

集積固体単一光子源のスケラブル作製技術の開発

東京大学 先端科学技術研究センター 助教 車 一宏

固体量子光源は、オンチップ単一光子発生やエンタングルメント生成を可能とする、重要な量子情報技術の構成要素である。中でもダイヤモンド中のカラーセンターは、優れた発光特性に加え、長いスピンコヒーレンスをもつことから、単一光子源のみならず、光を介した量子メモリや量子センシングなどへの応用も期待されている。ダイヤモンド中カラーセンターの作製手法の一つとして、結晶成長中に導入される不純物により形成されたカラーセンターを利用する方法がある。しかし、この方法ではカラーセンターの空間的位置が基板上でランダムとなるため、光回路などへのデバイス集積において課題となる。

本研究では、イオン注入法を用いたカラーセンターのスケラブル作製技術の開発を行う(図1)。特に、マスクイオン注入法を活用することで、カラーセンターの基板上的形成位置と個数の制御を可能とする。さらに、我々がこれまで取り組んできた単結晶ダイヤモンド上のナノ構造作製技術を活用し、位置制御カラーセンターとナノ光構造を結合することで、高効率な集積単一光子源デバイスの実現も期待される。

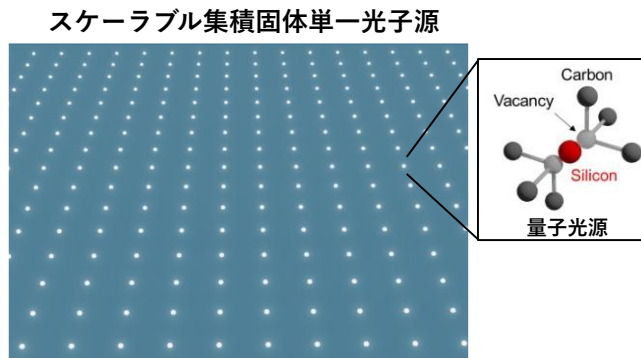


図1 スケラブル集積固体単一光子源の概念図

【実用化が期待される分野】

本研究で取り組む固体量子光源のスケラブル作製技術の確立により、機能的な量子光源デバイスの大規模集積化が可能となる。さらに、高性能かつスケラブルな集積固体単一光子源が実現されれば、安全性を保障する量子暗号通信や、次世代センシング、精密計測といった幅広い社会インフラを支える基盤技術の発展に大きく貢献すると期待される。

研究の現状と将来

現在、マスクイオン注入によるカラーセンター生成に必要な、ダイヤモンド基板上マスクパターン作製技術の開発をすでに開始している(図1)。今後は、高精度なマスクパターンを用いたイオン注入技術を確立することで、位置および個数が制御されたスケーラブルなカラーセンター量子光源の実現を目指す。

本作製技術が確立されれば、カラーセンターを用いた機能的かつ高効率な量子ナノデバイスのチップ上大規模集積が可能となる(図2)。これにより、量子光計算に向けた量子光集積回路の実現につながると期待される。

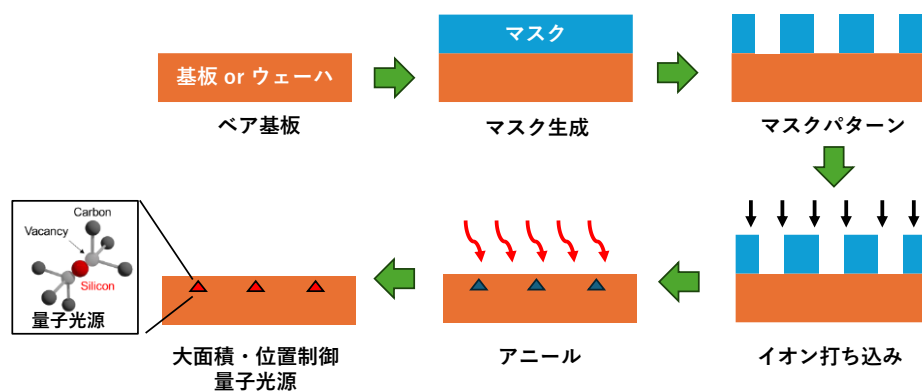


図1. マスクイオン注入法によるカラーセンター作製プロセス

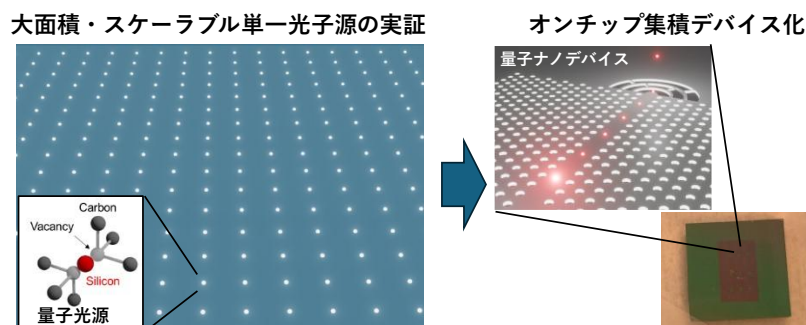


図2. 期待されるスケーラブル固体単一光子源の実現とその高効率量子デバイス化