

フォトポリマー懇話会 ニュースレター

No.64 October 2013



感光性エンジニアリングプラスチックへの期待

横浜国立大学大学院工学研究院機能の創生部門 准教授

大山 俊幸

この度、「フォトポリマー懇話会ニュースレター」の巻頭言の依頼を頂いたが、私がフォトポリマーとかわるようになったのは比較的最近になってからである。学部生時の研究内容は有機金属化学であり、大学院では機能性高分子の研究を行っていたがフォトポリマーとは異なる研究であったため、感光性ポリマーを扱うようになったのは横浜国立大学に赴任してからのことである。今回、巻頭言を執筆するにあたりフォトポリマー懇話会のホームページに掲載されているニュースレターのアーカイブを拝見したが、執筆されているのはいずれも著名な先生方ばかりであり、正直なところ私では力不足ではないかと感じている。しかし、折角頂いた機会であるので、私の現在の研究の紹介を通して、感光性エンジニアリングプラスチック（エンブラ）への期待について述べたい。高分子化学の教科書を開くと、「高分子の分類」についての内容が最初に記載されていることが多い。高分子の分類方法には、天然高分子／合成高分子のような由来に基づく分類や、成分数とその配列に基づく分類（ホモポリマー、コポリマー（ランダム、ブロック、etc））など色々あるが、高分子鎖が鎖状であるか網目状であるか、といった分子鎖構造に基づく分類もよく用いられる方法の一つである。工業的に広く用いられている直鎖状ポリマーは、ポリエチレンやポリスチレンなどのビニルポリマーに代表される汎用プラスチックと、より高性能のエンブラとに分けられる。エンブラはさらにナイロンやポリカーボネートなどの汎用エンブラと、ポリイミドや芳香族ポリアミドなどのスーパーエンブラに分類することができる。一方、代表的な網目

状ポリマーとしてはフェノール樹脂、尿素樹脂、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂があげられる。

ここで現在広く研究ないし実用されているフォトポリマーについて考えると、汎用プラスチックをベースにした系は、ビニル基やエポキシ基の光開始連鎖重合・架橋系や、チオール／エン重付加系、ビニルポリマー側鎖の架橋あるいは分解を利用したフォトレジストなど、幅広く利用されている。熱硬化性樹脂をベースにした系としては、フェノール樹脂であるノボラックとジアゾナフトキノン（DNQ）の混合系や、光酸発生剤を用いたメチロール／芳香環架橋系などがある。また、スーパーエンブラを用いた系には、感光性ポリイミドや感光性ポリベンゾオキサゾールがあり、ICチップ／封止樹脂間のバッファコート層などとして用いられている。しかし、汎用プラスチックよりも高性能であり、かつスーパーエンブラよりも安価な汎用エンブラについては、感光性を付与し微細パターン形成などに利用はあまり行われていない。また、ポリイミド・ポリベンゾオキサゾール以外のスーパーエンブラの感光化についてもほとんど検討されていないのが現状である。これは、従来の手法ではエンブラの感光化のためにカルボキシ基などの官能基をポリマー構造中に導入する必要があり、その結果、製造コストが増加するとともに性能が低下してしまうことが原因であると考えられる。よって、これらのエンブラに簡便に感光性を付与できる手法を開発できれば、フォトポリマーの応用範囲を大きく広げることができると期待される。私たちは、イミド基やエステル基などのカルボン酸類縁基を有するポリマーに特別な化学修飾を施すことな

く感光性を付与し、微細パターンを形成できる手法である「反応現像画像形成 (RDP)」を開発し、研究を進めてきている¹⁾。当初は、ポリイミド前駆体であるポリアミック酸をベースポリマーとしている現行の感光性ポリイミドに代わる、新規感光性ポリイミドの開発からスタートした研究であったが、ポリカーボネートやポリアリレートなどの他のエンブラや、*N*-フェニルマレイミド/スチレン交互共重合体のようなビニルポリマー²⁾、さらにはポリ乳酸³⁾のような脂肪族ポリエステルにもRDPを適用できることが明らかになってきている。RDPでは、ポリマー主鎖中のカルボン酸類縁基と現像液中の求核剤 (アミン、OH⁻ など) との求核アシル置換反応に基づくポリマーの溶解性変化を露光部または未露光部で選択的に引き起こすことにより、ポジ型またはネガ型の微細パターン形成を実現している。RDPに基づく感光性ポリマーでは、ポリマー中にもともと存在するカルボン酸類縁基を利用して感光性を付与するため、前駆体の使用や化学修飾の必要がなく、市販エンブラなどもそのまま利用可能であることが大きな特徴である。ここでは、RDPを用いたエンブラへの感光性付与について紹介する。

ポジ型RDPにおいては、感光剤 (光酸発生剤) であるDNQを含有したエンブラ膜 (市販のポリイミド、

ポリカーボネート、ポリアリレートなど) にポジ型フォトリソマスクを通して超高圧水銀灯からのUV光を露光し、エタノールアミンなどの求核剤を含む親水性現像液を用いて現像するだけで、露光部のみが溶解したポジ型微細パターンが得られる。市販のポリカーボネートおよびポリアリレートに対してポジ型RDPを適用し形成した微細パターンの走査電子顕微鏡 (SEM) 写真を図1に示す。また、OH⁻を求核剤としたアルカリ水溶液現像も可能であり、比較的高濃度 (25wt%) のアルカリ水溶液ではあるが、7分間の現像でポリカーボネートのポジ型微細パターンが形成できる。

