

2023 年度年次報告書

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来

2023 年度採択研究代表者

李 恒

中央大学 理工学部

助教

検査員視覚と調和する透明光熱電撮像ゴーグルの創製

研究成果の概要

本研究では次世代の非破壊検査デバイスとしてヒトの視野・感覚と調和する透視撮像ゴーグルを確立するべく、高透明なミリ波-赤外イメージセンサシートの創出に取り組む。この枠組みにおいて、代表者は2023年度に極薄膜カーボンナノチューブによる基礎的なミリ波・テラヘルツ・赤外光計測の実証に注力した。

ミリ波・テラヘルツ・赤外光を用いた計測が透視型の撮像技術として非破壊検査分野で注目されている中で、代表者は同帯域での高効率な吸収材料であるカーボンナノチューブ膜によるセンサ設計を行った。特にカーボンナノチューブが可視光で透明なほどに極薄膜な状態においても依然としてミリ波・テラヘルツ・赤外光の高効率な吸収特性を維持する点に着目し、既存のセンサ研究分野においても新規の位置付けとなる高透明かつ高伸縮な薄膜状ミリ波-赤外撮像シートの作製と基礎動作実証に成功した。また本デバイスを用いることで新たな検査手法として材質同定・構造復元を両立する透視手法を確立し、映像美術アプローチとして可視光計測での利用が主であったコンピュータビジョン(画像情報工学)を未踏領域とも言えるミリ波-赤外帯へ拡張した(*Adv. Opt. Mater.*)。またこれらのデバイス基礎実証と学理検証をより一層加速させるべく、撮像・計測の信号処理を担う回路部分を有機半導体加工により高透明シートに実装し、センサ・回路のシステム一体を薄膜パッケージ化することに成功した(*Adv. Mater.*)。更に大規模集積に向けて簡便なプロセスによる透明材料センサのウエハスケールの高歩留まりな作製に成功し(*Nat. Electron.*)、当初の達成目標に向けて強固に足場を固めることができた。

これらを基に2024年度以降は取り組みをより一層加速させ、ゴーグル上へのプロトタイプ素子の実装や、ウェアラブルな形式での非破壊検査デモンストレーションへと展開させていく。

【代表的な原著論文情報】

- 1) M. Nakatani, S. Fukamachi, P.S. Fernández, S. Honda, K. Kawahara, Y. Tsuji, Y. Sumiya, M. Kuroki, K. Li, Q. Liu, Y.C. Lin, A. Uchida, S. Oyama, H.G. Ji, K. Okada, K. Suenaga, Y. Kawano, K. Yoshizawa, A. Yasui, H. Ago, Ready to transfer two-dimensional materials using tunable adhesive force tapes, *Nat. Electron.* **7**, 119-130, 2024.
- 2) R. Kawabata, K. Li, T. Araki, M. Akiyama, K. Sugimachi, N. Matsuoka, N. Takahashi, D. Sakai, Y. Matsuzaki, R. Koshimizu, M. Yamamoto, L. Takai, R. Odawara, T. Abe, S. Izumi, N. Kurihira, T. Uemura, Y. Kawano, T. Sekitani, Ultraflexible Wireless Imager Integrated with Organic Circuits for Broadband Infrared Thermal Analysis, *Advanced Materials* **36**, 15, 2309864, 2024.
- 3) K. Li, Y. Kinoshita, D. Shikichi, M. Kubota, N. Takahashi, Q. Zhang, R. Koshimizu, R. Tadenuma, M. Yamamoto, L. Takai, Z. Zhou, I. Sato, Y. Kawano, Simple Non-Destructive and 3D Multi-Layer Visual Hull Reconstruction with an Ultrabroadband Carbon Nanotubes Photo-Imager, *Advanced Optical Materials*, early view, 2302847, 2023.