

フォトポリマー懇話会 ニュースレター

No.65 January 2014



SF (サイエンス・フィクション) がフィクションでなくなる日

千葉大学大学院融合科学研究科画像マテリアルコース 准教授

宮川 信一

私は良く本を読む。とは言え、実用書ではなく小説を好み、それも特定のジャンルに拘る訳ではないのだが(雑読)、特に研究に行き詰まっている時にはSF小説を読む。勿論、直接研究に関わるわけではないのだが、凝り固まった自分の発想や着眼点を柔軟にするという用途に用いている。実際の原理や技術についてはともかく、小説家の想像する技術には目を見張るものが多い。また、昔読んだ小説に描かれている技術が、多く実現されていることに気付く。

最初にそんな考えに至ったのは、やはりHONDAのロボット、ASIMOだろうか。発表当時はまだ難しいと言われていた二足歩行のロボットが、鉄腕アトムが発表されてから50年弱で出現した時は非常に驚いた。二足歩行型ではないが、これらの技術は福島原発解体へ応用されていると聞く[朝日新聞デジタル2013年6月17日]。ロボットではないが、走行中に変形するバイクなども近未来的だ。BPG Werks社で開発されているUNO III(ウノ3)がそれだ。ガソリンエンジンではなく電気式モーターが動力のこのバイクは、屋内等では普通のバイクの後輪のみで直立し(実際には後輪が2輪ある)旋回性能などもあり、屋外走行時に前輪が出現し通常の2輪バイクの形状となる。2012年4月頃に販売されるという話があったが、未だお目に掛かれていないのは残念である(試作車の映像はネットで見る事ができる)。

最近ではあまり聞かれなくなった言葉だが「ウェアラブル」デバイスもSF的だ。大昔の特撮では、腕時計型の通信機で相手の映像が映るものがあるが(テレビ電話?)、ウェアラブルではなくとも今のスマート

フォンはその頃から見れば充分SFが実現したものと見えよう。2000年になるかならないかの頃に実際試着したことがあるが、単眼式HMD(ヘッドマウントディスプレイ)もどんどん発達している。当時はモノクロで文字だけのデータディスプレイ(透過率30%程度、200万円)が、数年でカラー800×600ピクセル(透過率3%程度、20万円)になったのも技術革新の速さに驚いた。この時は、向こう側は見える事は見えるがやはり暗く、単眼故に片目で現実世界を片目でディスプレイをと言うことであったが(色味を見分けるためにはどうしても外光を減らすしかなかったらしい)、今ではハーフミラーを使って透過率が上がった単眼HMDが販売されている(ブラザー工業、AiR Scouter)。とある画像関連の授業で、大学1・2年生に未来のディスプレイを訊ねると、コンタクトレンズの様に目に直接載せるタイプのディスプレイや空間投影型のディスプレイを答えて来るが、その様なSF映画やアニメでお馴染みのディスプレイの出現も近いと信じられる。

古くからSF小説の近未来の街では、人が歩くと発電されるペーブメントが描かれていたりする。圧電素子を使えば確かに可能かも知れないが、発電量等を考えると難しいのではないかと、その頃は思っていた。しかし、2008年にはJR東日本が「床発電システム」として耐久性も高めたとレポートをしていて[<http://www.jreast.co.jp/development/theme/pdf/yukahatsuden.pdf>]、2012年のロンドンオリンピックでは、Pavegen社が「発電タイル」として歩くとLEDが光るタイルを通路に敷設するまでに至っている。2020年には東京でオリンピックが開催されることになったが、日本企