ポジ型RDPでは以下に示す機構によりパターンが形成される。すなわち、①露光時にDNQからインデンカルボン酸が生成する。②現像時に、現像液中の求核剤 (=塩基) と露光部の酸が塩を形成し、この塩により現像液への親和性が高くなった露光部に現像液が浸透する。③膜中に浸透した求核剤とエンブラ主鎖中のカルボン酸類縁基との求核アシル置換反応により露光部でのみエンブラ主鎖の切断が起こり、低分子量化した露光部が現像液に溶解する。一方で、未露光部では①の酸生成が起こらないため、その後のプロセスが全て起こらずポリマーの現像液への溶解は抑制され、結果としてポジ型パターンが形成される。

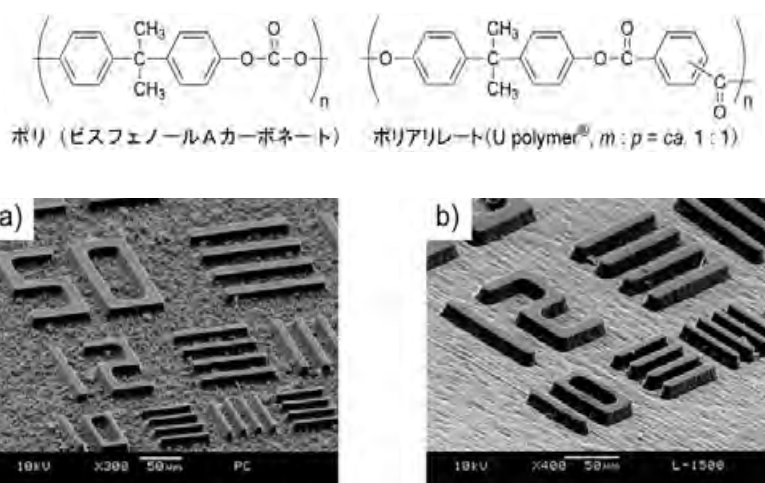


図1. ポジ型RDPによる微細パターン形成 (～10μm) (a) ポリカーボネート, (b) ポリアリレート

一方、DNQおよび*N*-フェニルマレイミドを含んだポリイミド膜に露光およびアルカリ溶液での現像を行うことにより、ネガ型の微細パターンを形成できることが明らかとなった。このネガ型RDPはポジ型RDPと比べて高感度 (ポジ型: 数百mJ/cm²以上、ネガ型: 100mJ/cm²以下) であり、ポリイミドの分子構造を適切に設計することにより低濃度のアルカリ水溶液を現像液として用いた場合でも比較的短時間で微細パターンを形成できる (図2)⁴⁾。ネガ型RDPでは、露光部での「*N*-フェニルマレイミドの光二量化による現像液浸透の抑制」および「インデンカルボン酸と現像液と

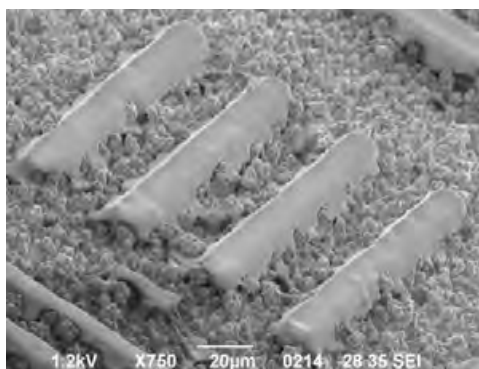
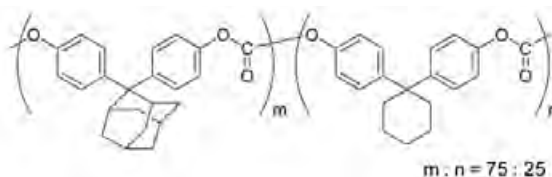
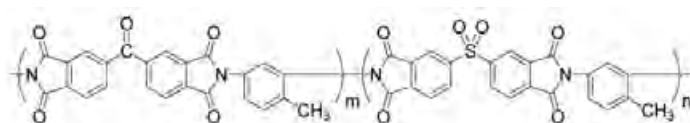
の反応によるOH⁻の消費」により、露光部での求核アシル置換反応に伴うポリマーの溶解が抑制され、ネガ型パターンが形成されていると考えられる。

また、ポリイミド以外のエンブラへのネガ型RDPの適用について、アダマンタン構造含有ポリカーボネートを用いた微細パターン形成を検討したところ、アルカリ水溶液/エタノール現像液での現像によりネガ型微細パターンを形成できることが明らかとなった (図3)⁵⁾。m=0のポリマーでは現像に50分必要であったのに対し、アダマンタン構造含有ユニットの増加とともに現像時間は大幅に短縮され、m:n=75:25のポリ

マーでは8分以上、エンブラなどに特別な化学修飾を施すことなく感光性を付与し微細パターンを形成できる手法であるRDPについて紹介させて頂いた。RDPを用いることにより、汎用プラスチックをベースとした感光性ポリマーよりも高い物性を有し、かつポリアミック酸を用いる従来の感光性ポリイミドよりも安価かつ保存安定性のよい種々の感光性エンブラを得ることが可能になる。RDPや、RDP以外の新原理の開発に基づく感光性エンブラが、汎用プラスチックをベースとした感光性ポリマー、従来型の感光性ポリイミド・ポリベンゾオキサゾールに続く新しいタイプの感光性

