ナノ共振器シリコンラマンレーザの時間領域測定 Time-domain measurement of nanocavity Raman silicon lasers 大阪府大院工¹,京大院工²⁰山下大喜¹,高橋和¹,浅野卓²,野田進² Osaka Pref. Univ.¹, Kyoto Univ.² ^oD. Yamashita¹, Y. Takahashi¹, T. Asano², and S. Noda² E-mail: d-yamashita@pe.osakafu-u.ac.jp

【序論】我々の研究グループは、高Q値ナノ共振器を用いた超低閾値を持つシリコンラマンレー ザの高性能化を目指している[1,2].現状、このレーザの出力は数百ナノワット程度で飽和してし まうため、高出力化は特に重要である.出力が飽和する主な要因は、2光子吸収により伝導バン ドに生成された自由電子が自由キャリア吸収によりラマン散乱光を吸収するからだと考えられて いる[3].前回は、励起光にパルス光を用い、CW光励起の入力-出力特性と比較を行い、強励起 領域で、CW光励起よりもパルス幅 100 ns 程度のパルス光励起のほうが出力の飽和が軽減される ことを示した.また、パルス幅 50 ns 以下のパルス光励起だとレーザ性能が低下することを報告し た[4].今回、パルス光励起時のレーザ発振過程を詳しく理解するために、シリコンラマンレーザ 発振光の時間領域測定を行ったので報告する.

【実験・結果】共振器構造は文献[1]と同様で,空気孔半径 130 nm,スラブ厚 220 nm,格子定数が 410-415-420 nm の2ステップへテロ構造ナノ共振器であり、ヘテロ構造部分に形成される2つのナノ共振モードに励起光とストークスラマン散乱光をそれぞれ閉じ込めて発振を実現している.図1にストークス光を閉じ込めるためのナノ共振モードの共振スペクトルを示す.ピーク線幅から求めたQ値は 125万である.図2に同一試料に対して,励起光を閉じ込めるためのパンプナノ 共振モードをパルス光励起したときのナノ共振器からのストークス発振光の時間領域測定の結果 を示す.励起パルス幅、周期はそれぞれ 20 ns, 100 ns とした(duty 比:0.2).入力パルスの CW 換 算強度は閾値の 1.2 倍である.光子数減衰の傾きから光子寿命τが 1.0 ns,Q値に換算すると 121 万と求まり、図1で測定されたストークスナノ共振モードのQ値とよく一致した.ストークス光 は 10 ns 以上かけて立ち上がっており、このことが前回報告したパルス幅 50 ns 以下のパルス光励 起で発振性能が低下した理由である.これはストークスナノ共振モードの高いQ値(>100万)に より、共振器に光子が溜まるまで時間がかかることが主因と考えられる.励起強度依存性やパル ス幅依存性など、詳細は当日報告する.【**謝辞**】本研究は、科研費、旭硝子財団の支援を受けた.【文献】 1)Y. Takahashi, *et. al.*, Nature **498**, 470 (2013).2) D. Yamashita, *et. al.*, Optics Express **23**, 3951 (2015).3) T. K. Liang, *et. al.*, Appl. Phys. Lett. **84**, 2745 (2004).4)山下 他, 2015 秋季応物 **16p-2A-6**.





Fig. 1. Resonant spectrum of the Stokes nanocavity mode. The inset illustrates how the nanocavity mode was excited.

Fig. 2. Time-resolved signals for input pulsed light (black) with a width of 20 ns and for the nanocavity (red) when excited the pump nanocavity mode with just above the threshold power: $1.2 \times I_{threshold}$.