業が威信をかけてどんなSFチックな技術を見せてくれるのかいまからわくわくしている。

SFの一つの醍醐味と言えば、スペースオペラと呼ばれるジャンルで、この時必要とされる舞台装置の一つが超光速宇宙船であろう。光速の壁を突破する方法はともかくとして、宇宙船の航行や戦闘時の敵位置予測（映画等の絵的にはビーム兵器を打ち合う様に描かれることが多いが、個人的には電子戦（情報戦）がメインと言う考えを推している）などには高速かつ大容量の演算装置が必要となる。この時描かれるコンピュータは、大抵、量子コンピュータである。21世紀に入る段階で、量子コンピュータは100年先、どんなに早くとも50年は掛かると言われていたが、2011年にカナダのD-Wave社が量子コンピュータを発表した。まだはっきりとは判っていないらしいが、量子効果を確認したことがNature誌にも掲載されている[Nature Communications 4, Article number: 2067, 2013年6月; インプレス日本語記事: http://internet.watch.impress.co.jp/docs/news/20130701_605845.html]。

方式としては、量子ゲート方式ではなく量子アニーリング方式というものらしいが、少なくともまた1つフィクションではなくなったと考えられる。

さて、一方、フォトポリマーと言えば、これは非常に奥ゆかしい「材料」で、縁の下の力持ち的役割を果たし、なかなか一般の人の目には止まらない。前述のコンピュータや様々なデバイスの中に密やかに活躍している。SFとしてではないが、そんな中で注目したいところは、エンターテインメントの世界でもフォトポリマーが活躍する可能性がある点である。

2012年に公開されたParaNormanと言う映画は、人形を少しずつ動かしてコマ撮りをして動画にすると言うストップモーションと呼ばれる方法で作製されたものである。これまでのストップモーションアニメでは幾つかの表情を持つ人形の首をすげ替えるだけであったが、この映画では3Dプリンタを利用して、いわゆる3次元造形で表情の異なる沢山の顔を使って作製している（なんと顔だけで4万個！この映画ではフォトポリマー型ではなくパウダー型の様であるが[参考記事: <http://gigazine.net/news/20120731-paranorman-making/>]）。最近、3Dプリンタという語は一般にも定着し、フォトポリマー型の3Dプリンタも一昔前に比べれば非常にコンパクトかつ安価に提供されている。デバイスの様なプロダクトの中だけでなく、エンターテインメントの世界と言う新たな活躍の場が広がったことはフォトポリマーの研究者にとって喜ばしい事だと思う。HMDの時と同様、画像関連の授業で様々な印刷技術を紹介した時にこの3Dプリンタの話も含めたら、未来の（夢の）技術として、「コンピュータ上で分子を構築し「プリント」ボタンをクリックするとその分子が合成されてインクジェットで出てくる」と言

う意見があり（理学部の学生）、はっとさせられた。現実にはマイクロリアクターが存在し、特定の化合物は合成することができるが、それを任意の化合物に拡張し、「プリント」というお手軽さで合成出来れば確かに素晴らしい（私の様な有機合成屋にとっては職を失いかねないが）。

SFの世界に良く出てくる単語として「ナノマシン」も挙げられる。怪我に対しては止血や保護、細胞賦活などの効果があり短時間で完治させ、病気に対しては万能の薬の様に働く魔法の微小機械である。万能に関してはなかなか難しいかも知れない。しかしDDSなどは「機械」とまではいかないが、ある種のナノマシンの先駆けと呼べるかも知れない。ナノサイズまで小さくない「マイクロマシン」に関しては様々な研究・開発が行われている。流路などの構造はフォトポリマーの技術で作られているし、最近では動力に生体系分子（モータータンパク質）やバクテリアなどが用いられ、それらを活用させるための構造もフォトリソグラフィの技術で作られている。近年、非常に着目されているiPS細胞も分化のメカニズムは未だ完全に解明されたわけではないらしいが、パターンニングされた培地を用いると効果的であるらしい[日本印刷学会第130回研究発表会A-17, 2013年11月]。パターンニングはフォトポリマーのお家芸であり、工業だけでなくバイオ関連へも強力なツールとなり得る。

21世紀も既に14年目を迎えることになった。残るフロンティアは、宇宙、深海、脳と言われている。「ナノ」のキーワードは少し古くなってきたが、これからは特に微細（高精細）は必要になるに違いない。フォトポリマーもそれに従って、「高分子」から小分子の自己組織化を伴う「超分子」へ定義が拡大されて行くかも知れない。縁の下の力持ち、「フォトポリマー」は、眼に見えるところでは活躍しないかも知れないが、これらフロンティアを開拓する一つのツールとしてまだまだ発展していくことを期待したい。最後に、蛇足かも知れないが、SF作家アーサー・C・クラークの「クラークの三法則」を噛み締めて、夢の技術を実現するために研究をしていきたいと思う。