ポリマーとして様々な用途に展開されていくことを期待している。

- 1) 大山俊幸, 高分子論文集, **67**, 477 (2010).
- 2) T. Oyama, S. Senoo, M. Tomoi, A. Takahashi, J. Photopolym. Sci. Technol., **24**, 523 (2011).
- 3) T. Kawada, A. Takahashi, T. Oyama, Polym. Prepr., Jpn., **61**, 3700 (2012).
- 4) 大山俊幸, 高分子, **61**, 877 (2012). 4 (2011).
- 5) S. Yasuda, A. Takahashi, T. Oyama, S. Yamao, J. Photopolym. Sci. Technol., **23**, 511 (2010).



(現像液: 2.5wt% TMAH水溶液)

図2. ネガ型RDPによるポリイミドへの微細パターン形成 (20 µm)

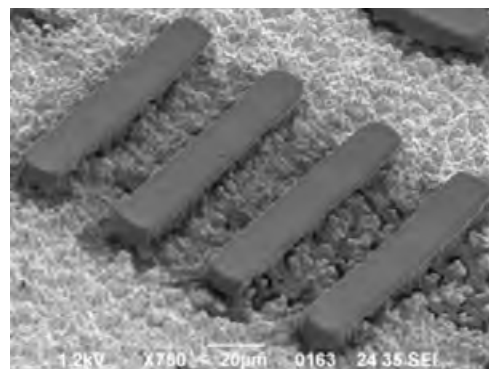


図3. ネガ型RDPによるポリカーボネートへの微細パターン形成 (20 µm)

【研究室紹介】

東北大学多元物質科学研究所有機・生命科学研究部門金原研究室

金原 数

研究室は東北大学多元物質科学研究所有機・生命科学研究部門の生命類似機能化学研究分野に所属しています。多元物質科学研究所は、金属、無機、有機、生体材料など、種々の材料を多元的な視点から研究する研究室が集結している国内随一の研究所で、我々はその中で、有機・生体材料に関わる研究を主に行っています。現在、研究室のスタッフは、教授に加え、村岡貴博助教、宇井美穂子助教、Nabanita Sadhukhan助教(研究特任)から成っており、物質合成、タンパク質工学等の専門を活かした研究を行っています。他に、研究補助員、秘書、大学院生合わせて16名ほどで成

り立っています。学部生がいない反面、教職員の割合が多く、学部の研究室よりも少し年齢層の高い研究室です。

生命類似機能化学という研究室名が表すように、当研究室では生体分子の構造・機能を模倣した新規物質の開発を研究の一つの方向性として重視しています。生物の体は様々な機能を有する生体分子から成り立っており、我々が機能性物質を作る上で様々なヒントを与えてくれます。例えば、刺激に応答して機械的な動きを起こす生体分子機械は、物理的な運動を通じて物質輸送、シグナル伝達、さらには物質合成まで、様々な機能を発

揮しており、分子が持つことのできる機能の一つの究極的な姿を示しています。当研究室では、有機合成化学的な手法と遺伝子工学的手法を武器として、このような生体分子の機能とその発現メカニズムに着目し、これまでに無かったような新しい機能を有する新物質、あるいは生体分子の機能を自由自在に制御できる人工物質の設計と合成を目指しています。また、純粋に有機合成化学的なアプローチだけでなく、生体分子と人工分子をハイブリット化することにより、生体分子と人工分子の利点を取り入れたユニークな機能を有する分子の合成も行っています。このように、物質開発といっても様々なアプローチをとっているため、有機化学、高分子化学、分子生物学などの複数領域にまたがる分野融合的な研究展開を行っております。

機能性物質の応用を考えた場合、それを任意のタイミングで制御することは重要です。このような物性制御を目指す場合、物理的刺激に対する応答性を付与する必要がありますが、特に光は時空間分解性に優れていることから、光応答性分子が刺激性分子として重要な位置を占めています。また、二光子励起を用いることにより、生体環境にも適用できる潜在的可能性を有しています。このため、我々が開発している分子の多くは、フォトポリマーとの関連も深くなっております。

最近特に力を入れている研究テーマの一つは、多回膜貫通型タンパク質を模倣した交互両親媒性ブロックオリゴマーの開発です。生体膜にはG-タンパク質共役受容体など、細胞の刺激応答性に関わるタンパク質が数多く見つかっていますが、その主要な構造モチーフとして、親水性ペプチド鎖と疎水性ペプチド鎖が交互に配列し、生体膜を複数回貫通する構造をもった多回膜貫通型構造が知られています。これと類似の繰り返し構造を有するような人工分子を設計し、二分子膜の機能を能動的に制御できるような物質の開発を行っています。最近、その一つのモデルとして、図1に示すような分子を開発しました。この分子は、オリゴエチ

