

フotポリマー懇話会 ニュースレター

No.46

April 2009



大学におけるフotポリマーの研究

千葉大学大学院融合科学研究科画像マテリアルコース

小関 健一

1950年代に開発されたポリ桂皮酸ビニルに始まるフotポリマーの研究は、60年近く経った現在でも、光ナノインプリントやホログラフィックメモリーなどの新たなアプリケーションに対応する材料開発が行われている。

研究の中で現在力を入れているフotポリマー材料関連の研究について、少し過去を振り返りながら紹介したい。当初はひたすら可視光域での高感度化を目指して研究を進めたが、現在では感光特性はもちろんだが、それ以外の特性、特に力学物性を満足させ得る材料設計を重視して進めている。

光重合系フotポリマーに関する研究は、CTP材料の研究とともに進んだ。当初、架橋系の材料を分光増感することにより可視光に感度を持たせることを行い、500nm前後の光に非常に高感度な系を見いだした。しかし、米国でのレーザー描画実験を行ってみると、予想に反し感度が悪い結果が告げられた。その原因が、レーザーを用いた高照度短時間露光下における増感機構に基づく相反則不軌にあることが明らかになり、高感度化は連鎖反応を用いる重合系である必要性を感じた。非常に多くの増感色素やラジカル発生剤の検討を進めた結果、ラジカル重合系フotポリマーを分光増感することにより、アルゴンイオンレーザーの488nm、ヘリウムネオンレーザーの633nm、さらには近赤外光に感光する高感度なフotポリマー系を見いだすことができ、任意の波長に高感度なフotポリマーの設計ができるようになった。

製版材料以外の新たなフotポリマーの応用を考え、ホログラム記録材料への展開を開始した。従来のホログラム記録材料においては、処理の煩雑さや耐湿性などに課題があった。そのような問題点のないフotポリマー材料でのホログラム研究を目指した。十分な防振台などのない研究室で開始した研究はなかなか進展しなかった。半年ほどはいくら実験してもホログラムの記録はできなかった。今でも原因はよく分からないが、ある日キラッと光るホログラ

ムが記録できてからは、再現性よく記録できるようになった。記録波長に関しては、CTP研究での知見を基に、分光増感色素やラジカル発生剤の選択を行うことで可視域の任意のレーザーに対応できるようになった。近年注目を集めている405nmのブルーレイに対しても、488nm記録材料研究の過程で、その当時は分光感度が短波長に片寄っていたため候補から外していた開始系を見直すことで、高感度な増感系を構築可能になった。

ブルーレイディスクの次の高密度記録媒体として、ページ単位での高速な記録・読み出しが可能なホログラフィックメモリーが注目されている。フotポリマー材料がもっとも可能性の高い記録材料として検討されているが、まだ完璧といえるものは見いだされていない。そこでは405nmなどのレーザー光に高い感度を持つとともに、ホログラム記録に伴う体積収縮をほとんど示さない材料が求められている。このホログラム材料の研究では、硬化時の体積変化が限りなくゼロに近いというフotポリマーにとって、非常に困難な課題を突きつけられている。マトリックスなど反応場の工夫により記録時の収縮を押さえることが考えられているが、我々は反応性モノマー材料自身でコントロールすることを試みている。モノマー組成などと体積収縮挙動との相関が明らかになり、特に開環反応を伴うカチオン重合系フotポリマーにおいて、硬化時に膨張性を示すモノマーの使用やプロセスを検討することで、高回折効率で多重記録が可能で、さらに体積変化が非常に少ないフotポリマー材料を設計できることが明らかになってきた(図1)。

光硬化膜の力学物性に焦点を当てた研究では、重合開始剤の違いが力学物性に及ぼす影響について検討している。どのようなラジカル開始剤系でも重合速度を同じにすれば、その硬化膜はおおむね同じ弾性率を示すが、ある種の開始剤ではさらに高い弾性率を示すことが分かってきた。このことから吸収特性のみならず、硬化膜物性を考えた開始剤の選択が必要といえる。

フォトポリマー材料は、封止材料やスペーサーなどとして液晶ディスプレイの分野でも重要な役割をはたしている。我々はOCBモード液晶の研究において、従来重合性液晶モノマーを用いて液晶中に高分子壁を作製していたものを、通常のアクリレートモノマーでも同じ効果を示すことを、さらに壁である必要もないことを見いだした。2月下旬に行われた国際ナノテクノロジー総合展において、マイクロカプセル化した液晶粒子を色材を含むフォトポリマー材料に分散したUVインキを作製し、印刷プロセスにより作成可能なフレキシブルディスプレイの展示を行った(図2)。比較的簡単にカラーの表示媒体を製造できることから、各方面から興味をもたれている。

