

一般セッション(ポスター講演) | 13 半導体：13.2 探索的材料物性・基礎物性

■ 2023年9月22日(金) 16:00 ~ 18:00 | 会場 P06 (熊本城ホール)

■ [22p-P06-1~3] 13.2 探索的材料物性・基礎物性

[22p-P06-1] FeS_2 天然結晶を用いた低しきい値SBDのI-V特性および結晶の抵抗率温度依存性

○安藤 陸¹、神尾 岳¹、藤岡 洋²、前田 就彦¹ (1.東京工科大工、2.東大生研)

[22p-P06-2] ゲルマニウムのpiezo抵抗効果

○松田 和典¹、山本 雅史²、三河 通男²、岡野 寛²、高倉 賢一郎³、森 伸也¹、國本 崇⁴ (1.阪大院工、2.香川高専、3.熊本高専、4.徳文大理工)

[22p-P06-3] 窒化銅薄膜への熱処理がヨウ素エタノール溶液浸漬でのヨウ化銅薄膜の形成に及ぼす影響

○苔縄 隼人¹、金子 哲也¹、磯村 雅夫¹ (1.東海大院工)

FeS₂天然結晶を用いた低しきい値 SBD の I-V 特性 および結晶の抵抗率温度依存性

I-V Characteristics of Low Threshold SBDs Using FeS₂ Natural Crystals And Temperature Dependence of Crystal Resistivity

東京工科大学¹, 東京大学生産技術研究所²

○(M1)安藤 陸¹, (M2)神尾 岳¹, 藤岡 洋², 前田 就彦¹

Tokyo University of Technology¹, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo²

○Riku Ando¹, Gaku Kamio¹, Hiroshi Fujioka², Narihiko Maeda¹

E-mail: g5123003ad@edu.teu.ac.jp

FeS₂(黄鉄鉱)は塩化ナトリウム型構造の共有結合結晶である。我々は、FeS₂の天然結晶を用いたショットキーバリアダイオード(SBD)の作製を行い、I-V 特性の解析を行った。解析の結果、作製した SBD のショットキーバリアハイトは 0.60 eV と非常に低いことが明らかとなり[1]、エネルギーハーベスティング技術等への応用に期待できる結果となった。しかし、FeS₂の天然結晶の電気伝導特性に関する報告は非常に少なく、電気伝導特性の温度依存性については殆ど報じられていない。本研究では、FeS₂天然結晶について抵抗率の温度依存性について調査を行ったので報告する。

FeS₂天然結晶を用いて作製した FeS₂ SBD の I-V 特性を Fig.1 に示す。ここで、ショットキー電極は Sn であり、オーミック電極は Sn60 %、Pb40 %の合金である。順方向特性において低しきい値なショットキー特性が得られていることがわかる。次に、大きさ一辺約 10 mm の正方形、厚さ 0.73 mm の FeS₂天然結晶に対して、Van der Pauw 法により 78-473 K の温度範囲で抵抗率測定を行った。結果を Fig.2 に示す。基本的に温度上昇と共に抵抗率が直線的に減少しており、典型的な半導体の特性を示している。一方で 290 K 以上の温度特性において、特性の傾きが変化している。この結果は使用した天然結晶が微細な単結晶粒の集合体であることによるものであると考えられる。単結晶粒の大きさや、単結晶固有の特性評価については今後の課題である。