レングリコール鎖と芳香族カルボン酸（アニオン）を親水部に、共役した芳香環を疎水部に用いた比較的単純な構造をしています。興味深いことに、このような簡単な模倣モデル化合物でも二分子膜中に導入した場合に、多くの膜タンパク質と同様にイオン透過性を示すことを見いだしました。現在、この分子に光応答性を付与することを試みており、フォトポリマーの一つの新しい応用可能性を示すことができるのではないかと期待しています。一方、光応答性という観点から、人工分子だけでなくタンパク質にも着目しています。タンパク質には光刺激に応答して大きな構造変化を起こす光応答性タンパク質がいくつか知られています。その中で、Photoactive Yellow Protein (PYP) と呼ばれるタンパク質は、可視光を照射すると変性し、照射を止めると自発的にフォールドした状態に戻るという興味深い性質を有しています。PYPは比較的大きな構造変化を起こすため、分子集合体や他のタンパク質の機能制御に応用できるのではないかと期待しています。実際、PYPを利用することで、 α -ヘモリジンという孔形成タンパク質の活性の光制御に成功しました。

さて、これまでの光応答性機能性物質の開発においては、一つの分子を対象としてその機能を制御する、というのが主流でした。しかしながら、生体系は複数の分子を共同的に働かせることで、物質濃度などのダイナミクスの制御を非常に巧妙に行っています。光に関連する性質でも、例えば生体リズムにおける光の役割など、非常に複雑な現象の制御因子として光の重要性が強く表れる現象も見つかっています。このような複数の要素を組み合わせた複雑な系の構築は、生命機能の模倣という観点からのみでなく、将来的な材料開発の方向性として、ますます重要になってくるのではないかと思います。当研究室でも、ベシクルなどを利用して細胞類似の環境を整えることで、このような生体類似のシステムの構築を目指して行きたいと考えています。

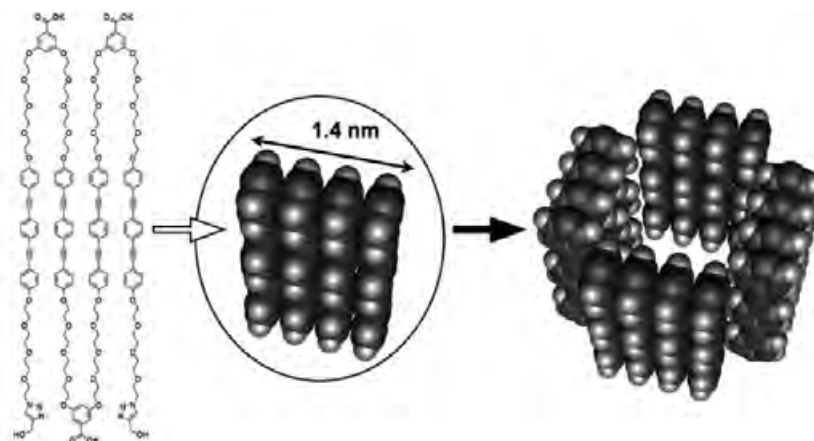


図1. 膜貫通タンパク質を模倣した両親媒性マルチブロックオリゴマー。2分子膜中で会合してチャネルを形成する。



第30回国際フォトポリマーコンファレンスの報告

フォトポリマーコンファレンス組織委員 遠藤 政孝

第30回国際フォトポリマーコンファレンス（マイクロリソグラフィ、ナノテクノロジーとフォトテクノロジー材料とプロセスの最前線）は、千葉大学けやき会館にて6月25日（火）～28日（金）に開催された。参加者は約300名と盛況であった。

コンファレンスの講演は以下の英語シンポジウム、日本語シンポジウムにより行われた。

A. 英語シンポジウム

- A1. Next Generation Lithography (Directed Self Assembly (DSA)) and Nanotechnology
- A2. Nanobiotechnology
- A3.
 - A9. Advanced Materials for Molecular Device and Technology
 - Photofunctional Materials for Electronic Devices: Materials for Photoelectric Conversion
- A4. 193nm and Immersion Lithography/ Double Patterning
- A5. EB Lithography
- A6. Nanoimprint Lithography
- A7. EUV Lithography
- A8. Chemistry for Advanced Photopolymer Science
- A10. General Scopes of Photopolymer Science and Assembly Materials Technology

P. Panel Symposium Application of Directed Self

[英語シンポジウム]

Next Generation Lithography (Directed Self Assembly (DSA)) and Nanotechnologyでは、DSA Lithographyについて多くの講演が行われた。Prof. Nealey (Univ. Chicago) のKeynote Lectureでは、IMECの300mmウエハーラインに導入したポリスチレン-ポリメチルメタクリレートのブロックコポリマーをケミカルエピタキシーで、パターンピッチ84nmを1/3縮小した28nmパターンを示した。また解像性を向上させるために、より乖離しやすい高 χ （カイ）のブロックコポリマーについての講演が多かった。パネルシンポジウムもDSAについて合わせて行われた。高 χ 材料は構成ユニットの表面エネルギーの差が大きいことから、垂直なパターン形成を行うためには

トップコート、溶媒、新モノマーなどが必要である。DSAの長所は解像度、コスト、短所はパターン設計のフレキシビリティであることが挙げられた。16~17nm世代での使用に期待があった。EUV LithographyではKeynote Lecture 2件を含む最多の講演が行われた。

