

フォトポリマー懇話会 ニュースレター

No.30 April 2005



正 鵠 を 射 る

東京工業大学 大学院理工学研究科
有機高分子物質専攻 (高分子科学講座)
高 田 十 志 和

「正鵠を射る」という表現がある。昔中国では弓を射るときに「正（せい）」と「鵠（こく）」という文字を的に書いていたことが元になっているが、物事の本質を逃さない、的を外さないという意味である。枝葉末梢ではなく、幹となることを的確に示すことは何事においても肝要である。科学技術立国を標榜する我が国の盛衰に関わる科学技術政策などは、もっとも「的を外してはいけない」ものの一つであろう。翻って、私たち研究者・技術者は「的を外すことなく」研究開発に取り組んでいるであろうか。

幸い私は高分子の世界に初めて足を踏み入れた時から、的を射た重要な課題に取り組むことができたと思う。それは、当時東工大の遠藤研究室で精力的に研究されていた重合・硬化時の体積収縮問題であった¹⁾。15年ほど前のことになるが、私はこの研究の過程で大変貴重な経験をした。全く偶然であるが、新しいタイプの重合膨張モノマーを発見することができたのである。ご承知のように、ほとんどのモノマーは重合してポリマーになる時に体積収縮を示す。van der Waals 距離から共有結合距離に縮まるのであるから当然である。しかしながら、環状の炭酸エステルを酸または塩基で処理すると開環重合してポリカーボネートを与えるが、このときに系全体の体積が数%膨張することがわかった²⁾。(右式) 今ではすっかり一般的になった「セレンディピティー

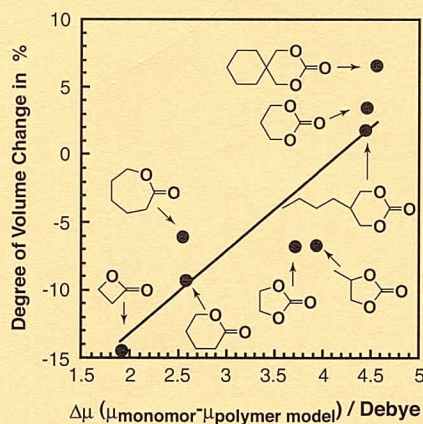
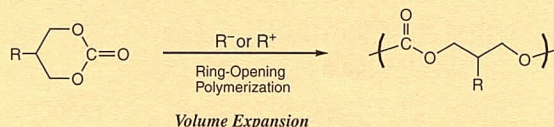


図 双極子モーメントの差と重合時の体積変化率の関係

(serendipity)」という言葉は「探し求めていた訳ではないのに偶然素晴らしいものを発見すること（能力）」という意味であるが、本発見はまさにこの言葉が当てはまるようなケースであった。しかし意図して見つけたわけではないため、この体積膨張のメカニズムがわからない。様々な試み、実験を経て得た結論が「重合前後の分子間相互作用の劇的な変化による現象」である。つまり、

モノマーの時には分子間に強い相互作用が働いて密度が高いが、ポリマーになった時にはその相互作用が非常に弱くなって低密度化するためと結論した。

実際には双極子—双極子相互作用の大小で判断することができた。すなわち、図に示すように、横軸にモノマーとポリマーの双極子モーメントの差をとり、縦軸に体積変化率をとると強い正の相関関係が得られ、双極子モーメントの差が大きいものほど大きな体積膨張を示すことがわかる²⁾。この結果から、分子の作る立体空間の制御により体積膨張という物性変化をコントロールできることを示したと言える。以後、私の研究の中ではこの「分子空間の制御」がキーワードとなっている。

重合膨張材料関連の研究では、これまでBailey、遠藤らのビシクロ、スピロ構造のモノマーとこの環状炭酸エステル（硫黄誘導体も含む）以降新たな体積膨張を示す重合の例は見出されなかった。しかし昨年遠藤らは、環状炭酸エステル構造を含むノルボルネン系モノマーの開環メタセシス重合において、環状炭酸エステル構造を保ったままでも重合膨張が観測されることを報告した³⁾。本報告は非常に興味深く、新しい重合膨張材料誕生の可能性もあり、メカニズムの解明が待たれる。これまでにいくつかの重合・硬化時の体積収縮問題解決のためのモノマー、材料の基本的な概念、構造は明らかになっているが、実用的な観点からはまだクリアーせねばならないハードルがいくつかある。