【研究室紹介】

東京大学生産技術研究所工藤研

物質・環境系部門 教授 工藤 一秋

研究室は東京大学生産技術研究所の物質・環境系部門に属しています。生産技術研究所は、東京大学で最大規模の附置研究所で、100名を超える faculty member がおり、応用物理、機械、精密機械、海洋工学、電気・電子、情報、化学、マテリアル当研、建築、土木といった工学部のほとんどの学部に対応する研究室をもつ、総合工学研究所を標榜する組織です。前身の第二工学部から数えると65年の歴史をもち、その場所も西千葉、六本木（1962年以降、現在新国立美術館のある場所）、そして現在の駒場IIキャンパス（2000年以降）と変遷してきました。その歴史の中には、日本の宇宙工学の父と呼ばれる糸川英夫先生（はやぶさが探査を行った小惑星イトカワの名前の由来）による黎明期のロケット研究や、本多健一先生・藤島昭先生の光による水の分解研究（いわゆる本多-藤嶋効果）なども含まれています。駒場IIキャンパスは、以前は東京大学宇宙航空研究所（現JAXA・宇宙科学研究所）があったところで、大学1、2年生が所属する教養学部のある駒場Iキャンパスから300m程離れた閑静な住宅街の中にあり、敷地内には生産技術研究所の他に先端科学技術研センターなどもあります。

そのような環境の中で、我々は有機／高分子合成化学ならびに機能材料に関わる研究を主に行っています。研究室のスタッフは、教授の他、赤川賢吾助教、高山俊雄技術職員がおり、他に、派遣職員、大学院生、研究所研究生、他大学からの研究実習生（学部4年生）を合わせて11名で成り立っています。研究室の大学院生は工学系研究科の化学生命工学専攻に所属しています。最近の研究対象としては、ペプチド不斉触媒、ペプチド／アミノ酸機能材料、構造秩序性ポリイミドの精密合成と機能化、ポリベンズイミダゾールを基体とする燃料電池用電解質膜などが挙げられます。

本研究所の特徴は風通しのよさです。東京大学では、本郷キャンパスにある工学部の各学科にはそれぞれに別の建物が割り当てられているため、学科間の交流はさほど盛んではないというのが実情です。これに対し、本研究所では1つの大きな建物の中に先に述べた各分野の研究室があるため、他分野の教員と顔を合わせる機会も多く、そのようなことから分野を超えた共同研究や研究交流が盛んに行われています。筆者らも、以前有機EL材料や有機トランジスタ材料の開発を行っていたことがあり、その時は当研究室で合成した材料を電子デバイス系の研究室にお願いして素子の

作製と評価を行ってもらっていました。

現在、当研究室ではペプチドやアミノ酸の可能性に注目した研究を柱の1つにしており、本稿では、もっぱらこれについてご紹介をさせていただきます。タンパク質は生体内で、触媒作用や構造体形成、シグナル伝達などをはじめとする多様な働きをもち、そのいずれもが極めて素晴らしい効率で行われています。そのような機能を人工分子で実現することは有機化学者にとって大きな目標になっています。私たちは、タンパク質がアミノ酸で構成されていることに着目し、合成化学的に得られるペプチドや修飾アミノ酸を用いて、タンパク質を単に模倣するというよりもその構造や機能を要素分解して再構築するというアプローチで、機能性分子の開発を目指しています。