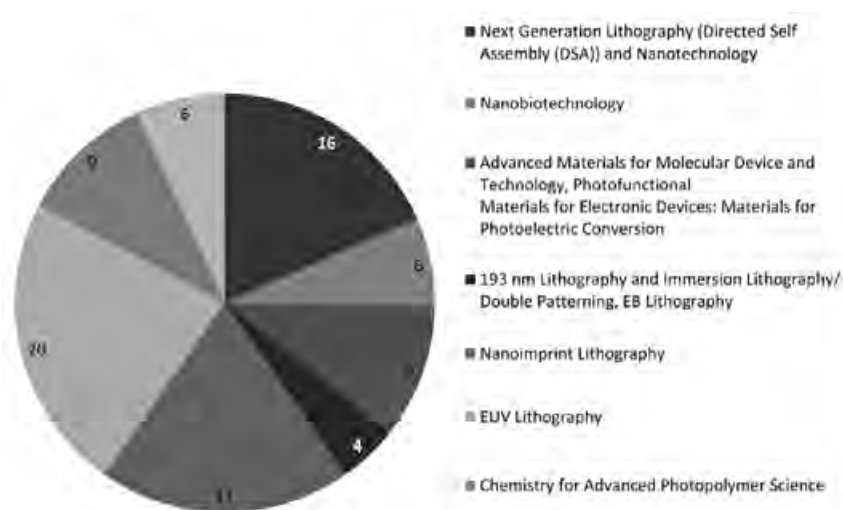


図 1. 英語シンポジウムの講演件数分布

[英語シンポジウムのつづき]

Keynote Lecture では、EIDECのInoue氏からEUVリソグラフィ、レジスト開発の戦略、検討結果が述べられ、Naulleau氏 (LBNL) からショットノイズのコンタクトホールパターンの均一性に与える影響を述べられた。EUV露光はArF露光に比べてフォトン吸収が14倍少なく、ショットノイズがレジストパターンのラフネス、均一性を劣化させることが課題になっており、この関連の講演も多かった。また、フラッド露光による感度向上のプロセス、スペースパターンのコントラストを向上させるネガ現像、レジストからのアウトガスの課題とこれを防止するトップコート膜、レジストパターンの形状や密着性を向上させるSi系のハードマスクなどの講演があった。Nanoimprint Lithographyでは、Keynote Lecture 2件を含む、熱ナノインプリント、UVナノインプリントなど興味深い講演があり多くの参加者があった。Nanobiotechnologyでは細胞内のアンチ・がん薬デリバリーなど斬新な技術について議論が行われた。Advanced Materials for Molecular Device and Technology、Photofunctional Materials for Electronic Devicesは、本年はMaterials for Photoelectric Conversionの主題で合同セッションであった。Keynote Lecture 1件を含む多くの講演が行われた。Chemistry for Advanced Photopolymer Scienceでは、光架橋反応など興味深い講演があった。193nm and Immersion Lithography/ Double Patterning、EB Lithographyでは、Keynote Lecture 1件を含む講演が行われた。新しいラクトンを用いた液浸レジストの報告があった。

[日本語シンポジウム]

ポリイミド及び高温耐熱樹脂では次世代SiCパワーエレクトロニクス技術のKeynote Lectureをはじめとする多くの講演があった。プラズマ光化学と高分子表面機能化では海外からのKeynote Lecture (Univ. Wisconsin)をはじめとする興味深い講演が行われた。光機能性デバイス材料では、新規ディスプレイ技術、有機ELについて2件のKeynote Lectureがあった。

27日にはThe Photopolymer Science and Technology Awardの授賞式が行われた。本年度の受賞は3件で、以下の通りであった。

- ・ The Outstanding Achievement Award : Prof. Bowden (Stevens Inst. Technol.)
- ・ The Best Paper Award : Prof. Ueno et al. (埼玉大、東大、JST-CREST)
- ・ The Best Paper Award : Prof. Asano et al. (阪大、原研、東北大)

また同日開催されたBanquetはコンファレンス参加者間の交流を広げ、情報交換の場として非常に有意義であった。コンファレンス期間中、Technical Exhibitionが行われた。本年は3件4ブースの展示があった。コンファレンスに関係する技術であり、いずれも興味深かった。

コンファレンスのジャーナルのインパクトファクターも高い値を得ており、コンファレンスの意義は益々重要になってきている。来年度以降も一層充実した学会となるように組織委員の一員として努力していく所存である。

第31回国際フォトポリマーコンファレンスは、2014年7月8日(火)～11日(金)に千葉大学けやき会館にて開催される。パネルシンポジウムは、Advanced Patterning Materials and Processes (EUV, EB, DSA, Double/ Multi Patterning, Nano-imprint etc.) の主題にて行われる。

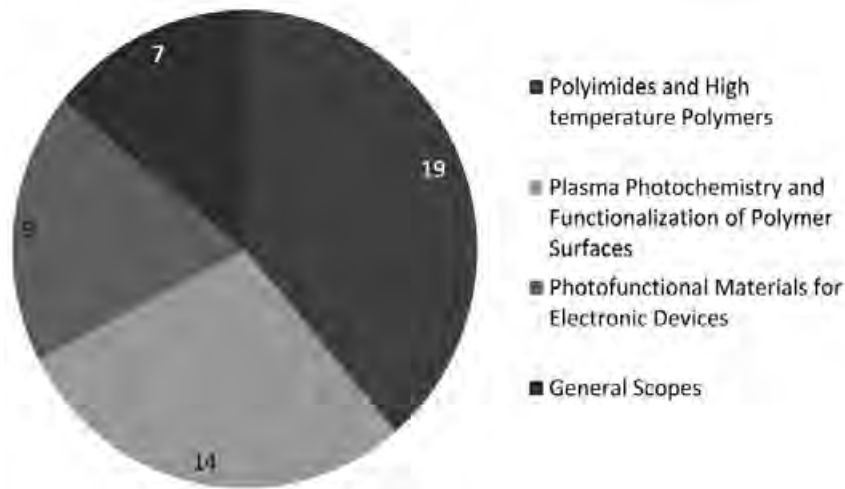


図 2. 日本語シンポジウムの講演件数分布

【新技術の紹介】

RAFT 重合によるレジストポリマー合成

デュポン株式会社 エレクトロニックポリマー事業
 テクニカルマネージャー 薄田 謙二 (Susukida Kenji)