話は変わるが、科学技術会議の調査によると、我が国の20兆円という直近5年間の科学技術予算が有効に利用されているかどうか疑わしい、いや効率が悪いという。米国の2分の1もの予算を使って、効果は4分の1にすぎず、ヨーロッパ主要国の平均と比べても「効率」は1.2分の1に留まっている。本調査結果は特許の数や論文の引用数などを元にしたあくまでも一つの見方であるが、政策担当者のみならず研究者・技術者も真摯に反省すべきところである。また、日本政策投資銀行の調査によれば、2003年度の製造業の研究開発経費は16兆円

余りに上るが、その多くが投資効果の追跡調査すらしていないという。本調査では、国際競争力の強化のために、研究開発費の投資効果を十分チェックするとともに、戦略的な資金分配が必要と指摘している。

科学技術政策や投資の責任者は、戦略とビジョンの重要性を理解し、「正鵠を射る」判断で的確な指針を示し、研究開発をサポートしていく必要がある。一方で研究推進を担当する研究者・技術者には高い意識と世界をリードするハイレベルの科学と技術が必要である。だがそれだけでは何か「追いつき、追い越せ」の時代の先にあるものに到達できず、月並みの成果しか残せない気がする。つついマンネリ化してしまいがちな研究活動には、ダイナミズムというか、力強い「勝負」にかける大きなものがなければ、世界をリードする研究開発はできないのではないだろうか。「乾坤（けんこん）」は、学生時代クラブ活動の折、いつも道場の中央に架けてあった額の中に見ていた言葉である。「乾坤一擲」の気持ちで臨む研究開発もあっていいのではないか。セレンディピティもそんなところから生まれてくるのではないだろうか。そういう意味での研究者・技術者の「的を外さない」研究開発が、投資する方たちの慧眼にかなうことを願いたい。

(参考文献)

1. (a) Endo, T.; Takata, T. In *Expanding Monomers: Synthesis, Characterization, and Applications*; Sadhir, R. K., Luck, R. M., Eds.; CRC: Boca Raton, FL, 1992.; (b) Takata, T.; Endo, T. *Prog. Polym. Sci.* 1994, 18, 839.; (c) Takata, T.; Endo, T. In *Polymeric Materials Encyclopedia*; Salamone, J. C., Ed.; CRC: Boca Raton, FL, 1996; p 502.
2. Takata, T.; Sanda, F.; Ariga, T.; Nemoto, H.; Endo, T. *Macromol. Rapid Commun.* 1997, 18, 461.
3. Hino, T.; Inoue, N.; Endo, T. *Macromolecules*, 2004, 37, 966.

【第22回フォトポリマーコンファレンス・併設国際シンポジウム】

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21日(火)～24日(金)、会場 千葉大学けやき会館

テーマ

A. 国際シンポジウム(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)

A1. Next Generation Lithography and New Technology

A2. Micromachining & Nanotechnology

A3. EB Lithography

A4. ArF Lithography

A5. F² Lithography

A6. DUV Lithography

- A7. Immersion Lithography
- B. シンポジウム
- B1. ポリイミドー機能化と応用
- B2. プラズマ光化学と高分子表面機能化
- B3. 光・レーザー・電子線を活用する合成・重合システムと加工プロセス
- B4. 光機能性デバイス材料
- P. パネルシンポジウム
 主題：液浸リソグラフィ
- C. 一般講演

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)

参加申込
<http://www.ao.u-tokai.ac.jp/photopolymer/p.htm> をご覧
 いただくか事務局(058-237-8578)まで問い合わせ下さい。

【会告】

【平成17年度総会ご案内】

下記の通り平成17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 加藤政雄

日時 2005年4月19日(火) 13時～

会場 森戸記念館(東京理科大学)

