

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Near-field thermophotovoltaic system with a pillar-array structured emitter
著者(和文)	VongsoasupNaphatsorn
Author(English)	Naphatsorn Vongsoasup
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10784号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:花村 克悟,平井 秀一郎,齊藤 卓志,伏信 一慶,村上 陽一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10784号, Conferred date:2018/3/26, 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	Naphatsorn Vongsoasup	
		氏名	職名		
論文審査 審査員	主査	花村 克悟	教授	村上 陽一	准教授
	審査員	平井 秀一郎	教授		
		齊藤 卓志	准教授		
		伏信 一慶	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Near-field thermophotovoltaic system with a pillar-array structured emitter (ピラーアレイ構造放射体を用いた近接場光起電力発電システム)」と題し、全5章より構成されている。

第1章「Introduction (緒論)」では、研究背景、研究目的および論文構成が述べられている。低バンドギャップの半導体を用いた赤外域光起電力電池の発電能力は1~5W/cm²と高いが、発電システムとしてはその数値に達していないことを指摘している。そこで本研究では、ピラーアレイ構造放射体表面に生ずるハイパボリックモード近接場光により、この発電密度が高くできることを、数値計算によって予測し、さらに発電実験により実証することが目的であることを述べている。

第2章「Numerical study of near-field thermophotovoltaic (NTPV) system (近接場光起電力発電システムの数値計算)」では、タングステンと真空により構成される不均質なピラーアレイ構造放射体を、真空に対する金属の充填率を用い、それらの充填率比により換算された有効誘電率を有する均質モデル放射体とし、この表面とガリウムアンチモン(GaSb)半導体のp-n接合を仮定した赤外域光起電力電池表面とを向かい合わせ、電磁波輸送の数値計算から発電密度を予測している。この有効誘電率の実部が電池のバンドギャップ以上の周波数域において負の値を示し、電子の粗密波と電磁波が共鳴する表面波(ハイパボリックモード波)が生ずることにより、表面間の隙間100nm、放射体の充填率0.1において、平滑面放射体に比べ約3倍の発電密度となることが示されている。また、充填率を小さくするとハイパボリックモードの周波数領域が狭くなること、一方、大きくすると、その周波数領域は拡張されるが、モード数が減少するため、充填率0.1近傍で最大となることが明らかにされている。

第3章「Comparison of numerical methods between Finite Difference Time Domain(FDTD) and Effective Medium Theory(EMT) (空間差分時間領域法と有効誘電率均質媒体理論の比較)」では、任意の表面構造内部に放射源を仮定し、電磁波輸送を時間的に追跡する空間差分時間領域(FDTD)法と、第2章の有効誘電率均質媒体モデル(EMT)について比較している。FDTDでは、高精度を得るため表面に沿う方向に広い計算領域と長い計算時間を要するが、ピラーアレイ構造を忠実に再現した計算が可能であること、一方EMTでは、幾何学形状を再現できずFDTDに比べて過大評価となるものの、電磁波輸送を促進するハイパボリックモードの分散関係を容易に明らかにできることを示している。

第4章「Electricity generation using near-field thermophotovoltaic(NTPV) system (近接場光起電力発電システムによる発電特性)」では、インジウムガリウムヒ素(InGaAs)半導体のp-n接合光起電力電池と、ガリウムアンチモン(GaSb)半導体のショットキーダイオード光起電力電池を用意し、タングステンの平滑面および矩形ピラーアレイ構造表面放射体を用いて、その発電特性を実験的に検証している。電池表面にスパッタされたシリカスペーサーの高さを変えることにより放射体表面との隙間を1000nmから100nmまで狭くするにつれ、平滑面に比べてピラーアレイ構造面放射体の発電密度が2倍程度上昇することが示されている。この結果はEMTによる数値計算結果と定性的に一致していることからハイパボリックモードによる促進であること、一方、FDTDによる数値計算により、実験に比べ低いピラー高さの条件において発電密度を再現できることから、ピラーの有効高さによりハイパボリックモード波の強度が大きく左右されることを示している。

第5章「General Conclusions (結論)」では、本研究の成果と将来展望が述べられている。以上を要するに、本論文は、ピラーアレイ構造表面放射体による近接場光起電力発電の高密度化を示唆しており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値を有す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。