

ベイズ最適化を用いた光 MOD 法による Bi 置換希土類鉄ガーネットの作製条件の最適化

Bayesian optimization of preparation process of Bi-substituted magnetic garnet films
by means of an excimer-laser assisted metal organic deposition process

長岡技大¹, 高純度化学², 産総研³ (B4) 藤田 拓実¹, 相場 遥佳¹, 西川 雅美¹,

野中 尋史¹, 河原 正美², 中島 智彦³, 土屋 哲男³, 石橋 隆幸¹

Nagaoka Univ. of Tech.¹, Kojundo Chem. Lab.², AIST³, °T. Fujita¹, H. Aiba¹,

M. Nishikawa¹, H. Nonaka¹, M. Kawahara², T. Nakajima³, T. Tsuchiya³, T. Ishibashi¹

E-mail: s193226@stn.nagaokaut.ac.jp

【はじめに】磁気光学イメージングプレートに用いられる Bi 置換希土類鉄ガーネット¹⁾の成膜プロセスにおける熱処理温度を低減させることができれば、様々な材料の上に成膜ができるようになる。そこで我々は、エキシマレーザー(KrF レーザー)を連続的に照射することで、前駆体膜を結晶化させる光 MOD 法を用いた、Bi 置換希土類鉄ガーネットの成膜法の開発を行っている。しかし、作製パラメーターが多く、最適な条件を求めるのが容易ではない。そこで、ベイズ最適化を用いて効率的に最適条件の探索を試みた。

【実験】組成比 Nd : Bi : Fe : Ga=0.5 : 2.5 : 4.5 : 0.5 の MOD 溶液 (NdBiFeGa-04、(株) 高純度化学研究所) を単結晶 GGG(111) 基板にスピコートし、100 °Cで 10 分間乾燥した後、450 °Cで 10 分間仮焼成を行った。仮焼成後の薄膜をホットプレート上で 450 °Cに加熱しながら、波長 248 nm の KrF レーザー (COMPex110、コヒレント) を照射した。使用したレーザーのパルス幅は約 25 ns、周波数は 10 Hz、フルエンスは 30~80 mJ/cm²、照射時間は 10~60 分間とした。また、比較のために、従来の MOD 法を用いた試料も作製した。レーザーの照射条件(照射時間、レーザーフルエンス)と、得られた薄膜の磁気光学スペクトロメーターを用いて計測されたファラデー回転角の大きさのデータをもとに、ベイズ最適化による最適な実験条件の探索を行った。

【結果と考察】図 1 に、光 MOD 法によって作製した薄膜の照射時間およびレーザーフルエンスとファラデー回転角の値(図中の●)を使ってガウス過程回帰により求めたファラデー回転角の事後平均を示す。この図では、事後平均の値が小さい値の方がファラデー回転角が大きいことを表している。実験値の中では、照射時間 20 min、レーザーフルエンスが 50 mJ/cm² の時に回転角が-0.174 deg となり、ファラデー回転角が最大であるが、図 1 より、レーザーフルエンス 30-50 mJ/cm² かつ照射時間 30 min 以下の時にさらに回転角が大きくなる可能性があることが示されている。

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

- 1) Y. Nagakubo, T. Ishibashi et al.,
Jpn. J. Appl. Phys., 57 (2018) 09TC02/1-5.

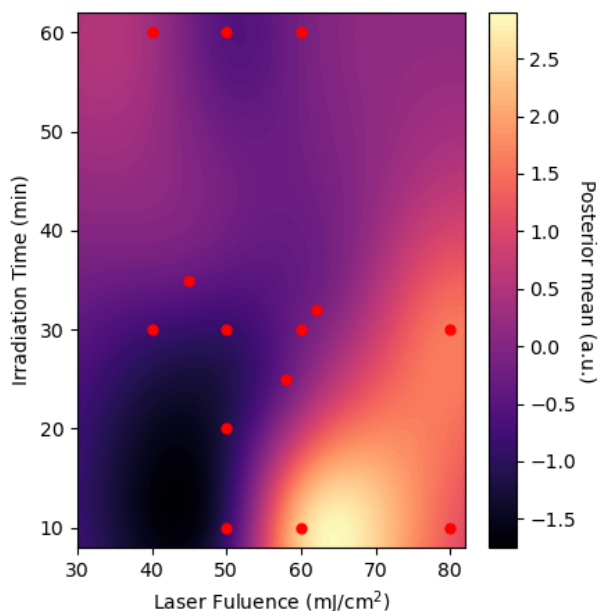


図 1 レーザー照射条件とファラデー回転角の値を使ってガウス過程回帰により求めた事後平均