

光 MOD 法における $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 膜の熱的挙動シミュレーション

Thermal simulation of $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ film by laser assisted MOD method

¹長岡技科大, ²Charles Univ., [○](M2)田中 和総¹, Eva Jesenska²,

Martin Veis², 西川 雅美¹, 石橋 隆幸¹

Nagaoka Univ. of Tech.¹, Charles Univ.², [○]Kazusa Tanaka¹, Eva Jesenska²,

Martin Veis², Masami Nishikawa¹, Takayuki Ishibashi¹

E-mail: s163257@stn.nagaokaut.ac.jp

はじめに

光 MOD 法とは基板上に有機金属溶液を塗布、分解して得られた金属酸化物の前駆体をレーザーパルスにより局所的に加熱して結晶化する方法である。数十 ns という短時間にほぼ薄膜にだけエネルギーを与えるため、電気炉で熱処理した場合に比べて基板への熱負荷を大きく低減させることができると期待されている。薄膜および基板の温度情報は成膜条件の検討や結晶化プロセスを解析する上で重要である¹⁾。そこで我々は、パルスレーザーアニーリングによる金属酸化膜の熱的挙動をシミュレーションし、プロセス中の温度を計算により求めた。本研究では、 $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ (GGG) 基板上に $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (YIG) を結晶化したモデルのシミュレーション結果を報告する。

実験方法

COMSOL Multiphysics 5.2 を用いた有限要素法により、熱的挙動シミュレーションを行った。シミュレーションモデルは、膜構成が YIG (20 nm)/GGG (111) 基板 (0.5 mm) の $5 \times 5 \text{ mm}^2$ 平板とし、初期温度を 25 ~ 450 °C とした。また、波長 248 nm、パルス幅 26 ns、スポット径が 5 mm のレーザーパルスをフルエンス 40 ~ 100 mJ/cm^2 の範囲で YIG 膜に照射した。YIG 膜の吸収率は光学定数²⁾から算出し、50%として計算を行った。

結果

Fig.1 は、フルエンス $60 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ 、初期温度 350 °C における YIG 膜の最高温度の経時変化である。ここで、最高温度は各経過時間の膜内で最も高い温度である。パルスを照射した 6 ~ 31 ns の間で温度上昇しており最高温度は 473.8 °C まで達した。次に、YIG 膜の最高温度のフルエンス依存性を Fig.2 に示す。フルエンスの増加に伴い最高温度が線形的に上昇することがわかる。

謝辞 本研究は、科研費基盤研究 (A) (18H03776) の助成により行った。

参考文献

- 1) A. Queralto et al, Chem. Mater. 28, 6136-6145 (2016)
- 2) E. Jesenska et al, Opt. Mater. Exp., 6, 1968-1997 (2016)

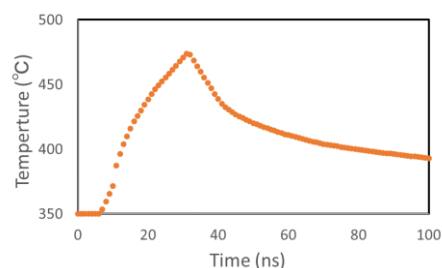


Fig.1 Temporal change of maximum temperature of YIG film at $60 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ and initial temperature 350 °C

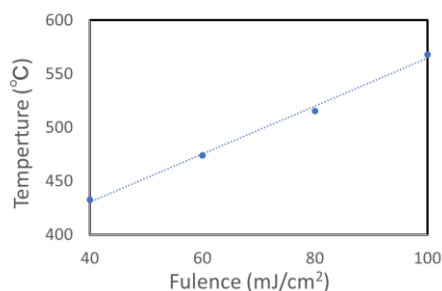


Fig.2 Maximum and Average Temperatures of YIG Films for Fluence at initial temperature 350 °C.