

フォトポリマー懇話会 ニュースレター

No.93 January 2021



ウィズ・コロナの時代にも貢献するフォトポリマー

東レ株式会社

富川 真佐夫

新型コロナウイルスによる新しい感染症に対する対応で、2020年は終わった感がある。この感染拡大は、人々の価値観を変え、課題だと考えていたものの優先順位を見直す必要がでてきている。真の意味で持続可能な世界にするために、これから何をすべきなのかを化学に携わる一員として考えていく必要がある。

これまで常識であった学校やオフィスにでて勉強、研究や仕事をするという体系が、大きく変わり、遠隔授業、在宅勤務という形が進められた。私も4月5月は、半分を在宅で過ごした。最初は違和感があったが、慣れると便利なもので簡単な会議は自宅でき、これまでのように会議のための出社とか面談のための出張というのがなくなり、時間的に余裕ができた。そのうち、会議が簡単に行えることがわかり、隙間無く会議が入るような事態となってきたという弊害もでてきたが、簡単に遠くの方とコミュニケーションはとれるようになり、約2か月で2年分のデジタル変革が進んだということがマイクロソフトのCEOからいわれたりしている。

しかし、物作りを伴う研究開発や生産という業務については、現状ではテレワークができる状況にはなっていない。これについては大学の研究室も深刻な影響がでていていると思う。

もしこの新型感染症が5年以上前に起こっていたら、きっとこれほどうまくできなかったのではないかと思われる。これには通信技術の進化が大きく貢献している。数年前と比べると、端末機器の性能の向上、ネットワーク環境が良くなり、TV電話、動画配信が

普通に行えるようになってきている。これに一番貢献しているのはネットワークシステムであり、背後で支えている半導体である。半導体製造に必要な不可欠なものはフォトポリマーである。最先端のレジストの世界ではついにEUV (Extreme Ultraviolet) 露光装置を使い、10-20 nmの解像度があり、5-7 nmルール半導体の製造に用いられるようになってきている。これにより多数のトランジスタが集積できるとともに、1つ1つのトランジスタが高速・低電力で動作可能になり、性能向上につなげている。このようなレジストは分子レベルの制御が要求されており、化学反応の粋を極めたようなものとなってきている。

また、半導体のパッケージ変革が進んでおり、ファンアウト型パッケージを用いて小型・薄型化するとともに高速化、低消費電力化が可能となった。これらの絶縁材料には感光性ポリイミドが使われている。また、回路基板にも感光性絶縁材料が使われており、今後も感光性の材料は半導体の性能向上には欠かせないものとなっている。

新しいディスプレイ技術についても、臨場感をだせるような高解像度化が進められ、既存の液晶やOLED (Organic Light Emitting Diode) の性能向上が進むとともに、よりコントラストを高めるマイクロLEDディスプレイ、あるいはホログラフィーのような3次元表示が可能になる技術の進化が進んでいき、表示の駆動のためのTFT (Thin Film Transistor) でも数 μ mのパターンの解像が必要になり、微細解像性と絶縁耐性への要求が高まっている。TFT駆動でなく、半導体で駆動する場合も、感光性絶縁材料で絶縁パターンを形成し、

ディスプレイ部とつなぐために、微細化、高絶縁化などの要求は変わらない。

また、センサーは、多くの場合、キャビティー構造内部にセンサー回路を作り込む。キャビティーを形成するのに感光性樹脂が用いられる。特に天井については感光性ポリイミドのシートを使うと高弾性・高強度のものが得られる。また、同じように高性能のフィルターであるSAWフィルターやBAWフィルターも作られている。これ以外にCMOSイメージセンサーのマイクロレンズや光導波路などに透明性の高い感光材料、カラーフィルターにRGBで着色した感光材料が使われている。

