

複合プラズマ装置による μ リアクター製造技術の研究開発

PJ 推進担当 鍋澤浩文、小幡 勤、松本 岩男、中央研究所 谷野 克巳
物質・材料研究機構 中谷 功、園田 太郎
大阪府立大学 関 実
立山マシン(株) 斉藤 潤二、山下 弘樹、金沢 元一、浅地 豊久
立山科学工業(株) 土井 喜一、森 喜代志、若林 傑
(株) 斉藤製作所 本堂 裕、石見 雅美

1. はじめに

バイオテクノロジーや医薬品の分野においては、化学的な反応や物理化学的な分離操作を行うために、研究開発の段階では試験管やフラスコなどの実験器具を用い、生産に移行する際はプラントを立ち上げて対応してきた。しかしながら、このスキームでは、スループットが遅い、大量の副生成物が排出される、莫大な設備導入経費を要するなど、多くの問題があった。このため種々の化学的操作をマイクロチップ上の微小空間で行わせる μ リアクターシステムが待望されている。現在研究開発されているマイクロチップは、チップ基材と加工寸法、精度に限界があり、所望のチップを安価で大量に生産する技術が求められている。これらの背景のもと、本コンソーシアム事業においては、プラズマエッチング法によるポリマー材料の高精度加工技術及び、ポリマー材料の表面改質ならびにメタライジングを同一チャンバーで合理的に行う複合プラズマ装置の開発を行うとともに、この技術を活用した微細流体回路の試作を行うことで、 μ リアクターシステム製造技術を総合的に開発することを目的としている。

2. 実験方法及び実験結果

(1) ポリマー材料の高精度微細加工技術の開発

汎用的な熱可塑性ポリマー材料 12 種類について、電子線リソグラフィーや紫外線リソグラフィーで用いる試薬への耐性、真空蒸着時の熱輻射に対する耐性、蒸着膜の密着性を評価し、微細加工の対象とする材料を 10 種類までに絞り込んだ。また、複合プラズマ装置に貢献する基礎データを取得する目的で、プラズマエッチング、表面改質の様々なパラメータを広範囲で設定できるポリマー材料専用の反応系実験装置を製作した。図 1 に、反応系実験装置の外観を示す。この装置は、試料の冷却機構やプラズマ生成方式に特徴があり、プラズマの化学反応種の測定や基板温度の測定なども可能である。また、複数ガスの供給量・時間や低圧下でのプラズマ生成についてプログラム制御が可能である。この装置について、プラズマ生成領域やセルフバイアス電圧などの基本的なプラズマ特性を評価した。

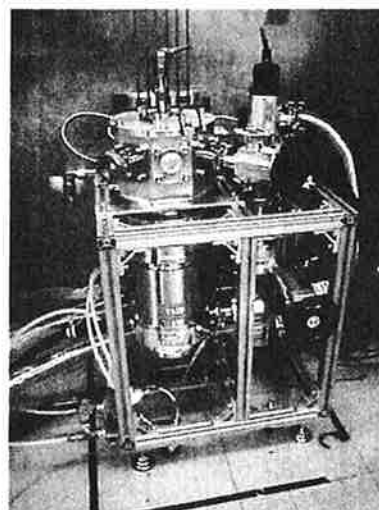


図 1 反応系実験装置の外観

(2) 複合プラズマ装置の開発

独自に開発した ECR プラズマ源を基礎にして、プラズマ密度の均一性、大面積化を図るために、永久磁石や μ 波アンテナ形状とそれらの幾何学的配置について再検討を行った。また、高密度プラズマを効率よく生成する μ 波励振モードについても既存装置を用いた試験を行い、このモードが励振しやすいチャンバー形状について検討した。これらの結果と、表面改質、メタライジングの複合化を踏まえた基礎実験装置の設計・製作を行った。

(3) 微細流体回路の試作・評価

PDMS 及び PMMA を材料とし、レプリカ鋳造法及び μ 切削加工法により、種々の μ 流体素子を設計し、その一部を試作した。また、レプリカ鋳造法により製作した PDMS 微小流体素子を用いて、流動抵抗評価のための流速と圧力の関係の測定、表面処理と濡れ性の評価、さらに二相流の安定性評価のための流動パターンの流速依存性の測定を行った。

謝辞 本研究は、経済産業省の助成(平成 15 年度地域新生コンソーシアム研究開発事業)を受けて実施したものである。ここに記して謝意を表す。