

## Ni ナノ粒子を用いた光学式磁場検出の高感度化

### Improvement of sensitivity of optical magnetic field sensing with Ni nano particles

徳島大理工<sup>1</sup>, 徳島大学 pLED 研<sup>2</sup>, °高島 祐介<sup>1</sup>, 原口 雅宜<sup>1,2</sup>, 直井 美貴<sup>1,2</sup>

Tokushima Univ.<sup>1</sup>, °Yuusuke Takashima<sup>1</sup>, Masanobu Haraguchi<sup>1</sup>, Yoshiki Naoi<sup>1</sup>

E-mail: takashima@tokushima-u.ac.jp

光学式磁場センサーは電氣的な配線が少なく、電磁ノイズへの耐性もあることから、工学や医療などの幅広い分野への応用が期待できる[1,2]。これまでに我々は、アニール処理によって形成した Ni ナノ粒子を用いた光学式磁場センサーを報告している[3]。今回、Ni 粒子の粒径を制御し、磁場センサーの高感度化に成功したので報告する。

まず、c 面サファイア基板上に膜厚約 2 $\mu\text{m}$  の GaN 薄膜表面を結晶成長させ、GaN 薄膜表面に膜厚 5nm の Ni 薄膜を蒸着した。GaN/サファイアは、将来的に光源(窒化物発光ダイオード)と磁場センサーの集積化を考えているためである。Ni 蒸着後、本試料を N<sub>2</sub> 雰囲気中において 600°C で 20 分間アニール処理を行った。アニール処理後の試料表面の電子顕微鏡像を Fig.1 に示す。アニール処理を行った Ni 表面には、粒径が約 120nm の粒子が見られる。また、形成された粒子同士が凝縮して、約 500nm 程度の粒子を形成していることも分かる。

作製した試料の垂直反射スペクトルを Fig.2 に示す。Figure 2 中に見られる複数の反射ピークは GaN の薄膜干渉によるものである。本試料に直流磁場 B を印加した場合、反射率の増加が見られた。特に他の波長に比べ大きな反射率増加が得られた波長 525nm 近辺における反射スペクトルの磁場依存性を Fig. 3 に示す。波長 500nm および 560nm 近辺の反射ピーク強度の変化に比べ、波長 525nm では磁場印加に対し格段に大きな反射率増加が見られた。本試料の反射率変化は前回我々が報告した磁場センサーよりも大きく[3]、数十 mT 程度の磁場を測定が可能であることを示している。このように磁場印加に伴い反射率が大きく変化した理由としては、入射波長と同サイズの粒子において光電場によって生じる分極はバルク材料に比べ複雑になるため、磁場印加によるわずかな誘電率の変化[4]が光学応答に大きく影響したためと考えられる。

以上のようにアニール処理により形成された Ni ナノ粒子の粒径を制御し、センサーの高感度化および数十 mT オーダー磁場検出に成功した。

謝辞：本研究の一部は科研費 JP18K04238 および General platform project of Tokushima University の支援によって行われた。

- 参考文献 [1] H. V. Thakur *et al.*, Appl. Phys. Lett. **99**, 161101 (2011).  
 [2] D. Yang *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 061903 (2014).  
 [3] 高島 祐介 他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 10a-W621-13 (2019).  
 [4] G. Dresselhaus *et al.*, Phys. Rev. **100**, 618 (1955).

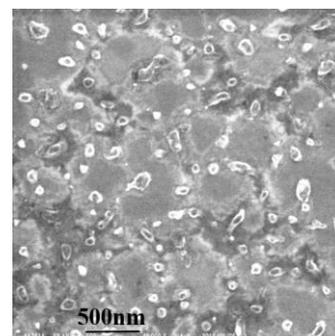


Fig.1 Ni nano particles formed by annealing

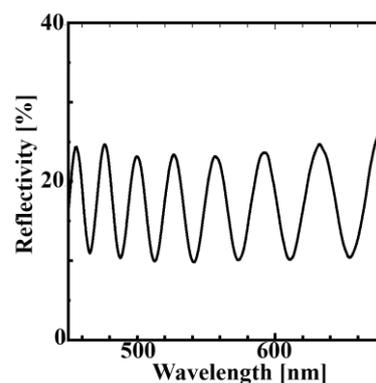


Fig.2 Normal reflection spectra from Ni nano particle on GaN/sapphire substrate

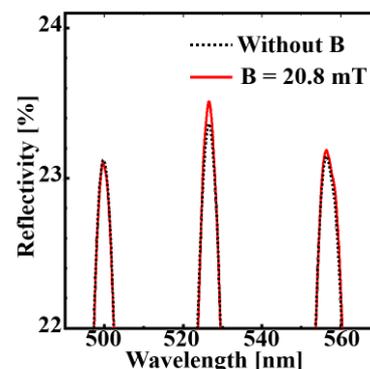


Fig.3 Dependence of the reflectivity of Ni nano particle on applied magnetic field