プラズモニック光集積回路に向けた金属薄膜上への二次非線形配向多結晶 ZnO 薄膜の作製と評価

Fabrication of preferentially oriented polycrystalline ZnO films on metal films and it's second order nonlinear optical properties for plasmonic applications

神戸大工　○藤原裕大、北尾明大、今北健二、藤井稔
Kobe Univ.　○Yudai Fujiwara , Akihiro Kitao , Kenji Imakita , Minoru Fujii
Email:imakita@eedept.kobe-u.ac.jp

近年、従来の光学素子の回折限界を超え、光学素子と電子素子の架け橋となりうる新たなアイデアとして、表面プラズモン共鳴を応用したプラズモニック光集積回路が注目を集めている。プラズモニック光集積回路において、二次非線形光学材料は波長変換素子やスイッチング素子の実現に非常に重要な材料であるが、現在金属薄膜上やシリコン基板等に集積可能な材料は一般的に反転対称性を持っており、二次非線形光学応答を示さない。そこで現在、基板によらず集積可能な二次非線形光学材料の開発が求められている。

我々は二次非線形光学材料として ZnO に着目した。単結晶の ZnO 薄膜は比較的大きい二次非線形光学応答を示すが、アモルファスや無配向多結晶薄膜では示さない。そこで本研究では、配向性の高い多結晶薄膜を作製する方法としてゾルゲル法と水熱合成法を用いた。

まず、銀薄膜上にゾルゲル法、水熱合成法を用いて c 軸配向した ZnO ナノワイヤを成長させた。続いてクエン酸イオンを反応溶液に加え、ナノワイヤ表面のチャージをコントロールした状態で再び水熱合成法を行った。これによりナノワイヤが動径方向に優先的に成長し、配向多結晶薄膜となる。こうして作製した薄膜の構造と光学特性の評価を行った。

図 1 (a)に、作製した ZnO 薄膜の XRD シグナル強度とナノワイヤの成長時間依存性、図 1 (b)に配向度の指標となる組織係数 T_c とナノワイヤの成長時間依存性を示す。これより、ワイヤの成長時間 t_w の増加に伴い薄膜の c 軸、つまり(002)方向の配向性が増加することがわかる。ワイヤを 90 分成長させた薄膜では組織係数がほぼ最大であることから、c 軸にほぼ完全に配向しており、これは銀薄膜上への ZnO 配向多結晶薄膜の作製に成功したことを示唆している。図 2 に、入射波長 800nm、p 偏光入射で測定した SHG スペクトルを示す。無配向膜(t_w = 0min)からは SHG は観測されなかったが、c 軸配向膜(t_w = 90min)からは強い SHG シグナルが観測された。

講演では作製した ZnO 配向多結晶薄膜の各特性の詳細と実際の応用について議論する。

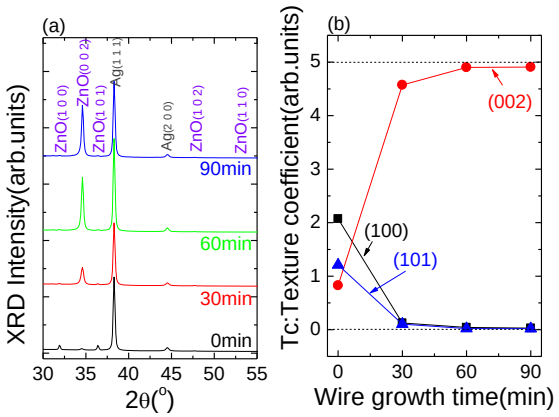

図 1(a) : XRD 測定結果 (b) : 組織係数

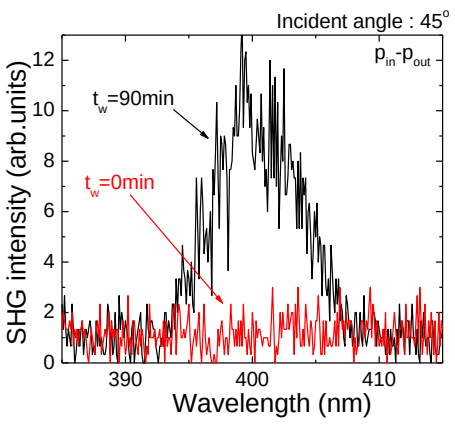

図 2 : SHG スペクトル

© 2016年 応用物理学会