

フotポリマー懇話会 ニュースレター

No.95 July 2021



日光写真からEUVレジストへ

J S R株式会社

島 基之

1. 感光性材料と私

みなさんは「日光写真」をご存じだろうか。ググると「日光」の写真がいっぱい出てくるがこれではない。日光写真とは、ジアゾコピー紙などを印画紙としてトレーシングペーパーに描いた絵を太陽光下で露光・転写して遊ぶおもちゃだ。「なつかしい」と思うのは50代以上らしい。周囲に聞いてみたところ、1970年代以降に生まれた人はほとんど知らなかった。小学生のとき、科学雑誌の付録にこの日光写真がよく付いていて、私は太陽光で絵が転写されることの不思議に、すっかり魅了されてしまった。私が感光性材料に初めて出会ったのがこの時だ。

高校生になるとフィルムカメラにはまり、新たな感光性材料との付き合いが始まった。学校行事ではいつも父親のニコンを借りて写真を撮りまくっていた。とはいえ、フィルムカメラはデジタルカメラのようにパシャパシャ取るわけにもいかず、現像から上がってきた写真がブレているとかなりへこんだものだ。もちろん手振れ補正もオートフォーカスもない時代である。高3の時に「千葉大に写真工学の学科がある」と友人から聞き受験を決め、その後、運よく山岡研究室に入ることができた。この山岡研での3年間は私をフォトポリマーの「沼」に引きずり込んだのだ（もちろん感謝しています）。

バブル崩壊直前に日本合成ゴム（現JSR）に滑り込んだ私は、これ以降半導体リソグラフィ用のフォトレジストの開発に関わることになる。ノボラック・NQD系のg/i線レジストに始まり、化学増幅型のKrF・ArF・ArF液浸レジストの開発を担当した。現在我々

の研究所ではEUVレジストの開発でてんやわんやである。図1にこれらレジストパターンの変遷を示す。

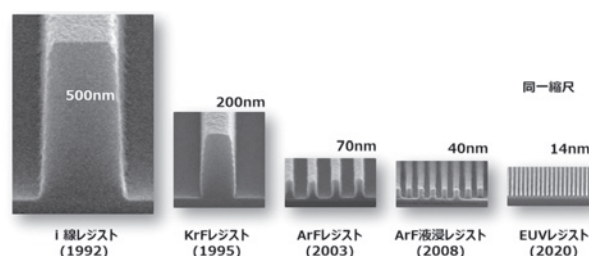


図1 レジストパターンの変遷

2. フォトレジストの研究開発

フォトポリマーは光化学を応用した技術の中で、工業的に最も成功しているものといっていだろう。その中でも半導体LSIを作るために使われる「フォトレジスト」は注目度が高く、このニュースレターでも扱われる機会が多い（2020年は3度も巻頭を飾っている）。注目される理由はその微細パターンゆえだろう。図1に示したように最先端のEUVレジストでは14 nmのパターンが普通に形成できる。私が開発に携わった29年間で、フォトレジストの解像度は約30倍も向上したことになる。半導体LSIの微細化を露光機（ステッパー/スキャナー）と共に支えてきたのがフォトレジストである。

フォトレジストの原理や歴史については過去のニュースレターで何度も述べられているので、今回は実際の開発現場でどのような作業が行われて、フォトレジストが生まれているのかについて説明したいと思

う。現在、開発の主戦場はArF液浸レジストとEUVレジストである。いずれもナノメートル単位の性能差で勝敗が決まる世界である。最先端フォトレジストの競争力の源泉は、1) 原料となるポリマーや感光剤などの化合物設計、2) クリーンルームでのレジスト性能評価と組成最適化、3) 高品質を担保する製造プロセス開発、の3つの技術開発である。

「化合物設計」とは、レジストの特性を発現するための新規化合物の開発のことである。たとえば高感度なレジストを実現する感光剤を開発するために、露光波長にスペクトルピークを合わせたり、酸発生の量子効率を大きくしたりするような化学構造を考え合成する。溶剤への溶解性や熱的安定性などレジスト製品として成立させるための特性も必要なため、数多くの化合物を合成し最適なものを選ぶことになる。ポリマー開発では、新規モノマーの設計・合成に始まり、ポリマーの分子量や分子量分布、共重合比、モノマー配列などさまざまな確認項目が並ぶ。これを可能にするポリマーの精密分析には最先端の分析技術が必要である。材料設計を担当する技術者には、有機合成や高分子化学の専門家が揃っており、日々フラスコを相手に新しい化合物を追いかけている。合成された感光剤やポリマーは、決まった組成で溶剤に溶かされてフォトレジストとして調製される。