当社では長年感光性ポリイミドコーティング剤、感光性ポリイミドのBステージシート、感光性シロキサン材料などを商品化し、上記の用途などに展開してきた。

感光性ポリイミドの研究開発トレンドについては、200℃近傍のポリイミドにとって低温焼成可能で、高い信頼性を示す材料の開発を進めてられてきている。現在、主流となっているのは古い技術であるエステル型の感光性ポリイミドのジアミン成分の塩基度を変えると低温でイミド化可能にしたものであり、ファンアウト型のパッケージの再配線などで幅広く使われている。また、我々は溶媒やアルカリに可溶な既閉環ポリイミドと熱架橋成分、感光剤という構成を基にした、ポジ型の感光性材料を主に展開している。開発にあたり、銅配線とポリイミドが直接接触した構造が長期の高温放置で銅とポリイミドの間に空隙を作り、それが剥がれにつながるという現象の対策に向け、銅がポリイミドに拡散し、ポリイミド層内に酸化銅が形成され、銅と酸化銅の間で剥がれが生じることを見いだした。また、酸素バリアとなるチタンをポリイミド膜上に形成して、Ti/ポリイミド/Cuの3層構造ではポリイミドに銅が拡散しても酸素が透過しないため酸化銅が形成されず、剥がれが発生しないことを確認した。これより酸素の拡散が主たる原因であるので、酸素を拡散しにくくすることや酸化防止剤を添加するなど、高温放置中の酸素拡散を抑制させることに成功した。また、機械物性にも着目し、柔軟成分と剛直成分をうまくバランスすることで高い破断伸度を有する材料とした。さらに、ガラス転移温度、膜の長期の物性変化などに着目し、高温高湿（131℃; 85%）の環境下、ポリイミドを塗布した2μmのラインアンドスペースで形成された銅配線に電圧を加えて絶縁抵抗が変化しないLTシリーズを上市した。また、従来からのポジ型感光性ポリイミドPWシリーズはDRAMやNANDメモリーの保護膜材料、OLEDディスプレイの隔壁材料や平坦化材料で幅広く使われている。特にOLEDディスプレイでは発光画素に対して悪影響を与える脱ガス成分、隔壁層のテーパ角を小さくすることで電流集

中が起りにくくすることなどについて検討を行い、大きなシェアを有している。ネガ型感光性ポリイミドPNシリーズについては、主に電子部品の層間絶縁膜などで使われている。感光性ポリイミドシートについては、キャビティー構造の天井材などに使われている。ディスプレイ用途では、黒色感光性材料、タッチパネルの保護膜用の透明感光材料などがあり、数多くの感光材料が半導体、電子部品、ディスプレイに用いられている。

これらの技術開発がもとになり、現在の通信システムが構成され、さらには5G通信が可能になる。5G通信の本格的な普及には、ミリ波を使った通信が普遍的に使われることが必須である。ミリ波では絶縁材料に起因する誘電損失、導体に起因する導体損失のいずれもが周波数に比例して大きくなる。誘電損失では誘電率、 $\tan \delta$ を小さくすることが重要であり、導体損失については周波数が高くなるにつれ、信号が導体の表層部しか通らなくなる表皮効果により抵抗が大きくなるため、表面の平滑性の優れた導体（銅）を使うことが望ましく、平滑な導体とよく接着する低誘電損失な材料が必要となる。信号を増幅する半導体は効率が低下し、特に基地局で使うような送信部では大きな電力ロスが生じるために、低誘電損失な高熱伝導材料が必要になる。

これらを受け低誘電損失材料として、東レでは低誘電損失なLCP、PPS、PBTなどを樹脂、フィルムなどで提供している。LCPについても、溶媒に可溶であり、溶液成膜できる特徴がある。PPSについてはガラス転移温度を高める検討を進めている。PBTについてはより $\tan \delta$ を下げた材料を提供している。また、ポリイミドについては、その粘弾性特性の解析から低温での分子運動性を抑えるとともに、低極性化した低誘電損失ポリイミドを開発した。低誘電損失なポリイミドでも、感光化すると $\tan \delta$ が急激に大きくなる。これは感光成分の影響であり、これまでになような感光化手法が必要であると考えている。

周波数が高くなると、送信機の効率が低下し、発熱量が大きくなる。この放熱のために低誘電損失である高熱伝導材料が必要となる。我々は柔軟なポリイミドと高熱伝導フィラーの組み合わせで、金属との接触面の界面熱抵抗が小さく、誘電特性に優れた材料の開発を進めている。このような技術を元に高熱伝導で低 $\tan \delta$ 化を進めていく。

さらに、5G通信の先、Beyond 5Gといわれる時代では、より高い100 GHzを超える周波数帯域が使われる可能性もある。100 GHzから300 GHzの帯域は正確に誘電特性を測定する手法がなく、正確な計測技術の開発が必要であり、現在、東レリサーチセンターとともに検討を進めている。近未来の世界に向け、社会変

革に貢献できる材料、技術を提供できる体制を整えていく。

冬になり第3波が来ている中、有効なワクチンができたというのが明るい兆しであろう。今後、有効なワクチン、有効な治療薬・治療法の登場で収束を願うばかりである。しかし、このような新規の感染症は、これが最後ということではなく、今後もでてくるのが十分に予想される。このような中、遠隔での授業、在宅勤務、他人と接触する機会を減少させるという流れが止まることはなく、新しい社会や業務の形態が模索されていくと想像される。

これには、現在、ウェブでの授業や会議が広く行われるようになったが、一方的に発信するだけで聞いている方の反応を窺い知ることができていない。また、発表している方の微妙なニュアンスを伝えることもできていない。これには臨場感をだせるディスプレイ技術、感情がわかるセンサー技術などが必要となってくる。

