molecule & Material Synthesis 計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	マテリアルの高度循環のための技術/Advanced materials recycling technologies 高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル/Materials allowing high-level device functions to be performed
キーワード Keywords	バレートロニクス, サイクロトロン共鳴, バレー散乱

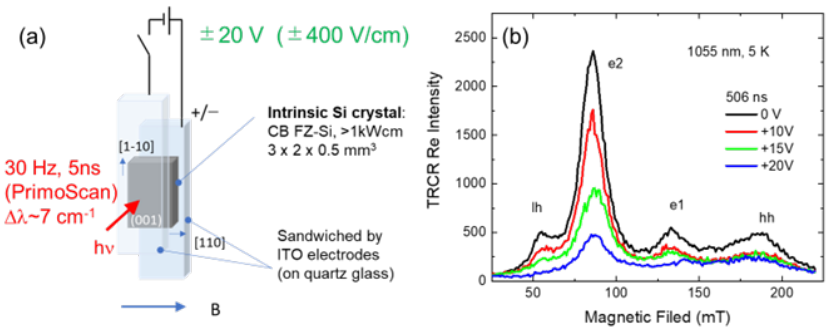
利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名（課題申請者） User Name (Project Applicant)	秋元 郁子
所属名 Affiliation	和歌山大学システム工学部応用理工学領域
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	北尾 大和,松岡 秀人,中 暢子
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	伊木 志成子
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	MS-214：電子スピン共鳴（E680）

報告書データ / Report

概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	本研究では、高純度半導体シリコン結晶において、ナノ秒時間分解サイクロトロン共鳴法（TRCR法）をもちいて、電場駆動によるバレー分極の乱れのダイナミクスを明らかにし、その制御方法の基礎を確立することを目的とする。パルス仕様の誘電体共振器を有する電子スピン共鳴（ESR）装置を転用して、マイクロ波の電場成分と光励起領域とを結合させ、光パルスで異なるバレーに注入した自由キャリアのCR信号を時間分解的に高感度・高分解能に測定する。キャリアのダイナミクスを追跡することにより、間接ギャップ半導体の長寿命キャリアについて、バレー分極を乱す要因についての詳しい情報を得ることが期待できる。
実験 Experimental	結晶試料を透明電極で挟んで試料棒に仕込んだ状態で持ち込み、別途持ち込んだ定電圧電源を用いてマイクロ波共振器内で静電場を印加し（図1a参照）、E680装置をパルスレーザーと同期させて時間分解サイクロトロン共鳴（TRCR）法を行った。実験では、試料位置が液体ヘリウム吹き出し口より少し高い位置に位置したので、5 Kに設定して実験を行った。ナノ秒パルス光源OPOレーザー（SP QuantaRay / GWU Primo Scan）の波長は1055~1035nmに設定して、持ち込んだ光アッテネーターで減光し、シリコン結晶の吸収端近傍で選択的に励起し、キャリア注入した。
結果と考察 Results and Discussion	TRCR信号の電場印加による変化を観測できた。図1bに示すように、TRCRスペクトルは電場印加無し（0 V）のときと比べ、印加電場が強くなるほど強度が減少しそのスペクトルは非相似形で変化していく。すなわち、磁場印加により非等価になった有効質量の違で分解して観測できるバレー電子e2, e1の強度比は電場印加により変わることが分かった。さらにスペクトル解析を進めることにより、外場（電場）駆動によるバレー分極のダイナミクスを明らかにし、その制御方法の基礎を確立するための知見が得られることが期待される。
図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1	 図 1 (a)ITO電極で挟んだシリコン結晶の概念図、(b)各印加電場での5 Kで測定したパルス後506 nsでのCRスペクトル（20Vは400V/cmの電場に相当する）
その他・特記事項（参考文献・謝辞等） Remarks(References and Acknowledgements)	

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI（論文・プロシーディング） DOI (Publication and Proceedings)	
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	秋元郁子，中暢子　「DC電場印加下での光注入バレー電子のサイクロトロン共鳴」22pE2-8 日本物理学会 2023年春季大会（online口頭）（2023年3月22日）
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件

特許登録件数 Number of Registered Patents	0件