

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 15 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：平成 20～23 年

課題番号：20360428

研究課題名 (和文) 化学蓄熱機能のハイブリッド化による高温プロセスの高効率化

研究課題名 (英文) Efficiency improvement of high-temperature process by hybrid of chemical heat storage function

研究代表者

加藤 之貴 (KATO Yukitaka)

東京工業大学・原子炉工学研究所・准教授

研究者番号：20233827

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・エネルギー学

キーワード：化学蓄熱、ハイブリッド、高温プロセス、ヒートポンプ、排熱回収

1. 研究計画の概要

本研究では新規に開発した 250-300°C 域で駆動する化学蓄熱装置の高温プロセスシステムへのハイブリッド (複合) 化を検討する。ハイブリッド化により熱入力・需要変動に対する追従性・効率性を高め高温プロセスのエネルギー効率の向上を目指す。申請者グループは従来困難であった 250-300°C 域での蓄熱を可能とする化学蓄熱材を開発した。化学蓄熱は高密度、長時間貯蔵、広い操作温度域が利点である。本研究ではこの化学蓄熱材を用いた化学蓄熱装置を実証開発し、高温プロセスにこの蓄熱システムをハイブリッド化し、熱入力・需要変動への高効率な追従を実現し、その省エネルギー効果を評価する。

2. 研究の進捗状況

平成 22 年度までに化学蓄熱性能向上に重要な熱伝導性の向上の検討し、膨張化グラファイトと化学蓄熱材を複合した材料を調整し、反応動学的検討を進めた。また、さらに熱伝導測定を平行して行った。そして得られた試料を用いた充填層について反応性試験、熱伝導測定評価を行い、反応性、熱伝導性の観点から化学蓄熱装置の基礎的な性能を評価した。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

(理由)

現在までに化学蓄熱性能向上に重要な熱伝導性の向上の検討し、膨張化グラファイトと化学蓄熱材を複合した材料を調整し、反応動学的検討を行い、従来に無い化学蓄熱材料の開発に成功した。そして得られた試料を用いた充填層について反応性試験、熱伝導測定評価を行い、熱伝導性、反応性がともに向上

し目的のハイブリッドシステムの有効性を高めることに成功した。以上から達成は適切な域に達していると判断される。

4. 今後の研究の推進方策

本年度は化学蓄熱材料のさらなる最適化を進めるとともに、充填層実験の検討をより進める。種々の運転条件で充填層実験を行い数値的解析から充填層内の熱的現象を明らかにする。成果をもとに高温プロセスと化学蓄熱装置をハイブリッド化したシステムの動特性を示し、システムの有効性を定量的に実証する。

化学蓄熱性能向上に重要な熱伝導性を向上した新開発の化学蓄熱材料を充填した充填層型を用いた化学蓄熱実験を行う。

(1) 反応器の開発：本研究で開発した高い反応性と高い熱伝導性を備えた複合化学蓄熱材料を充填層型反応器に充填し、化学蓄熱性能を評価する。蓄熱装置の反応特性、蓄熱特性、熱出力特性を実験的に検討する。脱水反応および水和反応時の反応層内の温度分布の径時変化を熱伝対で測定し、また重量経時変化より反応量を把握し熱入出力量を求める。化学蓄熱装置としての性能を評価する。とくに試料充填密度が重要な指標である。高密度ほど伝熱性が向上した体積辺りの蓄熱密度が向上する。一方で、空隙率が減少する分見かけの化学反応速度が低下する。よって最適な密度が存在する。充填密度をパラメータとして、種々の条件で測定を進め、試料の最適化を進める。実用性の高い候補試料については繰り返し試験を行い、材料および反応器の耐久性を評価する。

測定結果より化学蓄熱ハイブリッドシステ

ムの性能を評価する。化学蓄熱充填層の数値モデルを作成し、層内の熱・物質移動を定量的に把握する。このモデルをもとに、高温プロセスと化学蓄熱装置をハイブリッド化した提案システムの動特性を検討し、システムの有効性を定量的に実証する。省エネルギー性、低二酸化炭素排出性を指標に有効性を検討し、提案システムの社会貢献性を明らかにする。