1. はじめに

リビングラジカル重合の一種であるRAFT (Reversible Addition Fragmentation Chain Transfer, 可逆的付加開裂移動) 重合技術は、1998年にオーストラリア連邦科学産業研究機構 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO) により最初の開発が報告されました。^{1), 2)} その後デュポン社によりRAFT重合技術によるフォトレジストポリマーの商業化および更なるRAFT技術の開発が実施され、狭い分子量分布を持つポリマーを高収率で製造する技術が確立されてきました。RAFT技術はポリマーの低分散度化およびポリマー構造の制御を可能にし、デュポン社は、このRAFT技術を用いて様々なポリマーを先端フォトレジスト用途に応用しています。またデュポン社は、RAFT試薬(連鎖移動剤)の構造を変化させ、かつRAFT試薬の反応システムを調節することで、ArF dryおよびArF液浸用フォトレジストポリマーに使用されるアクリレート又はメタクリレートモノマーシステム、またKrF用フォトレジストポリマーに使用されるPHS、スチレン系モノマーシステムにおいて、分散度1.05の狭い分子量分布を有するポリマーをラジカ

ル重合により達成しております。Figure 1にそのRAFTメカニズムを示します。

2. 先端レジスト材料への応用

先端レジストパターンで求められるLER/LWRの低減およびより少ない欠陥を達成するためには、レジスト中の全組成の相互作用を考慮する必要があります。特に液浸技術では固体層/液体層界面において、新たなポリマーの保護基が要求されます。RAFT技術は既にKrF用レジストポリマーおよびArFレジストポリマーへ応用されていますが、RAFTでは多種多様なモノマーを用いたブロックコポリマーの合成が可能であり、この技術をトップコートレスArF液浸用のレジスト材料へ応用しています。

デュポン社は、ランダム重合された従来のArFフォトレジストポリマーと表面エネルギーの低いポリマーとのブロック共重合体をRAFT技術を用いて合成し、ArF液浸用レジスト材料として試みしました。ブロック部分の長さとその組成は、レジスト溶液の性質、表面エネルギー、接触角および現像液に対する溶解性などに応じて最適化することが可能です。この技術は疎

水性の単層レジストに使用されるポリマーだけでなく、メインのフォトレジストポリマーへの添加剤としても応用が可能です。Figure 2はArF用ランダムポリマー (a-GBLMA-MAdMA-ECPMA) と疎水性ポリマー F-block (1H, 1H, 2H, 2H-perfluorooctyl methacrylate) のブロック共重合体の例になります。Figure 3はその

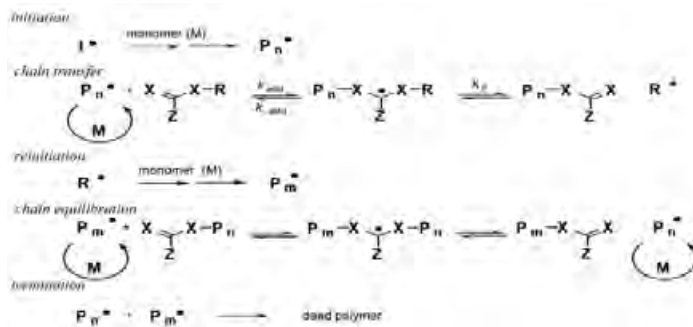


Figure1 RAFT Mechanism

ブロック共重合体中の疎水性部の比率と接触角の相関、Figure 4はレジスト膜と界面でのブロック共重合体の配向性を概略化したもので、疎水性ブロック部分がレジスト膜表面に配向させることで、トップコートレスの液浸レジスト用へと応用させた例です。

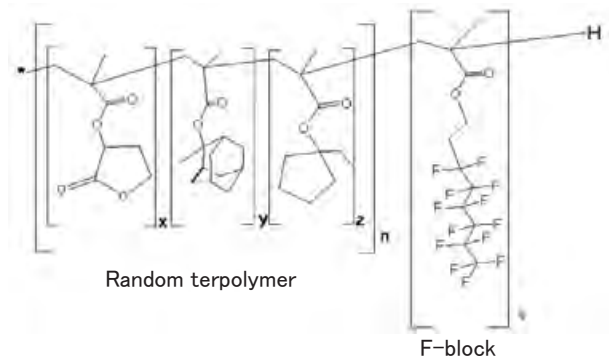


Figure 2 Structure of block copolymer [a-GBLMA-MAdMA-ECPMA]-b-[1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl methacrylate] MW=4,981, Polydispersity= 1.17

