

令和 4 年 5 月 31 日現在

機関番号：12608

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2021

課題番号：20K21075

研究課題名（和文）ナノ周期構造転移を利用した熱伝導率変調材料の開拓

研究課題名（英文）Exploration of thermal conductivity switching material with periodic nano-structure transition

研究代表者

片瀬 貴義（Katase, Takayoshi）

東京工業大学・科学技術創成研究院・准教授

研究者番号：90648388

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000 円

研究成果の概要（和文）：層状化合物のナノ周期構造転移を利用した巨大熱伝導率変調材料を開発した。高温相を室温凍結させる非平衡合成により2次元(2D)構造SnSeと3次元(3D)構造PbSeの固溶体(Pb_{1-x}Sn_x)Seを合成し、x=0.5において2D構造と3D構造の直接相境界を形成した。温度変化によって2D構造から3D構造へ可逆的に転移させ、熱伝導率を3倍変化させることに成功した。半導体(2D構造)から金属(3D構造)へ変化することで電気伝導度が6桁増加し、電子の熱伝導率への寄与が大きくなる一方で、2D構造では層構造が格子振動による熱伝導を阻害するため、結果として熱伝導率の変化が大きくなるというメカニズムも解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

温度変化による層状化合物のナノ周期構造転移を利用して、熱伝導率が大きく変化する材料(Pb_{0.5}Sn_{0.5})Seを開発した。実用化に向けては、相転移温度を向上させること、熱伝導率の昇温曲線と降温曲線のヒステリシスを小さくすることなど、解決すべき課題はあるが、さまざまな材料系や結晶構造系の固溶体に展開することでさらなる性能向上が期待できる。今回の研究で得られた、結晶構造を人為的に制御して熱伝導率を変化させるという全く新しいアプローチは今後、結晶構造や化学結合が異なるさまざまな無機結晶系においても、高度な熱制御が可能な材料開発につながると期待される。

研究成果の概要（英文）：Large thermal conductivity () modulation was demonstrated by the reversible 3-dimensional (3D) to 2D crystal structure transition in a nonequilibrium solid solution of (Pb_{1-x}Sn_x)Se, where Pb²⁺ stabilizes a 3D cubic structure while Sn²⁺ does a 2D layered structure. The phase boundary of these phases was induced in (Pb_{0.5}Sn_{0.5})Se bulk polycrystals by thermally quenching the high-temperature solid solution phase. Through the 3D-2D phase transition, the 1/2.9-times decrease of lattice was achieved by strong phonon scattering in the 2D layered structure, and the electronic was also decreased by 5 orders of magnitude due to the electronic phase transition from a 3D high conductivity state to a 2D semiconducting state. The total modulation ratio = 3.6 was attained at 373 K. The present strategy will lead to a novel concept for designing thermal management materials through crystal-structure dimensionality switch using nonequilibrium phase boundaries.

研究分野：材料科学

キーワード：熱伝導率 構造転移 第一原理計算

1. 研究開始当初の背景

近年、深刻化するエネルギー問題を解決する手段の1つとして熱を高度に制御し、廃熱を削減・有効活用することが求められている。物質内を流れる熱量は熱伝導率(κ)に比例するため、外場により κ を変化させられれば、熱流を制御することができる。例えば、温度上昇と共に κ が大きく増加する材料があれば、低温で熱を蓄えて高温で熱を急速に放散し、自動車触媒やEV車のバッテリー等の温度を適切な温度範囲に保つ、断熱・放熱制御デバイスが実現できる。しかし、強相関電子系酸化物の絶縁体-金属転移や、強誘電体の構造相転移を利用する従来方法では、 κ の変化率が小さい問題があった。

物質の κ を大きく低減させる最も効果的な方法は、物質内部に粒界や異相界面などのナノ構造を導入することである。物質のナノ構造をフォノンの平均自由行程程度まで微小化すると、界面におけるフォノン散乱が支配的になり、物質本来の κ を大きく低減することが可能になる。このようなナノ構造を能動的に制御することが出来れば、 κ を大幅に変調することができると期待されるが、外場で制御するのは難しい。

