

Si-Ge-Au 系ナノ構造薄膜の熱伝導率測定

Thermal conductivity measurement of nanostructured Si-Ge-Au thin film

豊田工大, °西野俊佑, Muthusamy Omprakash, 竹内恒博

Toyota Tech. Inst., °Shunsuke Nishino, Muthusamy Omprakash, and Tsunehiro Takeuchi

E-mail: s_nishino@toyota-ti.ac.jp

Si-Ge は、800°C 以上の高温において高い熱電変換性能を示す代表的な高温用熱電材料として知られている。1999 年以降、Si-Ge-Au ナノ構造薄膜において 1 mVK^{-1} を優に超える非常に高いゼーベック係数が報告されている[1]。報告された薄膜は、主相として存在するアモルファス相の中に微細なナノ結晶が分散した構造であり、非常に低い熱伝導率を示すことが期待される。我々のグループでは、Si-Ge-Au ナノ構造薄膜における巨大ゼーベック係数の起源の解明および低熱伝導率の実証を目指し、MBE 法で作製した Si-Ge-Au ナノ構造薄膜の熱電物性を調査している[2]。

本講演では、低熱伝導率の実証を目的として、時間領域サーモリフレクタンス (Time Domain Thermoreflectance; TDTR) 法を用いて Si-Ge-Au 系ナノ構造薄膜の熱伝導率測定を行い、組成や粒径などが熱伝導率に及ぼす影響について検討を行った結果を報告する。

MBE 装置を用いて Si, Ge, Au をサファイア基板上に室温で蒸着し、赤外線加熱炉を用いて 300~500°C で 15 分間熱処理を行うことでナノ構造薄膜試料を得た。試料表面に反射膜として厚さ 100 nm の Mo 膜を成膜し、PicoTR (Picotherm corp.) を用いて表面加熱・表面测温 (Front heating / Front detection; FF) 方式で TDTR 測定を行い、膜厚方向の熱伝導率を調べた。なお、熱伝導率の導出の際、Mo および SiGe の比熱容量と密度は同じ組成のバルクと同等だと仮定した。

$\text{Si}_{(1-x)}\text{Ge}_x\text{Au}_y$ ナノ構造薄膜の熱伝導率測定結果を図 1 に示す。試料内のナノ構造から予想された通りに極めて低い熱伝導率を観測した。また、結晶粒径 ϕ が 6 nm よりも大きくなると急激に熱伝導率が上昇する一方、粒径が 6 nm 以下の場合には、理論計算から予測されるアモルファス SiGe の最低熱伝導率と同程度の値を示すことを明らかにした。

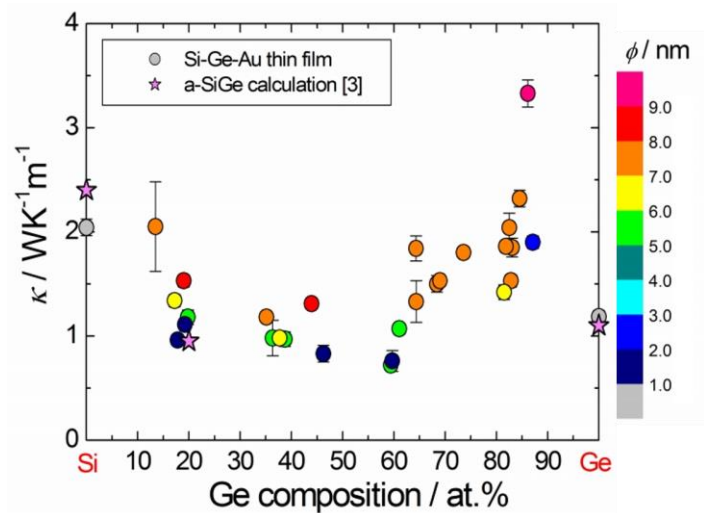


Figure 1. Thermal conductivity of Si-Ge-Au thin film

[1] Y. Okamoto *et.al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **38**, L945 (1999).

[2] 西野 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会(15p-E206-6).

[3] P. Norouzzadeh *et.al.*, J. Appl. Phys. **117**, 214303 (2015).

謝辞：この成果は、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。本研究を遂行するにあたり、住友電気工業株式会社の足立真寛様、木山誠様、山本喜之様にご助言、ご尽力をいただきましたことを御礼申し上げます。