[1] Riku Ando, et, al., Trans JIEP, Vol. 16, E22-004-1

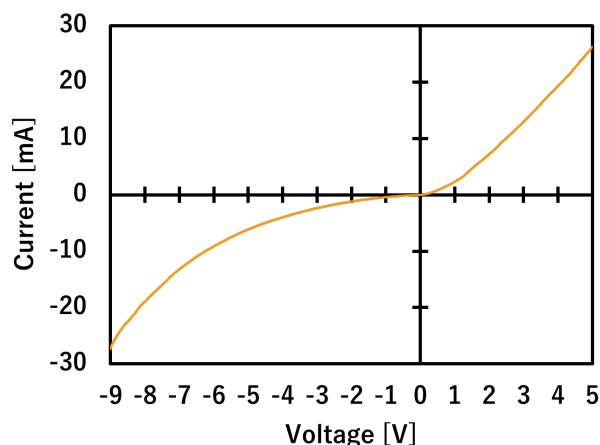


Fig.1 FeS₂天然結晶を用いた SBD の I-V 特性

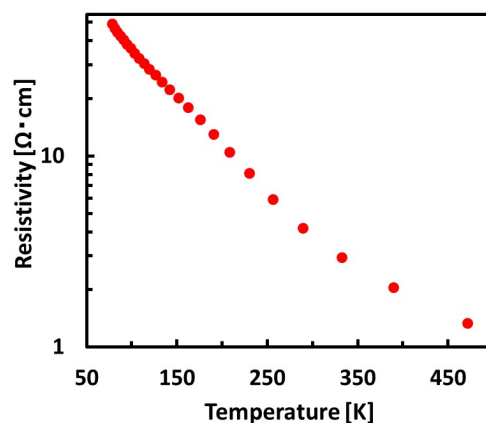


Fig.2 FeS₂天然結晶のシート抵抗の温度依存性

ゲルマニウムのピエゾ抵抗効果 Piezoresistance Effects of Ge

阪大院工¹, 香川高専², 熊本高専³, 徳文大理工⁴ ○松田和典¹, 山本雅史², 三河通男², 岡野 寛², 高倉健一郎³, 森 伸也¹, 國本 崇⁴

Osaka Univ.¹, NIT Kagawa College², NIT Kumamoto College³, Tokushima Bunri Univ.⁴, Tokyo Inst. Tech.⁵ ○Kazunori Matsuda¹, Masashi Yamamoto², Michio Mikawa², Ken'ichiro Takakura³, Nobuya Mori¹, Takashi Kunimoto⁴

E-mail: matsuda@si.eei.eng.osaka-u.ac.jp

p 型 Ge の $\langle 100 \rangle$ 方向の異常なピエゾ抵抗係数を調べていく過程で [1], ノンドープ Ge の抵抗値, ホール係数, ピエゾ抵抗係数の温度特性が水素処理によって劇的に変わることを見出した. これらの現象を欠陥準位との関係について報告する.

試料は CZ 法で作製したノンドープ Ge (55.9-58.8Ω·cm, d300μm) に Al 電極 (電極間隔 2.4mm) を一軸性応力の方向に対して平行に作製した. ピエゾ抵抗は, 4 点曲げ装置によって, $\langle 110 \rangle$ 方向に引張および圧縮歪それぞれ 500ppm まで負荷し, 抵抗変化率からゲージ因子を求めた [2]. 水素処理は金属触媒により発生させた水素ラジカルの雰囲気 (温度 850 °C, 620 °C, 10~60 分) でアニールを行った水素処理前は室温におけるゲージ因子の符号は負 (n 型の特性), -20 °C では正 (p 型の特性) であったが (図 1(a)), 水素処理 (850 °C) 後はゲージ因子の符号は温度に依らず正 (p 型の特性) に劇的に変化した. また, 抵抗の温度特性は水素処理前後で大きく変化し, 両者ともに -15 °C を境に別の傾向が見られる. 室温でのホール効果測定では, いずれの水素処理前後で n 型から p 型へと変化した.

この結果は最近の J.R.Weber 等による Ge の空孔の形成エネルギーに関する第一原理計算で, 図 1(b) のように空孔の荷電状態や空孔準位が少しのフェルミ準位の移動だけで変わる現象と考えられる [3]. 即ち, Ge では Si に比べて空孔が出来やすく, ノンドープ Ge の電気抵抗の温度特性はフェルミ準位がギャップの中央付近にあることおよび空孔準位とフェルミ準位が温度変化によって変わる結果である [4, 6, 5]. 異常なピエゾ抵抗係数との関係について議論する.

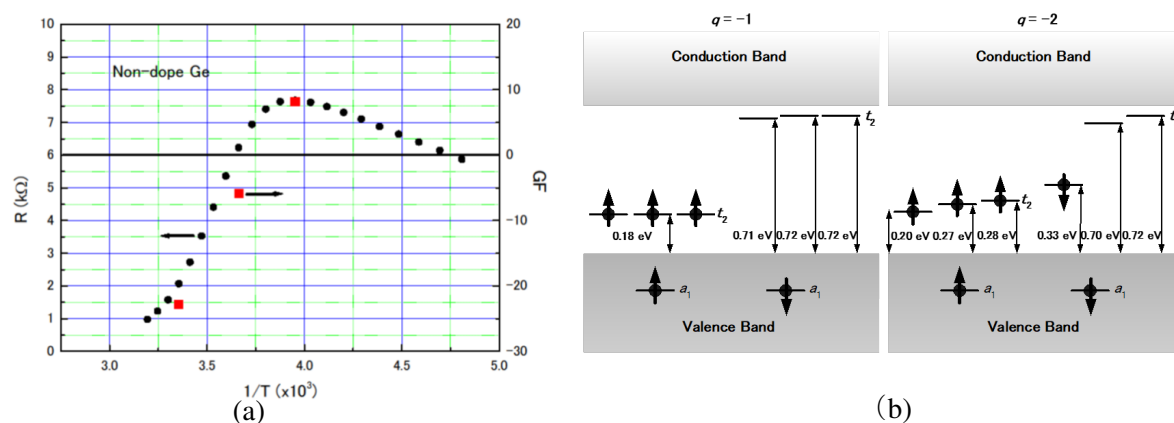


図 1: (a) ノンドープ Ge の電気抵抗とピエゾ抵抗係数 (ゲージ因子:GF) の温度変化. (b) 空孔の荷電状態と空孔準位: 左は低温, 右は室温.

