

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Spectral control of far-and near-field radiation transfer and its application to thermophotovoltaic power generation
著者(和文)	磯部和真
Author(English)	Kazuma Isobe
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11413号, 授与年月日:2020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,野崎 智洋,伏信 一慶,村上 陽一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11413号, Conferred date:2020/3/26, 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	磯部 和真	
		氏名	職名	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		
		野崎 智洋	教授		
		伏信 一慶	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Spectral control of far- and near-field radiation transfer and its application to thermophotovoltaic power generation (遠方場及び近接場熱ふく射輸送のスペクトル制御と熱光起電力発電への展開)」と題し、全5章より構成されている。

第1章「Introduction (緒論)」では、製鉄所など高温熱源から赤外線(熱ふく射)により放出される未利用エネルギーを直接電気に変換する熱光起電力発電が期待され、発電に必要な波長のみ吸収する波長選択電池の必要性を述べるとともに、発電密度を高くするためには黒体ふく射を超える近接場光効果を導入することの有用性とその波長選択の必要性を指摘するとともに、本研究では、金属-半導体-金属多層薄膜構造による波長選択熱光起電力電池を提案し、遠方場成分(伝播光)および近接場成分についてその波長選択ふく射輸送機構を明らかにすることが目的であることを述べている。

第2章「Spectral control of near-field radiation transfer using pillar array structured emitter and receiver (ピラーアレイ放射体と受光体を用いた近接場ふく射輸送のスペクトル制御)」では、タンダステン(W)あるいはアルミドープ酸化亜鉛(AZO)の表面に矩形ピラーアレイ構造を付与し、ナノサイズの真空隙間を介して向い合せ、その近接場ふく射輸送を時間発展差分法の3次元数値計算により解析している。その結果、高温放射体内部からピラー側面に達した電磁波により電子の疎密波が生じ、向い合うピラー側面間に強い表面波(エバネッセント波)が生じ、その波長がピラー高さと同レベルの干渉を生ずる条件において選択的に増強されること、さらにAZO製ピラーアレイ構造表面を向い合せた場合には、黒体面間に比べ30倍のふく射輸送が可能となることを示している。

第3章「Spectrally controlled thermophotovoltaic cells using a metal-semiconductor-metal thin multilayers (金属-半導体-金属多層薄膜構造による波長選択熱光起電力電池)」では、厚さ100nmのガリウムアンチモン(GaSb)半導体を裏面基板Au電極とナノサイズの表面フィッシュネット構造Au電極により挟み込んだ、金属-半導体-金属(MSM)多層薄膜構造電池を提案し、この電池に入射する遠方場ふく射に対して、GaSbにより電気に変換される波長帯において吸収率が100%、それより長波長域において反射率が93%とほぼ理想的な光学特性となること、さらにフィッシュネット構造にGaSbを満たした等価導波管キャビティモデルにより共鳴波長を予測できることを示している。また、ナノサイズの表面島状Auアレイ構造電極においても波長選択が可能となることを示している。

第4章「Spectral control of near-field radiation transfer between emitters and thermo photovoltaic cells (赤外線放射体と熱光起電力電池表面間の波長選択近接場ふく射輸送)」では、MSM電池とAZO放射体あるいはW放射体に向い合せた発電システムについて、GaSbにより電気へ変換される波長帯の近接場ふく射輸送を増大するためには、Wピラーアレイ構造による波長選択が有効であること、一方AZOにおいてはそのプラズマ周波数(波長)が一致していることから平板が適していることが示されている。また、遠方場ふく射においてはフィッシュネット電極構造MSM多層薄膜が適していることを示し、近接場ふく射においては島状電極構造MSM多層薄膜により電気に変換される波長帯のふく射輸送が選択的に増大され黒体ふく射輸送を超えることを示している。

第5章「Conclusions (結論)」では、各章において得られた結論を総括している。

以上を要するに、本論文は遠方場および近接場のふく射輸送を用いた熱光起電力発電に向けて、理想的な電池や放射体構造を提案し、それらの光学特性の制御手法についての知見を得ていることから、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。