

機械学習を用いた光 MOD 法による Bi 置換希土類鉄ガーネットの作製プロセスの最適化

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 (M1)相場 遙佳¹, 袖山 和斗¹, 藤田 拓実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, °H. Aiba¹, K. Sodeyama¹, T. Fujita¹,

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

E-mail: sl73191@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、様々な基板を用いること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いために、最適な作製条件を見つけることが困難である。そこで今回は、機械学習の一種であるガウス過程に基づくベイズ最適化を用いた照射条件のパラメータの最適化を試みた。

【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、フルエンスは 40、60、80、100 mJ/cm²、照射時間は 10、30、60 分間とした。レーザーの周波数は 10 Hz とした。また、比較のために、従来の MOD 法を用いて試料を作製した。実験に用いられた照射条件(照射時間、レーザーフルエンス)と、得られた薄膜の X 線回折(XRD)パターンから求められた 444 回折ピーク強度、および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】光 MOD 法によって作製した膜のレーザーフルエンスとファラデー回転角の大きさの関係を図 1 に示した。図 1 より、フルエンスが小さくなるとファラデー回転角は大きくなる傾向が見られた。しかし、これまで行った実験条件 (40 mJ/cm²、30 分) の時にファラデー回転角は-0.16 度が最大であった。これに対して、機械学習で算出した条件 (60 mJ/cm²、25 分) で作製した膜は、これまで得られた膜の中でも最もファラデー回転角が大きくなり、電気炉で結晶化させた試料と比較して 85%程度の回転角が得られた。これらの結果より、ベイズ最適化を用いることで効率的な条件の最適化が可能であることが示唆された。

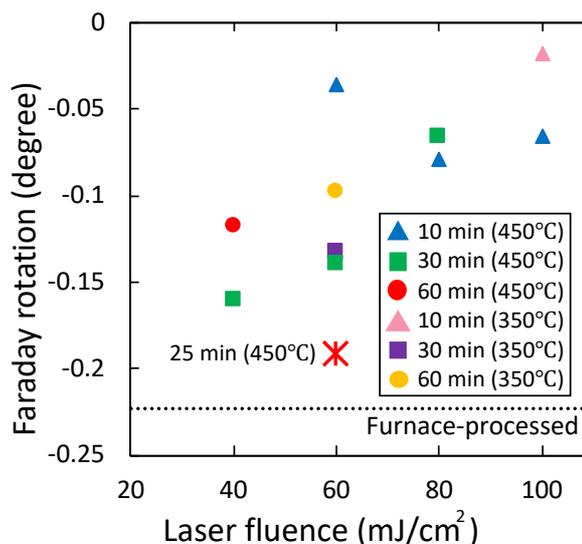


図 1 レーザー照射条件とファラデー回転角の関係

参考文献

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