私が研究員として主に担当していたのが「性能評価と組成最適化」である。フォトレジストの性能評価は空気中の微粒子を避けるためクリーンルームで行われる。クリーンルーム中の微粒子の数は通常の実験室に比べて数万～数10万分の1で、花粉症には快適な環境になっている。フォトレジストの評価はシリコンウェハ上で行われる。ウェハに塗布されたレジストは、半導体工場で実際に使われているものと同型の露光機を使って微細パターンを転写する。現像後、できたパターンを電子顕微鏡（SEM）で観察し、性能評価をする。フォトレジストは顧客（半導体メーカー）の要求に合わせて性能をチューニングすることが必要とされ、私もひとつのレジストを採用してもらうのに数100回もの組成最適化を行ったことがある。若き日に、露光したウェハを何枚も徹夜でSEM観察していたことは、今となってはよい思い出である。

フォトレジストを工業製品として作り上げるためには、高い品質を維持する「製造プロセス」の技術開発が不可欠である。フォトレジストでは特に金属とゴミのコンタミは許されない。原料段階から精製とろ過を繰り返し、製品レジストの品質を仕上げている。この精製・ろ過技術は微細化に合わせて常にアップデートが必要だが、現在ではppbレベルのコンタミ成分をコントロールしなければならず、その効果を検証するのが非常に難しくなっている。その他にも、ナノメートル単位での品質管理には極めて困難な技術課題が多く

あり、製造プロセスは各レジストメーカーのノウハウが凝縮された部分となっている。これが新規参入に対する高い技術障壁となっている。

3. レジスト開発の最近のトピック—科学計算の活用—

数学が苦手な理系が化学屋になりがちなので、これまで現場レベルで計算科学が活用されることは多くなかった。精度の低い計算を苦勞して活用するより、実際に合成して物性評価したほうが早かったからだ。しかし、昨今のコンピュータの進化が実用的な計算環境を我々に提供してくれるようになり、バーチャル空間で精度の良いシミュレーション実験ができるようになってきた。現在、レジスト開発の場では分子シミュレーションやリソグラフィシミュレーションなどが広く活用されている。レジスト開発における分子シミュレーションの活用については、ニュースレターNo.93に鳥海先生による解説があるので参照されたい。

一方、リソグラフィシミュレーションとは、レジスト膜中に形成された光学像からレジストパターンが形成される過程を、さまざまなレジスト物性をパラメータとして計算するもので、すでに完成度の高いシミュレータが市販されている。これはこれで非常に有用なのだが、レジスト設計者目線からすると、より化学的なパラメータ、たとえばポリマーの分子量やモノマー組成比、光酸発生剤（PAG）の発生酸強度やその拡散長などを使ってシミュレーションしたいときも多い。世の中になければ作るしかないということで、試行錯誤しながら自前のシミュレータを作っている。リアルとバーチャルを行き来しながら開発を進めることで、現象理解とともに開発工数の削減につながっている。特にEUVレジストは感光過程が光化学から放射線化学に替わるため、現象理解のためにもシミュレーションは必須アイテムである。EUVレジストの反応過程についてはニュースレターNo.92で古澤先生が解説されているので、こちらも参照されたい。

シミュレーションと共に近年注目されているのが機械学習である。2014年、IBM「シェフ・ワトソン」が話題になった。IBMのAIコンピュータ「ワトソン」がクックパッドの料理レシピと素材の情報を機械学習して、好みに応じた独創的な料理レシピを提案してくれるものである。このレポートを見てすぐに私はレジスト開発に応用できると思った。先に述べたようにレジスト開発では顧客要求に応えるために多数の組成（レシピ）を作り最適化検討をしているので、機械学習を導入すればこれを大幅に短縮できる。これ以降、さまざまな機械学習法を用いてレジスト組成の最適化にチャレンジしてみたが、シミュレーションに対してこちらはなかなか筋道が見えてこない。レジスト設計では最適化するパラメータが多いのに対して、どうしても教師データ数（実験結果）が限られるためである。

単純な機械学習では難しいので、現在はスター研究員の思考回路を暴く取り組みを行っている。研究員本人も気づいていない開発アルゴリズムを見出し、機械学習に搭載することを狙っている。

4. 最後に

日光写真やフィルムカメラがなくなった現在、身近なところから感光性材料が消えてしまった。光によって像が形成される不思議さ・面白さを知る機会を失った子供たちは、大きくなってからフォトポリマーに興味を持ってくれるだろうか。半導体用のフォトレジス