UV硬化型インキや塗料の歴史は古く、様々な分野で広く用いられている。その粘度は印刷方式にもよるが、インクジェットインキに比べ非常に高い。このUV硬化性をインクジェットの世界に持ち込むには、水に近い粘度まで低粘度化する必要がある。単官能モノマーを用いれば低粘

度化は可能であるが、硬化特性が低下してしまう。インクジェットの研究では、そのバランスを取りながらインク的设计が行われる。ラジカル重合系およびカチオン重合系モノマー材料により、硬化性の良い低粘度のインキを設計し、プラスチックなどの非吸収性基材への接着性が十分なインキを開発してきた。さらに組成の検討を行うことにより、カチオン重合系材料において、ガラスにも表面処理することなく接着するジェットインキの開発も可能になってきたことから、インクジェット技術の様々な産業分野への展開が考えられる。

このようにフォトポリマー材料においては、感光特性の向上はもちろんのこと、硬化時に体積収縮のない材料や、非常に低粘度な材料を開発することなど、多くの物性を満足させた材料設計を行うことが可能になってきている。今後さらなる高機能化を進めることにより、フォトポリマー材料はさらなる進化を遂げるものと期待される。

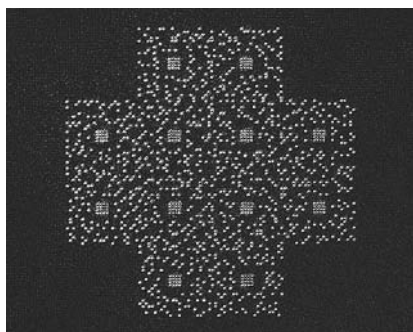


図1 532nm 感光性フォトポリマー材料により記録した二次元ページデータの再生像

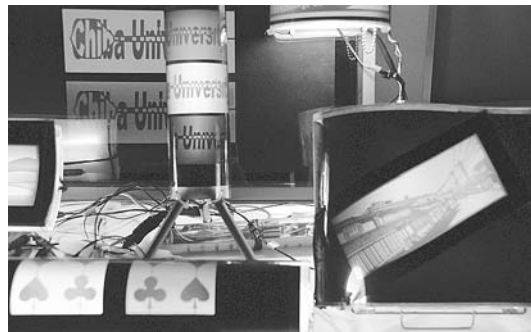


図2 マイクロカプセル化液晶を用いたフレキシブルディスプレイ

【会告】

第26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とナノテクノロジー —材料とプロセスの最前線—

共催 フォトポリマー懇話会、千葉大学

協賛 応用物理学会、日本化学会

会期 6月30日(火) ~ 7月3日(金)

会場 千葉大学けやき会館

テーマ

A. 英語シンポジウム

- A1. Next Generation Lithography and New Technology
- A2. Nanotechnology & Micromachining
- A3. Advanced Materials and Technology for Nano Patterning
- A4. ArF Lithography
- A5. Immersion Lithography
- A6. EB Lithography
- A7. Nanoimprint Lithography
- A8. EUV Lithography
- A9. Chemistry for Advanced Photopolymer Science

A10. Photofunctional Materials for Electronic Devices

A11. General Scopes of Photopolymer Science and Technology

P. Panel Symposium "Bottom-up Approach for Micro and Nano Structures"

B. 日本語シンポジウム

- B1. ポリイミド —機能化と応用
- B2. プラズマ光化学と高分子表面機能化
- B3. ナノ形成材料と技術
- B4. 光機能性デバイス材料

B5. 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리케이션 (光成形プロセス、リソグラフィなど)
- (5) 装置 (光源、照射装置、計測、プロセスなど)

参加費 5月31日まで 41000円 (Whole conference)、
35000円 (Conference)、6月1日以降 46000円

(Whole conference)、40000円 (Conference) 事務局 (Tel:089-926-7096) まで問い合わせるか、<http://www.ao.u-tokai.ac.jp/photopolymer/p.htm> をご覧下さい。
展示会 コンファレンス期間中展示会を併設いたします。
展示会出展企業を募集いたします。下記責任者に申し込みまたはお問い合わせ下さい。
展示企画委員長 山下 俊
Tel: 0471-22-9508 Fax: 0471-24-9067
e-mail: yama@rs.noda.tus.ac.jp

【研究室紹介】

千葉大学大学院工学研究科共生応用化学専攻
エネルギー変換材料化学研究室

高橋宏治 (博士後期課程)・唐津 孝

千葉大学工学部共生応用化学科は2004年度より以前の物質工学科から名称が変更になり、機能材料、エネルギー、ナノ、バイオ、環境などをキーワードにした研究室が集結しています。また、大学院も2008年度より、自然科学研究科から工学研究科に改組されました。この改変に伴い、当研究グループも4つの研究室から構成される環境調和分子化学領域の中の、エネルギー変換材料化学研究室という名称に変更になりました。スタッフは、北村彰英理事、唐津孝教授および矢貝史樹助教の3人体勢です。2008年度の構

