19p-PG3-21

水中レーザ結晶化による poly-GeSn の大粒径成長とデバイス応用

Large grain growth of poly-GeSn by underwater laser annealing for device applications

[1] 名大院工, [2] 学振特別研究員(PD), [3] 九大院シス情, [4] 産総研 GNC
○黒澤昌志 [1,2], 池上浩 [3], 鎌田善己 [4], 田岡紀之 [1], 中塚理 [1], 手塚勉 [4], 財満鎮明 [1]
[1] Nagoya University, [2] JSPS Research Fellow (PD), [3] Kyushu University, [4] AIST/GNC[4]
○M. Kurosawa[1,2], H. Ikenoue[3], Y. Kamata[4], N. Taoka[1], O. Nakatsuka[1], T. Tezuka[4], and S. Zaima[1]
E-mail: kurosawa@alice.xtal.nagoya-u.ac.jp

[はじめに]　$Ge_{1-x}Sn_x$ 2 元混晶は，直接遷移型バンド構造[1]だけでなく高キャリア移動度[2,3,4]も期待できる光/電子デバイス用半導体である．さらに，Ge-Sn 系特有の非常に低い共晶点(231.1℃)を活用すれば，300℃以下での低温結晶化も可能となるため[5]，3 次元集積化やフレキシブルディスプレイへの応用も十分に考えられる．前回我々は，多結晶 Si 薄膜の低温形成技術の代表である大気中/水中レーザーアニール法[6]を GeSn に適用し，水中でのレーザー照射が高品質形成のポイントであることを報告した[7]. 今回，新たにレーザー結晶化に与える Sn 濃度依存性を報告する．

[実験方法及び結果]　試料基板には熱酸化した Si(001)基板を用い，分子線堆積法あるいはスパッタリング法により非晶質 $Ge_{1-x}Sn_x$ 薄膜(膜厚:50-60 nm，Sn 濃度(x): 0-0.1)を堆積した．一部の試料については，膜の凝集を防ぐため，10 nm の SiO_2 で $Ge_{1-x}Sn_x$ 表面を皮膜した．その後，KrF エキシマレーザーアニール(ELA)(波長: 248 nm，ビームサイズ: 350×850 μm^2，照射エネルギー密度: 40-280 mJ/cm^2，温度: 室温，雰囲気: 水中)を施して結晶化した．ELA 後の照射ダメージの可否を光学顕微鏡で評価した結果を Fig. 1 に示す．SiO_2 あり試料では，レーザー耐性の Sn 濃度依存性はほとんど見られなかった．一方，SiO_2 なし試料では，Sn 導入によるレーザー耐性の飛躍的増大が観測された．これは，Sn 導入が水溶性 GeO_2 の形成を抑制している可能性を示しており[8]，溶融成長の課題となっている Ge 凝集抑制の新たな手法としても有望といえる．SiO_2 なし試料(Sn=0, 2, 5%)について膜ダメージの生じない臨界エネルギーで結晶化した $Ge_{1-x}Sn_x$ 膜について，その結晶方位を電子線後方散乱回折(EBSD)法により解析した(Fig. 2)．Sn=5%試料では，結晶粒界に Sn が析出してしまっていることがよく分かる．一方，Sn=2%試料では，Sn 析出ほとんど見られない．優先方位は持たないものの，結晶粒径は 1 μm 程度であった．これは，Sn=0%試料で得られた最大粒径(~20 nm)の約 50 倍の値である．当日の講演では，本プロセスにより得られた多結晶 $Ge_{1-x}Sn_x$ 薄膜の電気的特性について議論する．

[謝辞] 本研究の一部は，FIRST プログラムの助成により実施されました．

[1] P. Moontragoon *et al.*, Semicond. Sci. Technol. **22**, 742 (2007). [2] O. Nakatsuka *et al.*, JJAP **49**, 04DA10 (2010). [3] G. Han *et al.*, Technical Digest of 2011 IEDM, pp. 16.7.1-16.7.3. [4] S. Gupta *et al.*, Technical Digest of 2012 IEDM, pp. 16.2.1-16.2.4. [5] M. Kurosawa *et al.*, APL **103**, 101904 (2013). [6] E. Machida *et al.*, APL **101**, 252106 (2012). [7] 黒澤ら、2013 春応物, 29p-B8-9. [8] M. Kurosawa *et al.*, submitted to APL.

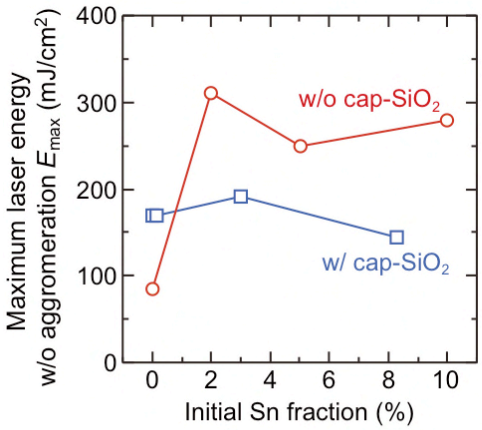

Fig. 1 Maximum laser energy (E_{max}) vs inisital Sn fraction for GeSn samples with and without cap-SiO_2, where E_{max} is the critical energy at which did not cause aggromeration of the layers.

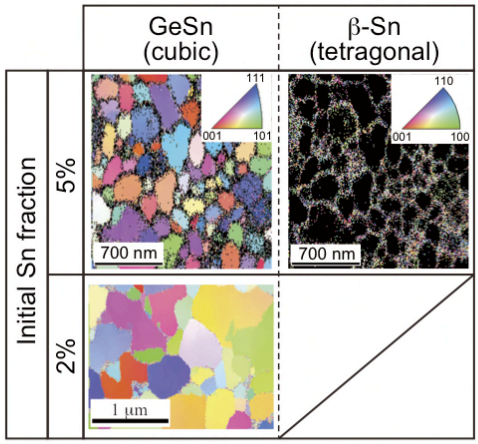

Fig. 2 Typical EBSD images of a GeSn layer with a Sn fraction of 5% and 2% after ELA in water at E_{max} = 252 and 310 mJ/cm^2, respectively. Here, the cap-SiO_2 were not used for these samples.

© 2014 年　応用物理学会