

電子線照射 MOD 法を用いた SiO₂ 上の Ga:YIG 微細パターンの作製

Preparation of Ga:YIG micro patterns on SiO₂ by a MOD method with electron beam irradiation

福岡大理 ○坂木翔太, 笠原健司, 眞砂卓史

Fukuoka Univ., ○S. Sakaki, K. Kasahara and T. Manago

E-mail: sd181006@cis.fukouka-u.ac.jp

【はじめに】

有機金属分解(MOD)法で用いられる前駆体材料の中には、電子線に対して感度を持ち、ネガ型のレジストのような性質を持つ材料が存在する。この性質を利用し、強誘電体酸化物や酸化物超伝導体などの様々な機能性金属酸化物の微細パターンの作製が報告されている。[1] 我々も、スピン波デバイスや、磁気光学素子への応用が期待できるイットリウム鉄ガーネット(YIG) [2] や Bi 置換(Bi:YIG) [3] の微細パターンを、単結晶のガドリニウムガリウムガーネット(GGG)基板上に、エピタキシャルで作製することに成功している。この手法は、酸化物の結晶化後におけるエッチングプロセスを省くことができるため、ドライエッチングが難しく、ダメージが入りやすい金属酸化物薄膜の微細化には非常に有用な手法である。しかしながら、この手法を用いた YIG および Bi:YIG の微細パターンの作製は、いずれも、高品質なエピタキシャル膜の成長が可能な GGG 基板上でしか試みられていない。本研究では Si 集積回路プロセスとの親和性を考慮し、SiO₂/Si 基板上において、垂直磁化膜の希土類鉄ガーネットの 1 つである Ga 置換(Ga:YIG) の微細パターンの電子線照射 MOD 法による作製を試みた。

【実験】

化学洗浄した SiO₂/Si 基板および、比較用の GGG(111)基板上に Ga:YIG 用の MOD 溶液(Y : Fe : Ga = 3 : 4 : 1)をスピコートし、ホットプレートを用いて 100℃で 10 分間、ベークした。帯電防止膜をスピコートした後、電子線描画装置で、加速電圧を 50kV、ドーズ量を 250 ~ 45300 μC/cm² まで変調させ、電子線を照射した。超純水で帯電防止膜を剥離した後、SiO₂/Si 基板および GGG 基板上の前駆体薄膜をそれぞれ酢酸ブチルおよびトルエンを用いて現像した。それぞれのサンプルにおいて、残った前駆体膜の厚さを、原子間力顕微鏡を用いて測定し、ドーズ量との関係を調べた。

【結果】

Figure 1 は、両基板を用いた試料における、ドーズ量と前駆体残膜の厚さの関係である。どちらの基板においても、1000 μC/cm² あたりから、残膜の厚さは急激に増大しており、10000 μC/cm² あたりから、飽和していることがわかる。このように、Ga:YIG 用の MOD 溶液は、SiO₂/Si 基板上においても、GGG 基板と同じドーズ量で、良好なネガ型照射特性を示すことが判明した。本講演では、この Ga:YIG マイクロパターンの磁気特性および結晶性についても詳しく議論する予定である。

[1] D.Tanabe *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 51, 113101 (2012), M. Alexe *et al.*, Appl. Phys. Lett. 75, 1795 (1999)など。

[2] K. Kasahara and T. Manago, Jpn. J. Appl. Phys. 56, 110303 (2017).

[3] 笠原他, 2018 年春応物, 17p-P10-46

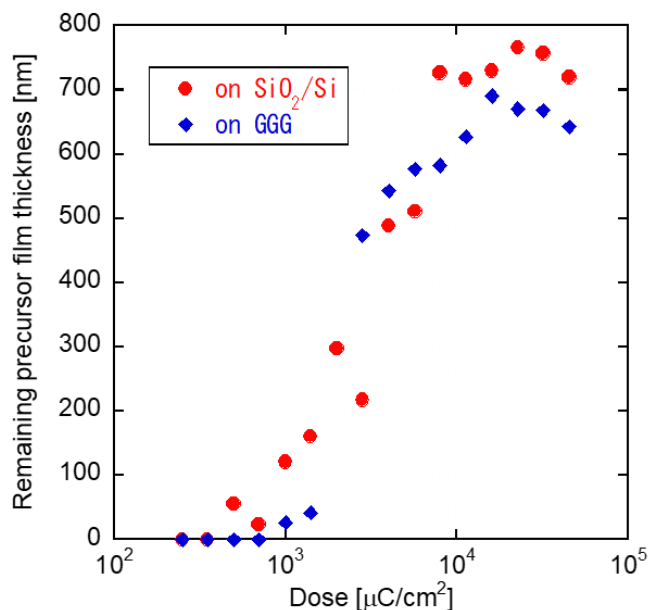


Fig.1 Dose dependence of the thickness of the remaining precursor film of the MOD solution for Ga:YIG on a SiO₂/Si (red) and GGG(111) substrates (blue)