

情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム
2020年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

松久 直司

東京大学 生産技術研究所
准教授

伸縮性導体・半導体による超柔軟ダイオード

研究成果の概要

2022年度は、伸縮性フォトダイオードの実現に重要な、伸縮性導電性高分子材料の開発に取り組んだ。開発した材料は 300 S/cm 以上の導電性と 150%以上の高い伸長性、80%以上の高い透過性を示す上に、レーザーアブレーション法によって 10 μm もの高解像度にパターンニングすることもできる。本材料を実現する上で重要だったのは、導電性高分子 PEDOT:PSS の導電性に寄与する PEDOT の結晶性を向上させて導電性を上げながらも、PSS の可塑剤として働いて伸長性を向上させることのできる塩材料の開発と、基材と導電性材料の機械特性をマッチングさせることで導電性材料の伸長性を飛躍的に向上できることを発見したことであった。さらに開発した伸縮性透明導電性高分子を用いて、ロボットや皮膚などの自由表面に貼り付けられる伸縮性のタッチセンサや、高 S/N 比で脈波をマッピングできる歪センサアレイ、皮膚の皺にまで密着する伸縮性エレクトロクロミックディスプレイ、伸縮性トランジスタ、伸縮性フォトダイオードなど、様々なデバイスを実現することに成功した。さらに、伸縮性半導体デバイスを用いた次世代ウェアラブルデバイスの最新の開発動向や、これからのフレキシブルエレクトロニクスの開発ロードマップに関するレビュー論文を執筆した。3月には世界中のフレキシブル・ストレッチャブルエレクトロニクス分野の研究者を集めて Flexible and Stretchable Electronics: From Tokyo to the World というシンポジウムを開催し、40名もの研究者が参加して大きく盛り上がった。国内でも松久が代表を務めるフレキシブル・ストレッチャブルエレクトロニクス若手研究者の会でシンポジウムを開催し、同分野の若手研究者の教育に貢献した。

また、2021年度に開発した伸縮性高周波ダイオードの成果は世界中でも大きな注目を浴び、松久の多くの表彰につながった。中でも特筆すべきは、マサチューセッツ工科大学(MIT)が持つ広報機関の MIT Technology Review が 35歳以下の優秀な研究者を表彰する Innovators Under 35 に松久が選出されたことである。

【代表的な原著論文情報】

- 1) T. Shimura, S. Sato, T. Tominaga, S. Abe, K. Yamashita, M. Ashizawa, T. Kato, H. Ishikuro, N. Matsuhisa* "A High-Resolution, Transparent, and Stretchable Polymer Conductor for Wearable Sensor Arrays" *Advanced Materials Technologies*, 2201992 (2023).
- 2) Y. Luo, M. R. Abidian, J.-H. Ahn, D. Akinwande, A. M. Andrews, M. Antonietti, Z. Bao, M. Berggren, C. A. Berkey, C. J. Bettinger, J. Chen, P. Chen, W. Cheng, X. Cheng, S.-J. Choi, A. Chortos, C. Dagdeviren, R. H. Dauskardt, C.-A. Di, M. D. Dickey, X. Duan, A. Facchetti, Z. Fan, Y. Fang, J. Feng, X. Feng, H. Gao, W. Gao, X. Gong, C. F. Guo, X. Guo, M. C. Hartel, Z. He, J. S. Ho, Y. Hu, Q. Huang, Y. Huang, F. Huo, M. M. Hussain, A. Javey, U. Jeong, C. Jiang, X. Jiang, J. Kang, D. Karnaushenko, A. Khademhosseini, D.-H. Kim, I.-D. Kim, D. Kireev, L. Kong, C. Lee, N.-E. Lee, P. S. Lee, T.-W. Lee, F. Li, J. Li, C. Liang, C. T. Lim, Y. Lin, D. J. Lipomi, J. Liu, K. Liu, N. Liu, R. Liu, Y. Liu, Y. Liu, Z. Liu, Z. Liu, X. J. Loh, N. Lu, Z. Lv, S. Magdassi, G. G. Malliaras, N. Matsuhisa, A. Nathan, S. Niu, J. Pan, C. Pang, Q. Pei, H. Peng, D. Qi, H. Ren, J. A. Rogers, A. Rowe, O. G. Schmidt, T. Sekitani, D.-G. Seo, G. Shen, X. Sheng, Q. Shi, T. Someya, Y. Song, E.

Stavrinidou, M. Su, X. Sun, K. Takei, X.-M. Tao, B. C. K. Tee, A. V.-Y. Thean, T. Q. Trung, C. Wan, H. Wang, J. Wang, M. Wang, S. Wang, T. Wang, Z. L. Wang, P. S. Weiss, H. Wen, S. Xu, T. Xu, H. Yan, X. Yan, H. Yang, L. Yang, S. Yang, L. Yin, C. Yu, G. Yu, J. Yu, S.-H. Yu, X. Yu, E. Zamburg, H. Zhang, X. Zhang, X. Zhang, X. Zhang, Y. Zhang, Y. Zhang, S. Zhao, X. Zhao, Y. Zheng, Y.-Q. Zheng, Z. Zheng, T. Zhou, B. Zhu, M. Zhu, R. Zhu, Y. Zhu, Y. Zhu, G. Zou, X. Chen* "Technology Roadmap for Flexible Sensors" ACS Nano (2023).

3) T. Shimura, S. Sato, P. Zalar*, N. Matsuhisa* "Engineering the Comfort-of-Wear for Next Generation Wearables" Advanced Electronic Materials, 2200512 (2022).