今最も力を入れているのは、酵素に倣ったペプチド触媒の開発です。酵素の機能を人工のペプチドで実現しようというものです。酵素の機能を合成ペプチドで模倣しようという考え方自体の歴史は古く、1950年代からそのようなアプローチに基づく研究が行われてきました。例えば、セリンプロテアーゼの三つ組アミノ酸（セリン、ヒスチジン、アスパラギン酸）を含むペプチドが種々合成され、触媒能が検討されています。しかしながら、ヘリックスやターンなどの二次構造を人工ペプチドに作り込めるようになった近年ですらも、エステル結合を（酵素よりもかなりゆっくりと）切るのがせいぜいで、酵素のようにアミド結合を切断できるペプチド触媒は全く得られていません。これはひとえに、ペプチド分子がタンパク質に比べて特定の三次元構造をとりにくく、触媒作用に必要な“活性部位の適切な空間配置”が実現できていないためと考えられます。我々のグループは、そのような難度の高い系を追求するのではなく、アミノ酸のひとつであるプロリンが単独でも不斉触媒能を示すという事実に基づき、末端にプロリンをもつペプチドを触媒として用いるという手法をとっています。酵素が水中で高効率・高選択的に反応を触媒するのに対し、プロリン単独ではさすがに酵素と同じというわけには行かず、特に水中では著しく選択性が低下するという問題を抱えていました。我々は、ペプチド触媒を用いることでそのような問題が解決できることを見出しました。ポイントは、酵素の構造をおおざっぱにまねた、というところにあります。酵素は一般に、外側に親水性残基、内側に疎水性残基をもつ両親媒性の球状ポリペプチドであ

り、反応は内部の疎水性部分で起こることが知られています。この事実に鑑み、両親媒性樹脂である部分架橋ポリスチレン-graft-ポリエチレングリコールに合成ペプチドを結合させたものを触媒として用いたところ、見事に水系の溶媒中で高い選択性で反応が進行しました。当初はわずか3残基からなるペプチドを触媒にしていましたが、今では、ヘリックスやターンといった二次構造を持たせた10残基前後のペプチドを用いることで、プロリンだけでは到底実現できないような色々な反応を触媒することが見出され、さらには立体選択的の反応だけでなく、低分子触媒では実現の困難な位置選択的の反応までも可能となっています。現在までのところ、光機能性を持つペプチド触媒は扱っていませんが、今後の方向性としては、ペプチド主鎖もしくは側鎖にアゾベンゼンなどフォトクロミック部位を導入することにより、触媒の選択性の光制御なども視野に入れています。また、アミン触媒においても、活性種であるエナミンからの光電子移動をキーステップとする反応が知られていることから、その点でも光が関与した触媒への発展性があると考えています。

触媒以外のペプチド・アミノ酸機能材料の開発でフォトポリマーに関連したものとしては、天然に存在するアミノ酸の一つであるシステインを多官能性分子と見なし、その誘導体を用いてのフォトパターニングとそれに続く銀マイクロパターンの形成を行う、という研究を挙げることができます。

すなわち、システインのカルボキシ基を塩基性条件で重合可能なトリエトキシシリル基に誘導、アミノ

基はFmoc基で保護することで溶解性を付与するとともに、脱保護時には銀あるいは銀イオンに対する配位性部位となるようにし、そしてチオール基はその還元能により銀イオンを銀に還元して析出させるとともに生成したジスルフィドにも銀／銀イオンへの配位能を持たせる、という仕掛けです。光塩基発生剤の存在下フォトパターニングを行い、有機溶媒での現像、アミノ基の脱保護に続いてアンモニア性硝酸銀水溶液中で処理すると、銀鏡反応と同じ原理でシステイン誘導体が残っている部分にのみ銀が析出します。生じた銀パターンが導電性を示すことが確認されました(図1)。本手法はエッチングが要らず、また手順の煩雑なSAM作製などを伴わないことから、簡便な配線形成手法と考えられます。

今後は、ペプチド分子集合体の光による集合形態の制御や超分子構造を利用した電子やホールの伝達システムの構築も視野に入れてさらに研究を進めてまいりたいと考えています。

