

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	光無線給電システムのシステムレベル要件と太陽電池の差分吸収イメージングによるトラッキングに関する研究
Title(English)	A Study on Optical Wireless Power Transmission System and Its Photovoltaic Target Tracking Based on Differential Absorption Imaging
著者(和文)	浅葉薫
Author(English)	Kaoru Asaba
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第272号, 授与年月日:2025年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:宮本 智之,中村 健太郎,植之原 裕行,徳田 崇,宮島 晋介,丸山 武男
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第272号, Conferred date:2025/3/26, 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		浅葉薫	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	宮本 智之	准教授	審査員	宮島 晋介	准教授	
	審査員	中村 健太郎	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，“A Study on Optical Wireless Power Transmission System and Its Photovoltaic Target Tracking Based on Differential Absorption Imaging”（光無線給電システムのシステムレベル要件と太陽電池の差分吸収イメージングによるトラッキングに関する研究）と題し、英文で8章より構成されている。 第1章“Introduction”（序論）では、光無線給電（OWPT）の特徴を述べ、本論文の目的を記している。OWPTが光ビームの指向性を活用することで、特に長距離の無線給電に適していると述べている。しかし、既存の研究では送電側と受電側の距離やビーム形状を固定した検討が多く、実運用に必要な動的なビーム条件の検討が十分に行われていない点が課題と指摘している。そこで本研究ではこの課題を解決し、実運用に向けたOWPTシステムの基盤を構築することを目的として研究を進めると記している。 第2章“Outline of the Research”（研究の構成）では、OWPTの実運用上の課題として、給電効率を最大化するためのシステムレベル要件の明確化と、受光素子の太陽電池（PV）の検出技術、位置・姿勢推定、動的追跡手法の必要性を述べている。また、給電シナリオを協調型と非協調型に分類し、それぞれに適したビーム照射位置制御の要件明確化が重要であると主張している。 第3章“System-Level Requirements Analysis for Beam Alignment and Shaping”（ビーム位置・形状制御の要件分析）では、OWPTシステム構成を想定し、ビーム位置制御とビーム形状制御の要件を理論的に導出している。非協調型では送信機側の制御精度の負担が大きくなり、協調型では相互の調整により制御の負担軽減が可能となることを強調している。また、PVへの光の均一照射に有効なフライアイレンズモジュールに反射壁を付与した構成を受信側に適用することで、さらにビーム位置制御要件を緩和できることを明らかにしている。 第4章“Detection of Photovoltaics by Differential Absorption Imaging”（差分吸収イメージングによる太陽電池の検出）では、OWPTにおける光照射のターゲットとなるPVの検出手法とその想定利用環境の要件を検討している。既存の画像処理だけでは環境光影響を受けやすい問題を指摘し、PVの物性に応じた異なる波長を用いた差分吸収を利用する手法により、多様な環境でもより安定してPVの検出が可能になることを理論的解析と実験的に確認し、提案手法がOWPTに有効であることを明らかにしている。 第5章“Position and Attitude Estimation of Photovoltaics”（太陽電池の位置と姿勢の推定）では、差分吸収イメージング法を構成する2波長のステレオ画像解析用の4台のカメラを用い、GaAs型PVおよびシリコン型PVを事例として、その反射特性の影響を含めてPVの検出位置精度を実験的に検証し、また、その姿勢変化の影響を定量的に評価し、検出可能条件範囲を理論的に明確化している。 第6章“Real-Time Tracking of Photovoltaics”（太陽電池のリアルタイム追跡）では、移動するターゲットのPVの自動追跡を行うリアルタイム検出手法として3つのアルゴリズムを比較している。追跡精度の指標として平均位置推定誤差を用いたスコア関数を定義することで、予測制御を導入したアルゴリズムの追跡精度向上が可能となり、提案手法が有用であることを実験的に明らかにしている。 第7章“A Concept of Operations (ConOps) of a Cooperative OWPT System”（協調型OWPTシステムの運用コンセプト）では、システム要件と追跡精度の整合性を確認し、広い伝送距離範囲に対応可能なOWPTシステムの設計構成例を示すとともに、提案手法の異なる距離への拡張性や将来の応用性について述べている。 第8章“Conclusion”（結論）では、本研究で得られた成果を総括している。 以上を要するに、本論文は、長距離光無線給電における実運用環境を想定した動的なビーム制御の要件と受光素子の太陽電池検出の課題に対応する手法を提示し、数値解析と実験的検証を通じてその有効性と実現性を明らかにしたものであり、光無線給電の実用化に向けた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。