

MERIT-WINGS 長期海外派遣報告書

工学系研究科電気系工学専攻 松久研究室

MERIT-WINGS 13 期生 修士 2 年

周元元

派遣先：VTT Technical Research Centre of Finland、フィンランド

派遣期間：2024/9/15 - 2024/12/15

研究課題：ヘルスケアデバイスのための伸縮性フォトダイオード製造プロセス

■ 研究背景

一日中常時生体信号を取得することでよりよい健康管理が可能になるが、そのためには付け心地の良いウェアラブルデバイスが必要である。健康状態に関する重要な生体情報には心拍数や血中酸素飽和濃度があるが、フォトダイオードはこれらを測るとき不可欠な素子である。正確な計測のためには光の漏れを防ぐためにフォトダイオードを肌に密着させる必要がある。肌に触れるフォトダイオードを柔らかく伸長性のあるフィルムにすることで着用者が快適かつノイズが小さい生体信号計測が達成できる。

VTT は研究の応用や商業化を得意とする研究機関で、ウェアラブルデバイスのプロトタイプングの経験が豊富である。またロール to ロールプロセスが可能な大型パイロットラインをもち、デバイス量産時の各工程の条件を試験することができる。ロール to ロールプロセスとはフィルムに連続的に印刷ができる、大量生産向けの加工方法である。デバイス作製エリアが一方方向にのみ動くため使用可能な印刷方法に制限がある。

■ 研究内容・結果

これまでの研究で作製した伸縮可能な薄膜フォトダイオードを、本滞在ではウェアラブルデバイスに適用できるように構造やプロセスを変更した。まず安全性や取り扱いやすさに懸念がある材料を取り除いた。さらにロール to ロールプロセスで使用可能なプロセスのみを用いて作製できるようにした。

安全性や取り扱いやすさに懸念がある材料として取り除いたのは、ガリウムインジウム共晶である。ガリウムインジウム共晶は常温で液体の金属で、伸縮性と導電性を高く両立する材料であるためこれまで電極に用いていた。しかし、金属を腐食することから製造設備に与えるダメージが大きく、また漏出時家財に与える被害が大きい。人体に対する影響の評価にはばらつきがある。そこでこれを PEDOT:PSS および PEIE に置き換えてフォトダイオードを作製した。光電流がガリウムインジウム共晶を使ったものに比べ小さくなったが読み取りには問題ない大きさの光電流を出力できるフォトダイオードを作製することができた。

次にこのフォトダイオードをロール to ロールプロセスで印刷できるように作製方法を変更した。これまではスピncコート（回転によって溶液を均一に広げる）を主としてデバイスを製造していたが、ロール to ロールプロセスではたくさんのデバイスを連続的に印刷するためスピncコートができない。したがってこれらのプロセスをスロットダイコーティング、インクジェット、スクリーン印刷に置き換えた。作製したデバイスの伸縮性はガリウムインジウム共晶を使ったものに劣るものの、皮膚上での動作においては問題ない伸長性が得られた。またスピncコートで作製したデバイスと比較して伸長前の電流電圧特性は同等となった。

当初の計画は 1. 伸縮性フォトダイオードのウェアラブルデバイスへの組み込み、2. ロール to ロールプロセスへの置き換え、の二つであったが、1 件目には時間が足りず取り組むことができなかった。

■ 滞在中の生活

VTT の研究者は企業研究者であるからか、装置や問題解決に対して責任感が強かった。またさまざまなことに余裕があるからか、数時間つきっきりで装置の使い方を教えてくれたり、コミュニケーションを取るためのコーヒータイムが毎日あったりした。

フィンランド語が多く使われていたが、英語はどこでもある程度通じた。食料品にはフィンランド語とスウェーデン語しか書かれていないことが多かった。研究の場においてもフィンランド語が多く使われていた。研究室の注意書きは当初フィンランド語のみで書かれていたが、私のために英語を併記してくださった。

住宅環境が非常に整っていた。どの屋内もほぼ 20°C 程度に保たれていたため生活しやすかった。冬至が近づくほど太陽の南中高度が下がり、暗い時間が長くなった。フィンランドの人は寒さより暗さを気にしていた。雪が降ったら反射で明るくなってましになるというのを何度も聞いた。今年は積雪量が多くなかったため雪の恩恵に預かれなかった。

Oulu という街に滞在した。ラーメン、カツカレーなど日本料理屋がいくつかあった。海が凍っていた。どのスーパーでも寿司を見かけた。オーロラも何度か見ることができた。

フィンランドの独立記念日は家で昼は Tunttematon sotilas (The Unknown Soldier) という映画を、夜は大統領が各界の貴人と握手する番組を見るそうだ。

■ 謝辞

共同研究者 Mohammad Behfar、指導教員である松久直司准教授、あたたかく迎えてくださった Teemu Alajoki をはじめとする VTT の皆様に感謝を申し上げます。研究面のみならず、滞在前の事務手続きにおいても非常にお世話になりました。本滞在は、MERIT-WINGS の自立支援費および JST 先端国際共同研究推進事業 (ASPIRE) JPMJAP2336 の支援を受けました。