

ダブルパルスレーザー誘起ドット転写法： 有限要素法による原料膜内レーザー誘起高温分布の検討

Double-Pulse Laser-Induced Dot Transfer:

FEM Simulation of High-Temperature Distribution in a Source Oxide Film

産総研・環境化学, ○奈良崎愛子, 黒崎諒三, 佐藤正健, 新納弘之

AIST ISC, ○Aiko Narazaki, Ryozi Kurosaki, Tadatake Sato, Hiroyuki Niino

E-mail: narazaki-aiko@aist.go.jp

【はじめに】レーザー転写法では、常温常圧下で、固体原料膜から微細構造を自在にパターン集積化することができる。これまで我々は、レーザースポット径より微細なミクロンさらにはサブミクロンドットの微細構造を堆積可能なレーザー誘起ドット転写法を開発してきた[1]。特に、ダブルパルス照射による予備加熱を利用したダブルパルスレーザー誘起ドット転写法では、原料膜破碎等が起こるため転写難易度の高い酸化物原料において、微細ドットの高品位堆積に成功している[2]。今回は、ITO をモデルケースに、原料膜の破碎につながるような熱応力を発生させる膜内温度分布へのダブルパルス照射効果を検討するため、ダブルパルス照射時に誘起される高温分布を有限要素法 (FEM) によりシミュレーションした結果について報告する。

【実験】有限要素法ソフト ANSYS を用い、シリカガラス透明支持板上の ITO 膜に対して、ナノ秒紫外ダブルパルスを照射した際のレーザー誘起高温分布のシミュレーションを実施した。先の実験で高品位転写が得られた条件に基づき[2]、予備加熱のための第一パルスは直径 80 μm 、転写用のための第二パルスは直径 20 μm とし遅延時間 500 ns で同軸照射とした。比較のため、シングルパルス照射の場合も検討した。ガラス/ITO 膜界面から入射してきたレ

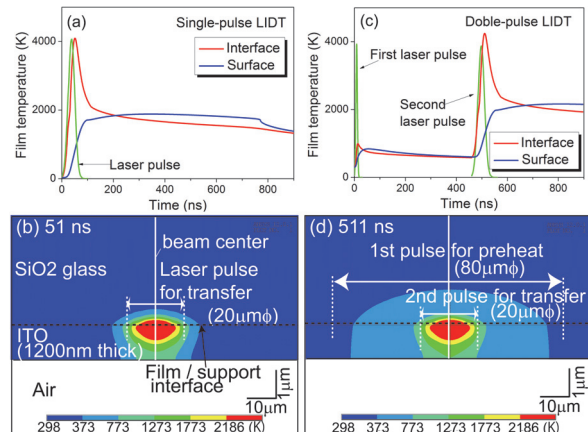


Fig.1 Temporal changes and distributions of ITO film temperature at (a,b) single-pulse and (c,d) double-pulse irradiation simulated by FEM.

ーザーパルス (空間・時間ガウス分布) は ITO 膜内で吸収され熱を発生し、その熱が ITO 膜内およびガラスへの熱伝導と膜表面から空気への熱伝達・輻射を通じて散逸すると仮定した。

【結果と考察】Fig. 1 に (a)シングルパルス、(c)ダブルパルスの場合の ITO/ガラス界面および膜表面温度の時間変化を示す。界面が最高温度に達するのは各々 51 ns, 511ns であり、ITO 融点 2186 K を超える。その際、膜表面温度は各々約 800 K, 1000 K であり、膜厚方向温度差はダブルパルスの予備加熱により低減できることがわかった。また、Fig. 1(b,d)の温度分布を比較すると、ダブルパルス照射は膜面内方向の温度差緩和についても有効なことがわかった。

【参考文献】1)奈良崎他, Appl. Phys. Express, 6 (2013) 92601. 2)奈良崎他, JLMN. 9 (2014) 10.