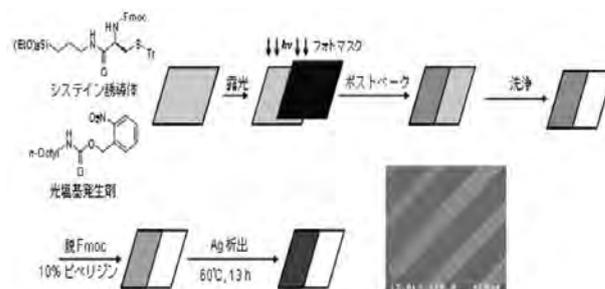


図1. システイン誘導体を用いた銀マイクロパターン形成



【新技術紹介】

富士フィルムの半導体用フォトレジスト

富士フィルム株式会社 R&D 統括本部
エレクトロニクスマテリアルズ研究所
研究マネージャー 樽谷 晋司

1. はじめに

富士フィルムにおける半導体製造用フォトレジストの歴史は長いですが、本格的に研究開発をスタートしたのは、当時の半導体材料研究所（現エレクトロニクスマテリアルズ研究所）が設立した2003年である。本研究所は、静岡県榛原郡吉田町に研究拠点を構えており、ここには平版印刷用フォトレジストの研究拠点もある。平版印刷用と半導体製造用では適用する光源が異なるが、感度を向上させるための感光成分の設計指針や、解像力を高めるためにレジスト材料そのものに起因する「ボケ」を制御する思想は同一である。しかも、これらの思想は銀塩写真フィルムの設計思想と同一で、富士フィルムの文化がフォトレジスト開発にも深い部分で脈々と受け継がれてきている。

一方、業界の動向に目を向けると、2003年から現在に至るまで、半導体用リソグラフィーの先端プロセスにとって正に激動の時期だった。2003年はArF（波長193nm）ドライ露光プロセス最終世代とも言える90nm nodeの開発が既に終盤を迎え、続く2005年には、次世代の露光技術として期待されていたF2（波長157nm）やEUV（波長13.5nm）の露光装置の遅れにより、ArF液浸露光プロセスを導入する検討がスタートした。この技術は32nm nodeの世代まで適用されている。2007年には14nm nodeまでArF液浸露光プロセスを適用させるために、一度にパターンニングするピッチを緩和させ、複数回に分けてパターンを形成するダブルパターンニングプロセスの開発が開始された。現在、10nm node世代への適用が検討されているが、光源開発が加速されれば、EUVの適用も視野に入れられている。EUVでは、10nm nodeから5nm node以下までの適用が目標である。後述するが、EUVのパターンニング技術のバックアップとして、電子線の直描技術（Multi Electron Beam, MEB）や、自己組織化技術（Directed Self Assembly, DSA）、ナノインプリント（Nano Inprint Lithography, NIL）等も精力的に検討されており、どの技術が本命であるかの見極めも極めて重要である。

半導体デバイスの開発は、その集積回路上のトランジスタの個数が18ヶ月毎に二倍になるというムーアの法則にほぼ従ってきた。集積回路自体の面積はほぼ不変なので、当然ながらトランジスタの大きさ自体を小さくしていく必要があり、そのためには配線幅やゲート長を小さくする、即ち光リソグラフィーで形成

されるレジストパターン寸法を小さくする必要がある。レジストパターン寸法を小さくするには、レジスト自体に高解像力が求められるため、レジスト材料起因の「ボケ」を極限まで小さくしていく材料設計が求められる。この設計指針は富士フィルムの基盤技術の延長線上にあり、単純な解像力の評価で十分なため、自社内での検証のみで開発を進めることができた。しかし、前述したとおり、ArF液浸露光プロセス以降、これまでの半導体リソグラフィーで未経験の大きな技術革新が必要で、材料メーカーのみならず、装置メーカーや当社の顧客である半導体メーカーでさえも、量産に最適なプロセスが何かを見極めることが困難だった。そこで、当社は材料メーカーの立場から、液浸露光プロセスとダブルパターンニングプロセスの量産に向けたソリューションを提案し、装置メーカーや半導体メーカーと協働してそのソリューションの検証を進めた。その例として、当社が開発したArF液浸トップコートレスプロセス用レジストと、ArF液浸ネガ現像プロセス及びレジストを紹介する。

