

マイクロ流路を用いた交互流

工学研究科 システム科学専攻 松野弘貴 (岡本・平野 研究室)

工学研究科 応用化学専攻 中川智博 (岡本・平野 研究室)

工 学 部 バイオ・応用化学科 平野博之・岡本直孝

Keywords: マイクロスケール, リアクター, 多相流

1. 現象の特徴と研究目的 近年, 各種化学プロセスにおいて, 微小流動技術を利用した装置の小型化や高性能化に関する研究が盛んに行われ, 装置の省スペース化や各種効率の向上などに成功している. 微小空間では, 重力などの体積力に比べて剪断力などの面積力や界面張力が支配的となり, とくに相互に溶解しない2流体を合流させると各々の相が交互に現れる交互流となるなど, マイクロ空間特有の流動様相を呈するようになる. 交互流においては, 各々のセグメントが短くなると界面積が増大することから, 各種効率の大幅な向上が期待される. 本研究では, マイクロ流路内における液々2相流を取り上げ, 現象の理解・整理と流動特性を検討する.

2. 実験方法 Figure 1 に実験装置図を示した. 水相と有機相の2流体をシリンジポンプによって送液し, マイクロ流路へ導入した. 交互流の特性を調べる実験では, 両相を色素で着色して可視化し, 各々のセグメントの長さを測定することで, 流速などの影響を検討した. また, マッハツェンダー光学干渉計を用いた可視化も行い, 屈折率の違いによる可視化も実施し, 流動状態をさらに詳細に検討した.

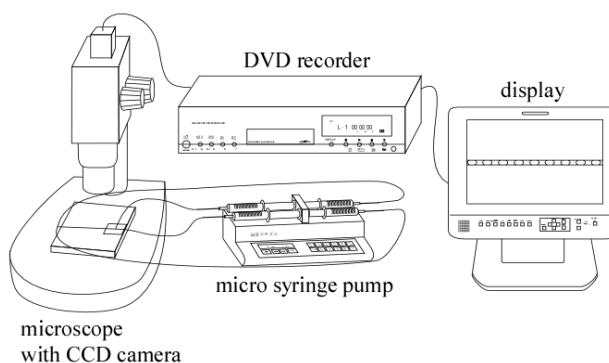


Fig.1 Experimental apparatus

3. 結果と考察 現象を支配する基礎式と実験条件をもとに次元解析を行った結果, この現象はキャピラリー数(Ca)とレイノルズ数(Re), そしてこれらの積であるウェーバー数(We)で整理できることが明らかとなった. そしてこれらのうち, 本実験においては, 各相のセグメント長さに与える, 流速(体積流量)や液体の物性値の影響は, We よりも, Ca のみを用いた方がうまく相関できることが明らかとなった. さらに, Ca が大きくなるにつれて, セグメントの長さも短くなることがわかった.

4. 応用の可能性 現在稼働している各種の化学工業プロセスにおいて, 本研究にて提案するようなマイクロ流路を利用すると, 爆発などのリスク低減, 装置の小型化に伴う省スペース化, ディスポーザブルな流路を用いることによる低コスト化, 装置のナンバリングアップでスケールアップに対応, などを達成できる.

【特許公開 2009-233483】「アクティブスラグリアクター」

謝辞: 本研究は文部科学省 私立大学学術研究高度化推進事業 社会連携研究推進事業(H18-22)「地域社会とのコラボレーションによるQOL向上の一体的アプローチ」の研究助成を受けて行われた. ここに記して謝意を表す.