また、在宅に不向きな研究、生産というような業務については、遠隔での実験・生産操作が可能になるようなセンサー、アクチュエーター、それらを集めたロボットというような技術がでてくるかと思うし、ものによっては3Dプリンターを使うということも可能性がある。また、異常対応にはAIによる監視、新規な材料探索や反応開発などにはMIとAIの活用が進められ、将来はAIが設計したものをロボットが検証し、新しいものがでてくるときが来るかもしれない。こうなるとデータベース力の差がでてくるので、これまでの蓄積を有効に活用するシステム作りが重要になる。

さらに外での人との接触を減らすための非接触な入力センサー、コミュニケーションロボットの活用により、ココロの隙間を埋めるようなことが進むものと思われる。これらは、コロナ以前に提唱されていた5G通信で提案されていた新しい社会が、いち早く実現させるということであり、大きな流れは変わっていないのではないかと思う。

アフター・コロナの世界でも、新たな感染症が発生する可能性もあるし、コロナが再燃する可能性もある。このため、感染リスクを下げるため、リモートワーク、遠隔での工程管理、操作などは進んでいくと思われる。空中で認識ができるタッチパネルのような入力デバイス、ウェブ会議での現実性を高めるための高解像度化、さらには3次元表示できるようなディスプレイ、ウェブ会議での相手の状態がわかるセンサー技術、生産、研究開発ではIoTを駆使したモニターシステム、作業を行うロボットがでてくるものと思われる。また、なるべく他人と接触せずに生活ができる世界が模索されていくのではないかと思われ、それに向

けたシステム、入力デバイスがでてくると思われる。

この結果、生産工程ではIoTで徹底した管理を行うことで、レシピさえあれば世界中どこでも同じものを作りだすことが可能になる。研究開発ではヒトが最初に目標を指示すると、ロボットとAIが協調して目標にあったものを作り上げることが可能になる日がやってくるかもしれない。そうなると、世界の思いもよらぬところで急に新材料・技術がでてきて、一晩で世界が変わる事態もある。また、サプライチェーンについても、天災に加えて感染症でのロックダウンも考慮し、より有機的なネットワークを作る必要がある。

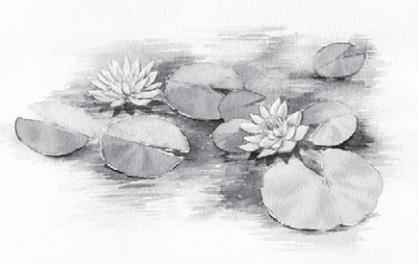
生活に目を向けると、健康面ではこれまで以上に予防医学の見地からの「クオンティファイド・セルフ」ということが進み、スマートウォッチ、ウェアラブルセンサーなどにより体温、脈拍、血圧、睡眠時間、運動量などが見える化することによる健康管理がより一層進んでいき、病気の兆候の早期発見に役に立つ一方、数字に踊らされる恐れもあるようにも思える。診断も遠隔での診断、場合によっては手術が可能になり、どこでも同一水準の医療行為を受けられることが可能になる。

また、さらなる将来に向けては、アンビエントコンピューティングという世界になると言われている。アンビエントコンピューティングとは、端末などを意識せずに、環境全体をコンピュータのように操作することができるようになることであり、そのためには、さまざまな技術の組み合わせと進化が必要になり、音声やジェスチャーによる認識技術、AR・VRやハプティクスによる実感技術、AIによる行動予測が必要になり、これを支えるIoT、クラウドコンピューティング、ウェアラブルコンピューティングの有機的な連動が重要であり、これまでも増して半導体、センサーは重要となり、これを支えていくフォトポリマーはさらなる微細化、高機能化が要求されていく。

また、アクチュエーターなどに使うことのできるような十分に機械強度のある感光樹脂があると、3Dプリンターを使い、簡単にモデル、場合によっては製品が作れる。また、二光子吸収感光樹脂はサブミクロンレベルの造形が可能となる技術であり、精密造形では重要になると思われる。他に、造形した材料に抗菌性が付与できると面白いかもしれない。アフター・コロナ、ウィズ・コロナの世界では感光性に加え機能を持った材料が多数生みだされることを期待している。

コロナの時代、勝てる場所はさらに勝ち、弱いところは急激に力を失うことが、より鮮明になってきている。社会が変わっていくところをしっかりと捉えて、自分たちのできることを着実に進めて、より良い世界を作るために、自分たちのできることをやりながら、新しい動きにこれまで以上に感度を高めていこうと思っている。

今年は、コロナが完全に落ち着くことはないと思いが、無事に東京オリンピック・パラリンピックが開催され、2021年は無理なようであるが、近いうちにフォトポリマーコンファレンスははじめ多くの学会がオンラインだけでなく会場で開催でき、多くの人々と語り合える日が来ることを念じている。



