a-SiGe:Au 薄膜における Au 凝集体の制御

Control of Au condensation in amorphous SiGe:Au thin film

住友電工[1]，豊田工大[2] ○足立真寛[1]，徳田一弥[1]，斎藤吉広[1]，木山誠[1]，上松康二[1]，山本喜之[1]，
西野俊佑[2]，Muthusamy Omprakash[2]，竹内恒博[2]
Sumitomo Electric Industries, Ltd.[1], Toyota Technological Institute[2]
E-mail: adachi-masahiro@sei.co.jp

【背景・目的】 熱電材料を用いた発電技術は、排熱から直接電力に変換することが可能であり、持続可能な低炭素社会に向けたエネルギー材料技術として期待されている。しかし、熱電変換効率に直結する熱電性能指数 *ZT* の目標値が自動車廃熱発電で 4 以上に対し、実際の材料では 50 年近く 2 以下しか得られておらず、目標の実現は非常に困難であると見られている。この大きなギャップを、ナノ構造の精密制御で打破すべく、これまで我々は、熱処理でナノ結晶を作製可能なアモルファス SiGe:Au 薄膜材料に着目し、SiGe ナノ結晶の粒径、粒間隔の制御を行ってきた[1-2]。今回、熱処理の過程において、SiGe ナノ結晶の形成を促進する添加材の Au が凝集することが見出された。その Au 凝集体を解析し、制御する手法について検討した結果を報告する。

【実験手法】 分子線エピタキシー装置にて、室温のサファイア基板上に、Si/Ge:Au を 1 周期とし、総膜厚 220nm になるように積層させた。Si/Ge 厚みを 1/1.8nm に固定し、Ge 層に挿入する Au 厚みを 0.10、0.17、0.35nm（3、6、9at%相当）に設定した。これを不活性ガス雰囲気中において、300-500℃で 15min 間熱処理を行った。試料の評価には、断面 TEM および X 線小角散乱を用いた。

【実験結果】 図 1 に、断面 HAADF-STEM 像を示す。As grown の試料においては、Au 組成に依らず、層構造を維持していることが分かる。この試料を 300-500℃で熱処理を行うと、上記層構造は崩れ、HAADF-STEM 像において数 nm～数十 nm の粒子(図上白色)が観測された。STEM 像における強度と EDX 測定から、これらの粒子は、Au を主成分とすることが判明した。また、熱処理温度が高い程、Au 組成が高い程、凝集した粒子の粒径および間隔は、粗大となった。この結果から、Au 組成および熱処理温度で Au の凝集を制御できると結論される。当日は、X 線小角散乱で定量的に評価した結果についても報告する。

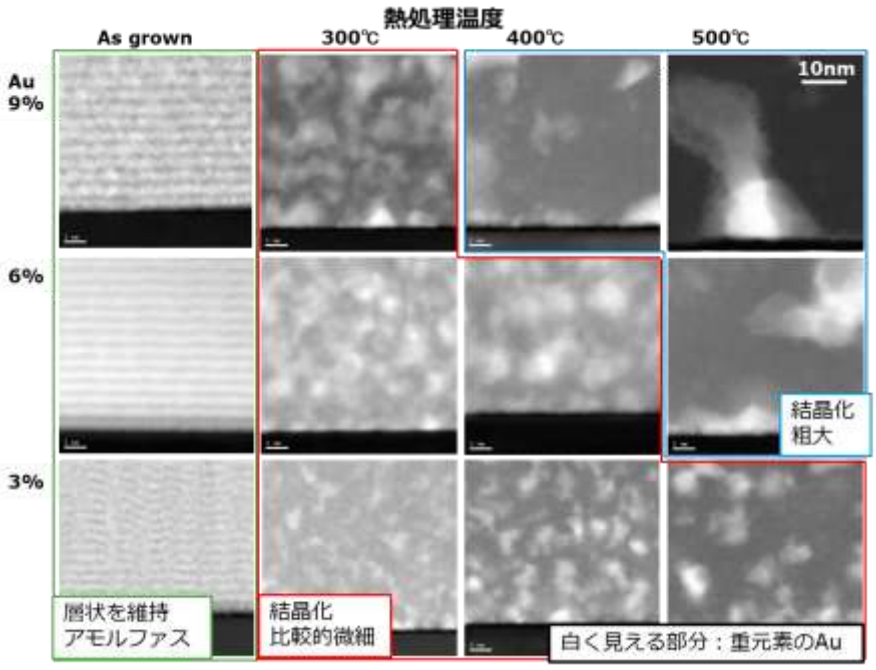

Fig.1: Cross-sectional HAADF-STEM images.

【謝辞】この成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務の結果得られたものです。

【参考文献】[1] 足立、 2016 年第 77 回応用物理学会秋季学術講演会(2016 年 9 月 14 日) 14p-P22-2
[2] 足立、 2017 年第 64 回応用物理学会春期学術講演会(2017 年 3 月 16 日) 16A-P6-8

© 2017年 応用物理学会