

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月12日現在

機関番号：13901

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2017～2018

課題番号：17H06736

研究課題名(和文)原子層遷移金属ダイカルコゲナイドを用いた高機能・高性能光デバイスの創出

研究課題名(英文)High-performance and functional optoelectronic devices of atomically thin transition metal dichalcogenides

研究代表者

蒲江(PU, JIANG)

名古屋大学・工学研究科・助教

研究者番号：00805765

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、原子層遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)と電解質によるユニークな素子構造を組み合わせることで、高機能かつ高性能な原子層発光デバイスの作製を目的とした。これに対し、まず、様々な(可視・近赤外)発光領域を有するTMDC及びそれらのヘテロ構造を用いた発光デバイスを作製し、その基礎的な発光特性を評価した。次に、TMDCを可塑性基板上に転写する技術を構築し、柔軟性に優れた発光デバイスの作製に成功した。最後に、共振器導入による発光効率の向上や、TMDCの特殊な電子構造に由来した円偏光発光デバイスの作製にも取り組み、TMDCによる光デバイスの更なる機能化と応用可能性を見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

原子層遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)は低次元系特有の光物性と多彩な発光色、優れた可塑性を有しており、Internet of Thingsを体現する次世代光デバイスを担う材料であると期待されている。しかしながら、従来のTMDCを用いた発光デバイス作製技術は汎用性に乏しく、高機能化や高性能化の研究は皆無であった。これに対し、本研究では独自の素子技術を開発することで様々なTMDC発光デバイスを容易に作製でき、高柔軟性や共振器導入可能なデバイスを実現した。ここで構築した素子技術及び材料物性はTMDCの光デバイス応用へのベンチマークを築くものであり、その学術的・産業的インパクトは極めて大きい。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this proposal was to realize high-performance and functional light-emitting devices of atomically thin transition metal dichalcogenides (TMDCs) with electrolyte-based device structures. To achieve this goal, first, we fabricated light-emitting devices with various TMDCs and their heterostructures. We evaluated fundamental optical properties with wide-range (VIS-NIR) light emission spectra in these devices. Second, we established solution-based transferred methods and build the devices on the plastic substrates, resulting in highly flexible TMDC light-emitting devices. Finally, we also tried to embed the cavity structure inside light-emitting devices to enhance their efficiency. Furthermore, we found out a unique origin to realize circularly polarized light-emitting devices in TMDCs, which will open new pathways for exploring new functional optoelectronic devices based on atomically thin TMDCs.

研究分野：応用物理学

キーワード：遷移金属ダイカルコゲナイド 電解質 発光デバイス 受光デバイス 原子層物質 フレキシブルエレクトロニクス

Internet of Things & IoT

IoT

IoT

TMDC

IoT

TMDC

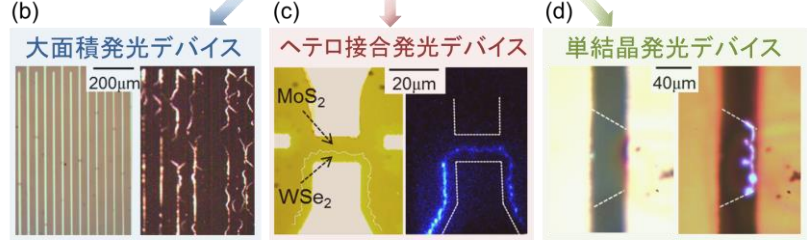
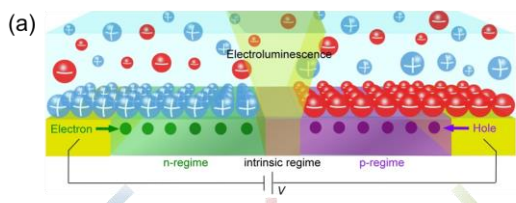
TMDC

TMDC

TMDC & MoS₂, MoSe₂, WS₂, WSe₂, ReSe₂

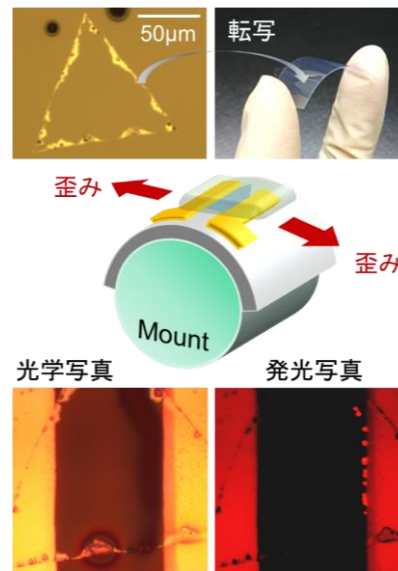
Advanced Materials 1

InS \ InSe



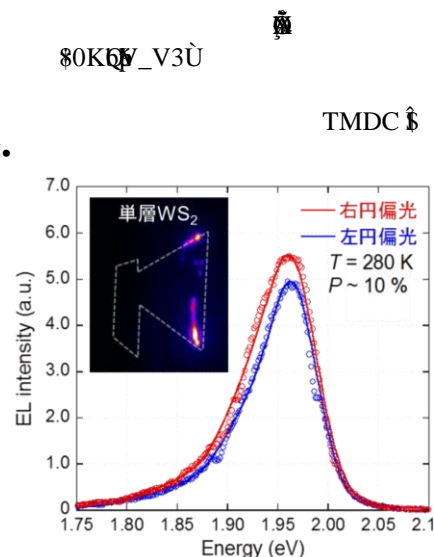
(a) Large area device (b) Heterojunction device (c) Single crystal device (d) Single crystal device