そこで本研究では、ナノ構造の能動的制御を実現するために、孤立電子対により自然に層状(2D)構造を形成するSnSe(セレン化スズ)に着目した。Snが持つ孤立電子対は、周囲のSeと結合せず、電子反発によって局所的に構造を歪ませ、各SnSe分子層がファンデアワールス結合により積層した層構造を形成する。これにより形成されるnmサイズのナノ構造がフォノンを強く散乱する界面として働き、層構造に垂直な方向で、ガラス並みに低い κ を示すことが知られている。ナノ周期構造が熱の流れを遮断するとイメージすることができる(図1左)。一方、孤立電子対は僅かな構造変化によって共有結合を形成しやすい。Snよりイオン半径の大きいPbを含むPbSe(セレン化鉛)は、PbとSeのイオンが3次元(3D)的に整列した高対称な結晶構造を持ち、SnSeよりも10倍近く高い κ を示す(図1右)。

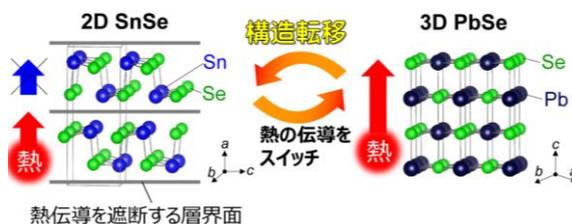


図1: 2次元層状SnSeと3次元岩塩PbSeの結晶構造の違いと熱伝導の概念図。

2D構造SnSeと3D構造PbSeを固溶体化($(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{Se}$)させ、相境界組成において2D構造と3D構造を可逆的に相転移(ナノ周期構造転移)させることができれば、温度変化による巨大な κ 変調を実現できると期待される。両者の結晶構造を比較すると、2D構造の各分子層が拡散変位(面内方向に0.36周期分だけスライド)することにより、大きな構造変化を伴わず、可逆的に3D構造へ転移し得ると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、2D構造SnSeと3D構造PbSeの固溶体 $(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{Se}$ を合成し、2D構造のナノ周期構造転移を利用して、低温から高温に向けて κ が増大する κ 変調材料の開発に挑戦した。固溶体組成 x を調整したバルク多結晶を作製し、組成・温度に対する結晶構造の変化、および、熱電子輸送特性の変化を系統的に評価した。また構造転移による κ 変調の機構を明らかにするために、第一原理計算による電子構造・フォノン輸送解析を行った。

3. 研究の方法

SnSeとPbSeのように異なる構造を持つ固溶体は一般的に固溶限が小さく、相境界を共有せず、混合相領域が存在するため、直接相転移は起こらない問題があった(図2(a))。この問題に対して、温度800°Cの高温下であれば $(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{Se}$ が広い組成で固溶することに着目し、高温固相反応と急冷処理による非平衡合成法により、 $(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{Se}$ 固溶体バルク試料($x=0\sim 1.0$)を合成した。具体的には、PbSeとSnSe出発原料を目的組成に合わせて混合し、ペレット状に成型した。その後、Ar雰囲気下でシリカガラス中に封管して、加熱処理(800°C, 2h)して急冷し、高温相の $(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{Se}$ 固溶体相を安定化させた。熱処理後に得たバルク試料の結晶構造

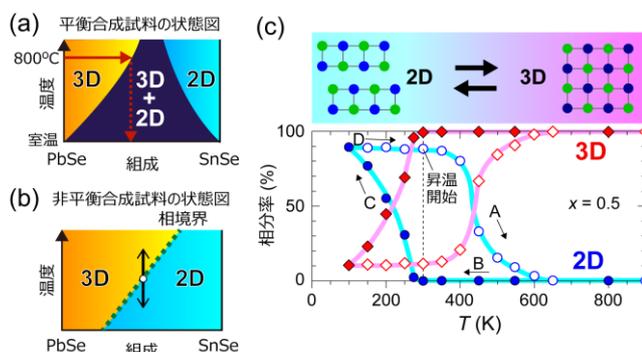


図2: (a) PbSe-SnSeの平衡相状態図。(b) 高温固相反応+急冷処理によって作製した $(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{Se}$ の相状態図。(c) 温度に対する、 $(\text{Pb}_{0.5}\text{Sn}_{0.5})\text{Se}$ 固溶体の2D構造相(青)と3D構造相(赤)の相分率の変化。