- [1] K. Matsuda, *et. al.*, IOP Conference Series: Journal of Physics 864, 012045, (2017).
- [2] 松田, 生田, 中谷, 長岡, 筒井, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 11p-Z01-11, (2020 年).
- [3] J. R. Weber, A. Janotti, and C. G. Van de Wall, *Phys. Rev. B* 87, 035203, (2013).
- [4] K. Matsuda *et. al.*, *Appl. Phys. Exp.* 16(4), 041003, (2023).
- [5] A.Toriumi *et. al.*, *Jpn J. Appl. Phys.* 57, 010101, (2018).
- [6] K. Ito *et. al.*, *Mem. Fac. Sci, Shimane Univ.* 23, 73 (1989).

窒化銅薄膜への熱処理がヨウ素エタノール溶液浸漬でのヨウ化銅薄膜の形成に及ぼす影響

Effects of heat treatment for copper nitride thin films on the formation of copper iodide thin films by immersion in iodine ethanol solution

東海大院工 ○(M2) 荻縄 隼人, 磯村 雅夫, 金子 哲也

Tokai Univ., °Hayato Kokenawa, Masao Isomura, Tetsuya Kaneko

E-mail: 2ceim021@mail.u-tokai.ac.jp

【背景】ヨウ化銅(CuI)は、p 型の透明半導体としての特性を持ち、作成が容易かつその過程で毒性の強い物質を使用せずに安全に作成できる利点がある。我々は、ヨウ化銅作成の面内均一性を向上させる手法として、ヨウ素エタノール溶液を用いたヨウ素化を行ってきた。この手法においては、出発材料となる窒化銅(Cu₃N)薄膜の状態がCuIの形成に与える影響は未解明の点が多い。今回、Cu₃N薄膜を成膜後にプレアニール処理を施した後、ヨウ素エタノール溶液でヨウ素化をすることで、アニール処理がCuI薄膜の形成や特性に与える影響について調査した。

【実験方法】無アルカリガラス基板上に、RFマグネトロンスパッタリング法で電力40 W、圧力1 Pa、Ar:N₂ガス比1:1、ターゲット-基板間距離15 cm、成膜時間45 minの条件でCu₃N薄膜を成膜した。そのCu₃N薄膜を、大気中または真空中で120℃から400℃の間でそれぞれアニール処理を行った。そのCu₃N薄膜に対し、0.01 mol/L濃度のヨウ素エタノール溶液を用い、CuIへの反応処理を行った。その後、アニール処理温度が異なるCu₃N薄膜とそれらから形成したCuI薄膜について、光学特性ならびに電気的特性の評価を行った。

【実験結果と考察】Figure 1 に、大気アニールの温度に対するCu₃N薄膜の透過率を示す。結果よりアニール処理の温度が高いほど透過率が上昇することが分かった。特に、240℃を境に短波長域で透過波形が顕著に変化した。これは、240℃以上のアニールでCu₃N薄膜が結晶化したことが一因と見られる。次にFig. 2に、大気アニールの温度ごとのCuI薄膜への反応処理後の透過率を示す。CuI薄膜では、240℃未満のアニール温度においては長波長域で透過率の上昇がみられるものの、スペクトル形状の変化はそれほど大きくなかった。しかし、アニール温度240℃では約410 nmに位置するCuIの吸収端における透過率の急激な上昇がないため、ヨウ素化の反応が生じていないと考えられる。また240℃より高温でアニールしたCu₃N薄膜に関してもヨウ素化の反応が生じなかった。本発表では、反応が阻害された原因の調査と真空アニール処理での特性評価の結果を合わせて報告する。

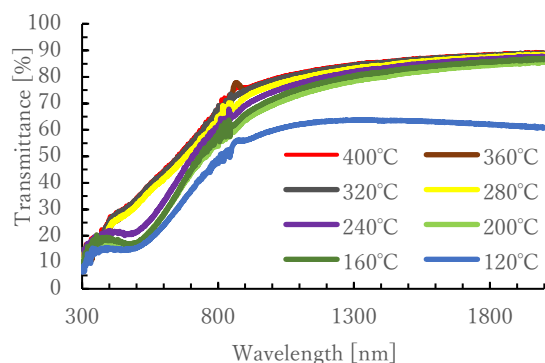


Fig. 1. Transmittance spectra of Cu₃N thin films with various annealing temperatures.

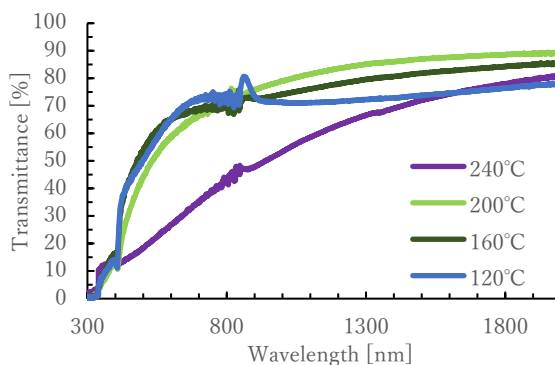


Fig. 2. Transmittance spectra of CuI thin films prepared from Cu₃N thin films after annealing at various temperatures.