29× 36 μm TMDC 80
 V3E... TMDC 80_v... TN
 TMDC 80_v... TN 38
 M... 2 V...
 V... TMDC M3HMst2sK^
 G...
 4...
 7...
 0Kst 3K@ g...
 2 W> QY 1%è
 Vb,GMs3KZ8§...
 TMDC 80_B
 c Japanese Journal of Applied Physics
 V...
 Advances1... [1,5]vb Science
 TMDC 80
 (KS)



□ 2 M TMDC □

& 3> p... ä VStè
 TMDC 80... TN...
 x(x4085)
 TMDC 80... MG...
 TMDC 80... MG...
 [5]q 92A...
 m2Z
 TMDC b1f7A4b
 TMDC)...
 Ms3K
 S^ M...
 GbS%abc...
 [2]
 Advanced Materials1_V31E



□ 3 M

3 z... ¼
 806 6 6

1. Y. Kawasaki, K. Seki, S. Tajima, [Jiang Pu](#), T. Takenobu, S. Yunoki, H. M. Yamamoto, R. Kato, Two-dimensional ground-state mapping of a Mott-Hubbard system in a flexible field-effect device, *Science Advances*, 5, eaav7282 (2019) 1w
2. [Jiang Pu](#), Taishi Takenobu, Monolayer Transition Metal Dichalcogenides as Light Sources, *Advanced Materials*, 30, 1707627 (2018) 1w
3. H.-C. Chang, C.-L. Tu, K.-I. Lin, [Jiang Pu](#), T. Takenobu, C.-N. Hsiao, C.-H. Chen, Synthesis of large-area InSe monolayers by chemical vapor deposition, *Small*, 14, 1802351 (2018) 1w
4. M.-Y. Li, [Jiang Pu](#), J.-K. Huang, Y. Miyauchi, K. Matsuda, T. Takenobu, L.-J. Li, Self-Aligned and Scalable Growth of Monolayer WSe₂-MoS₂ Lateral Heterojunctions, *Advanced Functional Materials*, 28, 1706860 (2018) 1w
5. H. Matsuoka, K. Kanahashi, N. Tanaka, Y. Shoji, L.-J. Li, [Jiang Pu](#), H. Ito, H. Ohta, T. Fukushima, T. Takenobu, Chemical hole doping into large-area transition metal dichalcogenide monolayers using boron-based oxidant, *Japanese Journal of Applied Physics*, 57, 02CB15 (2018) 1w
6. [Jiang Pu](#), T. Fujimoto, Y. Ohasi, S. Kimura, C.-H. Chen, L.-J. Li, T. Sakanoue, T. Takenobu, A Versatile and Simple Approach to Generate Light Emission in Semiconductors Mediated by Electric Double Layers, *Advanced Materials*, 29, 1606918 (2017) 1w

1. Jiang Pu *et al.*, Exciton polarizability and renormalization effects for optical modulation in monolayer semiconductors, " 56 G (2019)
2. -f ä Ú 70ZA#SN (2019)
3. Jiang Pu *et al.*, Direct Electroluminescence Imaging of Transition Metal Dichalcogenides, SSDM2018 (2018)
4. Jiang Pu *et al.*, Electric Double Layer Transistors of CVD-grown monolayer InS and InSe, " 55 G (2018)
5. Jiang Pu *et al.*, Room Temperature Valley Polarized Light-Emitting Diodes of Monolayer Transition Metal Dichalcogenides, RPGR2018 (2018)
6. Jiang Pu *et al.*, Electronic and Thermoelectric Devices of CVD-grown Two-Dimensional Transition Metal Dichalcogenides, Workshop on Thermal and Charge Transport across Flexible Nano-Interfaces (2018)
7. Jiang Pu *et al.*, Monolayer WSe₂-MoS₂ Lateral Heterojunction Light-Emitting Diodes, " 54 G (2018)
8. -f ä Ú 70ZA#SN (2017)
9. -f ä Ú 8' MoS₂ W E 7 1 2 s 5 " -)/)3? & 2017
10. Jiang Pu *et al.*, Direct Electroluminescence Imaging of Transition Metal Dichalcogenides, " 53 G (2017)

W&C 0 6
 2□
 8□□ 0 6
 □
 □
 □
 □
 □
 □
 □

□□ 0 6
 i □
 □
 □
 □
 □
 □
 □
 □
 □
 □

□
 □ : □

http://www.nagoya-u.ac.jp/about-nu/public-relations/researchinfo/upload_images/20190513_engg002.pdf

4 2))°

(1)2(*

2(*

8

168

48

8

2□ 88□

(2)2% *

2% 8

8