と熱電子物性の評価を行った。

4. 研究成果

4-1. (Pb_{1-x}Sn_x)Se バルク試料の合成と 2D-3D 構造転移

(Pb_{1-x}Sn_x)Se バルク試料の室温の X 線回折測定から、 $x \geq 0.6$ では層状構造に由来する回折ピークのみが見られ、 $x \leq 0.4$ では岩塩型構造に帰属される回折ピークのみが見られた。 $x = 0.5$ では岩塩型相と層状構造相の混合体であった。このことから、非平衡合成法によって広い組成範囲で (Pb_{1-x}Sn_x)Se 固溶体を合成でき、 $x = 0.5$ の組成において 2D 構造相と 3D 構造相が直接接する相境界を形成させることに成功した (図 2(b))。

次に、相境界組成の Pb_{0.5}Sn_{0.5}Se 固溶体について X 線回折の温度変化を測定し、2D 構造相と 3D 構造相の相分率の温度変化を調べた (図 2(c))。室温では 2D 構造相の分率が 87%であったのが、377°C (650 K) 以上の高温では 3D 構造相の分率が 100%になり、2D 構造相から 3D 構造相へ完全に転移した (図 2(c)の矢印 A)。一方、高温から低温に降温すると、再び 3D 構造相から 2D 構造相へ戻っていき、-173°C (100 K) の低温では、2D 構造相の分率が 90%に到達した (図 2(c)の矢印 B・C)。その後、室温まで昇温すると元の相分率になり (図 2(c)の矢印 D)、温度変化によって 2D 構造から 3D 構造へ可逆的に転移することが確認できた。

4-2. 2D-3D 構造転移による熱伝導率変調

続いて、(Pb_{0.5}Sn_{0.5})Se 固溶体について、2D-3D 構造転移に伴う κ の変化について測定した (図 3)。まず、作製直後の試料を 100°C (373 K) から 350°C (623 K) に昇温すると、2D 構造から 3D 構造へ変化し、 κ が 0.29 W/mK から 0.96 W/mK まで 3.3 倍に増加した。一方、高温から 100°C (373 K) 以下の低温に冷却すると 3D 構造から 2D 構造へ変化し、 κ が 1.1 W/mK から 0.49 W/mK まで急激に減少した。その後昇温させると、元の κ の値に戻ることが確認された。以上のことから、2D 構造と 3D 構造の可逆変化によって、 κ の大きな変調が実現された。

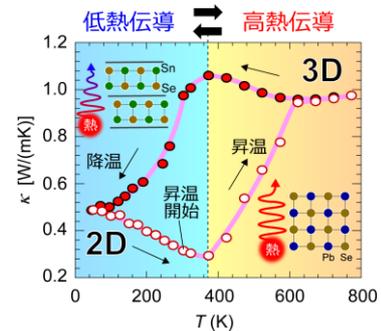


図 3 : (Pb_{0.5}Sn_{0.5})Se 固溶体における熱伝導率 κ の温度変化

4-3. 2D-3D 構造転移による熱伝導率変化のメカニズム

物質の κ は、電子による熱伝導率 (κ_{elec}) と格子振動 (フォノン) による熱伝導率 (κ_{lat}) の寄与の和から成る ($\kappa = \kappa_{\text{elec}} + \kappa_{\text{lat}}$)。そこで、2D-3D 構造転移に伴う κ 変化の起源を解明するために、 κ_{elec} と κ_{lat} の温度変化を調べた。図 4 左に電子熱伝導率 (κ_{elec}) の温度変化を示す。昇温による 2D 構造から 3D 構造への変化により κ_{elec} は大きく増加し、逆に降温による 3D 構造から 2D 構造への変化により κ_{elec} は大きく減少した。2D 構造は電気伝導度 (σ) が小さい半導体であるが、3D 構造は σ が高い金属であるため、半導体から金属の電子構造へ変化することで κ_{elec} が 6 桁も変化することが分かった。

図 4 右に格子熱伝導率 (κ_{lat}) の温度変化を示す。100°C (373 K) から 350°C (623 K) に昇温すると、2D 構造から 3D 構造への変化により κ_{lat} が 0.29 W/mK から 0.77 W/mK まで増加した。一方、高温から 100°C (373 K) 以下の低温に冷却すると、3D 構造から 2D 構造への変化により κ_{lat} が 0.82 W/mK から 0.52 W/mK まで減少した。昇温時の 2D 構造相と降温時の 3D 構造相について 100°C における κ_{lat} を比べると、2D 構造相の κ_{lat} が 1/3 になっている。これは、2D 構造の層構造が強くフォノンを散乱するため、3D 構造から 2D 構造へ変化する際に κ_{lat} が大きく減少したと説明できる。以上のことから、2D-3D 構造転移によって、 κ_{elec} と κ_{lat} を同時に大きく変化させることができ、大きな κ 変化が実現されたことが分かった。

