

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ふく射の波長制御と熱光起電力発電への展開に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	熊野智之
Author(English)	tomoyuki kumano
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:乙第4194号, 授与年月日:2023年3月31日, 学位の種別:論文博士, 審査員:花村 克悟,平井 秀一郎,末包 哲也,伏信 一慶,野崎 智洋
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4194号, Conferred date:2023/3/31, Degree Type:Thesis 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

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	熊野 智之	
論文審査員	氏 名	職 名	氏 名	職 名
	主査 花村 克悟	教授	野崎 智洋	教授
	平井 秀一郎	教授		
	末包 哲也	教授		
	伏信 一慶	教授		

本研究は、「ふく射の波長制御と熱光起電力発電への展開に関する研究」と題し、全5章より構成されている。

第1章「緒論」では、波長選択ふく射加熱によって、対象物のみ加熱できることから省エネルギー効果および温度制約を伴う薬剤の乾燥といった付加価値の高い製品の生産が期待できること、さらに製鉄所など高温熱源から放射される未利用ふく射エネルギーを熱光起電力発電により電気として回収することが期待されることを指摘している。そして本研究では、この波長選択手法として釉薬に希土類元素を分散させた波長選択放射体ならびに半球入射ふく射に対応する波長選択透過ガラスフィルターを提案し、その特性を明らかにするとともにこれらを統合した波長選択熱ふく射起電力発電システムの有用性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「希土類酸化物粒子分散釉薬膜による波長選択放射」では、酸化エルビウム微粒子を含む釉薬をアルミナ表面にコーティングした構造を提案し、その波長選択性について検証している。石灰釉と酸化エルビウム粒子を混合し石灰釉の融点温度以上にて焼成した場合、エルビウムの発光波長1.55 μm の垂直放射率は、既存エルビウム系放射体の最大値約0.75となることを明らかにしている。また、理想的な1次元数値計算により、波長1.5 μm 帯の放射率は最大0.95となることが明らかとなり、導入した酸化エルビウム粒子径を大きくするなど散乱を抑制する必要があることも示唆している。

第3章「多層コート石英ガラスフィルターの積層による半球入射ふく射の波長選択透過」では、反射防止膜を両面に施した石英ガラス板を多数枚重ねた積層石英ガラスフィルターを提案し、半球入射ふく射に対する波長選択性について検証している。すなわち偏光特性を考慮し半球透過率および半球反射率スペクトルを光線追跡法による1次元数値計算により求め、対象入射角30度、2層膜の1/4波長膜間に高屈折率の1/2波長膜（不在層）を挿入した3層構造が最適であることを示している。この時、厚み1 mmの本ガラスフィルターを数十枚重ねることにより、透過した全ふく射エネルギーの約91 %が熱光起電力発電に有用な波長1.4~2.2 μm の範囲に集中できることが示されている。また、半球入射-半球透過率スペクトルを測定し、波長1.8 μm 付近において選択的に透過率が高くなることを実証している。

第4章「石英ガラス多孔質体を用いた選択波長ふく射エネルギー循環熱光起電力発電システム」では、発泡状の平板セラミックス多孔質体を放射体として中央に設置し、その左右両側に石英ガラス多孔平板フィルターを数枚ほど放射体と平行に設置した構造を有する発電システムを提案し、その発電効率について検証している。その構造に可燃性作動ガスを周期的に流動方向が左右反転するように供給し放射体内部あるいはその上流側にて燃焼加熱する。実験および数値解析により、燃焼ガス顕熱の一部がセラミックス多孔質体によりふく射エネルギーに変換され、石英ガラスフィルターにより主に波長2.2 μm より短い波長のふく射が外部の光電池に達していること、一方それより長波長のふく射はフィルターに吸収されてガス顕熱とともに蓄熱され、流動方向が反転すると作動ガスの予熱に寄与するエネルギー循環燃焼発電システムとなっていることを示している。このとき数値計算によって、理論燃焼温度の2.7倍ほど高い温度の放射体からのふく射エネルギーを利用できることを示している。さらに、薄い石英ガラス多孔平板フィルターを多数積層することにより、燃焼ガス顕熱の56 %が熱光起電力発電に有用な2.2 μm より短い波長のふく射エネルギーに変換できることを示している。

第5章「結論」では、本研究で得られた結論を総括している。

以上を要するに、本論文は、波長選択ふく射による熱光起電力発電に向けて提案された希土類酸化物粒子分散釉薬膜放射体および3層コート石英ガラスフィルターの波長選択性を明らかにするとともに、それらを統合した発電システムを構築し、その選択波長ふく射エネルギー循環発電の可能性を示唆するなど有用な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。