2. ArF液浸トップコートレスプロセス用レジスト

液浸露光技術は、レジスト膜と露光機の対物レンズの間に屈折率が空気よりも高い水を充填させることにより、大きな瞳のレンズの適用を可能にし、光学的な解像力を高める技術である。レジスト膜上に水が存在することで、水へのレジスト成分の溶出によるレンズ汚染、レジスト膜中への水の染み込みによるレジスト中の異常化学反応が、開発当初からリスクとして挙げられた。また、水を保持した対物レンズがレジスト膜上をスキャンしていく露光方式がとられるため、水への空気の巻き込みや、レジスト膜上への水残りもリスクとして挙げられた。即ち、液浸露光プロセスにおける大きな課題は、レジスト膜からの化学物質溶出と、レジスト膜の滑水性であると言える。対策として、レジスト膜と水の間には遮断膜（トップコート）を設ける検討が進められていたが、富士フィルムはトップコートレスプロセスを提唱した。これは、トップコートを用いない液浸露光プロセスのことを指し、当然薬液コストを抑えることができるため半導体製造コストに貢献できる。また、トップコート由来のプロセス上のリスク、例えば露光中のトップコート剥がれによる露光装置汚染、トップコート塗布の欠陥等を防止できるた

め、量産時のプロセス安定性にも貢献できると考えた。レジスト表面を疎水化すれば、溶出と滑水性の課題を解決できると考えられる。しかし、単純にレジスト材料を疎水化し、レジスト膜全体を疎水化することで表面の疎水化を図ると、リソグラフィ性能やパターン欠陥性能への影響が懸念される。このため、当社では表面偏在性が高い、疎水的な添加剤を開発した。この添加剤はスピコートでの塗膜形成時に表層1~3nm程度に局在化する(図1a)。この添加剤を用いることで、主な溶出成分である光酸発生剤の溶出量を1/2~1/3まで低減することができた。滑水性はレジスト表面の水に対する前進接触角及び後退接触角で表すことができ、低前進接触角かつ高後退接触角であることが望ましい。液浸第一世代の量産材料では97°の前進接触角、70°の後退接触角だったが、露光装置の進化に従い高後退接触角の要求が強まり、第三~第四世代では95°の前進接触角、78°の後退接触角を達成

している。一見順風満帆のように見える液浸レジストの開発だが、1点だけ難しかった点が欠陥である。欠陥には様々なタイプがあるが、ここでの課題はBlob欠陥と呼ばれるものであり、現像・リンス過程で生じる大きさ数 μm ~数十 μm の円形の欠陥である。この欠陥はレジスト表面のリンス効率が低下すると発生しやすい傾向があり、リンス効率は表面の親水性を高めることで改善される。即ち、液浸露光プロセス適性と、リンス効率はトレードオフの関係と言える。このトレードオフを脱却するために、富士フィルムではアルカリ現像時に疎水性から親水性に変化する極性変換型添加剤の開発に成功した(図1b)。リンス効率の指標となる物性は後退接触角で、この値が低いほど効率が低い。現状の量産向け材料では、現像前の後退接触角は78°、現像後では40°以下となり、Blob欠陥も問題ないレベルであることが確認された。