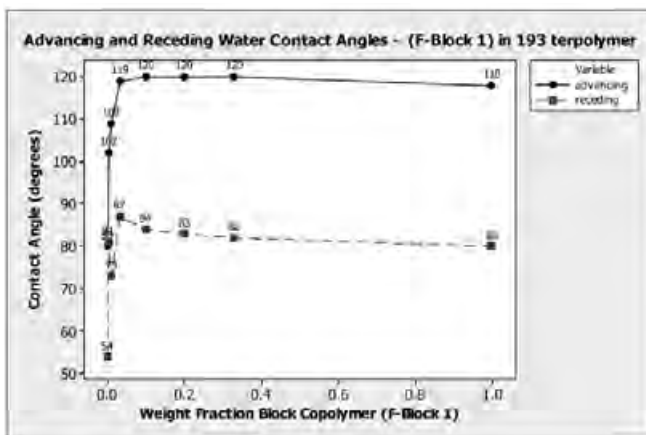


Figure 3 Water contact angles of [a-GBLMA-MAdMA-ECPMA]-b-[1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl methacrylate]

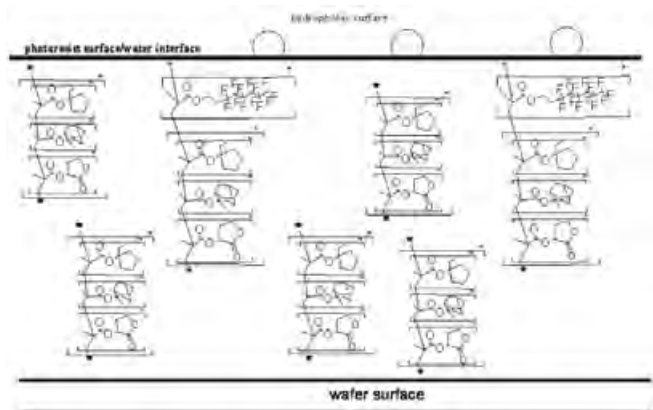


Figure 4 Schematic of block copolymer [a-GBLMA-MAdMA-ECPMA]-b-[1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl methacrylate] in the resist on the Si wafer

3. DSA (directed self-assembly) ポリマーへの応用

RAFT技術は、多種多様なモノマーを用いたブロックコポリマーの合成が可能であり、これらのブロックコポリマーは、DSA (directed self-assembly) 用ポリマーへの応用が検討され、既に実用化へ近づいています。RAFT技術では、同様に低分散度が可能なリビングアニオン重合では合成できないモノマーにおいても低分散度のポリマーを高収率にて合成可能です。

デュポン社は、RAFT技術を用いて分散度1.10以下で、分子量5,000から200,000のブロックコポリマーを1%以下の変動範囲で再現性良く合成しております。またデュポン社独自の分析技術であるインタラクションポリマークロマトグラフィー (IPC) を用いて、比

率の異なるブロックコポリマーを再現よく分離検出しております。Figure 5は、RAFT重合により合成したメチルメタクリレート (MMA) とスチレンのブロック共重合体をデュポン社独自の分析技術であるインタラクションポリマークロマトグラフィー (IPC) により測定したものです。PMMAとスチレンのブロックコポリマーの他に副生成物のポリスチレンホモポリマーとPMMAホモポリマーを分離検出しております。RAFT合成で生成した連鎖末端基は、デュポン社独自の末端基除去方法により、ブロックコポリマーの性質を変化させることなく完全に除去することが可能です。またさらにFigure 5に見られる副生成物ホモポリマーも後処理工程により除去することで、低分散度のブロック

コポリマーのみを提供することができます。Figure 6に後処理工程 (Purification) 後のIPC (インタラクションポリマークロマトグラフィー) によるクロマトグラフを示します。デュポン社のRAFT技術および分析技術により、種々のモノマー、分子量と比率のブロックコポリマーが合成可能であります。

4. 最後に

先端レジストポリマーに使用されるRAFT合成技術を紹介しました。RAFT技術は様々なモノマーによる合成が可能のため、KrF、ArF材料のみならず、今後のEUV材料およびHigh chi DSAポリマーへの応用も期待されております。

[1] Chiefari, J., Chong, Y.K., Ercole, F., Krstina, J., Jeffery, J., Le, T., Mayadunne Roshan, T.A., Meijs, G.F., Moad, C.L., Moad, G., Rizzardo, E., Thang, S.H., "Living free-radical polymerization by reversible addition-fragmentation chain transfer: the RAFT process," *Macromolecules* 31(16), 5559-5562 (1998).

[2] Moad, G., Rizzardo, E., Thang, S. H., "Living radical polymerization by RAFT process," *Australian Journal of Chemistry* 58(6), 379-410 (2005).

