

## 学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 NYAMJARGAL OCHIRKHUYAG

学 位 の 種 類 博士(工学)

学 位 記 番 号 理工博甲第65号

学位授与年月日 令和5年3月23日

学位授与の根拠 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学 府 ・ 専 攻 名 理工学府・機械・材料・海洋系工学専攻

学 位 論 文 題 目 Study on stretchable power supply systems using liquid metal

論文審査委員	主査	横浜国立大学	准教授	太田 裕貴
		横浜国立大学	教授	丸尾 昭二
		横浜国立大学	准教授	上野 和英
		横浜国立大学	教授	荒木 拓人
		横浜国立大学	教授	佐藤 恭一

## 論文及び審査結果の要旨

## ・論文の要旨

液体金属は、高い導電性と室温で液体状態である。そのためデバイス変形に対してロバスト性があり、伸縮可能なデバイスのセンシング素子等の電子アプリケーションに広く利用が検討されている。ストレッチャブルな電子機器の出現に伴い、それを実現するための電力蓄積・供給の機構に関してもストレッチャビリティが求められています。そこで本研究では、電力蓄積としてバッテリーを、電力供給として非接触給電機構を液体金属で実現する。本研究では、まず、高変形電池の伸縮性を確保し、機械的変形に対して確実に動作させるために、液体金属を用いた伸縮性電池用パッケージフィルムを開発した。次に、開発した伸縮包装フィルムで高変形性電池を組み立て、伸縮可能な電子機器への応用を目指す。最後に、液体金属を配線として用い、高変形電池と組み合わせた伸縮自在の電力供給システムを作製した。

本論文は5つの章からなり、その概要は以下の通りである。

第1章は、研究の背景、論文の構成と目的を説明する総論である。第2章では、変形可能な電池のための高いバリア機能を有するストレッチャブルパッケージングフィルムについて説明する。本フィルムは、熱可塑性ポリウレタンに薄い液体金属層を封入し、レイヤー・バイ・レイヤー法で作製したものである。延伸しても高いガス不透過性と極めて低い透湿性を実現する。液体金属層の厚さは約  $13\mu\text{m}$  で、ガスや水分の透過を防ぐのに十分な厚さである。第3章では、この伸縮包装フィルムで包装した高変形性リチウムイオン二次電池について説明する。この高変形性電池は、曲げ、ねじり、伸ばしの機械的変形に対しても、常温常圧で優れた性能を発揮する。この高変形性リチウムイオン電池は、14時間以上環境下で電位を維持し、伸縮性包装フィルムの性能を示す。第4章では、高変形性電池と一体化するための伸縮型ワイヤレスバッテリー充電システムを紹介する。受信コイルと接続部には液体金属-ニッケルペーストを使用した。本装置は、水平・垂直方向に10%程度のひずみで良好な動作を示す。第5章では、第2章から第4章を総括し、各章のさらなる改良点について述べている。

#### ・審査報告の要旨

令和5年1月26日（木）10時から12時まで、オンラインにて、審査委員全員出席のもとに学位論文発表会を開催した。さらに、同日12時～12時半において審査委員会を開催した。提出予定論文の内容、論文を構成する査読付き投稿論文の内容、および、履修状況について審査を行った。学位論文の審査における質疑応答により、博士論文に関連する分野の科目について博士（工学）の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定した。外国語の学力については、提出予定論文、査読付き論文、博士論文を英語で執筆し、学部は英国の大学を卒業し、国際学会での口頭発表と質疑を英語で行なっていることから、外国語の学力を有していることを確認した。提出予定の学位論文については著作権保護への配慮が十分であることを確認し、修了に必要な単位が取得済みであることも確認した。以上より、審査委員全員一致して、最終試験は合格であると判定した。