成メンバーは、博士後期課程4名、博士前期課程15名、学部4年生7名の合計26名の大所帯となっており、全員分の実験台を確保するのも大変です。毎年平均して8名の学部生が研究室に配属され、6-7名が他大学も含めて大学院前期課程へと進学します。スタッフの人柄も相まって、非常に雰囲気の良い明るい研究室となっています。また、JR西千葉駅から歩いて5分、全力疾走(途中信号がありますが...)で1分という便の良さも見逃せません。



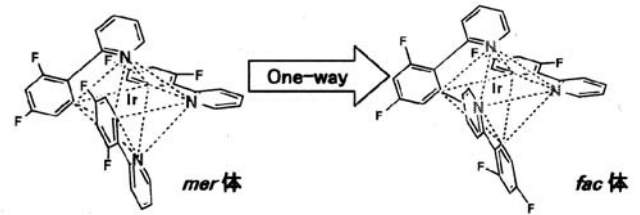
平成20年 夏バーベキュー会, 稲毛海岸にて

当研究室の研究分野は光化学に分類されますが、基礎的な光反応機構の研究から、フォトポリマー、発光、導電性材料のような有機光電子材料までスタッフの得意分野を活かして幅広く手がけています。どちらかといえば、反応機構の解明など基礎的な内容のウエイトが高いかもかもしれません。前期課程を修了して企業に就職する学生が多数であるため、分子設計-合成-機能評価の流れを各人が一通りこなせるようになることを目標にしています。また、数社の企業と共同研究も行っています。以下に現在進行中の主な研究内容を紹介します。

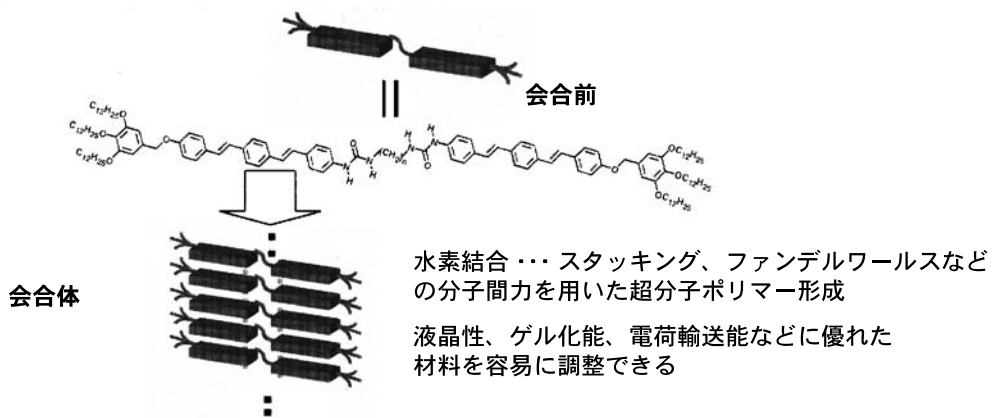
1. 高効率光開始剤の反応機構の解明：水銀灯のg線やi線、可視-近赤外域の半導体レーザーを光源とした場合に利用可能なフォトポリマーの開始剤について研究しています。これまでに、ピリリウム塩、鉄アレーン錯体や有機過氧化物などの増感メカニズム、重合開始メカニズムなどを研究してきました。最近では例えば高感度な光開始剤として注目されている増感部位と開始部位が分子内に組み込まれたカルバゾール骨格を有するオキシムエステルなどの光分解の反応機構を研究しています。

2. 有機エレクトロルミネセンス (OLED) 材料：有機EL素子 (OLED) 材料として注目されている、りん光型有機金属材料であるイリジウム錯体の発光特性を研究しています。正孔と電子を電極から注入すると励起子を生成し発光しますが、中でも有機イリジウム錯体は項間交差効率がほぼ100%と非常に高く、常温で強いりん光を発するという性質を持ち、配位子を変化させることによって容易に発光色を調節できることから盛んに研究されています。代表的なイリジウム錯体は6配位正8面体構造を有し、2座配位子を3個持ち、配位子の配位の対称性によりfacial (fac)体とmeridional (mer)体の幾何異性体が存在します。これまで、fac体は発光効率が高く、mer体は発光効率が低く、光や熱でfac体に片道異性化することを明らかにしてきました。mer体の光化学的特性についての報告はfac体に比べ非常

に少ないので、mer体の性質を調べることによりイリジウム錯体の発光機構を解明できると考えて研究しています。



3. 超分子材料：ゲルや液晶などの水素結合性超分子ポリマーを利用した光応答性ソフトマテリアル、光電材料への展開をめざしています。



4. 有機ケイ素化合物：発光材料や電荷輸送材料などに応用可能と考えられる有機ケイ素化合物の合成と発光能などの光化学的な物性を研究しています。蛍光型発光材料である置換アントラセン類やアントラセン連結体の発光特性について研究しており、有用な物質群では、蛍光型のOLED素子を作製することができました。

