

レーザー誘起気泡を用いた PDMS 微細加工技術(microFLIB)のメカニズム解明

Mechanism study of PDMS microfabrication using laser-induced bubble (microFLIB)

弘前大学, °宮原勇兵, 高橋涼平, 花田修賢

Hirosaki Univ., °Yuhei Miyahara, Ryohei Takahashi, Yasutaka Hanada

E-mail: y-hanada@hirosaki-u.ac.jp

はじめに

ポリジメチルシロキサン(Polydimethylsiloxane: PDMS)は、耐熱性や耐寒性、耐薬品性などの優れた特性を有していることから、バイオや医用、工業などの幅広い分野で利用されている。PDMS の従来微細加工技術には、レーザー直接加工法^[1]があるが、1 パルスあたりの加工効率が低いことや、加工部が熱影響により変形するなどの問題がある。そこで、我々の研究室では、レーザー誘起気泡を用いた PDMS の表面^[2]および内部微細加工技術を開発し、microFLIB と命名した。本手法は、①ナノ秒レーザーを、液状 PDMS と金属ターゲットの界面または液状 PDMS 内部に集光照射し、レーザー走査することで、ライン状のレーザー誘起気泡を生成する。②その後、熱硬化処理により、PDMS 基板表面もしくは内部に、気泡形状を反映した加工溝作製を実現する。今回は、ポンププローブ法を用いた本手法の加工メカニズムについて検討を行ったので報告する。

実験方法及び実験結果

実験では、粘度調整を行った液状 PDMS 内に、ND:YAG レーザー(波長 1064 nm, パルス幅 1.0 ns, 繰り返し周波数 100 Hz)を、対物レンズ($\times 20$, NA:0.75)を介して集光した(1 パルス)。その後、Fig. 1(a)に示すように、1 パルス目で作製したレーザー誘起気泡の中心を基準に、2 パルス目を $A = R \times 0.6$, $B = R \times 0.8$, $C = R \times 1.0$ の 3 箇所にそれぞれ照射した。照射後、プローブ用のナノ秒レーザー(波長 532 nm, パルス幅 0.5 ns, 繰り返し周波数 100 Hz)を用いて、ポンププローブ撮影を行った。Figure 1(b, c)に、2 パルス目の位置が、(b) $B = R \times 0.8$, (c) $C = R \times 1.0$ で照射した際のレーザー誘起気泡の時間変化を示す。Figure 1(b, c)より、2 パルス目の照射位置を変化させることで、衝撃波の伝搬や、気泡の膨張・収縮後の挙動に変化が生じた。これらの結果から、気泡を連結するためには、2 パルス目の照射位置が重要であると推測される。よって、本発表では、microFLIB における気泡列生成の詳細について報告する。

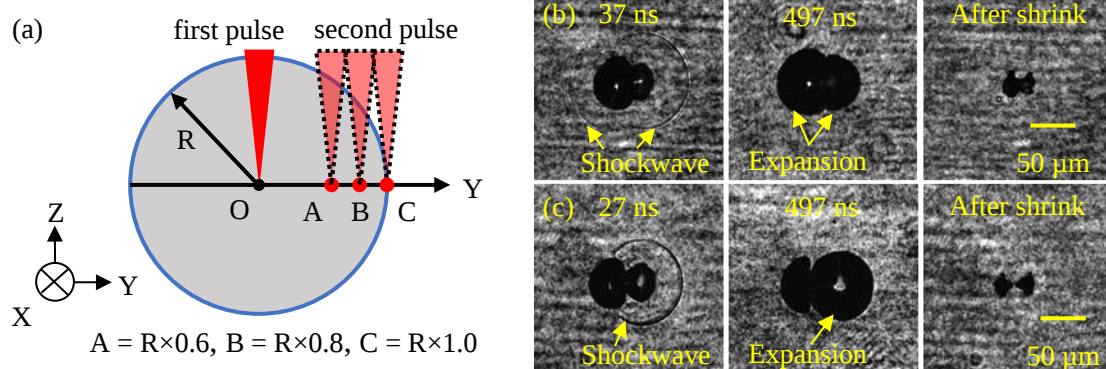


Fig. 1 (a) Schematic diagram of the irradiation positions of 1st and 2nd pulses. (b, c) Pump-probe images of laser-induced bubbles after the 2nd pulse irradiation.

[参考文献]

[1] Katsuyuki Hayashi, Shigeki Matsuo, Journal of Laser Micro Nanoengineering, Vol. 12, No. 2, 141-145, (2017).

[2] Tomoya Naruse, Yasutaka Hanada, OPTICS EXPRESS, Vol. 27, No. 7, 9429-9438, (2019).