

戦略的創造研究推進事業(ALCA)
課題名「内部凝縮型反応システムによるメタノール
製造プロセスの高効率化」

終了報告書

研究開発期間 平成25年10月～平成31年3月

研究開発代表者:小俣光司
(島根大学大学院自然科学研究科, 教授)

○報告書要約 (和文)

研究開発代表研究者: 島根大学大学院自然科学研究科 教授 小俣光司

研究開発課題名: 内部凝縮型反応システムによるメタノール製造プロセスの高効率化

1. 研究開発の目的

内部凝縮型反応システムによるメタノール製造プロセスを開発することで、合成ガスを原料とする場合にはプロセス効率の向上による温暖化ガス排出量の低減を、炭酸ガスを原料とする場合には、回収される温暖化ガスの有効利用による直接削減を、目的とした。

2. 研究開発の概要

(1) 内容:

メタノール製造プロセスは、熱力学的な制約により単流転化率を高くできないため、エネルギー多消費型のプロセスとならざるを得ない。本研究では様々な内部凝縮型反応器をデザイン・試作して内部凝縮により平衡転化率を越えることを実証するとともに、シミュレーションにより内部凝縮現象の把握に努めた。プロセスの様態に応じて LCA 的な評価を行い、常に本プロセスの優位性の確認を行うとともに、触媒の改良を継続して行った。炭酸ガスを原料とする場合、副生する水のために従来合成ガスの反応で用いられてきた銅亜鉛系触媒の活性劣化が加速されることから、添加物、疎水性コーティング、非銅亜鉛系触媒の開発、による劣化防止を検討した。

(2) 成果:

合成ガスを原料としたプロセスでは、4MPa において CO の単流転化率 95%超を達成し、ステージ目標をクリアするとともに、LCA により GHG ガスの削減量を定量的に評価した。炭酸ガスを原料とする場合には、3MPa において CO₂ の単流転化率 95%超と、当初目標を越える成果を得ている。シミュレーションにより高い転化率が得られるメカニズムを明らかにした。

(3) 今後の展開:

炭酸ガスの直接利用プロセスとして、反応器のラボスケールからのスケールアップは必然である。そのために、反応器内部のガス拡散速度、メタノールの凝縮速度などの in-situ 測定を継続するとともに、内部凝縮現象を詳細に把握するために、シミュレーションの精度向上に努める。

○Report summary (English)

Principal Investigator: Shimane University, Professor Kohji Omata

R & D title: Internal Condensation Reactor System for Methanol Synthesis with High Efficiency

1. Purpose of R & D

By developing a methanol production process using an internal condensation reaction system, reduction of greenhouse gas emissions due to improvement of process efficiency can be achieved when synthesis gas is used as the raw material. When carbon dioxide gas is utilized as carbon source, the direct and efficient reduction of greenhouse gas is targeted.

2. Outline of R & D

(1) Contents:

Since the single stream conversion is limited in the methanol production process due to thermodynamic constraints, the process has to be an energy-intensive one.

In this research, we designed and prototyped various internal condensation reactors, demonstrated that the limit of equilibrium conversion was overcome, and tried to understand the internal condensation phenomenon by simulations. LCA evaluation was performed according to the reactor and process aspect confirming the superiority of this process.

The catalysts were also continuously improved to prevent the deterioration by the development of the catalyst. In the case of using carbon dioxide as a raw material, additives, hydrophobic coatings, non-copper-zinc systems were applied, because the deterioration of the activity of the copper-zinc based catalyst, conventionally used in the industrial process, is accelerated because of by-product water.

(2) Achievements:

A novel internal condensation reactor system was applied for highly efficient methanol synthesis process.

In the process using synthetic gas as raw material, the single stream conversion rate of CO was over 95% at 4MPa, and the stage gate target was cleared. The reduction amount of GHG gas was quantitatively evaluated by LCA.

When carbon dioxide was used as the raw material, the single stream conversion rate of CO₂ was over 95% at 3MPa. The results exceeded the initial target. The simulation clarified the mechanism to achieve the high conversion.

(3) Future developments:

As a direct carbon dioxide gas utilization process, scale-up of the reactor from lab scale is inevitable.

For this purpose, we will continue in-situ measurement of gas diffusion rate and condensation rate of methanol inside the reactor, and try to improve simulation accuracy to understand internal condensation phenomenon in detail.