5. 有機化合物の光反応とそのメカニズムの解明：アゾ化合物や芳香族オレフィン類、複素環化合物、シアニン色素について、励起状態の性質や後続の反応のメカニズムを、生成物の単離同定と反応中間状態を過渡分光法により直接観測することにより解明しています。

週各1回の研究報告会、論文紹介と、日々のディスカッションなどを通じてスタッフと学生が一丸となって研究を推進しています。得られた研究成果は、著名な国際的科学雑誌での論文発表や、国内・国際学会での発表、特許出願を通じて公表しています。

毎年、6月に千葉大学で開催される国際フォトポリマーコンファレンスで、看板やプログラムパネル、会議備品の準備、メインホールの運営を研究室で担っています。また学科主催の卓球大会で優勝、大学内の駅伝大会で3位など、研究以外のアクティビティでも楽しんでいます。

(URL: <http://chem.tf.chiba-u.jp/acb10/>)

【新商品紹介1】

お手軽なナノインプリント実験装置の紹介

1. 開発の背景

当社のインプリント／ナノインプリント装置への取り組みは古く、UV式は1994年に、熱式は2000年に、ともに顧客の個別案件に応えるかたちでスタートした。当時はまだナノインプリントという言葉はなく、パターンサイズも μm 以上であったが技術的には同じものである。

エンジニアリングシステム (株) 自動化機器事業部
 ナノテククラスタ マネージャー 筒井 豊
 mail: tsutsui@engineeringsystem.co.jp
 URL: <http://www.engineeringsystem.co.jp>

現在、当社ではナノインプリント装置はアライアンス先へのOEM(相手先ブランド製造)モデルと、特注機を設計・製造している。しかしながらどの装置も非常に高価であるため導入評価用としては高価すぎるというお客様の声があった。

「もっとお手軽に試せる実験機は造れないのか？」そんなニーズに応えようと開発したのがこれから紹介するUV式miniナノインプリント装置EUN-4200である。

2. UV式miniナノインプリント装置 Model EUN-4200

本装置を簡単に説明すると紫外線硬化樹脂を塗布したワークにモールド（金型）を押し当ててパターンをワークに転写する装置である。図1に外観を、表1に概略仕様を示す。

技術ポイントとしては、まず第一に硬化用光源として、従来の高圧水銀ランプに替えて高輝度UV-LED照明を組み込んだことにより筐体の大幅な小型化を実現している。図2に薄型軽量UV-LED照明の外観を示す。このUV-LED照明は、自社製品「キュアライト」として単体販売も行っている。第二に軽量化、3次元解析を繰り返し行い、応力が集中する部分の補強と、そうでない部分の剛性を落とすという設計上の工夫を重ねた結果、機械的精度と剛性を確保しながら軽量化することに成功した。図3-1に石英モールドを押し付けた構造を、図3-2に23mm角の石英モールドを推力200Nにてステージに押し付けた際の

変位量解析結果をそれぞれ示す。解析結果から石英モールド中心部における変位量は最大15nmである。この値は上位機と遜色なく、実際の転写実験からも入門機という位置付けながら十分な転写性能を発揮できることが示されている。本装置を使ってナノオーダーの薄膜転写を行った結果を図4、図5に示す。UV樹脂は東洋合成工業(株)製PAK-01とPAK-02のどちらにおいても適切な硬化・成形が実現された(紫外線強度は2mW/cm²、硬化に必要な時間は15秒程度)。「1斗缶サイズ」総重量15.2kgを達成したことも業界にインパクトを持って受け入れられている。一人で移動することができるナノインプリント実験装置は他に類を見ない。また、開発段階の究極イメージを「ペンギン」とした外観にもこだわりがこめられている。特に職人の手仕事による鏡面仕上げのカバーが本装置をさらに魅力あるものとしている。

このようにして小型で安価な装置が誕生した。実用上十分高精度な転写が可能なこの装置はナノインプリント入門機として研究開発部門において広く活躍し始めている。



図1 外観



図2 UV-LED

表1. 装置仕様 EUN-4200 (フルオプション)

ワーク	樹脂フィルムシート、ガラス、樹脂基板、シリコン基板 最大 100mm×100mmまで
スタンプ	石英モールド50mm×50mm 金属モールド50mm×50mm
UV光源	高輝度LED100ヶ 波長375±5nm (光量固定) 有効照射エリア72mm×72mm
石英天板	熔融石英
押圧機構	エアシリンダー
転写力	400N (約40kgf)
圧力調整	シリンダーのエア圧を精密レギュレータで調整 (0.04~0.4MPa)
速度調整	上下速度は個別のスピードコントロールボリュームにて可変
下ヘッド	平行度調整機構 (分解能=1μm) 吸着溝付ワークテーブル (平面度2μm以下、鏡面仕上)
装置寸法	W222mm×D222mm×H436mm
重量	約15kg
エレクトリ	AC100V 50/60Hz 3W、ドライエア0.4MPa以上