トは世界シェアの90%超を日本メーカーが占めている。今後ともこの地位を守るためには、感光性材料の面白さを子供たち・学生たちに伝えて興味を持ってもらうことが必要だと思う。半導体LSIの高性能化でどれほどAIが進化しようとも、イノベーションを起こせるのはやはり人間であり続けると考えているからである。ときどき大学生に講義する機会を頂くので、私が日光写真から得たような感動をどうにかして伝えたいと思っているのだが、なかなか良いアイデアが浮かばない。

【研究室紹介】

東京理科大学工学部工業化学科 近藤研究室

教授 近藤 行成

1. はじめに

まず初めに、貴懇話会発行のニュースレターに、当研究室、東京理科大学工学部工業化学科 工業物理化学第一研究室を紹介させていただく機会を賜り心よりお礼申し上げます。当研究室（通称、近藤研）は、2007年に創設されました。以降、新奇な界面活性剤の合成とそれらの溶液物性の解明を研究の主題としてきました。界面科学を専門とする研究室においては、現象の物理化学的考察を専門とするグループが多く、界面活性剤を合成、さらに溶液物性を検討するグループは世界を見渡しても少なく、この点で、当研究室は珍しいスタイルで界面科学の研究に取り組んでいます。

界面活性剤は、一つの分子中に、炭化水素からなる鎖（疎水基）と親水基を有する特殊な有機分子で、両親媒性高分子を除くと、そのほとんどは低分子です。読者の皆様は、研究で主に高分子を扱うことが多いかと存じます。界面活性剤は、水中で会合し、球状ミセルやworm-likeミセルなどのさまざまな形態の分子集合体を形成します。球状ミセルの会合数は、50~60分子程度といわれており、ミセルの分子集合体量は、界面活性剤の分子量を300とすると、15,000~18,000となり、少しだけ数字上では、ポリマーの分子量に近づきます。このようにポリマーとは分子量の観点で大きく異なる界面活性剤ですが、界面活性剤の分子集合体は、その集合体量が比較的大きいことから、広義での高分子とお許しいただき、当研究室の成果を簡単に説明させていただければと思います。

界面活性剤の分子集合体は、界面活性剤分子の疎水基の種類やサイズ、親水基の大きさ、分子全体のかたちにより、その形態が決定されます。界面活性剤分子

のかたちにより、その集合体の形態が決まることを、臨界充填理論（Critical Packing Parameter理論：CPP理論）と呼びます。これから紹介させていただく結果については、すべて界面活性剤分子集合体に光を照射し、界面活性剤のかたちが光により変化すること起因しています。そこで、まずCPP理論を解説します。

2. CPP理論

図1にCPP理論の説明図を示します。界面活性剤の炭化水素鎖長（疎水基鎖長）を l 、炭化水素鎖体積を v 、親水基と疎水基の界面の面積を a_0 とすると、CPPは、 $CPP = v/(a_0 \cdot l)$ で計算されます。

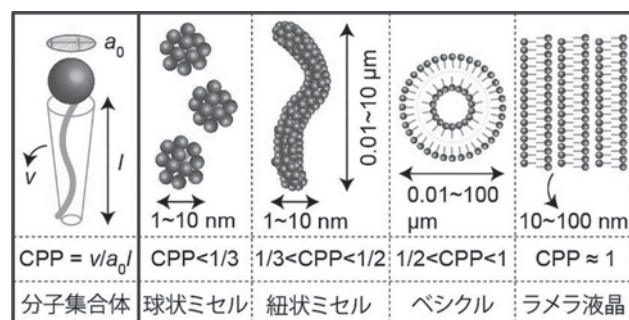


図1 界面活性剤の臨界充填パラメータ（CPP）と分子集合体の形態

たとえば、CPPが、 $< 1/3$ の場合、その界面活性剤の幾何学的構造は、円錐形であり、水中では、円錐形を組み合わせた分子集合体、すなわち、球状ミセルを形成します。また、 $1/3 < CPP < 1/2$ になると、界面活性剤は、水中でworm-likeミセル（紐状ミセル）を形

成するようになります。水中で多くの紐状ミセルが形成されると、ミセル同士の絡み合いが頻繁に発生するようになり、結果的に水溶液の粘度も上昇します。したがって、同じ界面活性剤であっても、何らかの影響で、 v 、 l または a_0 が変化すると、界面活性剤分子集合体の形態も変化することになります。当研究室では、“何らかの影響”として光や電気を用いており、本稿では、光を使った界面活性剤分子集合体の制御について紹介します。

