

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Solar Thermal Dry Methane Reforming in Direct Contact Bubble Reactor Employing Molten Salt
著者(和文)	Al-Ali Khalid
Author(English)	Khalid Al-Ali
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9622号, 授与年月日:2014年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:関口 秀俊,Wiwut Tanthapanichakoon,太田口 和久,松本 秀行,森 伸介,金子 宏
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9622号, Conferred date:2014/9/25, 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	Khalid A. Al-Ali	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	関口 秀俊	教授	森 伸介	准教授
	審査員	Wiwut Tanthapanichakoon	教授	金子 宏	教授 (宮崎 大学)
		太田口 和久	教授		
	松本 秀行	准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Solar Thermal Dry Methane Reforming in Direct Contact Bubble Reactor Employing Molten Salt」(熔融塩を導入した直接接触型気泡反応器による太陽熱利用ドライリフォーミング)と題し、英文で書かれ以下の7章から成っている。

第1章「General Introduction」では、まず本研究の背景として、太陽熱を利用したエネルギー製造のための熱化学プロセスについて概要を解説し、さらに本論文で取り上げる太陽熱利用メタン改質プロセスの反応器やそのプロセスについてまとめている。そして、固体触媒粒子が混合された熔融塩を利用した直接接触型気泡反応器(Direct Contact Bubble Reactor: DCBR)が、太陽熱の間欠性を克服し、定常的に均一な温度で改質プロセスを行えるという特徴を述べ、この研究の目的や意義を明らかにするとともに、本論文の構成を示している。

第2章「Physical Aspects of DCBR」では、DCBRにおいて、気泡の挙動がメタン改質プロセスの転化率に影響を与えると予測されることから、既往の研究を引用し、熔融塩の物性を考慮した上で気泡径やその上昇速度から、気泡の滞留時間を推測すると共に、水中の気泡を用いた実験を行い、推測の妥当性を明らかにしている。さらに既往の研究を参照して、気泡が液中に懸濁している固体と接触する機構を推測し、すなわちこれが熔融塩中の固体触媒粒子と気泡との接触となることから、この接触機構が反応の進行に大きく寄与すると結論している。

第3章「Performance of DCBR」では、DCBRによるメタンドライリフォーミングを実験で検証している。ここでは、流動性を維持するため、低い重量比でニッケル担持アルミナ触媒を混合したアルカリ炭酸塩を熔融塩として用いている。そして、この触媒を懸濁した熔融塩をDCBRに導入し、メタンと二酸化炭素を吹きこみ、メタンドライリフォーミングを行っている。実験の結果、反応の進行を確認すると共に、前処理として炭化させたニッケル触媒が熔融塩中で活性を維持することを明らかにしている。さらに、外部加熱型固定層反応器(Indirectly Heated Fixed Bed Reactor: IHFBR)の実験結果と比較し、触媒活性を回復させる観点から、DCBRとIHFBRを組み合わせることが好ましいと推論している。

第4章「Modeling and Simulation」では、第3章で取り上げた2つの反応器におけるメタンドライリフォーミングを、詳細な触媒反応機構を考慮して、1気圧、600-900℃の範囲で商用ソフトウェアにより数値シミュレーションを行っている。シミュレーション結果は、第3章で示した実験結果と一致し、提案した反応機構の妥当性を示すと同時に、滞留時間、メタンと二酸化炭素比率、触媒活性表面積など様々な条件を変化させたときのDCBRの反応挙動についての知見を得ている。

第5章「Micro-kinetics Analysis」では、第4章で提案したメタンドライリフォーミングの触媒反応機構において重要となる素反応や化学種の同定を、電気回路アナロジー法を利用して行っている。その結果、これらを特定することができ、これにより単純化したメタンドライリフォーミングの反応速度式を提案している。

第6章「Comparisons of the Performance between DCBR and IHTR」では、従来型管型反応器(Indirectly Heated Tubular Reactor: IHTR)とDCBRにおいて、熔融塩とガス間の熱移動、すなわち反応器内の温度分布を考慮して、第4章で行った反応解析を行い、DCBRとIHTRの反応器特性を比較している。その結果、触媒活性表面積に対してDCBRとIHTRの優位性が変わることを見いだすと同時に、この結果からDCBRとIHTRを直列に組み合わせることで、IHTR単独の場合と比較して、反応器体積を大幅に減少でき、高いパフォーマンスを示すと結論している。

第7章「Conclusion and Future Prospects」では、本研究により得られた成果を総括するとともに、今後の展望について言及している。

これを要するに、本論文は、熔融塩を用いた直接接触型気泡反応器による太陽熱利用ドライリフォーミングについて、実験を行うと共に詳細なシミュレーションにより、直接接触型気泡反応器と従来型管型反応器の特性を比較、考察することを通して、直接接触型気泡反応器の優位性および両反応器の組み合わせによる全反応器体積削減というプロセス強化の方針を明らかにしたものであり、工学上ならびに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価値が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。