3. 今後の展望

本装置を使って材料研究やデバイス開発現場から次世代商品が誕生することを強く願うもので、ナノインプリントの裾野が広がることを期待している。4月には新製品をリリース予定。高性能・大面積UV-LED照明も開発中で、お客様のニーズに素早く反応し問題解決する装置をタイムリーに市場投入して業界の発展に貢献したい。

< 実験の協力・写真提供 >

東洋合成工業(株) 新規事業開発部
 ナノテクグループ長 坂井 信支 様
 同グループ 大幸 武司 様
 東芝機械(株) 微細転写事業部 微細転写技術部
 グループマネージャー 小久保 光典 様

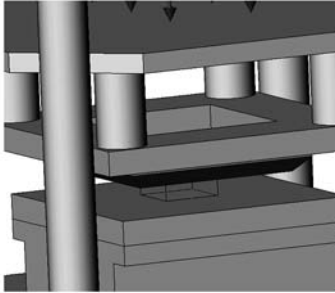


図3-1 2.3ミリ角石英モールド押し付け面の解析

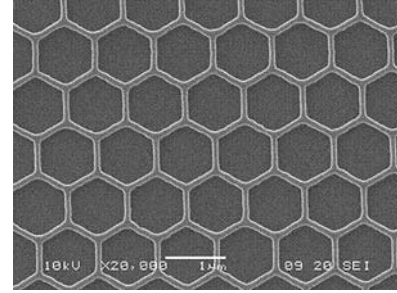


図4 ハニカム

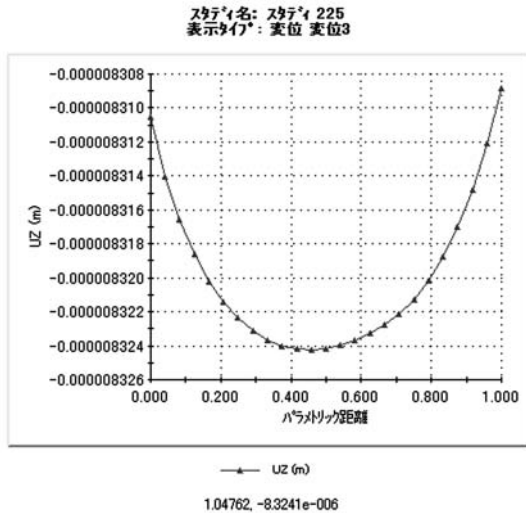


図3-2. 面内の変位量 15 nm以内

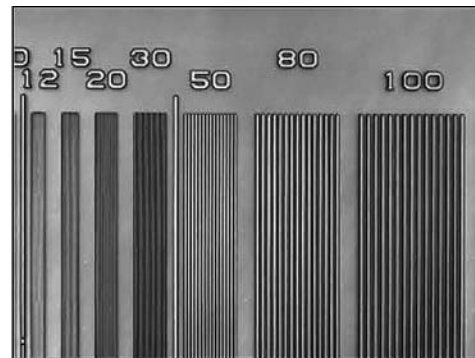


図5 ライン (30 = 300 nm)

【新製品紹介2】

ダイセル化学工業のUVナノインプリント材料の紹介

ダイセル化学工業(株) 有機合成カンパニー 企画開発室
 主席研究員 三宅 弘人

1. はじめに

ナノインプリントリソグラフィ(NIL)技術は、ナノスケールの微細パターンを容易に高精度、且低コストで成形できる技術として期待されています。NIL技術は、特にLEDの高輝度化、次世代大容量磁気ディスク(パターンドメディア)、液晶などのフラットパネルディスプレイ用導光板、反射防止膜等 様々な用途において期待されており、実用化に向けた検討が精力的に進められています。また、近年ナノインプリントが数nmの解像度を達成しており、半導体分野においても、次世代リソグラフィとして

注目されています。

2. ダイセル化学工業の取り組み

弊社は、過酢酸を基幹原料として有害なダイオキシンの原因となる塩素、臭素等を含まない環境に優しい数多くのエポキシ製品の開発・製造・販売を行っております。特に、シクロオレフィン環をダイレクトにエポキシ化した“脂環式エポキシ”と呼ばれる製品群を数多く世界に先駆けて上市してきており、現在では、世界で唯一製造・販売しているメーカーです。

脂環式エポキシは、優れたカチオン硬化性を示し、その

硬化物は、高いガラス転移温度を有し、耐熱性、耐黄変性等に優れる事からLED等の封止材としても広く使用されています。我々は、この脂環式エポキシ・その誘導体開発技術及び脂環式エポキシで培ったカチオン硬化技術を活かしたUV-ナノインプリント(UV-NIL)用の材料開発を行っています。