【研究室紹介】

東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所 宍戸・久保研究室

教授 宍戸 厚

1. はじめに

筆者が所属する東京工業大学は、2016年4月の大学改革により大規模な組織改編を行った。それまで筆者は、市村國宏先生・関隆広先生や池田富樹先生が在籍された資源化学研究所（資源研）にて研究を行ってきた。改組に伴い四つの附置研究所が統合され科学技術創成研究院となり、資源研は研究院の下部組織として化学生命科学研究所へと名称変更された。2017年に赤松範久助教が着任し、2020年には久保祥一准教授が着任した。コロナ禍により従来とは異なる新たな組織運営体制へ移行しているが、学生17名とともに精力的に研究を行っている。

線形光学効果の感度向上、光回折を利用した高分子フィルムの湾曲挙動解析など、いずれのテーマにおいても「光」と「高分子フィルム」が重要なキーワードになっている。

作製に多量のエネルギーが必要な従来の硬い材料に替わり、省エネルギープロセス型で人体にも優しいソフトかつフレキシブルな高分子が、低環境負荷で安全安心な社会を支える次世代材料として近年注目されている。しかしながら、エレクトロニクス・フォトンクスデバイスにおける機能発現の要である分子配列については、低い配向度や分子構造の制約など多くの課題が残されているのが現状である。さらに、材料設計においてはソフトな材料の力学が必要になるが、硬い材料を対象とする従来の材料力学をそのまま適用することには難がある。したがって高分子のフレキシブル性に関わる力学の開拓自体も大きな課題と考えている。

これらの課題を解決するため、光と分子配列の特異的な相互作用に着目し、高機能・高性能な高分子材料の創製を目指して、分子設計・合成・物性評価からデバイスの作製・評価まで、基礎と応用の両面にわたり幅広く研究を行っている。以下に研究トピックの概要を示す。



図1 2020年度宍戸・久保研究室メンバー

2. 研究内容

機能高分子の設計と解析を中心に研究を進めている。中でも光学機能・力学機能の開拓が基盤となっている。これまでに20年来続けた光応答分子であるアゾベンゼンと液晶を組み合わせた機能材料開発の研究からはだいぶ離れてきた。一方で、その過程で得た知見を活かして新たな研究へ展開している。光重合を利用した分子配向フィルムの創製、光重合による液晶の非

2-1. 光重合を利用した新たな分子配向プロセス^{1,2)}

機能性フィルム創製のためには、液晶をはじめとする機能性分子の精緻な配向制御が鍵となる。分子配向の制御には偏光照射や分子配向膜が多く用いられてきた。本研究では従来手法とは異なる原理に基づく分子配向法を開発した。空間的な強度分布を有する非偏光を用いた光重合により、簡便なプロセスで一軸分子配向や二次元分子配向パターンが誘起できることを見いだしている。

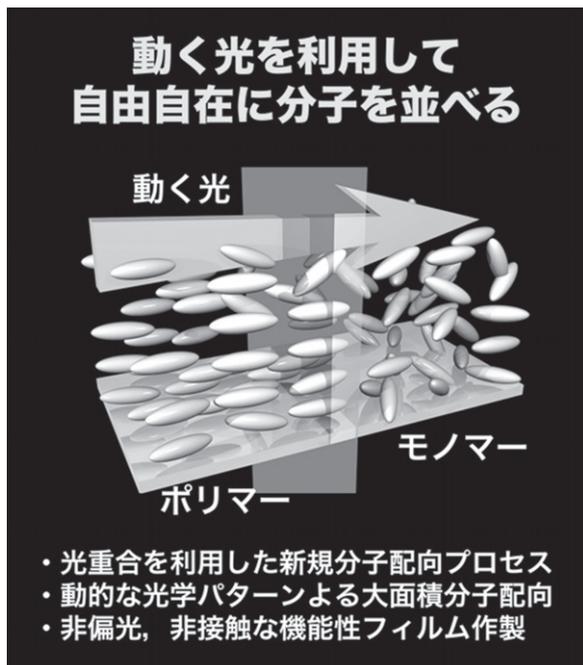


図2 光重合を利用した分子配向手法

2-2. 非線形光学効果を利用した光屈折率変調材料³⁻⁵⁾

新しい光機能性材料の創製に向けて、光と分子の相互作用に注目が集まっている。オリゴチオフェンを少量ドーブした液晶を高分子安定化することにより、ホスト液晶の光分子配向変化を効率良く誘起することができる。この配向変化プロセスは非線形光学効果を作動原理としており、光強度を認識して減光挙動を示す新たな光学デバイスが実現できる。