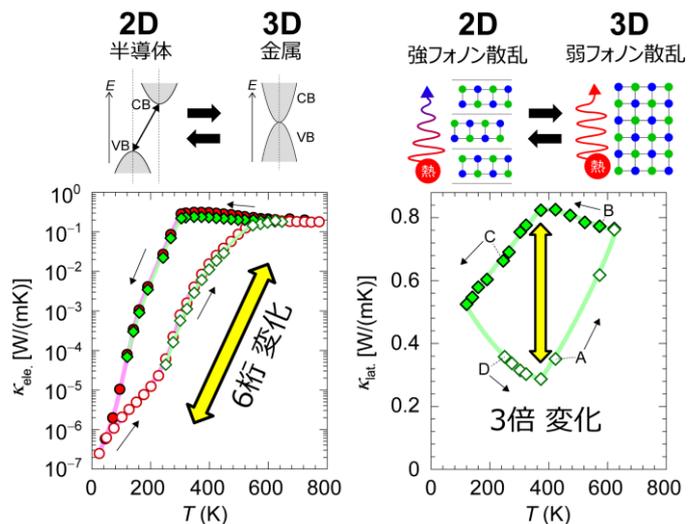


図 4 : (Pb_{0.5}Sn_{0.5})Se 固溶体における、電子熱伝導率 κ_{elec} (左) と格子熱伝導率 κ_{lat} (右) の温度変化

まとめ

本研究では、温度変化による層状化合物のナノ周期構造転移を利用して、熱伝導率が大きく変化する材料 (Pb_{0.5}Sn_{0.5})Se を開発した。実用化に向けては、相転移温度を向上させること、熱伝導率の昇温曲線と降温曲線のヒステリシスを小さくすることなど、解決すべき課題はあるが、さまざまな材料系や結晶構造系の固溶体に展開することでさらなる性能向上が期待できる。今回の