3. 界面活性剤水溶液の粘性に及ぼす光照射の影響

C4AzoNaというアゾベンゼン骨格を有するアニオン性界面活性剤（図2(a))を合成し、汎用性のカチオン性界面活性剤CTABとの混合系をつくり、この混合溶液の粘性に及ぼす光（紫外光・可視光）照射の影響を検討しました¹⁾。アゾベンゼンは、紫外光が照射されると、*trans*体→*cis*体へと光異性化し、逆に可視光または熱が加えられると、*cis*体→*trans*体へと可逆的に戻ります。CTAB/*trans*-C4AzoNa混合系では、水中で球形ミセルが形成され、図2(a)に示すように、粘性はほとんどなくサラサラの状態です。この溶液に紫外光を照射すると、C4AzoNaが*cis*体に光異性化し、C4AzoNaのCPPが変化、結果的に紐状ミセルへと形態転移します。このときの溶液は粘性が高く、混合系を入れたサンプル瓶を横に倒しても、溶液はほとんど垂れてくることがありません。CTAB/C4AzoNa混合系の光照射に伴う粘性変化は、図2(b)に示すとおり、何度も可逆的に起こすことが可能です。

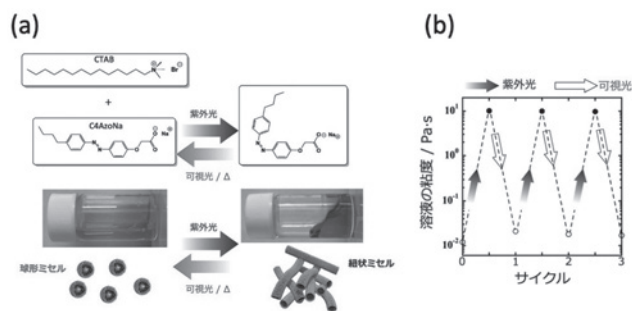


図2 アゾベンゼン骨格を有する界面活性剤 (C4AzoNa) とカチオン性界面活性剤 (CTAB) の混合水溶液の粘性に及ぼす紫外光・可視光照射の影響

アゾベンゼンと同様に、スチルベンも光異性化することはよく知られています。当研究室では、スチルベン骨格を有する界面活性剤を合成し、上記と同じ現象を確認しています²⁾。

4. 光を用いた能動的解乳化

身近にはさまざまなエマルジョン（乳化系）が存在します。牛乳やカフェラテ、乳液などを挙げることが

できます。また、乳化は廃水の浄化や原油の高次回収においても重要な現象です。図3(a)に示すように、有害な有機物を含む水ときれいな油を混合したのち、ホモジナイザーなどで激しく攪はんし、エマルジョンをつくります。エマルジョン中では、油相と水相（廃水）との間に大きな界面積があるため、水相中の有害な有機物が油相へと効率的に拡散、抽出されます。その後、エマルジョンを油相と水相に分離することで、廃水の浄化を達成することができます。このプロセスで重要なのが、油相と水相に分離する、「解乳化」と呼ばれる操作（現象）です。エマルジョンは、熱力学的には不安定系ですので、放置すれば時間の経過とともに解乳化されますが、積極的に解乳化するには、解乳化剤を加えたり、pHを調整したりするのが一般的です。筆者らは、系を汚さずに解乳化する方法はないかと検討した結果、光を用いた能動的な解乳化を達成しました。

