

平成25年度(基盤研究(S))研究概要(採択時)

【基盤研究(S)】

理工系(工学)



研究課題名 超精密/高効率化学プラント構築のための大量生産型マイクロデバイス設計・操作

京都大学・大学院工学研究科・教授

はせべ しんじ
長谷部 伸治

研究分野: 工学

キーワード: ナノマイクロ化学システム、反応装置、プロセスシステム設計、プロセス制御

【研究の背景・目的】

化学産業の構造改革を進めるためには、既存の装置での生産を前提とした製品開発から、新製品の合成に必要な運転条件を達成できる装置、プラントを開発するというように発想を転換する必要がある。

このような考えのもと、製品品質を厳密に制御しつつ飛躍的に高効率な生産ができるマイクロプラント構築の基礎となる、マイクロ機能デバイスの設計論を、マイクロ流体セグメントという概念をベースに開発する。また、大量生産に欠かせないマイクロデバイスの集積化に関する方法論、および大量生産型マイクロ化学プラントの操作・制御論を確立する。そして、プロトタイププラントを製作し、提案した設計論、集積化法、操作・制御論の妥当性を検証する。これにより、高付加価値生産次世代化学産業に対応できる新化学工学の学理を提示する。

【研究の方法】

期間前半は、「マイクロデバイスの設計論の構築」と「集積化および操作法の開発」の2項目について2グループ体制で研究を遂行する。設計論の構築では、単一流路および多流路のデバイスの最適設計までを対象範囲とし、設計手法の提案と提案した手法に基づくデバイスの試作、液相、気相、液液、気液のモデル反応、分離操作を実施して、統一的な設計論を確立し妥当性を検証する。集積化および操作法の開発では、デバイス単位での集積化法の確立と長期安定運転に不可欠な制御法、状態推定法、異常診断法の確立とその実験による検証を行う(図1参照)。

期間後半では、全研究者一体となってそれまでの成果を融合し、大容量生産用マイクロデバイス・プラントを設計するための統合的手法を開発するとともに、実際にポリマーの製造、有機合成、CO₂吸収などの各分野での典型的な対象に対応できるプロトタイププラントを試作し、その性能を評価する。そして、その成果をもとに、従来の化学工学の考え方を一段階精密化した設計、操作の方法論を提示する。

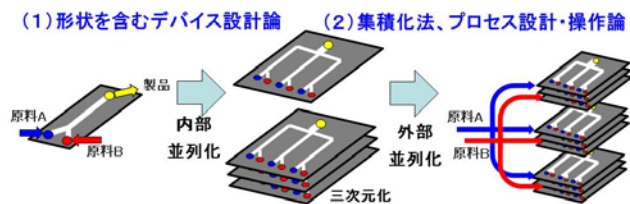


図1 大量生産型デバイスの設計手順

【期待される成果と意義】

実験用ではなく、大容量マイクロデバイスおよびプラントの設計・操作を対象としている点、およびデバイス形状やデバイス内の流れの状態を考慮したモデルに基づく設計法を構築しようとしている点が、本研究の大きな特徴である。よって、提案した設計法が確立できれば、マイクロプラントのみならず、一般の化学プラントの設計法としても革新的なものとなり、高機能製品の機能を装置の形状によって引き出すという、プロセスオリエンティッド合成という新発想のプロセス工学を確立できる。

本研究では、数千流路という単純な並列化では達成できない集積度のプラント構築・運転法を開発しようとしている。本開発が進めば、混合、反応、熱交換の効率化で1/10にコンパクト化された本質安全なプロセスを提供可能となり(図2参照)、我が国の化学産業の構造改革へ大きく貢献できる。



図2 大量生産型マイクロ化学プラント

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- N. Aoki, R. Umei, A. Yoshida & K. Mae, "Design Method for Micromixers Considering Influence of Channel Confluence and Channel Bend on Diffusion Length", *Chem. Eng. J.*, 167, 643-650 (2011)
- Y. Tanaka, O. Tonomura, K. Isozaki, & S. Hasebe: "Detection and Diagnosis of Blockage in Parallelized Microreactors", *Chem. Eng. J.*, 167, 483-489 (2011)

【研究期間と研究経費】

平成25年度-29年度
162,000千円

【ホームページ等】

<http://www-pse.cheme.kyoto-u.ac.jp/hasebe@cheme.kyoto-u.ac.jp>