

課題番号 : F-17-KT-0121
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : マイクロ流路内でのレーザー応力波干渉の応用
Program Title(English) : Application of interference of laser induced stress waves inside a micro-channel
利用者名(日本語) : 坂倉政明¹⁾, 今若宏亮²⁾
Username(English) : M. Sakakura¹⁾, K. Imawaka²⁾
所属名(日本語) : 1) 京都大学産官学連携本部(申請時), 2) 京都大学大学院工学研究科
Affiliation(English) : 1) SACI, Kyoto University, 2) Dep. Engineering, Kyoto University
キーワード/Keyword : 真空蒸着、マスクレス露光、ドライエッチング、マイクロ流路、レーザープロセス

1. 概要(Summary)

透明固体や液体内部にフェムト秒レーザーを集光照射すると急激な熱応力の発生により衝撃波が発生する。このレーザー誘起衝撃波は局所的な大きな応力を発生させることができるため、遺伝子導入・異物の破壊・応力発光物質のダイナミクス計測などへの応用が期待されている。本研究では、マイクロ流路内での応力発光計測技術を開発するために、様々な壁面形状を有するマイクロ流路を作成し、マイクロ流路内の水中で発生させたレーザー誘起衝撃波の反射と干渉のダイナミクスを観測した。その研究に必要なマイクロ流路を作製するために、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の設備を用いた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

真空蒸着装置・ウエハスピン洗浄装置・
高速マスクレス露光装置・磁気中性線ドライエッチング装置・触針式段差計

【実験方法】

石英ガラス基板に真空蒸着装置を用いて金属クロムを 600 nm の厚みに蒸着し、その上にポジ型フォトレジスト OFPR800-23CP をスピコートした。マスクレス露光装置を用いてフォトレジストに流路のパターンを露光し、現像液 NMD で露光した領域のフォトレジストを除去した。露出した領域のクロムをエスクリン S-24 で除去し、石英ガラス表面にクロムマスクを作製した。クロムマスクされた石英ガラスを磁気中性線ドライエッチング装置でエッチングすることでガラス基板上にマイクロ流路の溝を作製した。その後、流路の出入りにあらかじめ穴をあけておいたもう一枚のガラスと流路パターンを描いたガラスを高温接合することによりマイクロ流路を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ナノテクノロジーハブ拠点で、マイクロ流路になる溝を

形成した石英ガラスを設計通り作製することができた。作製したマイクロ流路にシリンジポンプを用いて純水を流し、純水中に 50 倍の対物レンズを用いてフェムト秒レーザーを集光照射し、衝撃波を発生させた。

Fig. 1 左は複数のレーザー誘起応力波を同時に発生させた時の時間分解観測像である。8か所でのレーザー集光領域が暗く観測され、応力波が最も強く干渉した領域が対称的な屈折率分布を形成する様子が観測された。一方、マイクロ流路の壁面付近の1点でレーザー誘起応力波を発生させた場合(Fig. 1 右)、集光領域で大きなキャビテーションバブルが発生すると同時に応力波が反射した壁面付近にも微小なバブルが発生する様子が観測された。これらの違いは、マイクロ流路の壁面での応力波の反射や狭い空間での応力波の干渉がマイクロ流路内の急激な圧力分布の変化を及ぼしたことを示唆している。

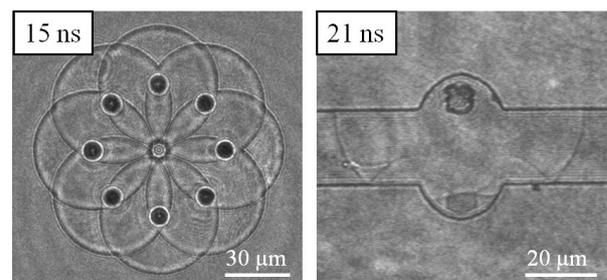


Fig. 1 Time-resolved observation of fs laser induced stress waves.

4. その他・特記事項(Others)

特になし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

今若宏亮、坂倉政明、下間靖彦、清水雅弘、三浦清貴「フェムト秒レーザー誘起衝撃波を用いた局所的応力発光誘起」平成 29 年度レーザー学会中国・四国支部、関西支部連合若手学術交流研究会。

6. 関連特許(Patent)

なし。