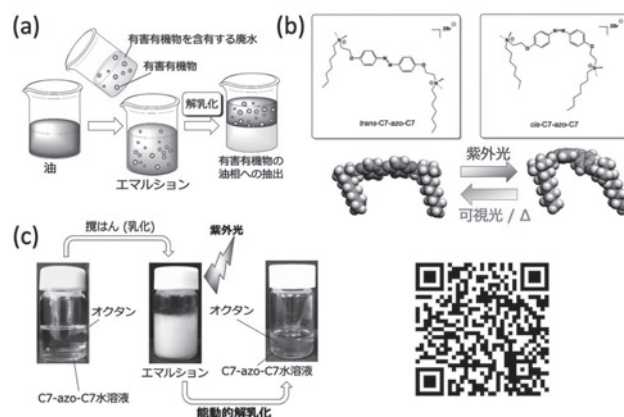


図3 アゾベンゼン骨格を有する界面活性剤 (C7-azo-C7) を用いたエマルジョンの調製と紫外光照射による能動的解乳化

図3(b)に示される、C7-azo-C7というアゾベンゼン骨格を有するジェミニ型界面活性剤を合成しました。ジェミニ型界面活性剤とは、一鎖一親水基型の界面活性剤二分子を、スパーサーと呼ばれる、アルキレン鎖やポリエチレングリコール鎖などで結んだ構造をもつ界面活性剤で、C7-azo-C7の場合、ヘプチル基を疎水基、四級アンモニウム基を親水基とする一鎖一親水基型界面活性剤をアゾベンゼン骨格で結んであります。この界面活性剤と水および油（*n*-オクタン）を混合し、ホモジナイザーを使ってエマルジョンを調製したのち、紫外光を照射しました。その結果、エマルジョン中で、油相（油滴）と水相（媒体）の界面に吸着していたC7-azo-C7が、*trans*体から*cis*体へと光異性化し、この構造変化に伴い、油相 / 水相界面の状態が変わり、エマルジョンは速やかに油と水の二相に分離しました（図3(c))³⁾。この様子は、動画として、当研究

室のホームページで見ることが可能です。また、図3中のQRコードを辿るとご覧いただくことができます。

このように、エマルジョンに解乳化剤やpH調整剤といった第三物質を添加することなく、系を汚さず、光だけで解乳化することに成功しました^{3,4)}。

5. おわりに

冒頭で述べましたように、2007年に発足した当研究室ですが、当時は10名の4年生だけがメンバーで、研究の右も左も分からない学生と、汗をかきながら半年ほどをかけて研究室を立ち上げ、ともに実験する毎日でした。現在は、助教の齋藤典生先生に加え、23名の学生（修士課程12名、学部4年生11名）が所属するグループとなり、実験の技術的な指導は、齋藤先生や先輩の学生がその役割を担ってくれており、筆者自身は、学生の研究の方向性を指示する立場となりました。

今回紹介させていただいた内容以外にも、光を用いた界面活性剤溶液のマニピュレーションや流れの制御も研究中です。界面活性剤というと、洗剤のイメージ

が強いと思いますが、洗剤としての界面活性剤は、持続的社会的構築の観点から、使用量の削減は必至です。究極的には、洗剤を使わない洗浄が登場するのではないかと推察しています。「今、界面活性剤には、洗剤以外の機能が求められており、それがSDGsにも応えるものである必要性がある」、このような考えのもと、日々研究に取り組んでいます。

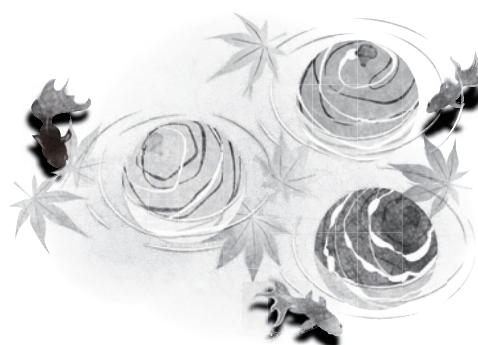
E-mail: ykondo@rs.tus.ac.jp

参考文献

- 1) Y. Takahashi, Y. Yamamoto, S. Hata, Y. Kondo, *J. Colloid Interface Sci.*, **470**, 370–374 (2013).
- 2) Y. Takahashi, M. Kishimoto, Y. Kondo, *J. Colloid Interface Sci.*, **470**, 250–256 (2016).
- 3) Y. Takahashi, K. Fukuyasu, T. Horiuchi, Y. Kondo, P. Stroeve, *Langmuir*, **30**, 41–47 (2014).
- 4) Y. Takahashi, N. Koizumi, Y. Kondo, *Langmuir*, **32**, 683–688 (2016).



2020年度卒業式後の卒業生・修了生との集合写真
(最前列向かって左から二人目が筆者、三人目が齋藤助教)



【新製品・新技術紹介】

5G/6Gにおける接合技術

株式会社ダイセル 八甫谷明彦
株式会社いおう化学研究所 森 邦夫

1. はじめに

5Gはすでに実用化が開始されており、本格的に世の中に広がる段階となっている。また、2030年ごろを目指して6Gの検討、開発が各国でスタートしており、さらなる高速大容量、超高信頼低遅延、および多数接続が期待されており、5Gでも達成できないような究