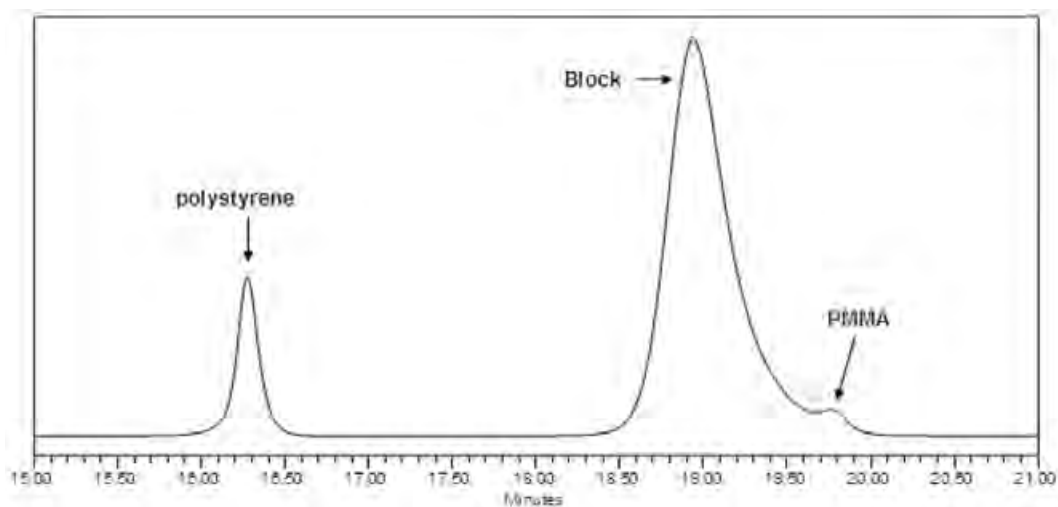


Figure 5 IPC chromatogram of improved reaction conditions for RAFT MMA-b-S copolymer

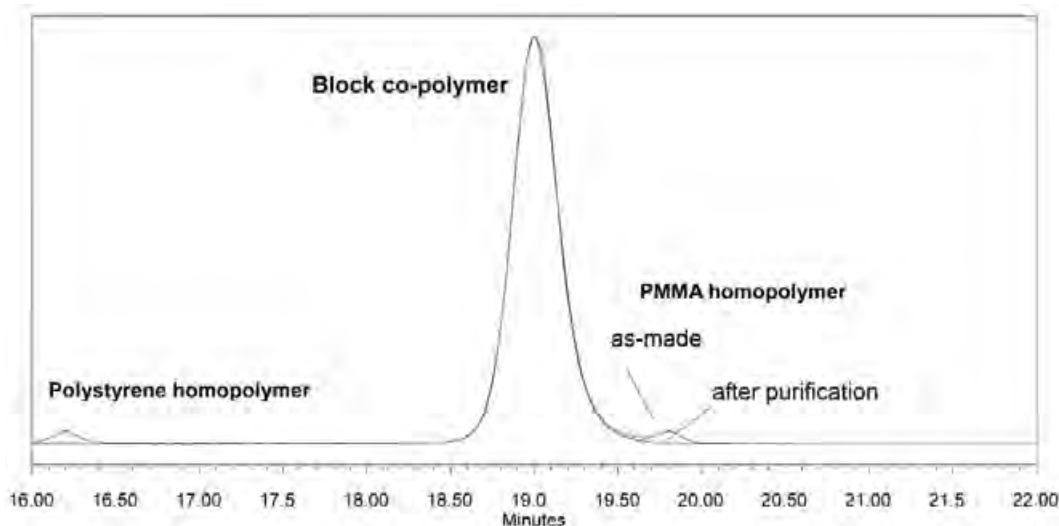


Figure 6 IPC chromatogram overlays for 60K Mw RAFT MMA-b-S copolymer

【会告】

【第200回講演会】

会期：10月16日(水)13時～17時

会場：森戸記念館(東京理科大学)

第1フォーラム 新宿区神楽坂4-2-2

タイトル：「3Dイノベーション」

プログラム：

- 1) マイクロミラーアレイによる空中映像表示技術
(株)パリティ・イノベーションズ 前川聡氏
- 2) 積層造形(仮題)
東京大学生産技術研究所 新野俊樹氏
- 3) 光造形システムと今後の応用
(株)ディーメック 水野善久氏
- 4) 3Dプリンター技術と今後の展望
(株)スリーディー・システムズ・ジャパン 宇野博氏

参加費：会員：1社2名まで無料(要、会員証呈示)

非会員：3,000円、学生：2,000円

(いずれも予稿集代を含む)

申込方法：

ホームページ(<http://www.tapj.jp>)のメールフォームにて送信又は氏名・所属・連絡先を明記の上FAXにて事務局(043-290-3460)まで。

定員：95名(定員になり次第締め切ります)

TEL：03-3263-1345 FAX：03-3263-1264

URL：<http://www.idw.ne.jp/>

【協賛学協会の講演会のお知らせ】

2013年度E&S印刷研究会セミナー

「エレクトロニクスと最新スクリーン印刷技術」

主催：日本印刷学会 技術委員会E&S印刷研究会

日時：2013年10月25日(金)13:00～17:00

会場：日本印刷会館 2階会議室

*詳細は日本印刷学会まで

TEL：03-3551-1808 FAX：03-3552-7206

e-mail：nijspst-h@attglobal.net

URL：<http://www.jspst.org/>

ディスプレイ国際ワークショップ

IDW'13 FMC-WS (Workshop on FPD Manufacturing, Materials and Components)

主催：社団法人 映像情報メディア学会(ITE)

Society for Information Display (SID)

日時：2013年12月4日(水)～6日(金)

会場：札幌コンベンションセンター(札幌市)

*詳細はIDW'13事務局まで

Bilingual Group 株式会社IDW'13事務局



編集者 坪井當昌

発行人 鴨志田洋一

発行所 フォトポリマー懇話会事務局

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33

千葉大学工学部情報画像工学科 微細画像プロセス工学研究室内

電話/FAX 043-290-3460

URL：<http://www.tapj.jp/>

2013年10月16日発行