3. 弊社UV-NIL用樹脂開発指針

UV-NIL 材料への市場からの要求は、用途毎に異なりますが共通している点を整理すると、①スループットの向上、②転写精度の向上である事が判りました。そこで、市場要求に合った樹脂開発を目的に、以下に挙げるコンセプトを置き、それぞれの項目をクリアすべく樹脂開発を行いました。

<UV-NIL材料開発のコンセプト>

- (1) 硬化速度向上を目指した材料開発
- (2) 硬化収縮の小さい材料開発
- (3) 離型性向上に向けた材料開発

(1) 硬化速度向上は、スループット向上に不可欠です。脂環式エポキシの優れたカチオン硬化性はコーティング分野等ではよく知られておりますが、UV-NILには更なる速度向上が望まれます。我々は、脂環式エポキシと他カチオン重合性モノマーとの硬化挙動を詳細に検討し、配合方法を工夫することにより飛躍的に硬化速度向上が可能である事を見出しました。

(2) 硬化収縮を抑えることは、転写精度向上に重要です。そこで、開環重合系であるカチオン硬化を用いることで硬化収縮を従来のラジカル硬化系に比べ大幅に低下させることに成功しました。また、弊社特異技術から生まれたUV硬化時に膨張性を示す材料系との組合せにより、硬化収縮をコントロールすることも可能である事がわかりました。

(3) 離型性向上は、スループットの向上及び欠陥低減には必要不可欠です。そこで、UV-NIL材料中に偏析性の特殊添加剤を入れることにより、モールドとの剥離性を高めることが出来る技術を開発しました。樹脂溶液中に含まれる添加剤がプレバイクの段階でモールド界面となる表面へ移行し、加圧・転写後のモールド離型性を向上させる仕組みです。

4. UV-ナノインプリント樹脂の特徴

表1に弊社UV-NIL樹脂の標準品を示します。硬化系別に

カチオン硬化タイプ(NICT)、ラジカルタイプ(NIAC)及びハイブリッドタイプ(NIHB：カチオン/ラジカ併用タイプ)の代表品番を記載しました。

弊社UV-NIL材料の特徴を以下に示します。

- (1) 即硬化性、特に膜厚100nm以下の薄膜硬化性を実現しました。
- (2) 新規開発のUV硬化時に膨張性を示す樹脂により低硬化収縮が可能です。
- (3) 50nm～数十umの膜厚まで可能な豊富なラインアップが可能です。

表 1. UV-NIL標準サンプル

項目	単位	品番			
		NIHB 345	NIAC 23	NICT 34	NIHB 24
硬化タイプ		ハイブリッド	ラジカル	カチオン	ハイブリッド
粘度*1	mPas/25°C	110	4000	320	280
固形分濃度*2	%	100	65	100	100
硬化収縮率*3	%	4.1	—	1.2	4.0
屈折率*4	—	1.55	—	1.52	1.52
用途		光学デバイス	電子デバイス 記憶メディア	電子デバイス 記憶メディア	電子デバイス 記憶メディア

*1 E型粘度計により測定、*2 計算値、*3 硬化前後の密度差より算出、*4 測定値(ABBE法)

(4) 十数mPasから数千mPasまで、用途に応じた粘度設計が可能です。

その他、ご要望に応じて、屈折率、透明性、残膜性もコントロール可能です。また、偏析効果によるモールド剥離性向上のサンプルも用意できます。

図1及び2に弊社UV-ナノインプリント用樹脂を用いた転写例を示しました。転写例から見られるように、設計指針に基づいた樹脂調整により、精度の高いパターン転写ができています。

5. 最後に

NIL技術は、まさに古くて新しい“Innovative”な技術として登場し、最近では具体的な形として市場に出てきています。微細構造を安価に高精度に作成するツールとして今後益々期待されており、この期待に応える為にもお客様の要望に答える材料開発を進めてまいりたいと考えております。また、微細化が進むにつれて多くの潜在的な問題点も指摘されて来ていますが、これらのハードルを越えることにより、新たなアプリケーションも増えてくると考えております。