図3 眩しい光だけを和らげる液晶高分子材料

2-3. フレキシブルな機能性高分子材料の力学解析と創製⁶⁻⁸⁾

フレキシブルな高分子材料はフレキシブルエレクトロニクスや医療材料などの幅広い応用が期待されているが、その力学の理解については硬い材料の延長に留まっている。最近、架橋液晶高分子フィルムの光屈曲を調べる過程で、その力学挙動が従来の硬い材料とは大きく異なることを見いだした。このような背景のもと、フレキシブル材料の力学を開拓するとともに、特異な力学特性を発現する機能高分子材料の創製を行っている。

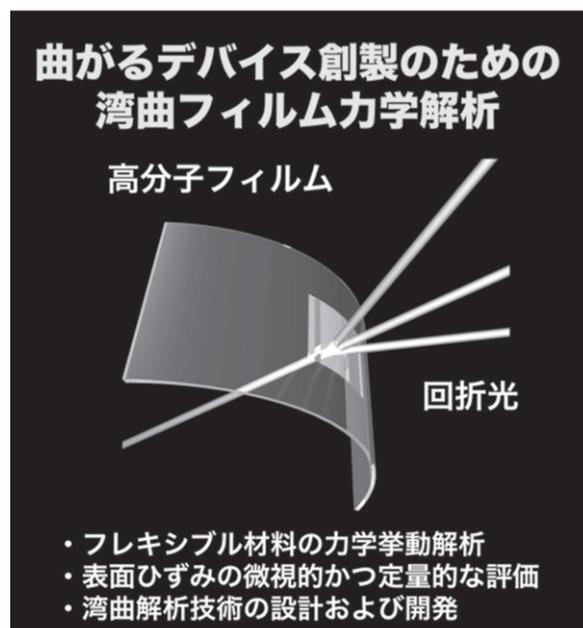


図4 曲がるデバイス開発に資する湾曲フィルムの力学解析

2-4. ソフトマテリアルによる異方性ナノ材料の配向制御⁹⁻¹¹⁾

金属や半導体などをナノスケール化すると、バルク状態とは異なる物性を示すことが知られている。特にナノロッドやナノワイヤーは、形状に由来する異方的な機能を発現する可能性を秘めたナノ材料である。これまでに、自己組織化能を有する液晶物質とナノ物質を密接に接合させることで、ナノ材料の配向を制御し得るを見いだしている。ソフトマテリアルの分子配向制御に基づき所望の三次元配向構を構成する異方性ナノ材料を開発し、ナノロッドやナノワイヤーの本質的な物性を明らかにするとともに、多彩な機能材料へ展開している。さらに、精緻な微細造形を特徴とするトップダウン型の半導体加工（リソグラフィ）技術と、ナノメートルスケールの組織構造を自発形成するソフトマテリアルの組織化とを融合することによって、初めて発現する新規ナノ構造形成と機能材料創成を目指している。

参考文献

- 1) *Appl. Phys. Express* **9**, 072601 (2016).
- 2) *Sci. Adv.* **3**, e1701610 (2017).
- 3) *Adv. Opt. Mater.* **1**, 787–791 (2013).
- 4) *Sci. Rep.* **5**, 9890 (2015).
- 5) *Polym. J.* **49**, 209–214 (2017).
- 6) *Sci. Rep.* **4**, 5377 (2014).
- 7) *Nat. Commun.* **7**, 11156 (2016).
- 8) *Soft Matter* **13**, 7486–7491 (2017).
- 9) *Langmuir* **35**, 14222–14229 (2019).
- 10) *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **90**, 216–222 (2017).
- 11) *ACS Appl. Mater. Interfaces* **6**, 811–818 (2014).



【新製品・新技術紹介】

レジスト材料研究で用いた分子シミュレーション

東京理科大学、境界科技研 鳥海 実

1. はじめに

今日の高性能のデジタル機器が支える高度なIT産業では、年々、高集積化する半導体デバイスが必須であり、そのデバイスは、年々、微細化するリソグラフィ技術で作られている¹⁾。最先端の半導体デバイスの量産現場では、光源波長が13.5 nmの極端紫外線 (EUV) を用いたEUVリソグラフィで7 nmや5 nm プロセスが行われている。このEUVリソグラフィでも従来と同じように化学増幅レジスト²⁾が使われており、その解像度や感度などのレジスト特性を向上させるための研究開発が行われている。ここでは筆者らの分子シミュレーションによる取り組みについて紹介する。