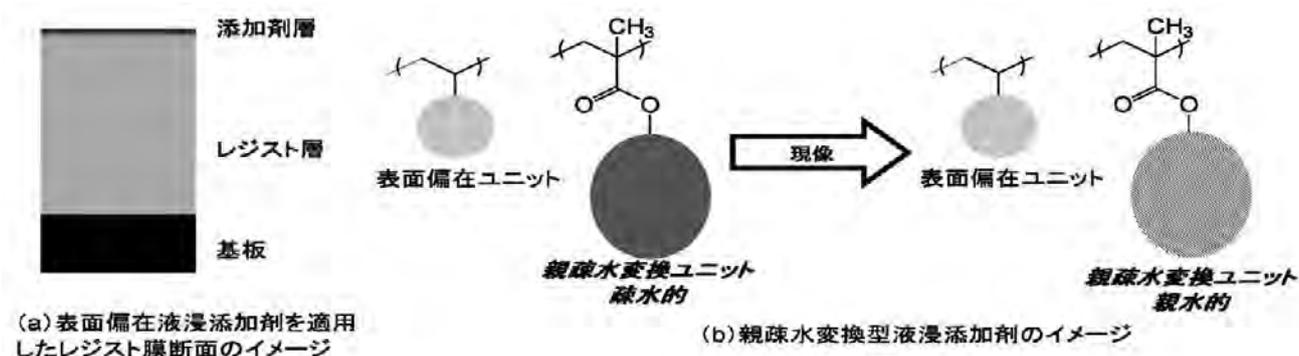


図1. 液浸添加剤を適用したレジスト膜断面と、親疎水変換型添加剤のイメージ図

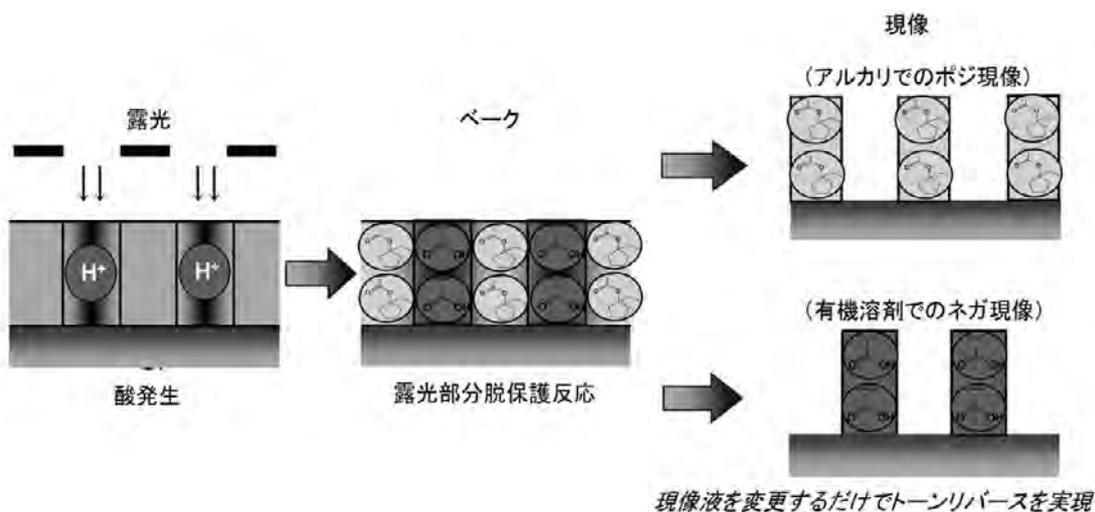


図2. NTIレジストにおける、ネガ画像形成の原理

【会告1】

第31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—

主催 フォトポリマー学会
共催 フォトポリマー懇話会 後援 千葉大学
協賛 応用物理学会、日本化学会、高分子学会

第31回国際フォトポリマーコンファレンスが7月8日(火)～11日(金)に千葉大学けやき会館(千葉大学西千葉キャンパス:千葉市稲毛区弥生町1-33、JR西千葉駅下車徒歩6分、または京成電鉄みどり台駅下車徒歩6分)で開催されます。

国内外の研究者、技術者によるフォトポリマーに関する科学と技術の研究結果の発表が行われ、多くの基調講演も予定されています。

今年は以下の構成により行われます。

A. 英語シンポジウム

- A1. Next Generation Lithography and Nanotechnology
- A2. Directed Self Assembly (DSA)
- A3. Nanobiotechnology
- A4. Advanced Materials for Molecular Device and Technology
- A5. 193nm and Immersion Lithography/ Double Patterning/ Multi Patterning
- A6. EB Lithography
- A7. Nanoimprint Lithography
- A8. EUV Lithography
- A9. Computational/Analysis for Lithography Processes
- A10. Chemistry, for Advanced Photopolymer Science
- A11. Photofunctional Materials for Electronic Devices
- A12. General Scopes of Photopolymer Science and Technology
- P Panel Symposium "Advanced Patterning Materials and Processes (EUV, EB, DSA, Double/ Multi Patterning, Nano-imprint etc.)"

