絶縁膜上に形成したp型poly-GeSn薄膜の熱電特性評価

Thermoelectric Properties of p-Type Poly-GeSn Films Grown on Insulators

○ 黒澤 昌志 [1,2,3,4]，劉 坤 [2]，井澤 桃香 [5]，角田 功 [5]，財満 鎭明 [1,2]
(1. 名大未来研，2. 名大院工，3. 名大高等研究院，4. JST さきがけ，5. 熊本高専)
○Masashi Kurosawa[1,2,3,4], Kun Liu[2], Momoka Izawa[5], Isao Tsunoda[5], and Shigeaki Zaima[1,2]
(1.IMaSS, Nagoya Univ., 2.Grad. Sch. of Eng., Nagoya Univ., 3.IAR, Nagoya Univ.,
4.PRESTO, JST, 5.NIT, Kumamoto College)
E-mail: kurosawa@alice.xtal.nagoya-u.ac.jp

[はじめに] 安心・安全で豊かな社会実現に向け，IoT（Internet of Things）やセンサーネットワークの活用が期待されている [1]．将来的に一兆個規模のセンサ配置が予想されているため，センサ端末の省エネ化に加え，創エネ（エネルギーハーベスト）も求められる．未利用廃熱量が多い低温度域 (<200 ℃) の熱電変換材料として，我々は GeSn に着目している．Ge 母体中に配置した重い Sn 原子がフォノン散乱体になり得るからである [2,3]．上記背景のもと，本講演では理解の進んでいない多結晶（poly-）GeSn 薄膜の熱電特性を明らかにし，熱電変換素子への応用の可能性について議論する．

[実験方法及び結果] 本実験では，SiN/Si(001) 基板上に非晶質 $Ge_{1-x}Sn_x$ 薄膜（膜厚: 120 nm，Sn 添加量 (x): 0 or 0.02）を分子線堆積した試料を用いた．p 型ドーパントとして Al または B（ドーズ量: 10^{15} cm^{-2}）をイオン注入後，結晶化のために熱処理（T_a: 500〜900 ℃，1 min）を窒素雰囲気中で行った．Hall 効果測定によりキャリアタイプを評価したところ，全て p 型伝導を示した．キャリア（正孔）濃度の熱処理温度依存性を Fig. 1 に示す．Al ドープ試料では，$500 \leq T_a \leq 600$ ℃ の範囲ではキャリア濃度が増加傾向にあるが，$T_a = 700$ ℃ では正孔濃度が減少する．一方，B ドープ試料では，図に示す T_a の範囲では正孔濃度が単調増加する．この相違は，ドーパントの偏析現象（Ge 中の偏析係数: 0.073 (Al)，17 (B)）[4] の違いに起因すると考えられる．当日の講演では，ゼーベック係数の測定結果も合わせて報告し，poly-GeSn 薄膜の熱電特性について議論を行う．

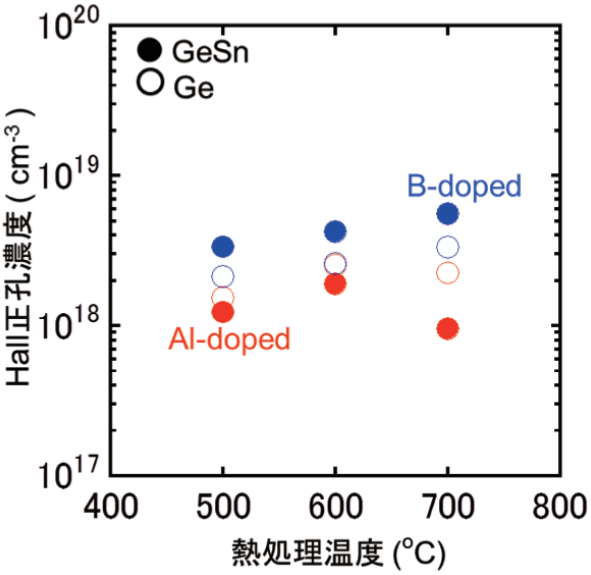

Fig. 1: Carrier concentration versus annealing temperature for Al- and B-doped poly-$Ge_{1-x}Sn_x$ layers (x: 0 or 0.02). The annealing time was chosen as 1 min.

[謝辞] イオン注入にご協力頂いた日新イオン機器株式会社の鉄田博氏，中島良樹氏に感謝いたします．本研究の一部は，JSPS 科研費・基盤研究 (S) (No. 26220605) および JST さきがけの研究助成により実施されました．

参考文献 [1] 株式会社日本政策投資銀行 関西支店,「センサ×ビッグデータ」ビジネスの可能性 —スマートフォンのビジネスモデルから学ぶ、センサの将来—, 2014 年 5 月．（http://www.dbj.jp/pdf/investigate/area/kansai/pdf_all/kansai1405_01.pdf）[2] N. Uchida *et al.*, Appl. Phys. Lett. **107**, 232105 (2015). [3] M. Kurosawa *et al.*, 9th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-9), Montreal, Canada, 4.4.1, May 21, 2015. [4] F. A. Trumbore, Bell Syst. Tech. J. **39**, 205 (1960).

© 2016年 応用物理学会