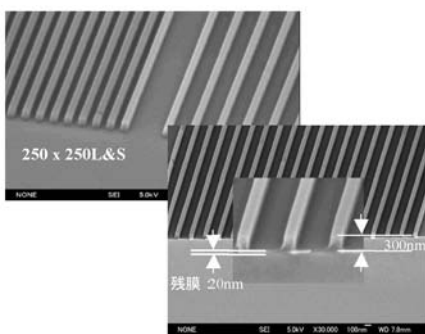


図1. Siウエハ上へのパターン転写例

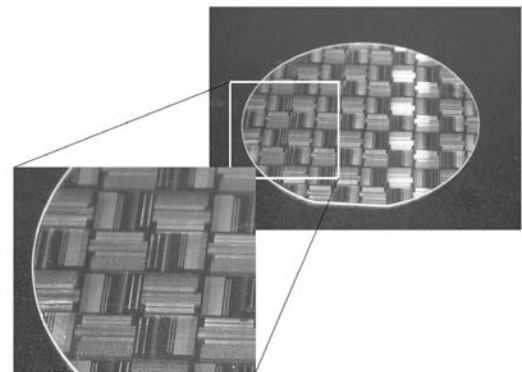


図2. 4 inchガラス基板への一括パターン転写例

ニュースレター45号（2009年1月）に編集、印刷で不都合がありましたので、本46号のp9-p10に研究室紹介を再録いたします。

【研究室紹介】

金沢工業大学バイオ・化学部応用化学科堀邊研究室

金沢工業大学 バイオ・化学部・応用化学科 教授
堀邊 英夫

<http://www2.kanazawa-it.ac.jp/horibe>

1. はじめに

文部科学省の学校基本調査によれば、少子化の進展で数字の上では2008年度に進学希望者全員が大学や短大に進学できる“大学全入時代”を迎えるとのことでした。しかし実際には進学希望者が予想以上に増加し全員入学とはなりません。しかしながら、大学間の人気差が拡大し一部の大学では全入となっているところもあります。このような厳しい状況の中で、多くの学生が入学を希望し、入学後も活気ある魅力溢れる大学や研究室にしたいと思っています。ここでは私の勤務する金沢工大と自分の研究室について紹介したいと思います。

2. 金沢工大について

本学では「自ら考え行動する技術者の育成」を教育目標に掲げ、授業や授業外で年間300日、学生が自己実現にむけ主体的に活動する「学生が主役の大学」を目指しています。授業外の年間150日も自主的・主体的に行動できる“場”として、「ライブラリーセンター」、「夢考房」、「数理工教育センター」、「365日24時間オープンの自習室」を設け、ここでは多くの学生が勉強や課外活動に取り組んでいます。世間で有名なのは、大学ロボコン、鳥人間、ソーラーカー等での本学学生の活躍です。本学は、学部生がおおよそ6900人、大学院生が440人、教員が350人で、工学部、環境・建築学部、情報学部、バイオ・化学部の4学部よりなります。朝日新聞社「大学ランキング2009年版」では、「学長からの評価 教育分野」で、4年連続第1位と評価されています。研究においても同誌「学長からの評価 研究分野」にて全国17位（私立大学中5位）にランクされています。さらに国内の大学でも有数の特許登録件数（2009年全国6位）や、私立工科系大学では群を抜く科学研究費補助金採択件数の実績があります。

3. 堀邊研究室について

研究室についてですが、学生には現在行っている研究の位置づけ、それが実現した場合の意義をよく説明し、目標を明確にした上で研究を行うようにしています。ともに研究を行いながら、研究の苦勞、学問の面白さ、成就したときの喜びを分かち合えればと思っています。最終的には、ここでの研究成果が人々の暮らしに役立つよ

うになれば幸いです。特に、今話題となっている環境問題を念頭に置き、化学技術者の立場から、次世代を担う人々のために貢献できるような研究を行っていきたく考えています。研究スタイルとしては、学内だけにとどまらず、他大学や地域企業との共同研究を行い、異業種の人間との出会い、ディスカッションにより、新規なアイデアを創出していきたくです。

今年度は、大学院生(D2)1人、4年生9人の計10人です。来年度は、PD1人、大学院生(M1)2人がさらに増える予定です。

以下に具体的なテーマを紹介します。

・新規リソグラフィーの開発

半導体デバイスの高密度化は著しい速度で進み、現在1ギガビット以上の集積度を有する素子の開発が進められています。この半導体素子の回路パターン形成には露光技術が用いられており、より微細なパターンを短時間で形成するには、高解像度・高感度のレジストの開発が重要な課題となります。液晶、プリント基板等の電子デバイス製造分野においてもパターンサイズは異なりますが半導体分野と同様のことがいえます。具体的には、ハーフトーンマスク用多層レジスト技術の開発を行なっています。

・オゾンや水素ラジカルを用いた環境にやさしいレジスト除去技術

液晶パネルや半導体の製造工程では、ウエハー等の基板にレジストを塗布し、これに光を当て露光部分をアルカリ水溶液等で溶かし回路形成を行います。液晶の場合、不要になったレジストの除去には有機アミン系の薬液を使っています。こうした工程を5回程度（液晶）から20回程度（半導体）繰り返し微細パターンを形成し、最後に不要になったレジストを除去します。開発方式は、高価で有害な有機アミン系薬液を使わずに、酸化力の強いオゾンや還元力の強い水素ラジカルを用いるためコストは5分の1、環境負荷は10分の1に低減できる予定です。本研究は、平成16年度新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「産業技術研究助成事業」に採択され、3年間で5200万円の助成を受けました。環境負荷の低減

