

自己組織化膜とプラズマの反応解析・制御による自己組織化膜への機能付与
Analysis of interaction between plasma and self-assembled monomer, and addition of
functional groups to the monomer by controlling the interaction

篠原正典, 松田良信, 藤山 寛

Masanori Shinohara

長崎大学工学研究科電気・情報科学部門

Division of Electrical Engineering and Computer Science, Nagasaki University,
Bunkyo Nagasaki 852-8521

自己組織化膜は、構造・組成が規定された単分子が基板上に整然と並ぶことで形成される。膜自体でもバイオセンサなどのデバイス応用が可能である。さらに、バイオ分子を半導体表面に固定する際にも自己組織化膜は界面層としての役割を担うこともできる。自己組織化膜はメチル基、アミン基、ヒドロキシル基等様々な官能基で終端され、膜の反応性等を決める重要な要素となっている。その官能基が変わると、膜の特性が変化する。Hamers らが示したように、ダイヤモンド上にバイオ分子を固定化するために多くの化学処理を行った場合¹、分子が長くなる場合が多い。一方、プラズマ中で生成されたラジカルなどの化学種を用いれば、分子の長さ・大きさを変えないで官能基を付加することが可能であると考えられる。しかしながら、プラズマ中で生成されるラジカルの種類は多く、それらの化学種は反応性が高いため、その反応制御が難しい。

そこで、本研究では、プラズマと自己組織化膜の反応の制御により、自己組織化膜に特定の官能基を付加する方法論を確立することを目的とする。プラズマと自己組織化膜との反応解析では、これまで開発を行ってきた多重内部反射赤外吸収分光法を用いる予定である。この方法は赤外光を半導体プリズム内部で多重反射させることで赤外分光法の感度を向上させるものである。赤外光はプラズマとの相互作用を行わないため、プラズマ中での反応を実時間で計測が可能である。また、この方法は検出感度が高いため、膜のわずかな状態の変化についても検出されるスペクトルには変化が生じる。さらに、ガウシアン等の第一原理計算ソフトを用いて、得られた吸収スペクトルのピークが示す官能基の吸着状態を同定すれば、自己組織化膜の詳細な化学変化を追うことができると考えられる。

本発表では本格的な実験を始める予備実験として、3-(2-aminoethylamino)propyldimethoxymethylsilane を用いた自己組織化膜を作製し、大気圧空気プラズマに曝露した際の反応解析の一例を紹介する。大気圧プラズマとは、半導体プロセスに用いられるプラズマは低圧で生成されるのに対して、大気圧で生成されるもので、プラズマの医療・バイオ応用、空気清浄機など環境応用に注目されているプラズマ源である。この反応解析の中で、空気中の水分が反応に大きな影響を与えている可能性があることがわかってきた。今後、真空プロセスを用いたプロセス診断を行い、その効果を明らかにするとともに、他の種類の自己組織化膜に対して、プラズマとの反応を明らかにしたいと考えている。

[1] W.S. Yang, O. Auciello, J.E. Butler, W. Cai, J.A. Carlisle, J. Gerbi, D.M. Gruen, T. Knickerbocker, T. Lasseter, J.N. Russell, L.M. Smith, R.J. Hamers, *Nature Materials* **1**,253 (2002).