

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |                                                                                                                                                                                                |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(和文)            | 島状金属-誘電体-金属構造放射体による近接場ふく射の波長制御および熱光起電力発電への展開                                                                                                                                                   |
| Title(English)    |                                                                                                                                                                                                |
| 著者(和文)            | 谷口祐司                                                                                                                                                                                           |
| Author(English)   | Yuji Taniguchi                                                                                                                                                                                 |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第11732号,<br>授与年月日:2022年3月26日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:花村 克悟,平井 秀一郎,伏信 一慶,齊藤 卓志,村上 陽一                                                                       |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第11732号,<br>Conferred date:2022/3/26,<br>Degree Type:Course doctor,<br>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                                                                                                                                                                                   |

## 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 |  | 谷口 祐司 |     |
|-------------|-----|--------|---|---------|--|-------|-----|
| 論文審査<br>審査員 |     | 氏 名    |   | 職 名     |  |       |     |
|             | 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      |  |       |     |
|             |     | 伏信 一慶  |   | 教授      |  |       |     |
|             |     | 齊藤 卓志  |   | 准教授     |  |       |     |

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「島状金属-誘電体-金属構造放射体による近接場ふく射の波長制御および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「緒論」では、赤外域にバンドギャップを有する熱光起電力電池を有効に利用するための様々な手法を参照するとともに、その発電効率を高くするためには遠方場成分（伝播光）および近接場成分（表面局在光）においてその波長制御が重要であることを述べている。そして放射体および電池の波長制御手法として、数百ナノメートル厚みの誘電体あるいは半導体を数百ナノメートルサイズの島状金属と平滑基板金属により挟んだ、金属-誘電体-金属構造放射体および金属-半導体-金属構造電池が有効であり、これらを近接場効果が顕著な領域まで近づけて向かい合わせた波長選択近接場ふく射起電力発電を提案するとともに、その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「半球等強度入射ふく射による熱光起電力電池の評価手法」では、円筒状黒体炉の開口面に金(Au)コートされた口金型光導波管を設置することによって、熱光起電力電池の発電特性が半球等強度入射の黒体面光源を用いて測定できることを示している。本測定装置を用いることにより発電に有効な波長域の入射エネルギー量がプランク関数を使い特定できることから、その電池の正確な発電特性の評価が可能となることを立証している。

第3章「金属-誘電体-金属構造による波長選択近接場ふく射輸送」では、およそ100nmの真空ギャップを挟み、島状金属(300nm 矩形)-誘電体(100nm 厚)-基板金属構造の2つの表面を向かい合わせた場合の近接場ふく射輸送を、正弦波変調ガウシアンパルス放射源を仮定した場合の電磁波輸送として有限差分時間発展法を用いた数値シミュレーションにより明らかにしている。このとき加熱側および被加熱側双方の誘電体内に強い磁場が発生すると同時に、向かい合う島状金属間の真空中にも磁場が発生し、これら等価LC回路のインピーダンスの総和がゼロとなる波長において黒体面間に比べおよそ4倍のふく射輸送となること、さらに加熱側と被加熱側の誘電体内の磁場方向におよそ180度の位相差が生ずる波長までの帯域においてこのふく射輸送が促進されることを明らかにしている。

第4章「金属-誘電体-金属構造放射体から金属-半導体-金属構造電池への近接場ふく射輸送」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電極とナノメートル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-金属構造電池と、島状金属-誘電体-基板金属構造放射体とを向かい合わせた波長選択近接場ふく射発電システムを提案し、放射体側誘電体内、GaSb半導体内、および真空ギャップ内の磁場が強い波長において黒体面間に比べて3.5倍のふく射輸送となること、さらにナノメートルサイズのフィッシュネット電極間のGaSb層内の磁場が強められることにより、発電に寄与しない長波長においては黒体表面間に比べふく射輸送が10分の1に抑えられ発電に必要な波長域のふく射が選択的に輸送できることを明らかにしている。

第5章「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、本論文は近接場領域のふく射輸送を用いた熱光起電力発電に向けて、金属-誘電体-金属構造放射体および金属-半導体-金属構造電池を提案し、その半導体のバンドギャップ波長近傍において大きなふく射輸送を実現する構造条件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。