

プラズモニック共振器を用いたダイヤモンド NV ナノレーザーの検討

Investigation of a diamond NV nano-laser based on a plasmonic cavity

¹豊橋技科大, [○]佐藤大地¹, 勝見亮太¹, 飛沢 健¹, 鳴瀬 駿¹, 高田晃佑¹, 河合健太¹, 八井 崇¹

¹TUT, [○]D. Sato¹, R. Katsumi¹, T. Hizawa¹, S. Naruse¹, K. Takada¹, K. Kawai¹, and T. Yatsui¹

E-mail: sato.daichi.dt@tut.jp

はじめに ダイヤモンド中の窒素-空孔(NV)中心を用いた量子センシングは、室温で高感度な磁気検出が理論上可能であり、新たな磁気センシング方式として注目されている¹。しかし、現在報告されている NV 中心による磁気検出感度は理論値よりも数桁劣っているのが現状である。磁気感度の向上には、NV 中心からの発光検出効率の改善が重要であるため、NV 中心におけるレーザー発振が望ましい^{2,3}。そこで本研究では、プラズモニック共振器を用いた NV 中心のナノレーザーを検討した。一方、同構造の実現には高密度に NV 中心が形成された単結晶ダイヤモンドに対する微細加工技術の確立が必要である^{4,5}。今回、レーザー発振に向けたプラズモニック構造の設計と、同構造の作製に向けたダイヤモンドナノ構造加工の可能性を見出したので報告する。

実験 本研究では、図 1(a)のような金/ダイヤモンドを用いたプラズモニック共振器の構造最適化を行った。図 1(b)に導波路中のパーセル係数 F_p の分布を示す。レーザー発振が観測された他材質のプラズモニック共振器と同等のパーセル係数が得られることを計算により確認した⁶。以上の結果より、金膜上にダイヤモンド直方体構造を載せた構造によりレーザー発振が示唆された。

続いてプラズモニック共振器の作製に向けたダイヤモンドナノ構造加工を行った。転写プリント法⁷によりマスクをダイヤモンド基板に集積した後(図 2(a))、O₂プラズマによるエッチングを行った。本研究では、ひずみの影響が少なくかつ半導体加工技術が発達している SiO₂をマスクの材質に選定した。図 2(b)にエッチング後のダイヤモンド基板の走査電子顕微鏡(SEM)像を示す。集積したマスクを残したままダイヤモンドが垂直にエッチングされており、設計した構造に必要な導波路構造の作製に成功したといえる。作製されたダイヤモンド

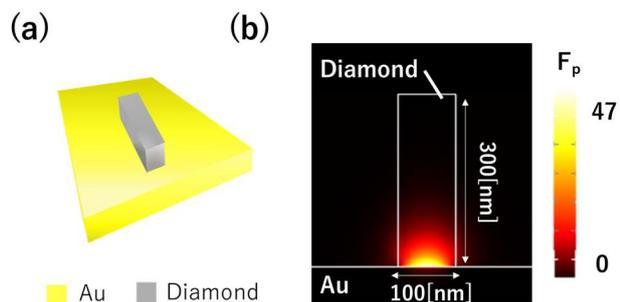


FIG. 1. (a) Schematic of the plasmonic cavity. (b) Calculated Purcell factor distribution of the plasmonic cavity.

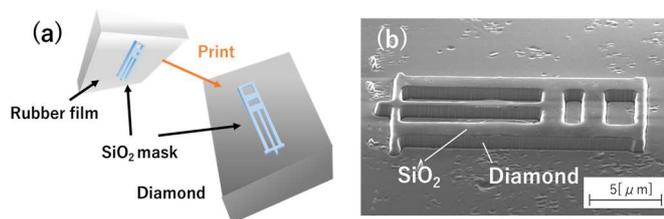


FIG. 2. (a) Schematic of the transfer printing process. (b) SEM image of a fabricated diamond nanostructure.

ナノ構造をさらに金膜上に転写することで、所望のダイヤモンドレーザー発振実現が期待される。

参考文献 ¹J. M. Taylor, *et al.*, *Nat. Phys.* **4**, 810 (2008). ²J. Jeske, *et al.*, *New J. Phys.* **18**, 013015 (2016). ³J. Jeske, *et al.*, *Nat. Commun.* **8**, 14000 (2017). ⁴M. J. Burek, *et al.*, *Nat. Commun.* **5**, 1 (2014). ⁵Y. Yang, *et al.*, 2022年秋季応物 20a-A101-5 (2022). ⁶Y. Ho, *et al.*, *Nano Lett.* **18**, 7769 (2018). ⁷R. Katsumi, *et al.*, *Optica* **5**, 691 (2018).
謝辞 MEXT Q-LEAP (JPMXS0118067395)、科研費補助金(20H02197、20H05091、20K21118、21K20428、22H01525、22K14829)、東電記念財団、村田学術振興財団、松尾学術復興財団。