スパッタリング成膜中のレーザー効果による ZnO 薄膜上のナノ粒子生成

Nanoparticle formation on ZnO thin film by laser effect during RF sputtering

京工大[1]，京府中技セン（現所属：京府ものづくり振興課)[2] ○(M2)若木　航[1]，三瓶　明希夫[1]，
蓮池　紀幸[1]，鴨井　督[2]，比村　治彦[1]

Kyoto Inst. of Tech.[1], Kyoto Pre. Tech. Center[2], ○Wataru Wakaki[1], Akio Sanpei[1], Noriyuki Hasuike[1],
Susumu Kamoi[2], Haruhiko Himura[1]

E-mail: kit.wakaki@gmail.com

【はじめに】酸化亜鉛（ZnO）は透明導電膜や短波長の発光デバイスに関して多用途な広バンドギャップ半導体材料である．ZnO は 3.3eV のバンドギャップおよび 60meV の高い励起子結合エネルギーを有し，UV レーザーにも用いられる．このことからも ZnO は量子ドットの面で魅力的な材料であり，レーザーを用いたナノ粒子生成について多く研究されている．[1] 私たちはこれまで RF スパッタリング中にレーザーを援用することで ZnO 薄膜上にナノ粒子が生成されることを報告してきたが，このナノ粒子生成の物理現象は未だ解明できていない．今回このナノ粒子生成において，酸素流量を変化させて依存性を観察したので報告する．

【実験方法】Fig.1 のように 13.56MHz の対向電極板の RF スパッタリング装置の外から波長 532nm の固体レーザーを基板に向けて 80mW で 3 分間照射し、ZnO 薄膜上に ZnO ナノ粒子を生成した．入射電力を 100W，基板は a 面サファイアを用い，基板温度は 400℃で成膜した．スパッタリングガスには Ar と O_2 の混合ガスを用いた．ガスの総流量を 9 sccm で調節し，Ar と O_2 の流量比を変化させた．作製した試料を SEM で観察した．Ar : 9 sccm で作製した試料の SEM 像を Fig.2 に示す．

【結果・考察】 SEM で観察した ZnO ナノ粒子の粒径を Fig.3 に示す．O_2 : 0 sccm では粒径 30nm 程のナノ粒子が生成され，酸素流量を O_2 : 0.5 sccm に増やすと粒径は小さくなり，O_2 : 1 sccm を超えるとナノ粒子は生成されなくなった．この結果は，酸素空孔によって生じる欠陥準位幅 [2]のエネルギーに対して照射するレーザーの持つエネルギーが一致することでナノ粒子生成が起きる可能性を示唆した．

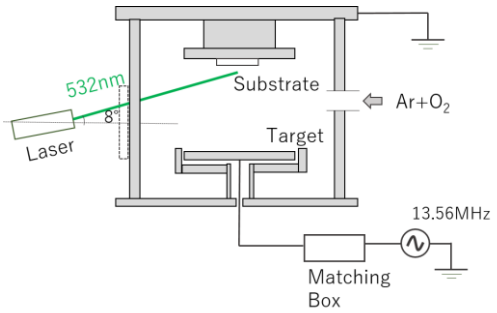

Fig.1：Schematic drawing of set up with laser and RF sputtering

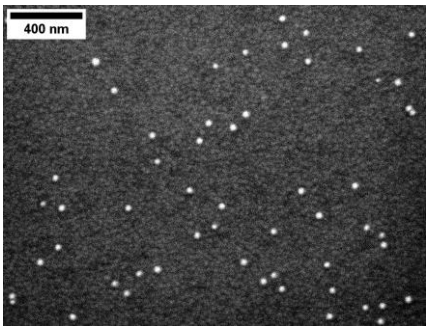

Fig.2：ZnO nanoparticles formed on ZnO thin film

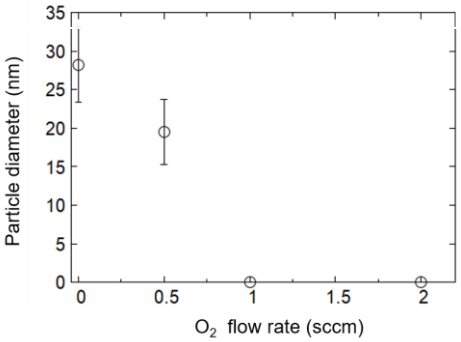

Fig.3：Oxygen flow rate dependence of ZnO nanoparticles diameter

【参考文献】[1] Hiroyuki Usui et al. , J. Phys. Chem. B, **109**, 120 (2005)
[2] Fumiyasu Oba et al. , Phys. Rev. B, **77**, 245202, (2008)

© 2019年 応用物理学会