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：2025.07.24】　【Update：2025.07.24】

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22MS0006
利用課題名 Title	ダイヤモンド中における常磁性欠陥のNVセンターへのデコヒーレンス効果の研究
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
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 量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル/Materials using quantum and electronic control to perform innovative functions
キーワード Keywords	ダイヤモンド, 常磁性欠陥, 電子スピンコヒーレンス,スピン制御/ Spin control

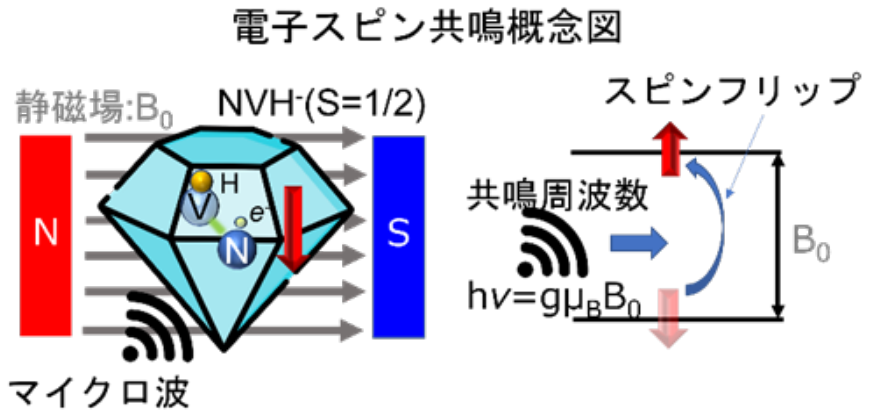
利用者と利用形態 / User and Support Type

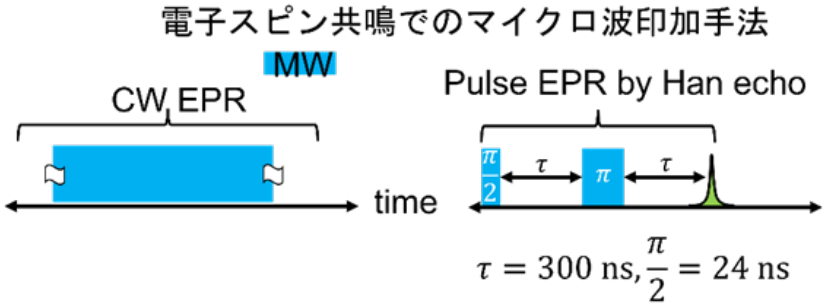
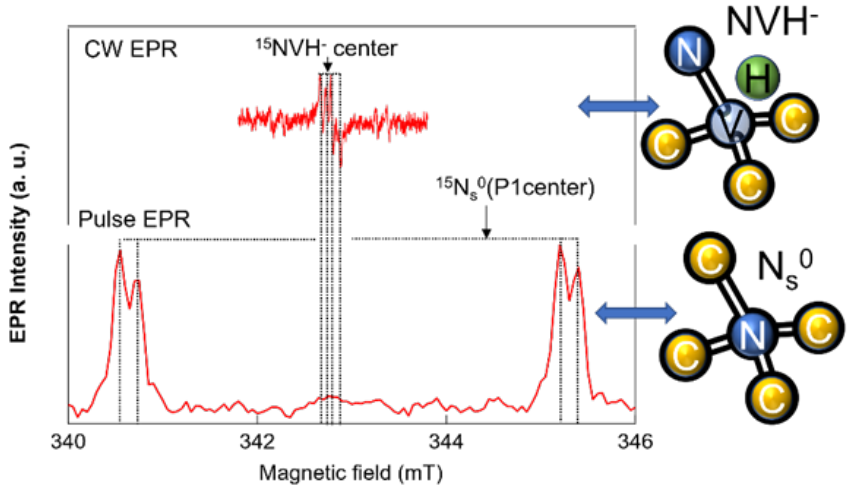
利用者名（課題申請者） User Name (Project Applicant)	眞榮 力
所属名 Affiliation	物質・材料研究機構
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	寺地 徳之
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	中村 敏和
利用形態 Support Type	共同研究/Joint Research

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)	高感度磁気センサーとして期待されるNVセンター（以下、NV-センター）の磁気ノイズ型デコヒーレンス源の候補となるNVH-センターのスピン緩和の観測を試みた。結果として、置換窒素のスピン緩和のみが観測された。今後は低温測定や、より高濃度[NVH-]のサンプルを用いてスピン緩和の観測を試みる。
実験 Experimental	所属機関であるNIMSにおいて、^{15}N濃縮のダイヤモンドサンプルを作製した。CVD合成中に取り込まれた窒素濃度の10%弱がNVH-センターとして存在していた。このCVDダイヤモンドサンプル中のNVH-センターに対して図1左のように静磁場B_0とマイクロ波νを印加する実験系を適用する。この時に図１の右のようにS=1/2の電子スピンが持つ二つのスピン準位間の遷移過程を考える。スピン準位間のエネルギー差を与えるゼーマン分裂と一致するマイクロ波周波数を印加した時($h\nu=g\mu_B B_0$)に選択的なスピンフリップが起こる(電子スピン共鳴)。電子スピン共鳴実験を行うために今回分子研が所有するE680を用いた。この際に、マイクロ波の印加手法を変えてNVH-センター中に存在する電子スピンの観測を行った。図２左で示すのは連続時間マイクロ波を印加し続けるCW-EPRと呼ばれる法であり。この手法により一般的にスピンをもつ常磁性欠陥の絶対濃度定量ができることが知られている。図２右に示すのは、電子スピンの歳差運動周期に合わせたパルスマイクロ波を印加することでスピン緩和を観測可能なpulse-EPRと呼ばれる手法を示す
結果と考察 Results and Discussion	図３上段に室温下でのCW-EPR結果、下段に室温下でのpulse EPRに結果を示す。図３下段からCVDダイヤモンドに含まれる中性置換窒素N_s^0のpulse EPR信号のみが検出された。また、図３の上段に見られるようなCWEPRで観測されたNVH-センターを起源に持つ４本の吸収信号が下段のpulse EPRでは明確な吸収信号として観測されなかった。この原因としてpulse EPR時のスピン歳差運動時間τ=300nsよりも十分短いT2をNVH-センター中のスピンが有していることが考えられる。NVH-センターの原子構造起因の理由として、psオーダーの水素原子の高速運動が推測される(M. J. Shaw et al., Phys. Rev. Lett. 95, 105502 (2005).)。これに対して図３下段においてN$_s^0$のpulse EPR信号が観測されたことは、NVH-センターのスピンに比べて長いT$_2$をN$_s^0$が有していることを示す。この結果はスピン縦緩和時間の長い常磁性欠陥を選択的に観測可能なRapid Passage法において、N$_s^0$とNVH-センターの信号観測結果と符号する（C. Shinei et al. J. Appl. Phys. 119, 25400 (2022).）。一方で信号が観測されないことは単純にNVH-センターのサンプル中のスピン数が少ないために特に(b)の可能性を検討するためにNVH-センター濃度が一桁大きいサンプルを用いて今年度再測定を行う。
図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1	 図 1

図・表・数式 2 Figures, Tables and Equations 2	 図 2
図・表・数式 3 Figures, Tables and Equations 3	 図 3
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 Oral Presentations etc.	
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件