



報道機関 各位

東北大学多元物質科学研究所

硫化スズ単結晶の大型化に成功！ ～環境に優しい太陽電池の実用化への突破口～

【発表のポイント】

- 次世代太陽電池開発の突破口となる n 型硫化スズ単結晶の大型化に成功
- n 型伝導をもたらすハロゲン成分が結晶の大型化にも寄与することを発見
- pn ホモ接合^{注1}による硫化スズ太陽電池の変換効率の大幅アップに期待

【概要】

希少金属や有毒元素を一切含まない硫化スズは環境に優しい次世代太陽電池材料として有望です。東北大学多元物質科学研究所の川西咲子助教、鈴木一誓助教らのグループは、高効率な太陽電池の実現への突破口となる硫化スズ結晶の大型化に成功しました。

硫化スズ太陽電池を高効率化するためには、p 型と n 型の硫化スズを組み合わせた pn ホモ接合を作る事がポイントです。しかし、容易に作製可能な p 型に対し、n 型硫化スズの作製は困難なため、pn ホモ接合の試作には至っていません。

研究グループは、この問題を解決するため、硫化スズ単結晶を育成する「フラックス法^{注2}」に用いる原料組成を大幅に改良しました。その結果、幅 24mm にまで n 型の硫化スズ単結晶を大型化することに成功しました。

本研究成果は、2020 年 8 月 21 日（金）公開の Crystal Growth & Design 誌に掲載されました。

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学多元物質科学研究所

助教 川西咲子

電話：022-217-5155

E-mail：s-kawa@tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学多元物質科学研究所 広報情報室

電話：022-217-5198

E-mail：press.tagen@grp.tohoku.ac.jp

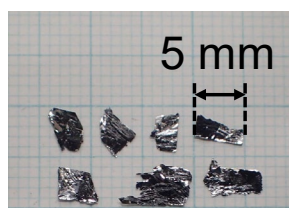
【研究の背景】

昨今応用の進む CdTe 太陽電池や CIGS 系太陽電池^{注3}は高効率な発電が可能であるものの、希少金属や有毒元素を含みます。これに対し、硫化スズ(II)は希少金属や有毒元素を一切含まず、地球上に豊富に存在する無毒な元素のみで構成されるため、環境に優しい次世代太陽電池の候補材料として期待を集めています。高効率に発電するためには、伝導特性の異なる p 型と n 型の硫化スズを組み合わせた pn ホモ接合を作り、発電効率を下げる要因となる欠陥を減らす事がポイントです。しかし、p 型の硫化スズは簡単に作製できるのに対し、n 型の硫化スズは容易に作製できないため、pn ホモ接合の太陽電池の試作には至っていません。過去 20 年に亘り、p 型の硫化スズを n 型の異種材料と組み合わせた pn ヘテロ接合による太陽電池の試作と改良が繰り返されていますが、その発電効率は頭打ち状態で、応用の目処はたっていません。硫化スズ太陽電池の実用化に向けた突破口は、pn ホモ接合を容易に試作可能な、幅 10mm を超える大型の n 型の硫化スズ結晶を作ることです。

【研究の内容】

研究グループは、n 型硫化スズ結晶の大型化の実現のため、単結晶を育成する「フラックス法」に用いるフラックス組成を見直しました。組成を大幅に改良した新しいフラックスで育成した結果、硫化スズに n 型伝導をもたらすためにフラックスに添加した塩素や臭素のハロゲン成分が、結晶の大型化にも大きく寄与することを発見しました(図 1)。この大型化技術を用いることで、最大で幅 24mm にまで n 型の硫化スズ単結晶のサイズを大型化することに成功しました。得られた硫化スズの構造や電気特性を詳細に調べたところ、高い結晶性、高い電子の伝導性、適切なフェルミ準位をもつ、非常に良質な n 型単結晶であることがわかりました。

ハロゲン無添加の
硫化スズ結晶



ハロゲンを添加し大型化に成功した硫化スズ結晶
(左: 塩素添加、右: 臭素添加)

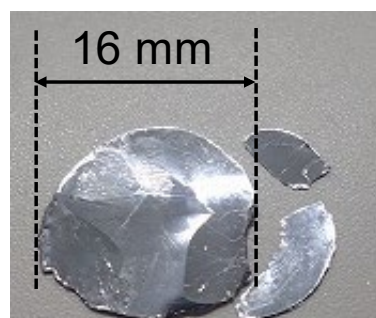


図 1 育成した硫化スズ単結晶。フラックスにハロゲンを加えない場合（左）と比べ、ハロゲンの添加により大幅な結晶サイズの増加に成功（中：塩素添加、右：臭素添加）。

【今後の展望】

n 型の硫化スズ単結晶上に p 型の硫化スズを成膜することで、pn ホモ接合の太陽電池を試作することができます。研究グループによる n 型単結晶の大型化の成功により、pn 接合の試作時のハンドリングが大幅に容易になることに加え、様々な p 型層の成膜条件で pn ホモ接合を同時に複数個試作することもできます。pn ホモ接合により、pn ヘテロ接合では頭打ちであった状況を一蹴し、硫化スズ太陽電池の開発速度は劇的に上昇すると期待されます。実用化に向けた突破口が開けたことにより、環境に優しく高効率な硫化スズ太陽電池の実現に大きな期待がもてます。

※本研究は 2019 年多元研プロジェクト、「人・環境と物質をつなぐイノベーション創出ダイナミック・アライアンス」、NIMS 連携拠点推進制度の支援を受けたものです。

【論文情報】

タイトル：Growth of large single crystals of n-type SnS from halogen-added Sn flux

(ハロゲン添加スズフラックスを用いた大型n型硫化スズ単結晶の育成)

著者：Sakiko Kawanishi, Issei Suzuki, Takeo Ohsawa, Naoki Ohashi, Hiroyuki Shibata, and Takahisa Omata

掲載誌：Crystal Growth & Design (結晶成長の専門誌)

DOI：10.1021/acs.cgd.0c00617

【研究チーム】

東北大学多元物質科学研究所

川西咲子 助教、鈴木一誓 助教、
柴田浩幸 教授、小俣孝久 教授

物質・材料研究機構

大澤健男、大橋直樹

(NIMS連携拠点推進制度採択課題)

【用語説明】

注1. pnホモ接合： 同一の半導体材料のp型層とn型層との接合。この接合領域に太陽光等の大きなエネルギーの光が照射されると、光電効果により発電する。異種の半導体材料のpn接合のことを、pnヘテロ接合と言う。

注2. フラックス法： 結晶を育成する手法の一つで、物質を融解しやすくするフラックス(融材)から結晶を成長させる方法。融点よりも低い温度の高温溶液から結晶を育成するため簡便な装置で結晶を得ることができ、フラックスの組成に応じて成長する結晶の性質も変化する。

注3. CdTe太陽電池、CIGS系太陽電池： CdTe太陽電池は、カドミウム(Cd)、テルル(Te)他による化合物を、CIGS系太陽電池は銅(Cu)、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、セレン(Se)他による化合物を、それぞれ光吸収層とした太陽電池。原料に、毒性の高いカドミウムや、希少金属であるテルル、インジウム、セレンを含んでいる。