

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	小型IoT向けのLED方式小型光無線給電
Title(English)	LED-based Portable Optical Wireless Power Transmission for Compact IoT
著者(和文)	周 宇環
Author(English)	Zhou Yuhuan
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11935号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:宮本 智之,小山 二三夫,植之原 裕行,徳田 崇,宮島 晋介,丸山 武男
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11935号, Conferred date:2021/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Yuhuan Zhou	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	宮本 智之	准教授	宮島 晋介	准教授
	審査員	小山 二三夫	教授	丸山 武男 (学外審査員)	金沢大学 准教授
		植之原 裕行	教授		
徳田 崇		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、“LED-based Portable Optical Wireless Power Transmission for Compact IoT” (小型 IoT 向けの LED 利用の小型光無線給電) と題し、7 章から構成されている。

第 1 章 “Introduction” (序論) では、モノのインターネット (IoT) として膨大な数のセンサなどの小型端末が利用されはじめたが、配線敷設やバッテリー充電・交換の負荷の課題があるため無線給電が有望と述べている。一方で、既存の電磁誘導などの無線給電方式では給電装置と受電端末の密接の必要や電磁ノイズの課題があり、新しい光無線給電 (OWPT) 方式が必要であると主張している。特にその光源には、レーザは現状で安全上の制約が強いため発光ダイオード (LED) の利用が有望であり、この LED 利用の高効率給電装置を作業やロボットなどにより小型 IoT 端末に照射する構成の実現が必要と指摘している。そこで本研究では、小型 IoT 端末向けの LED 利用の OWPT システムの確立を目標に、この LED-OWPT に適した要素の調査、小型 LED-OWPT システムの基本構成確立とその実験的特性検証、および高電力出力化可能なシステムの確立、を目的に研究を進めることを述べている。

第 2 章 “Investigation on the components of the LED-based OWPT system” (LED 利用の OWPT システムの要素調査) では、小型 IoT 端末とこれに適用する可搬型給電装置について、システムの基本構成とその形状サイズや電気・光特性の要件を述べている。特に光源については、半導体レーザと LED の違いを詳細に比較し、LED の多くの特性は目的の OWPT システムに十分適用できると主張している。また、受光素子 (太陽電池) については、実用済で高効率な GaAs 系が有望と指摘している。さらに LED-OWPT システムに必要な各種レンズについては、特に非球面レンズやフレネルレンズが有効と指摘し、これらを要素とするシステム設計が必要であると述べている。

第 3 章 “Configuration of portable LED-based OWPT system” (LED 利用の小型 OWPT システムの構成) では、効率やサイズを重視した LED-OWPT システムの基本構成の設計を行っている。距離数メートルの位置の数センチメートル角の太陽電池に高効率に光照射する構成を設計し、システムサイズや光利用効率、給電効率の関係を数値的に解明している。また、効率またはサイズなどのみに着目した場合の設計方針を説明している。特に、実用向けの事例として、1W の高光出力小型 LED を距離 1m で用いる構成の詳細な設計を行ったと述べている。

第 4 章 “Characteristics of single-LED OWPT system” (単一 LED の OWPT システムの特性) では、3 章の設計結果を実験的に構成し、その特性を評価したと述べている。距離 1m で 2cm 角程度の小さな GaAs 太陽電池への光照射により、高い光利用効率 51.6% と比較的高い電力出力 224mW を確認し、設計との違いの原因を述べたうえで想定した結果が得られたと主張している。さらに、光源の振動時や斜め照射の影響も評価したと説明している。

第 5 章 “LED-array OWPT system for high output power” (高出力用 LED アレイ OWPT システム) では、単一 LED のチップ面積拡大による高光出力化では照射面積も拡大するため、小型照射面積を保った高光出力化するために、複数の LED とレンズによる構成が必要であると主張している。その構成法として、簡素なレンズ系だが少し光利用効率が低い構成と、複雑なレンズ系だが光利用効率が高い構成を提案し、設計したと述べている。実験的検証から、3 つの LED の場合に、前者の構成で 316mW、後者で 380mW の電力出力を確認し、後者の結果は現時点の LED-OWPT の最大出力であると主張している。また、複数 LED 構成には高い製作精度が必要になることを指摘している。

第 6 章 “Future prospect of the portable LED-based OWPT system for the compact IoT” (小型 IoT 向けの LED 利用の小型 OWPT システムの将来展望) では、本手法に関する特性改善や応用の将来展望を述べている。

第 7 章 “Conclusion” (結論) では、本研究で得られた成果を総括している。

これを要するに、本論文は、LED 利用の小型 OWPT システムについて、その要素の特徴を基に効果的な構成法を提示し、設計と実験的な検証をもとにその有効性と実現性を明らかにしたものであり、IoT 分野における新しい給電応用手法の基盤を開拓したものであることから、工学上および工業上寄与するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。