B. 日本語シンポジウム

- B1. ポリイミド及び高温耐熱樹脂—機能化と応用
- B2. プラズマ光化学と高分子
- B3. 光機能性デバイス材料
- B4. 一般講演
 - (1) 光物質科学の基礎(光物理過程、光化学反応など)
 - (2) 光機能素子材料(分子メモリー、情報記録材料、液晶など)
 - (3) 光・レーザー・電子線を活用する合成・重合・パターニング
 - (4) フォトファブリケーション(光成形プロセス、リソグラフィ)

(5) 装置(光源、照射装置、計測、プロセスなど)

昨年の講演数は英語シンポジウム87件、日本語シンポジウム49件で、コンファレンス全体の講演数136件と、例年同様多くの講演がありました。今年は質、量ともにさらに充実したコンファレンスになると思われます。フォトポリマーに関心をお持ちの方々是非参加してください。

コンファレンスの概要、講演申込、参加登録については「第31回国際フォトポリマーコンファレンス講演募集」のプロシユア、または、ホームページ(<http://www.photopolymer.org/>)をご覧ください。事務局(下記)へお問い合わせください。

(講演申込締切日)	2月14日(金)
(講演論文提出期日)	4月1日(火)
(参加申込予約締切日)	5月31日(土)

参加登録には予約申込による方法と当日登録による方法がありますが、できるだけ予約申込により参加登録をお済ませください。締切日を過ぎると当日登録扱いになり参加登録費が高くなります。

第31回国際フォトポリマーコンファレンス事務局

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33
千葉大学共生応用科学専攻 唐津 孝
TEL : 043-290-3366
FAX : 043-290-3401
E-mail : karatsu@faculty.chiba-u.jp

またコンファレンス期間中、展示会を併設します。展示会出展企業を募集いたします。上記事務局にお申し込みまたはお問い合わせ下さい。



【会告2】

【第202回講演会】

日時：1月23日(木) 13時～17時

会場：森戸記念館（東京理科大学）

第一会議室 新宿区神楽坂4-2-2

テーマ：『フォトポリマーと光源：マッチングと新しい選択』

プログラム：

- 1) UV硬化におけるUV-LEDの活用とエキシマランプによる接着性の改善
浜松ホトニクス(株) 杉本晴彦氏
- 2) 高効率UV硬化システム：ハイブリッドUV-LED硬化の活用技術
岩崎電気(株) 木下忍氏
- 3) UV-LEDを用いたワイドフォーマットインクジェットシステムの開発
富士フィルム(株) 佐藤武彦氏
- 4) LED-UVプリンタとデジタル加飾技術への応用
(株)ミマキエンジニアリング 大西勝氏

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。）

【平成26年度総会ご案内】

下記の通り平成26年度フォトポリマー懇話会総会を開催します。ご出席いただきたくお願いいたします。

フォトポリマー懇話会会長 鴨志田 洋一

日時：4月17日(木) 13時から

会場：森戸記念館 第一フォーラム

議事：

1. 平成25年度事業報告承認の件
2. 平成25年度収支決算ならびに年度末貸借対照表承認の件
3. 平成26年度事業計画および予算案承認の件
4. その他

【第203回講演会】

日時：4月17日(木) 13時30分から

会場：森戸記念館

テーマ：『3Dイノベーション』

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）

【編集後記】

ながらくこのニュースレターの編集委員長をさせていただいた坪井當昌（Masayoshi Tsuboi）は、本号をもって引退することいたしました。長い間ありがとうございました。次号66号からは小関健一氏に編集委員長として辣腕を振るっていただく予定です。今後も変わらぬ御購読とご支援をお願い申し上げます。

なお、編集委員は委員長のもと、山岡亞夫氏、角岡正弘氏、中村賢一郎氏、水谷一良氏がつとめさせていただきます。



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/>

2014年1月16日発行