研究で得られた、結晶構造を人為的に制御して熱伝導率を変化させるという全く新しいアプローチは今後、結晶構造や化学結合が異なるさまざまな無機結晶系においても、高度な熱制御が可能な材料開発につながると期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Akihiro Shiraishi, Shigeru Kimura, Xinyi He, Naoto Watanabe, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Makoto Minohara, Kosuke Matsuzaki, Hidenori Hiramatsu, Hiroshi Kumigashira, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya	4. 巻 61
2. 論文標題 Design, Synthesis, and Optoelectronic Properties of the High-Purity Phase in Layered AETMN ₂ (AE = Sr, Ba; TM = Ti, Zr, Hf) Semiconductors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorg. Chem.	6. 最初と最後の頁 6650-6659
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.2c00604	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Xinyi He, Jinshuai Chen, Takayoshi Katase, Makoto Minohara, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hiroshi Kumigashira, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya	4. 巻 14
2. 論文標題 High-Mobility Metastable Rock-Salt Type (Sn,Ca)Se Thin Film Stabilized by Direct Epitaxial Growth on a YSZ (111) Single-Crystal Substrate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Appl. Mater. Interfaces	6. 最初と最後の頁 18682-18689
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.2c01464	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Y. Nishimura, Xinyi He, Takayoshi Katase, Terumasa Tadano, Keisuke Ide, Suguru Kitani, Kota Hanzawa, Shigenori Ueda, Hidenori Hiramatsu, Hitoshi Kawaji, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya	4. 巻 0
2. 論文標題 Electronic and Lattice Thermal Conductivity Switching by 3D-2D Crystal Structure Transition in Nonequilibrium (Pb _{1-x} Sn _x)Se	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Adv. Electron. Mater.	6. 最初と最後の頁 2200024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/aelm.202200024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Xinyi He, Haoyun Zhang, Takumi Nose, Takayoshi Katase, Terumasa Tadano, Keisuke Ide, Shigenori Ueda, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya	4. 巻 0
2. 論文標題 Degenerated Hole Doping and Ultra-Low Lattice Thermal Conductivity in Polycrystalline SnSe by Nonequilibrium Isovalent Te Substitution	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Adv. Sci.	6. 最初と最後の頁 2105958
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/advs.202105958	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Masatoshi Kimura, Xinyi He, Takayoshi Katase, Terumasa Tadano, Jan M. Tomczak, Makoto Minohara, Ryotaro Aso, Hideto Yoshida, Keisuke Ide, Shigenori Ueda, Hidenori Hiramatsu, Hiroshi Kumigashira, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya	4. 巻 21
2. 論文標題 Large phonon drag thermopower boosted by massive electrons and phonon leaking in LaAlO ₃ /LaNiO ₃ /LaAlO ₃ heterostructure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nano Lett.	6. 最初と最後の頁 9240-9246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.nanolett.1c03143	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Takayoshi Katase, Xinyi He, Terumasa Tadano, Jan M. Tomczak, Takaki Onozato, Keisuke Ide, Bin Feng, Tetsuya Tohei, Hidenori Hiramatsu, Hiromichi Ohta, Yuichi Ikuhara, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya	4. 巻 8
2. 論文標題 Breaking of thermopower - conductivity trade-off in LaTiO ₃ film around Mott insulator to metal transition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Adv. Sci.	6. 最初と最後の頁 202102097
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/advs.202102097	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Xinyi He, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya	4. 巻 60
2. 論文標題 Ion substitution effect on defect formation in two-dimensional transition metal nitrides semiconductor, AETiN ₂ (AE = Ca, Sr, Ba)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorg. Chem.	6. 最初と最後の頁 10227-10234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.1c00526	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takayoshi Katase, Yudai Takahashi, Xinyi He, Terumasa Tadano, Keisuke Ide, Hideto Yoshida, Shiro Kawachi, Junichi Yamaura, Masato Sasase, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya	4. 巻 7
2. 論文標題 Reversible 3D-2D structural phase transition and giant electronic modulation in non-equilibrium alloy semiconductor, lead-tin-selenide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science Adv.	6. 最初と最後の頁 eabf2725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abf2725	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Chihiro Yamamoto, Xinyi He, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Yosuke Goto, Yoshikazu Mizuguchi, Akane Samizo, Makoto Minohara, Shigenori Ueda, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya	4. 巻 31
2. 論文標題 Double charge polarity switching in Sb-doped SnSe with switchable substitution sites	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Adv. Funct. Mater.	6. 最初と最後の頁 2008092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adfm.202008092	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計35件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 26件)