2. 分子動力学シミュレーション

化学増幅レジストは、露光により酸を発生する光酸発生剤 (PAG) と高分子などで構成されている²⁾。優れたレジスト特性を実現するためには、酸の拡散制御が重要であり、分子レベルの情報が役に立つ。例えば、レジスト膜中でPAGがどのように分布しているのかということは興味深いテーマである。分子動力学シミュレーション (MD法) を用いると、このような分子レベルの知見を得ることができる。MD法では、原子間ポテンシャルを用いて各原子のニュートンの運動方程式を数値解析して、各原子の位置座標を時々刻々求めて、原子や分子の動きをシミュレーションする。一般的に、この運動方程式に用いられるポテンシャルをMD法では力場と呼び、実際の実験値と一致するように決定している。比較的簡単に計算できることから、高分子のような原子数の多い分子も扱うこと

ができる。具体的には 10^3 や 10^4 個の原子からなる系でも計算できるが、バルクの系の 10^{23} 個オーダーからは遥かに少ない。そこで、計算すべき分子系 (基本セル) の上下、左右、前後に同じ系 (レプリカセル) を並べた三次元周期境界条件を適用して、近似的にレジスト膜のようなバルク系を表現する。

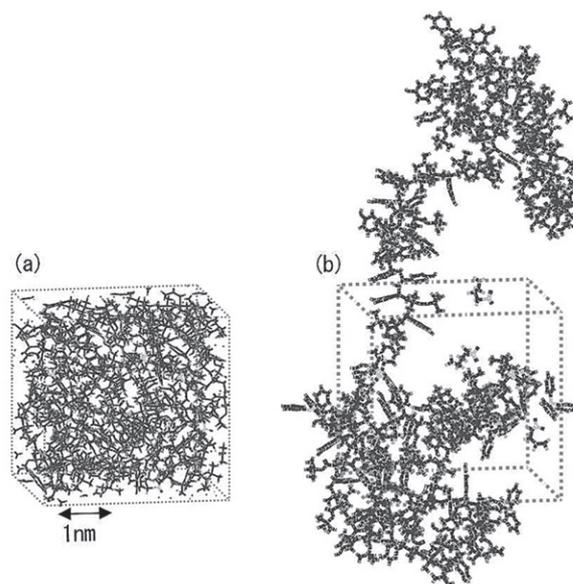


図1. (a)基本セル内および(b)隣接セルまで伸びたEUVモデルレジストのアモルファス構造。

図1にEUVモデルレジストとして、ハイブリッド系樹脂2本と光酸発生剤7個からなるランダムなアモルファス状態の分子構造を例示する³⁾。図1aの破線で示した正六面体が基本セルで、その中で1気圧、300Kの標準状態において歪が無い安定な状態に達した分子構造をMD法で得た。基本セルの周囲を26個の同じ分子構造のレプリカセルに囲まれた状態で、系の分子運動を時々刻々計算した。図1bに示すように、基本セルの枠線と共に隣接セルに伸びている高分子の部分ま

で示すと、高分子鎖の状態やPAGの分散状態が分かり易い。MD法で得られたPAGだけを図2aに示すと、不均一に分布していることが分かる。MD法で運動の時間変化を計算して得られた各PAG分子の軌跡を図2bの回転楕円体で示す。PAGの運動も不均一であることが分かる。これらの不均一性はPAG自身の化学的特性に依存するが、MD法で得られた分子レベルの配置情報から、PAGを取り巻く樹脂との相互作用なども影響していることが分かる。

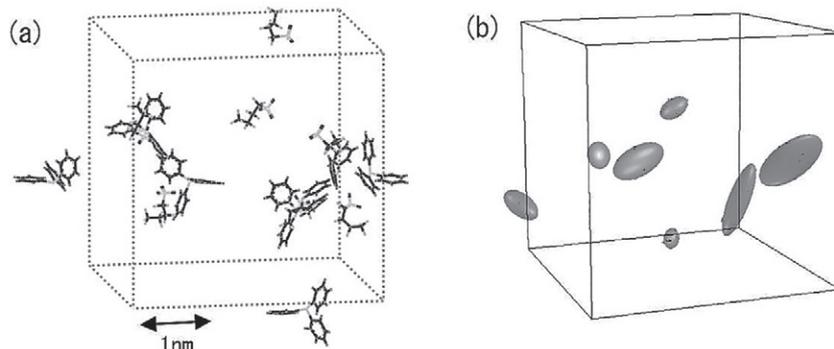


図2. PAGの(a)空間分布と(b)その軌跡を表現した回転楕円体。

このように分子シミュレーションでは個々の分子の動きを原子分子レベルで直接考察できる。しかしMD法でも、数本の高分子の系で計算時間が数nsのシミュレーションであることなどに注意が必要である。

3. 第一原理MD法

EUVリソグラフィで使われる第二世代のレジストの有力候補にメタルレジストがある。メタルレジストは、金属酸化物をコアとして、その周囲を有機化合物が取り囲んだコア・シェル構造を有する。通常のポリマーレジストよりもドライエッチング耐性が高いだけでなく、解像度や感度に優れたレジスト材料として研究開発されている。

