

課題番号 : F-21-KT-0145
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 電氣的に制御した新規半導体量子デバイスの実現
Program Title (English) : Development of novel electrical-controlled quantum devices
利用者名(日本語) : 水落憲和、森下弘樹、森岡直也、西川哲理
Username (English) : N. Mizuochi, H. Morishita, N. Morioka, T. Nishikawa
所属名(日本語) : 京都大学化学研究所
Affiliation (English) : Institute for Chemical Research, Kyoto University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, ナノエレクトロニクス, ダイヤモンド、シリコンカーバイド

1. 概要(Summary)

ダイヤモンドやシリコンカーバイド(SiC)中の欠陥や不純物中の単一スピンは、室温においても操作や検出が可能のため、量子情報処理デバイスや超高感度量子センサの実現に向けて注目されている [1]。我々は、ナノテクノロジーハブ拠点の施設を利用して、ダイヤモンド基板や SiC 基板上に微細加工を行い、ダイヤモンドや SiC 中の欠陥や不純物スピンの電氣的制御や検出を実証し、電氣的に制御した新規半導体量子デバイスの実現を目指す。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速高精度電子ビーム描画装置、高速マスクレス露光装置、厚膜フォトレジスト用スピンコーティング装置、走査型プローブ顕微鏡システム、磁気中性線放電ドライエッチング装置、超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡

【実験方法】

まず、走査型プローブ顕微鏡システムを用いてダイヤモンド基板や SiC 基板の表面の平坦性などを評価した。次に評価した基板に、以下に示す手順で微細加工電極を作製した。1) 厚膜フォトレジスト用スピンコーティング装置を利用して、HMDS を塗布。2) スピンコータを利用して、フォトレジストを塗布。3) 高速高精度電子ビーム描画装置や高速マスクレス露光装置を用いて、電極やマイクロ波アンテナパターンを作製、あるいは磁気中性線放電ドライエッチング装置によりメサパターンを加工。4) スパッタ装置、電子線蒸着装置を用いて金属薄膜を蒸着。5) リフトオフプロセスにて、微細加工電極やマイクロ波アンテナなどを作製した。この作製した微細加工電極などを用いて量子情報処理デバイスや超高感度量子センサの実現に向けた基盤研究を行なっている。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に高速マスクレス露光装置と磁気中性線放電プラズマドライエッチング装置などを用いて作製した SiC の素子分離用テーパ付きメサ構造の電子顕微鏡写真を示す。このような微細加工を活用して試料を作製することで、SiC やダイヤの量子センサの高感度化に向けた研究を進めている。

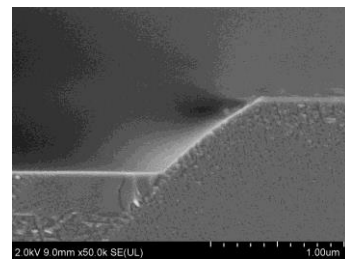


Fig. 1 Mesa structure of SiC fabricated at Nanohub.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:[1] M. W. Doherty, et al., Phys. Rep. 523, 1 (2013).

・MEXT Q-LEAP (No. JPMXS0118067395), 科研費基盤(B) (No. 19H02546), 2021 年度第 I 期京都大学若手研究者スタートアップ研究費 (森岡)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) H. Morishita, T. Nishikawa, S. Onoda, H. Abe, T. Ohshima, and N. Mizuochi, “Electrical Detection of Magnetic Resonance of NV Centers in Diamond under Zero-Bias Voltage” The 14th international conference on new diamond and nano carbons 2020/2021. 8 June 2021 oral

6. 関連特許(Patent) なし