

新しい化学反応場としてのマイクロ空間

マイクロリアクターは、流路が数～数百 μm ($\mu=10^{-6}$ 、マイクロ)の微小反応器の総称である。マイクロリアクターは、(1)加熱、冷却速度が速い、(2)流れが層流である、(3)単位体積当たりの表面積が大きい、(4)物質の拡散長が短いので反応が迅速に進行する、等の特徴を持っている。このため高速かつ高選択性の反応を実現することが可能である。

我々は、マイクロドリルによる微細機械加工法を用いて、種々の材質の基板の上に100～500 μm 径の流路となる溝(マイクロチャネル)を作製してきた。本法は、一般的に多用されるフォトリソグラフ法に比べ加工限界、加工精度は劣るものの、100 μm 以上のチャネルであれば比較的短時間に低コストで加工できるという特徴を持っている。しかし、現在市販されている機械加工装置(NC工作機)のほとんどは大型で、保守・取り扱いが複雑である。そこで我々は、平板上へのマイクロ流路作製の卓上型マイクロマシニング装置を開発した(写真1)。本装置には市販のマイクロドリルが使用可能で、XYZの3軸制御により溝加工や穿孔加工が可能である。重量、体積共に従来のマシニング装置に比べ約1/10であり、電源もAC100Vのコンパクト仕様となっている。

我々は、マイクロリアクターのさらなる高

性能化を目的に、流路壁面を物理化学的手法で種々に修飾する技術(機能付与技術)を開発した。写真2は、約100nm($n=10^{-9}$ 、ナノ)径のシリカ粒子を分散させた溶液をマイクロ流路に流し、乾燥速度を厳密に制御することにより、流路壁面にシリカ粒子を自己組織化したものである。1回の操作で1層の自己組織化層を形成でき、繰り返し操作による多層化も可能である。このような組織構造は流体との接触面積を増大させるのに有効であり、触媒反応リアクター等への適用を試みている。また、我々は流路壁面へ酵素を担持したリアクターを開発した。従来のバッチ式反応に比較して飛躍的に反応効率が增大し、生化学反応リアクターとして有望であることが分かった(図)。さらに、酵素の固定化に関し、可逆的に脱着できる方法も開発している。これにより失活後の酵素の交換が極めて容易に行え、長時間の連続した反応にも対応できるようになっている。

現在、マイクロ空間を対象とする研究が活発化しているが、まだ理解が不十分な現象も数多く残されている。今後、微小流体的挙動の計測・解析を含めた検討を実施し、マイクロ空間に特徴的な反応系の探索とそれを実現するためのマイクロリアクターの設計・構築を検討していく。

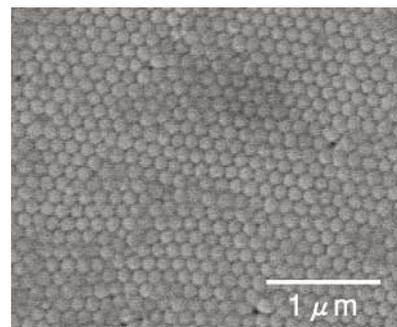
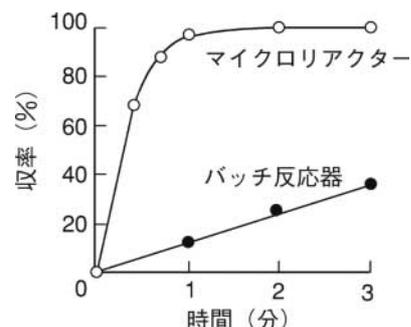


写真1 (左上) 卓上型マイクロマシニング装置 (Micro MC)

写真2 (右上) マイクロ流路壁面の自己組織化ナノ粒子

図 (右下) マイクロリアクターによる酵素反応



まえだ ひであき
前田英明
maeda-h@aist.go.jp
マイクロ空間化学研究ラボ

関連情報

● 日刊工業新聞 平成14年3月14日