筆者らは、コアがZrO_x、シェルがメタクリル酸(MAA)からなるメタルレジストが膜中でどのような構造を形成しているのか、走査型透過電子顕微鏡を用いて調べた。その結果、ZrO_xをコアとして、MAAのシェル構造を維持したまま膜形成していることが観察された⁴⁾。このZrは力場がないためにMD法で計算することは難しい。そこで、各構造におけるポテンシャルを密度汎関数(DFT)法で計算し、そのポテンシャルを用いてMD計算した。DFT法は電子密度の汎関数に変分原理を適用する第一原理計算であるので、種々の原子を取り扱うことができる。その結果、図3に示すようにZrO_xはアモルファス構造であることが分かり、実測したX線回折スペクトルとも一致している⁵⁾。

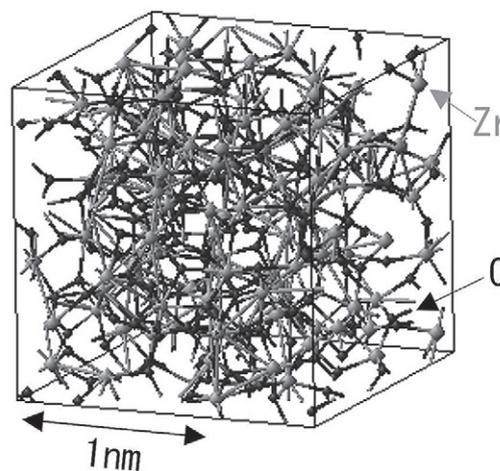


図3 ZrO_xのアモルファス構造。

4. ab initio法

筆者らはレジストのベース樹脂で使用されているフェノール樹脂(POST)の自由電子レーザー(FEL)によるアブレーションの基礎研究を行っている⁶⁾。Siウエハ上に回転塗布して作製したPOST膜に、その振動モードに対応したFEL中赤外光を照射してアブレーションさせた。POSTの振動モードを解析するために、4-sec-butylphenolをモデル分子として、ab initio法を利用した。ab initio法はシュレーディンガー方程式を近似的に解いて波動関数を求める第一原理計算である。その結果、表のように分子振動モードを同定することができ、振動モードによりアブレーション効率が異なることが分かった。(図4)

表 4-sec-butylphenolの振動モード.

| 波数 [cm ⁻¹] | 1610 | 1510 | 1450 | 1360 | 1230 |
|------------------------|--------------------|------------------|--------------------|----------|------------------|
| | C=C 伸縮 C-O-H 変角 | C=C 伸縮 C-O 伸縮 | C=C 伸縮 C-O-H 変角 | C-O-H 変角 | C-O 伸縮 C=C 伸縮 |
| 振動モード | | | | | |

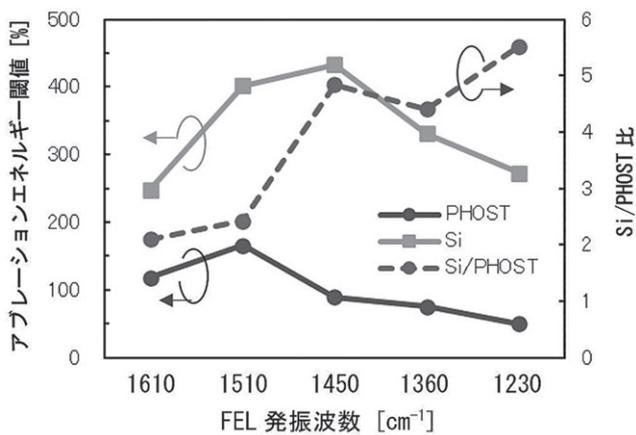


図4 PHOSTとシリコンのアブレーションエネルギー閾値と両者の比のFEL発振波数依存性.

5. 終わりに

筆者らが使用した分子シミュレーションはすべて市販品⁷⁾であり、筆者は量子化学やシミュレーションの専門家ではなく、単なるユーザーである。計算機や半導体デバイスの進歩により、現在では、分子シミュレーションは誰でも容易に使えるようになってきた。

また半導体の微細化が進み、原子分子の情報が益々重要になり、分子シミュレーションがレジスト研究開発に大きく寄与すると思われる。一方、MD法でも計算できる系やシミュレーション時間の制約があり、計算結果を解釈するには、その原理や特徴に注意が必要である。最後に、本研究でご指導、ご協力いただいた方々に感謝する。

参考文献

- 1) 田中初幸、フォトポリマー懇話会ニュースレター、No.90, (2020) 1.
- 2) 古澤孝弘、フォトポリマー懇話会ニュースレター、No.92, (2020) 1.
- 3) Toriumi, M. & Itani, T., *J. Photopolym. Sci. Technol.*, **27** (2014) 617.
- 4) Toriumi, M. et al., *APEX*, **9** (2016) 031601.
- 5) Toriumi, M. et al., *Proc. SPIE*, 9779 (2016) 97790G.
- 6) Toriumi, M. et al., *Proc. SPIE*, 10586 (2018) 1058613.
- 7) ㈱モルシスのSciMAPS (MD法)、MedeA (DFT法)、Gaussian社のGaussian 09W (ab initio法).