1. 発表者名 片瀬貴義
2. 発表標題 非平衡カルコゲナイド固溶系半導体の2次元 3次元構造転移と巨大電子物性変調
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第34回秋季シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takayoshi Katase, Xinyi He, Terumasa Tadano, Keisuke Ide, Hideto Yoshida, Shiro Kawachi, Junichi Yamaura, Masato Sasase, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題 3D-2D structural phase transition and giant electronic conductivity modulation in non-equilibrium hetero-structural alloy, (Pb _{1-x} Sn _x)Se
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigeru Kimura, Akihiro Shiraishi, Xinyi He, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題 Two-dimensional layered semiconductors AETMN ₂ (AE = Sr, Ba; TM = Ti, Zr, Hf); high-purity bulk synthesis and electronic property characterization
3. 学会等名 2021 Materials Research Society Fall Meeting & Exhibit (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	Masatoshi Kimura, Xinyi He, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題	Large phonon drag thermopower enhancement by epitaxial strain and phonon leaking in LaAlO ₃ / LaNiO ₃ / LaAlO ₃ heterostructure
3. 学会等名	2021 Materials Research Society Fall Meeting & Exhibit (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Xinyi He, Chihiro Yamamoto, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya
2. 発表標題	Double charge polarity conversion by Sb doping in layered SnSe with switchable substitution sites
3. 学会等名	2021 Materials Research Society Fall Meeting & Exhibit (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Keisuke Ide, Yukari Kasai, Akihiro Kato, Takayoshi Katase, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題	Effect of hydrogen doping on transport property of ultrawide bandgap amorphous oxide semiconductor, amorphous Ga-O
3. 学会等名	The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Kaiwen Li, Kota Hanzawa, Keisuke Ide, Kosuke Matsuzaki, Takayoshi Katase, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Zhang Qun, Toshio Kamiya
2. 発表標題	Room-temperature fabrication of ionic liquid gated Zn ₃ N ₂ electric double layer transistors with non-degenerate channel electron density
3. 学会等名	2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2021) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名 Kaiwen Li, Kota Hanzawa, Keisuke Ide, Kosuke Matsuzaki, Takayoshi Katase, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Qun Zhang, Toshio Kamiya
2. 発表標題 Fabrication of Zn ₃ N ₂ electric double layer transistor by ionic liquid gating
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masatoshi Kimura, Yuhi Higuchi, Xinyi He, Takayoshi Katase, Terumasa Tadano, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題 Strain-induced large power-factor enhancement by breaking thermoelectric trade-off relation in lanthanum nickel oxide
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takumi Nose, Xinyi He, Haoyun Zhang, Takayoshi Katase, Terumasa Tadano, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題 Degenerate hole conduction and ultra-low lattice thermal conductivity of SnSe by nonequilibrium isovalent Te substitution
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xinyi He, Tatsuya Cho, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題 Electronic structures and electro-optical properties of layered oxychalcogenide semiconductor, AE ₂ CuInO ₃ Ch (AE: Alkaline earth, Ch: Chalcogen)
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keiji Tsubaki, Tenki Ishida, Yasuo Takahashi, Takayoshi Katase, Toshio Kamiya, Atsushi Tsurumaki-Fukuchi, Masashi Arita
2. 発表標題 Current-driven metal-insulator transition observed in epitaxial thin films of the Mott Semiconductor Ca ₂ RuO ₄
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Atsushi Tsurumaki-Fukuchi, Takayoshi Katase, Hiromichi Ohta, Masashi Arita, Yasuo Takahashi
2. 発表標題 Probe Microscopy analysis of neuromorphic resistive memory functions of amorphous oxide semiconductors
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tasuke Kadono, Keisuke Ide, Takayoshi Katase, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya
2. 発表標題 Fabrication and characterization of resistive random-access memory device using amorphous 12CaO7Al ₂ O ₃
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaiwen Li, Kota Hanzawa, Keisuke Ide, Kosuke Matsuzaki, Takayoshi Katase, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Zhang Qun, Toshio Kamiya
2. 発表標題 Transport properties of Zn ₃ N ₂ investigated by ionic liquid gated electric-double-layer transistors
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xinyi He, Haoyun Zhang, Takumi Nose, Takayoshi Katase, Terumasa Tadano, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題 Enhanced thermoelectric figure-of-merit ZT in layered SnSe doped with isovalent Te and its origin clarified by density functional theory