極の超高性能化により、さまざまな新しいユースケース、サービスが実現できると考えられる。5Gで取り扱う周波数は、3.6~6 GHz、および28 GHz/37 GHzであるが、5G NRでは52.6 GHzまでの周波数帯がサポートされ、将来リリースに向けて100 GHz程度までの拡

張が検討されている。さらに、6Gでは～300 GHzのテラヘルツ帯の利用が見込まれている。

高周波における伝送損失は、主に抵抗損失と誘電損失を下げる必要がある。抵抗損失は導体の直流抵抗、表皮効果、表面粗さ、誘電損失は絶縁材料の誘電体の比誘電率と誘電正接によって決まる。すなわち、高周波ほど導体と絶縁材料の界面は平滑で、かつ比誘電率と誘電正接はより小さいことが求められる。しかし、比誘電率、誘電正接が低い材料ほど極性が低く、導体との接着、接合が難しい課題がある。ここでは、本課題を解決する5G/6Gにおけるプリント配線板の平滑導体と低誘電材料の接合技術について紹介する。

2. 抵抗損失と誘電損失

抵抗損失の一つの要因である表皮効果は交流電流を流したとき、周波数が高いほど配線パターンの表面しか電流が流れなくなり、実抵抗が高くなる現象で、10 GHzで0.7 μm 、100 GHzで0.2 μm 程度の表皮深さになる。さらに、導体の表面に凹凸があると、電流がその凹凸にそって流れるため、電流の流れる距離が長くなり、抵抗が増大する。

誘電損失の一つの要因である比誘電率は、高分子材料についてはClausius-Mosottiの式によってある程度推測することができ、分極密度 a が小さい原子団で構成された高分子材料は誘電率が低くなり、分極密度 a が小さいことは、極性が小さく、空間占有体積が大きい原子団である。表1に原子団のモル分極 P_M 、モル体積 V_M 、分極密度 a の例を示す。比誘電率が小さい高分子材料は極性が小さく、平滑導体との接着や平滑な絶縁層へのめっきが難しい課題がある。

表1 原子団のモル分極 P_M 、モル体積 V_M 、分極密度 a

Group	P_M	V_M	a
- F	1.8	10.9	0.17
- CH ₃	5.6	23.9	0.24
- CH ₂ -	4.7	15.9	0.29
- CH <	3.6	9.5	0.38
	2.6	4.8	0.54
	25.0	65.5	0.38
	25.5	72.7	0.35
- Br	11.7	30.0	0.39
- O -	5.2	10.0	0.52
- CN	11.0	19.5	0.56
	15.0	23.0	0.65
	22.0	31.4	0.70
	10.0	13.4	0.75
- OH(Phenol)	20.0	9.7	2.06
- OH(Alcohol)	6.0	9.7	0.62

$$\epsilon_r = \frac{1 + 2a}{1 - a}$$

$$a = \frac{\sum P_M}{\sum V_M}$$

P_M : モル分極

V_M : モル体積

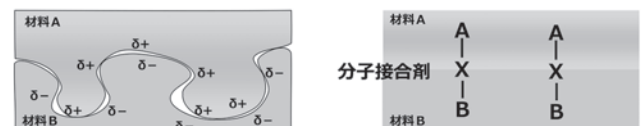
a : 分極密度

ϵ_r : 比誘電率

3. 分子接合技術

これらの課題を解決する方法の一つとして、プロセスとプロダクトのイノベーションを目指した分子接合

技術を紹介する。分子接合技術は、図1(b)のように材料Aと化学反応する官能基と、材料Bと化学的に反応する官能基から構成された2官能性化合物X（分子接合剤）を用いて、材料Aと材料B間を共有結合で接合する技術である。共有結合は、通常の接着剤と被着体に働く二次結合より大きいので、十分な界面結合力を得ることができ、平滑な界面を確保できるとともに、環境が変化した場合でも信頼性を確保できる。



(a) アンカー効果による

(b) 分子接合技術

接合技術

図1 接着・接合のメカニズム

4. フレキシブルプリント配線板 (FPC) のめっき応用

分子接合技術を用いてポリイミドフィルム上へのダイレクトめっきに応用し、高性能、安価で革新的な両面FPCの製品化をした事例を紹介する。

一般的な両面FPCの製造プロセスは、ポリイミドフィルムに銅箔を接着剤で貼り付けたフレキシブル銅張積層板 (FCCL: Flexible Copper Clad Laminate) を用意し、スルーホール穴あけ後、触媒担持、無電解めっき、電解銅めっきで表裏を接続するスルーホールを形成し、次にサブトラクティブ法によるパターン形成を行う。これに対して分子接合技術を用いた両面FPCの製造プロセスは、ポリイミドフィルムを用意し、スルーホール用の穴あけ後、分子接合処理をし、触媒担持、無電解めっき、サブトラクティブ法、またはセミアディティブ法によるパターン形成となり、一般プロセスに比べ材料の削減とプロセスの簡略化が可能となる。