(2) 化学蓄熱材料の熱伝導性と反応性の最適化：本研究で開発した化学蓄熱材を高伝熱性を持つ膨張化グラファイトを混合した蓄熱材料のさらなる高度化を進める。(1)で示すように、蓄熱密度向上のため、材料の圧縮、小体積化が重用である。種々の圧縮条件で作成した試料について反応速度論的解析を進める。作成した複合蓄熱材試料を熱天秤にて評価する。また、熱伝導率計を用い複合蓄熱材料の熱伝導率を測定する。高い熱伝導率、高い反応性および大きな蓄熱容量を指標とし複合材の最適化を進める。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

Y. Kato, "Development of Chemical Heat Pumps for Utilization of Low-temperature Waste Heats" (Review Paper), J. Jpn. Inst. Energy, 88(11), pp.986-993 (2009) .

Y. Kato, K. Otsuka, J. Ryu; "Experimental Study on Fuel Reforming with Carbon Dioxide Recovery for Vehicle Use", J. Chem. Eng. Japan, 42, Supplement 1, pp. s10-s16 (2009).

Y. Kato, R. Takahashi, T. Sekiguchi, J. Ryu; "Study on medium-temperature chemical heat storage using mixed hydroxides", J. Intn'l J of Refrigeration, 32(4), pp. 661-666 (2009)

J. Ryu, N. Hirao, R. Takahashi, Y. Kato, " Dehydration Behavior of Metal-salt-added Magnesium Hydroxide as Chemical Heat Storage Media", Chemistry Letters, 37(11), pp. 1140-1141 (2008).

〔学会発表〕(計10件)

Hirokazu ISHITOBI, Yoshitomo SATO, Keirei URUMA, Junichi RYU, and Yukitaka KATO, DEHYDRATION AND HYDRATION BEHAVIOR OF LiCl-MODIFIED Mg(OH)₂ AS A MATERIAL FOR CHEMICAL HEAT PUMPS, International Symposium on Innovative Materials for Processes in Energy Systems 2010 (IMPRES2010), 30 Nov., 2010, Singapore.

Junichi RYU, Rui TAKAHASHI, Hirokazu ISHITOBI, Yoshitomo SATO, Keirei URUMA,

Yukitaka KATO, DEHYDRATION AND HYDRATION BEHAVIOR OF MAGNESIUM-ALUMINUM MIXED HYDROXIDE FOR CHEMICAL HEAT PUMP, International Symposium on Innovative Materials for Processes in Energy Systems 2010 (IMPRES2010), 30 Nov., 2010, Singapore.

Seon Tae KIM, Junichi RYU, Yukitaka KATO, Reactivity Enhancement of Chemical Materials for Packed Bed Reactor, of Chemical Heat Pump, The Third International Symposium on Innovative Nuclear Energy Systems (INES-3), 2 Nov., 2010, Tokyo.

Y. Kato, "THERMAL ENERGY STORAGES IN VEHICLES FOR FUEL EFFICIENCY IMPROVEMENT", Proc. of The 11th Intl Conference on Thermal Energy Storage (Effstock 2009) (in CD), No. 150, 14 - 17 June (presented on 15 June), 2009, Stockholm, Sweden.

〔図書〕(計3件)

加藤之貴、安永裕幸、柏木孝夫監修 “実装可能なエネルギー技術で築く未来－骨太のエネルギーロードマップ 2－”、化学工業社、(2010)

加藤之貴、水素製造・吸蔵・貯蔵材料と安全化、分担、pp. 21-29, サイエンス&テクノロジー、東京 (2010)

Y. Kato; "Possibility of active carbon recycle energy system", Nuclear Production of Hydrogen, OECD/NEA, pp. 345-352 (2010)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計1件)

名称：製鉄方法

発明者：加藤之貴、宇治澤 優

権利者：加藤之貴、宇治澤 優

種類：特許

番号：特願 2010-006238

出願年月日：登録日 2010年1月14日

国内外の別：国内

○取得状況 (計1件)

名称：ケミカルヒートポンプ装置およびその運転方法

発明者：加藤之貴、太田秀之、佐藤洋司

権利者：加藤之貴、太田秀之、佐藤洋司

種類：特許

番号：第 4145051 号

取得年月日：2008年6月27日

国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ

<http://www.nr.titech.ac.jp/~yukitaka/>