【会告 1】

第38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
 協賛 千葉大学、フォトポリマー懇話会、
 日本化学会、高分子学会
 後援 応用物理学会

第38回国際フォトポリマーコンファレンスが、6月15日(火)～17日(木)にオンラインで開催されます。第37回コンファレンスは新型コロナウイルス感染拡大の状況から中止いたしましたが、今回はオンラインにて例年通り開催いたします。

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成果の発表が行われ、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, EB Lithography and Nanotechnology
- A2. Nanobiotechnology
- A3. Directed Self Assembly (DSA)
- A4. Computational/ Analytical Approach for Lithography Processes
- A5. EUV Lithography
- A6. Nanoimprint Lithography
- A7. 193 nm Lithography Extension and EUV HVM Readiness
- A8. Photopolymers in 3-D Printing/ Additive Manufacturing
- A9. 2D and Stimuli Responsive Materials for Electronics & Photonics
- A10. Strategies and Materials for Advanced Packaging, Next Generation MEMS, Flexible Devices
- A11. Chemistry for Advanced Photopolymer Science
- A12. Organic Solar Cells – Materials, Device Physics, and Processes
- A13. Fundamentals and Applications of Biomimetics Materials and Processes
- A14. General Scopes of Photopolymer Science and Technology

P: Panel Symposium

- P1. “EUV Lithography toward 10 nm and below”
- P2. “Biomimetics: Learn from Nature”

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. 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・パターンニング
 - (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) レジスト除去、エッチング、洗浄
 - (6) 装置 (光源、照射装置、計測、プロセスなど)

昨年は英語シンポジウム127件、日本語シンポジウム46件で、コンファレンス全体173件と多くの講演が予定されていました。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には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38回国際フォトポリマーコンファレンス講演募集」の Broschüre、または、ホームページ (<http://www.spst-photopolymer.org/>) をご覧いただくか、下記事務局へお問い合わせください。

| | |
|-----------|----------|
| 講演申込締切日 | 2月14日(日) |
| 講演論文提出期日 | 4月1日(木) |
| 参加申込予約締切日 | 5月25日(火) |

第38回国際フォトポリマーコンファレンス事務局

〒345-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33
 千葉大学工学研究院共生応用化学コース
 唐津 孝
 TEL: 043-290-3366
 FAX: 043-290-3401
 E-mail: office@spst-photopolymer.org

【会告 2】

【第242回講演会】

日時：2021年1月27日(水) 13時～17時

会場：オンライン開催 (Teams)

タイトル：『フォトリソグラフィと材料技術開発』

プログラム：

- 1) Lithography's Endgame: Fifty-Five Years of Moore's Law Seen Through The Lens of Photoresist Materials
EMDパフォーマンスマテリアルズ
コーポレーション Ralph Dammel氏
- 2) EUVレジストの軌跡と今後への期待
JSR(株) 丸山 研氏
- 3) レジスト材料の分析技術
(株)東レリサーチセンター 萬 尚樹氏
- 4) 分子シミュレーションとその応用
東京理科大学 鳥海 実氏

参加費：会員：無料 (人数制限なし)

非会員：3,000円、学生：2,000円

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してください。

なお、テキストはダウンロード方式とします。

【第243回講演会】

日時：2021年4月22日(木) 13時30分から

会場：オンライン開催 (TeamsまたはZoom)

タイトル：『次世代リソグラフィ技術の展開』

プログラム：

- 1) EUVリソグラフィの課題
兵庫県立大学 渡邊健夫氏
- 2) 先端フォトレジスト技術
富士フイルム(株) 藤森 亨氏
- 3) 3次元実装関連技術の現状と今後
昭和電工マテリアルズ(株) 鳥羽正也氏

参加費：会員：無料 (人数制限なし)

非会員：3,000円、学生：2,000円

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してください。

なお、テキストはダウンロード方式とします。

【令和3年度総会ご案内】

下記の通り令和3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。

日時：2021年4月22日(木) 13時から

会場：オンライン開催 (TeamsまたはZoom)

議事：

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



編集者 小関健一

発行人 高原 茂

発行所 フォトポリマー懇話会事務局

〒263-8522 千葉県稲毛区弥生町1-33

千葉大学大学院工学研究院 物質科学コース内

URL：<http://www.tapj.jp/> FAX 043-290-3460

2021年1月5日発行