一般FPCと分子接合処理をした場合のFPC（以下、新規FPCと呼ぶ）のピール強度の違いを図2に示す。一般FPCは、試験の温度が上昇するにつれピール強度は低下するが、新規FPCはほぼ試験温度に影響されない。これは、一般FPCはポリイミドと銅箔の間に接着剤があり、温度上昇によって接着剤が軟化することが原因である。一方、新規FPCは銅めっきとポリイミドが分子接合剤を介して共有結合で強固に接合していることから、ピール強度の温度依存性は小さい結果となっている。

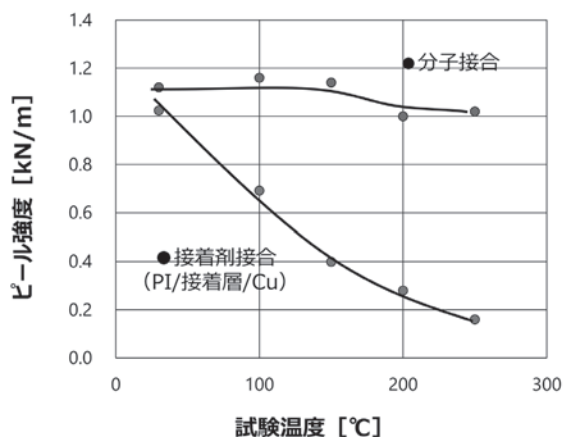


図2 試験温度とピール強度の関係

一般FPCおよび新規FPCの回路パターン断面と走査型電子顕微鏡像を図3に示す。一般FPCは導体の銅箔がエッチングされた表面に銅箔のアンカーが転写された凹凸が見られ、新規FPCは平滑なポリイミドの表面を維持している。

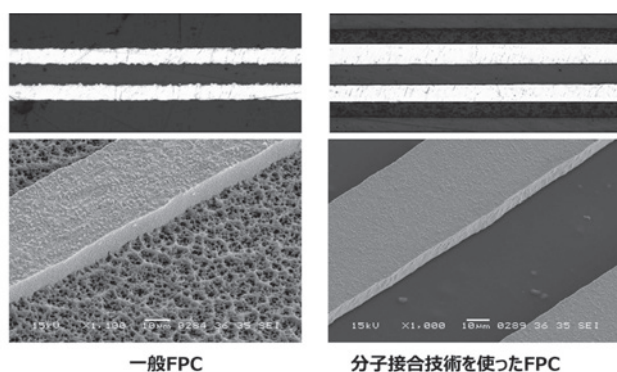


図3 断面と走査型電子顕微鏡像

FPCの導体の表面粗さが伝送損失に及ぼす効果を調べるために、差動線路の伝送損失の結果を図4に示す。ポリイミドをベースにした新規FPCは一般FPCに比べ、ポリイミドと導体の界面が平滑であることから抵抗損失を抑える効果があり、伝送損失を低減できる。ポリイミドより誘電正接が低い液晶ポリマー (LCP) においては誘電損失を抑え、さらに伝送損失を低減できる。

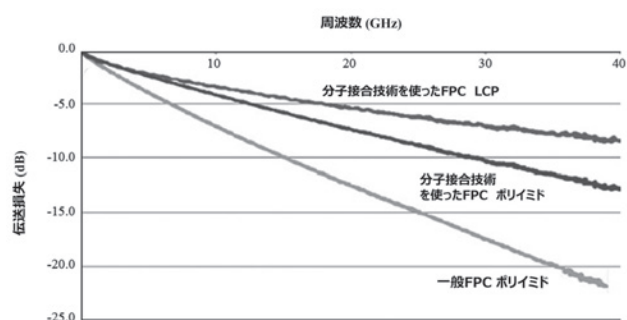


図4 伝送損失

分子接合剤には紫外線領域で有機材料と共有結合をするものがあり、被着体に部分的に分子接合剤を共有結合し、無電解めっきをすることによりレジストを使わないダイレクトパターン形成も可能である (図5)。

