

## 自己組織化を用いたナノパターニング



マイクロメカトロニクス国際研究センター  
機械・生体系部門 准教授 金 範峻  
平成 24 年 5 月 23 日(水)

高性能高密度集積回路 (LSI) の実現には、微細パターンを用いた高集積化技術が必須になっている。それに伴い、集積回路パターンの微細化も進み、将来には 10 nm 以下の構造サイズを有するデバイス、すなわちナノデバイスが実用化に向かうと予測されている。既に、光の回折限界の壁に立ち至っているフォトリソグラフィ技法には、100 nm 以下の超微細パターニング技術の開発が急がれており、波長の短い遠紫外線 (EUV) や X 線、さらに電子線 (EB) 等の開発が進んでいる。しかし、こうした技術はスループットやコストの面で量産化には課題が多い。我々は従来の技術とは違う、省エネプロセスであり、量産化の面からはスループットが高く、かつ低コストという幾つかのマイクロ・ナノパターニング技術の開発に取り組んでいる。そして、従来のトップダウン技術に対する、ボトムアップ技術と呼ばれるアプローチに注目してきた。生物はタンパク質、核酸などの生体分子から、細胞の形成まで自己組織化により完璧に構築されると言える。そこで、個々の原子や分子を必要な場所に正確に配置する、或いは正確に自己組織化させることを用いて、パターン形成とマイクロ加工技術などとの組合せ・融合を行うことがこのボトムアップアプローチのナノマシニングの一つである。

分子の自己集合化・組織化を工学的に応用している様々なボトムアップアプローチ手法の中で、特に吸着高分子の自己組織化単分子膜 (SAM, Self-Assembled Monolayer) に注目し、ナノバイオ領域における表面処理として、SAM を用いた表面修飾手法の工夫や、大面積ナノパターニングのための液中でのマイクロコンタクトプリンティング ( $\mu$ CP) 技術、さらに SAM を用いた様々のバイオ物質のマイクロパターニング技術などを研究している。図 1 に、種々の機能膜としての SAM の概略図を示す。 $\mu$ CP 技術は SAM の物質を用いて、基板上に直接パターニングする手法として工程が簡単であり、マイクロデバイス、光学素子、バイオチップなど生体工学分野にも利用され、その応用範囲が広がっている。図 2 に  $\mu$ CP 法 (判子を押すような、簡単なプロセスでできるマイクロパターニング法) の概念図と、液中で行う  $\mu$ CP 法で得られたナノパターンの SEM 写真を示す。

今後は、大面積においてマイクロからナノメータスケールを同時に形成できるハイブリッドパターン技術の開発や、活性化を守る蛋白質、DNA などの均一なナノパターニングと高機能の有機化学物質などのパターニング技術の開発に向けて研究を進めていきたい。

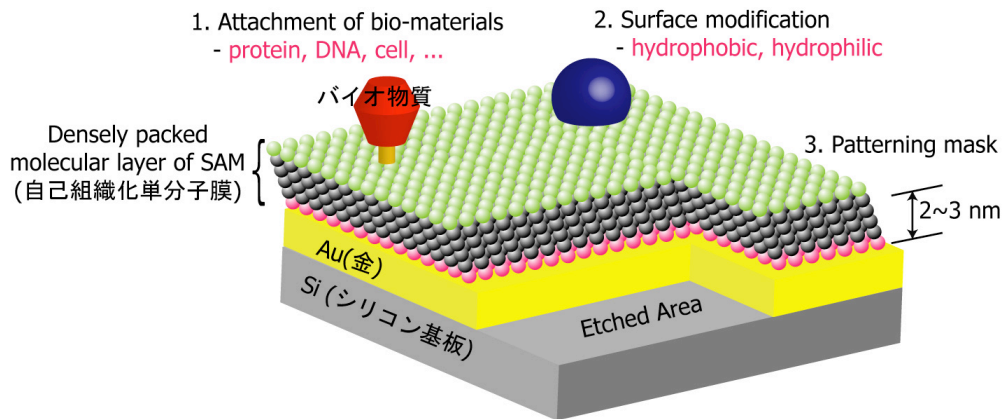


図 1. 機能膜としての SAM の構造模式図とその三つの代表的な応用機能.

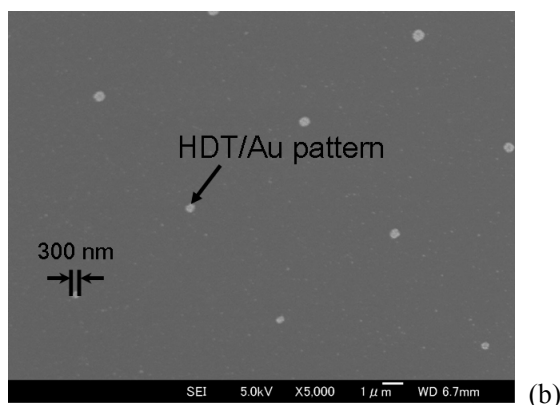
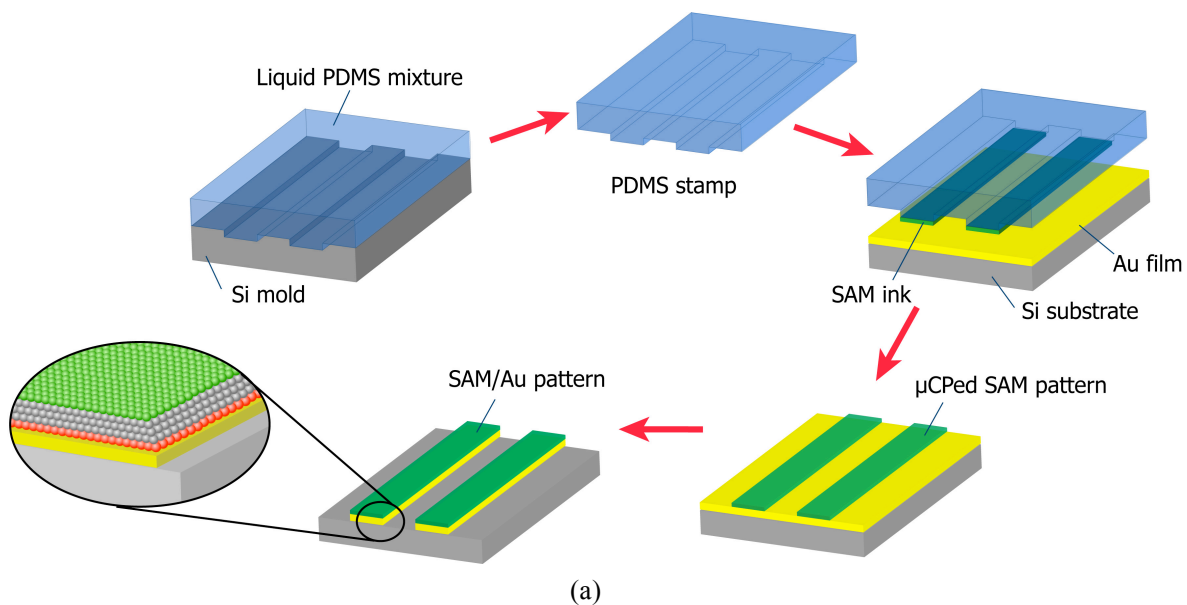


図 2. マイクロコンタクトプリンティング ( $\mu$ CP) 法の概念図(a)と液中  $\mu$ CP したヘキサデカンチオール(HDT)SAM と金のナノドットアレーのパターン(b).