が期待できかつ実用化の可能性が高いという理由からで、環境分野のトップで採択されました。日経新聞、日刊工業新聞等にも紹介されました。

・導電性複合ポリマーの開発

ポリマーに導電粒子を高充填化させ、温度上昇とともに電気抵抗が増大する特性を示すことをねらっています。この材料は、常温では低い抵抗率を示しますが、高温になると樹脂が体積膨張し、導電粒子の距離が増大して抵抗率が增加するようになります。本材料を回路保護素子等に適用することにより、通常は低抵抗で、短絡時の大電流により材料が発熱し抵抗率が增加し、短絡電流を抑制します。永久ヒューズ材料を開発しているといえます。

・ポリマーの結晶構造制御

石英ガラスは紫外線透過性が良好ですが割れやすく高価なため、これにかわるポリマーを開発しています。特に、有機ガラスと呼ばれるポリメチルメタクリレート(P

MMA)とフッ素樹脂であるポリビニリデンフルオライド(PVDF)をブレンドし、PVDFの結晶構造の制御を行い紫外線透過特性の向上を図っています。

4. おわりに

韓国・台湾・中国などのアジア勢が台頭する中、今後の日本の研究開発のあり方や工学教育の方向性などを、柔軟な発想を有する若い学生といっしょに考えていけたらとの思いから、数年前に企業から大学に異動しました。伝道師よろしく多くの学生に伝えることも必要と思いました。日本は世界の国々に比べ土地や資源が乏しいです。これまで原材料を外国から輸入し、付加価値を高めた製品を輸出することで利益を確保してきました。状況は徐々に変わっていくかも知れませんが、この仕組みは残っていくと思われま。工業は日本の根幹産業であり、これから工学を学んで社会に出て行く若い学生達に、乏しい私の経験も含め、工業の重要性を伝えたいです。若い人たちと協力して日本工業の発展に些かでも寄与できれば望外の幸せと考えています。

金沢工業大学キャンパス



2008年度堀邊研究室のメンバー
(金沢工大最強集団?)



オゾンを用いたレジスト除去装置



水素ラジカルを用いたレジスト除去装置

【会告】

【平成 21 年度総会ご案内】

下記の通り平成 21 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 山岡亜夫

日時 4月14日(火) 13時から
会場 森戸記念館(東京理科大学)第一フォーラム
新宿区神楽坂4-2-2

- 議 事
1. 平成 20 年度事業報告承認の件
 2. 平成 20 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 21 年度事業計画および予算案承認の件
 4. その他

【第173 回講演会】

会 期 4月14日(火) 13時30分～17時00分
会 場 森戸記念館(東京理科大学)第一フォーラム
新宿区神楽坂4-2-2

講演会：『広がりゆく印刷とリソグラフィーの技術』

- 1) 光触媒リソグラフィー法
東京大学 立間 徹 氏
- 2) スクリーン印刷で 10 ミクロン微細配線
大阪府立大学 白井正充 氏
- 3) 無処理サーマルCTP 版材の開発
富士フイルム(株) 園川浩二 氏
- 4) 全印刷法によるフレキシブル基板への
有機トランジスタアレイの作製
産総研 八瀬清志 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(当日、受付にて)、予稿集
代を含む。

参加申込 ホームページ <http://www.tapj.jp> のメ
ールフォームにて、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名で締切り。

【第174 回講演会】

会 期 6月9日(火) 13時～17時
会 場 森戸記念館(東京理科大学)第一フォーラム
新宿区神楽坂4-2-2

講演会：『フォトポリマーにおける新素材』

- 1) 光解重合性ポリオレフィンスルホン
東京理科大学 佐々木健夫 氏
- 2) ブロック共重合体を用いた二次元パターン形成
名古屋大学 関 隆広 氏
- 3) 反応現像画像形成を基盤とした感光性ポリイミ
ドの設計
横浜国立大学 大山俊幸 氏
- 4) ビスマスの特性を活かした反応剤の設計と開発
：光カチオン重合開始剤への展開
京都大学 俣野善博 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(当日、受付にて)、予稿集
代を含む。

参加申込 ホームページ(<http://www.tapj.jp>)のメ
ールフォームにて、又は氏名・所属・連絡先
を明記の上 FAX で事務局(043-290-3460)
まで。
定員95名で締切り。

【第26 回 国際フォトポリマーコンファレンス】

会 期 6月30日(火)～7月3日(金)
会 場 けやき会館(千葉大)千葉市稲毛区弥生町1-33

編集者 坪井當昌

発行人 山岡亜夫

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/>

2009年4月1日 発行