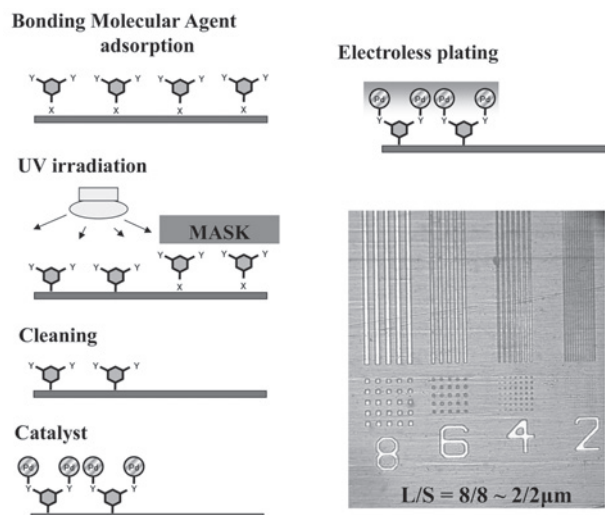


図5 レジストを使わないダイレクトパターン形成

5. 平滑銅箔と低誘電材料の貼合わせ応用

いままでは電解銅箔のマット面、およびシャイニー面と絶縁材料はアンカー効果によって密着力を確保しているが、高周波特性やファインパターン形成を目的にマット面の表面粗さを小さくする傾向があり、さらにシャイニー面よりも表面粗さが小さい銅箔も上市されている。また、配線パターン形成後のシャイニー面についても表面粗さが小さい処理、および無粗化処理が開発、上市されている。シャイニー面は、マット面が有するバリア層がないことから、密着性だけではなく耐熱性を確保する処理が必要となる。

分子接合技術については、上市されている中でマット面が $R_z=0.8 \mu m$ と最も平滑な電解銅箔、および配線パターン形成後の無粗化シャイニー面に分子接合処理をすることにより、エポキシ樹脂や高周波用途に用いる熱硬化型ポリフェニレンエーテル (PPE) と耐熱性、および密着性を確保することが可能である。

6. おわりに

分子接合技術は、「もの」と「もの」を分子レベルで強固につなぐことから、原料から製品までさまざまな分野のものづくりに応用できるポテンシャルがあり、日本の産業を元気にする起爆剤の一つとなることを願っている。

【会告】

【第31回フォトポリマー講習会】

会期：8月26日(木)～27日(金) 9時30分～17時

会場：オンライン (Zoom) にて開催

プログラム

I 基礎編 (8月26日)

1) フォトポリマーの光化学

大阪府立大学 岡村晴之氏

2) フォトポリマーの材料設計

信州大学 上野 巧氏

3) 光酸発生剤の基礎

サンアプロ(株) 柴垣智幸氏

4) フォトポリマーの特性評価

リソテックジャパン(株) 関口 淳氏

II 応用編 (8月27日)

5) 微細加工用レジストと先端リソグラフィ技術

兵庫県立大学 渡邊健夫氏

6) コーティング分野におけるモノマーと

フォトポリマーの役割と設計思想

荒川化学工業(株) 富樫春久氏

7) 感光性耐熱材料の最近の進歩

東レ(株) 富川真佐夫氏

8) 光硬化型接着剤および光アニオン硬化の

接着剤への活用

(株)スリーボンド 大槻直也氏

9) トピックス

フォトレジストの分析技術

～薄膜の化学構造解析を中心に～

(株)東レリサーチセンター 萬 尚樹氏

参加費：会員18,000円 (4名以上参加の場合、

一律65,000円/会員企業)

日本化学会会員18,000円

非会員28,000円 学生8,000円

※テキストはメールフォームによる申し込み

者にのみPDF配信する。

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

申込締切：8月12日(木)

【第245回フォトポリマー講演会】

日時：10月19日(火) 13時00分～17時00分

会場：オンライン (Zoom) にて開催

テーマ：『ビッグデータと人工知能によるポリマー開発』

参加費：会員：無料 (人数無制限)、

非会員：3,000円、学生2,000円

※テキストはメールフォームによる申し込み者にのみPDF配信する。

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

【2021年度総会報告】

日時：2021年4月22日(木)

会場：オンライン (Zoom) にて開催

出席者数：102名 (委任状2名含む)

議案：

1. 2020年度事業報告承認の件

2. 2020年度収支決算ならびに年度末貸借対照表承認の件

3. 2021年度事業計画承認の件

4. 2021年度予算承認の件

議事：

会則に基づき、会長を議長として開会。

懇話会会則第11条により総会は成立。

議案1, 2, 3, 4について承認、議決された。



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7月1日発行