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masatoshi Kimura, Xinyi He, Takayoshi Katase, Terumasa Tadano, Jan M. Tomczak, Makoto Minohara, Ryotaro Aso, Hideto Yoshida, Keisuke Ide, Shigenori Ueda, Hidenori Hiramatsu, Hiroshi Kumigashira, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題 Appearance and large enhancement of phonon drag thermopower by epitaxial strain and phonon leaking from LaAlO ₃ in LaNiO ₃
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigeru Kimura, Akihiro Shiraishi, Xinyi He, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, Toshio Kamiya
2. 発表標題 High-purity bulk synthesis and electronic properties of a two-dimensional layered semiconductor, alkaline earth transition metal nitrides
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Atsushi Turumaki-Fukuchi, Takayoshi Katase, Hiromichi Ohta, Masashi Arita, and Yasuo Takahashi
2. 発表標題 Probe Microscopy Analysis of Defect-Driven Analog Memory Functions of TaO _x for Neuromorphic Computing
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keiji Tsubaki, Atsushi Turumaki-Fukuchi, Yasuo Takahashi, Takayoshi Katase, Toshio Kamiya, and Masashi Arita
2. 発表標題 Two-Step Current-Induced Transition in Ca ₂ RuO ₄ Thin Films Observed in the Time-Resolved Resistive Switching Characteristics
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keiji Tsubaki, Atsushi Turumaki-Fukuchi, Yasuo Takahashi, Takayoshi Katase, Toshio Kamiya, and Masashi Arita
2. 発表標題 Fast and Reliable Resistance Switching in Ca ₂ RuO ₄ Thin Films Driven by the Current-Induced Phase Transitions
3. 学会等名 2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mari Hiramatsu, Xinyi He, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya
2. 発表標題 High electron conductivity and extremely low thermal conductivity of layered SnS semiconductor by geometrical Pb doping
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shigeru Kimura, Akihiro Shiraishi, Xinyi He, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya
2. 発表標題 Electronic structures and electronic properties of 2-dimensional layered semiconductors, AETMN ₂ (AE = Sr, Ba; TM = Ti, Zr, Hf)
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masatoshi Kimura, Xinyi He, Takayoshi Katase, Terumasa Tadano, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya
2. 発表標題 Phonon-drag driven giant anisotropic thermopower in epitaxially strained LaNiO ₃ (110) ultra-thin films
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryusei Higuchi, Takayoshi Katase, Kota Hanzawa, Shintaro Yasui, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya
2. 発表標題 Thermoelectric properties of non-equilibrium SnSe thin films stabilized by epitaxial strain
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xinyi He, Haoyun Zhang, Takumi Nose, Takayoshi Katase, Keisuke Ide, Hidenori Hiramatsu, Hideo Hosono, and Toshio Kamiya
2. 発表標題 Origin of high-density hole doping by isovalent Te substitution in SnSe
3. 学会等名 The Twelfth International Conference on the Science and Technology for Advanced Ceramics (STAC12) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ホ シンイ, チェン ジンシュアイ, 片瀬 貴義, 井手 啓介, 平松 秀典, 細野 秀雄, 神谷 利夫
2. 発表標題 300cm ² /Vs以上の粒内正孔移動度を示す非平衡岩塩型(Sn,Ca)Seエピタキシャル薄膜
3. 学会等名 薄膜材料デバイス研究会 第18回研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 片瀬貴義
2. 発表標題 不活性電子対制御によるカルコゲナイド半導体の巨大電子物性変調
3. 学会等名 日本磁気学会 第68回化合物新磁性材料専門研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takayoshi Katase
2. 発表標題 Electronic property modulation of transition metal oxides by electrochemical and strain engineering
3. 学会等名 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 片瀬貴義、樋口雄飛、木村公俊、只野央将、藤岡淳、井手啓介、平松秀典、細野秀雄、神谷利夫
2. 発表標題 トレードオフの相関を破る酸化物熱電材料の高出力化
3. 学会等名 第17回 日本熱電学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋 雄大, 片瀬 貴義、ホ シンイ, 只野 央将, 井手 啓介, 吉田 秀人, 河智 史朗, 山浦 淳一, 笹瀬 雅人、平松 秀典, 細野 秀雄, 神谷 利夫
2. 発表標題 準安定(Pb _{1-x} Sn _x)Se薄膜の2次元-3次元構造転移と巨大電子物性変調
3. 学会等名 2021年第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村公俊、片瀬貴義、井手啓介、平松秀典、細野秀雄、神谷利夫
2. 発表標題 LaNiO ₃ 超薄膜の表面終端処理によるフォノンドラッグ熱電能の増強効果
3. 学会等名 薄膜材料デバイス研究会 第17回研究会「薄膜デバイスの原点」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村公俊、樋口雄飛、片瀬貴義、井手啓介、平松秀典、細野秀雄、神谷利夫
2. 発表標題 LaNiO ₃ 極薄膜の金属-絶縁体転移に伴う巨大フォノンドラッグ熱電効果の発現
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第40回電子材料研究討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長達也、ホーシンイ、森大介、片瀬貴義、井手啓介、平松秀典、細野秀雄、神谷利夫
2. 発表標題 層状半導体AE ₂ CuInO ₃ Ch (AE : アルカリ土類、Ch : カルコゲン)の光電子物性と両極性伝導制御の可能性
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第40回電子材料研究討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村優作、ホーシンイ、片瀬貴義、井手啓介、平松秀典、細野秀雄、神谷利夫
2. 発表標題 準安定(Pb _{1-x} Sn _x)Se固溶体バルク試料の合成と2次元-3次元構造転移に伴う巨大電子物性変調
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第40回電子材料研究討論会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 熱伝導率可変材料、およびそのような材料を含む膜	発明者 片瀬貴義、西村優作、神谷利夫、中村伸宏	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-109946	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

researchmap
<https://researchmap.jp/katase/>

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
中国	華中科技大学	蘇州大学	
オーストリア	ウィーン工科大学		