新宿区神楽坂

- 議事
1. 平成16年度事業報告承認の件
 2. 平成16年度収支決算ならびに平成16年度貸借対照表承認の件
 3. 平成17年度事業計画および予算案承認の件
 4. その他

【第153回講演会】

会期 4月19日(火) 13時50分～17時00分

会場 森戸記念館(東京理科大学)

新宿区神楽坂

協賛 日本化学会

講演会：【ディスプレイ用フォトポリマー】

1. ディスプレイ材料の設計・パターンニング用材料を中心に KRI 花畑誠氏
2. 液晶ディスプレイ用カラーフィルタ 新エスティーアイテクノロジー 佐々木学氏
3. ディスプレイ材料のトピックス JSR 熊野厚司氏

参加費

会員：1社2名まで無料、協賛会員：3,000円、
 学生：2,000円、いずれも予稿集代を含む。
 参加申込：FAXで事務局(043-290-3462)まで。

【日本印刷学会 05 第1回 P&I 研究会開催のお知らせ】

2005年度第1回P&I研究会「パターンニングとインクジェット技術の応用～世界最先端のインクジェット技術～」が5月に開催されます。当懇話会は、上記研究会に協賛しており、会員各位の参加費は主催学会員と同額になります。

主催：(社)日本印刷学会 技術委員会・P&I研究会

会期：2005年5月20日(金)

場所：印刷博物館グーテンベルクルーム(文京区水道)

参加費：会員・協賛団体所属員5,000円、学生・教職員3,000円、非会員7,000円

詳細は右記日本印刷学会事務局へお問い合わせ下さい。

〒104-0032 東京都中央区八丁堀4-5-5 トーイン八丁堀ビル

TEL: 03-3551-1808 FAX: 03-3552-7206

E-mail: nijspst-h@attglobal.net

【第 11 回 International Display Workshop (IDW'04) の報告】

ADMS TECH Co.,Ltd. (日本駐在) 坪井當昌

IDW '04 は新潟の朱鷺メッセで2004年12月8日より10日まで行われた。中越地震の影響で参加者が減少するかと考えられたが、ほぼ前回並みの参加者があり、日本と韓国からの参加者が目立った。講演発表のみならずポスター発表も充実していて、また併設展示会もなかなか盛況であった。LCD関連の材料セッションを主にしていくらかを紹介したい。

1. 講演区分と Oral 発表および Poster 発表数

No.	Section	Oral	Poster
	Keynote Address	2	
	Invited Address	2	
LC	LC Science and Technologies	21	48
AMD	Active Matrix Display	42	32
FMC	FPD Manufacturing, Material and Components	39	20
CRT	CRT	17	5
PDP	Plasma Displays	15	39
PH	EL+ Displays, LEDs and Phosphors	15	14
FED	Field Emission Display	27	0
OLED	Organic LED Displays	20	41
3D	3D/Hyper-Realistic Display and Systems	16	8
VHF	Applied Vision and Human Factors	29	8
LAD	Projection and Large-Area Displays and their Components	10	3
EP	Electronic Paper	10	4

2. Keynote Address-1

Display: Past, Present and Future, W. G. Hunt (Color consultant, UK) 三極式陰極線管などの過去のディスプレイから現在 LCD, PDP, OLED などのディスプレイに関して比較して特徴をまとめられた。また画面の大きさの違いから、小型、大型、プロジェクション形式のディスプレイについても各々の長所、短所、特長をのべられた。今後の改良項目としては、原画像をディスプレイ上でも同じように再現する Consistency、色再現域の拡大、外光の影響を受けない、解像力の向上などが望ましいとされた。

3. Invited Address-2

・ Research and Development of E-Books. Mark T. Johnson (Philips) 他。LCDを本のように読むことは視野角、携帯性、低電力消費の点でまだ不十分であるが、次のような E-Book の種々の方法について論じられた。マイクロカプセル化された電気泳動粒子の方法、マイクロカプセル化された粒子中での黒色部と白色部の回転、電気クロミックシステム(Electrochromic)、黒色部の電氣的析出 Electrodeposition)、電氣的湿潤方法 (Electrowetting)、小さい箔が拡がるか、ロールに巻かれるか利用する MEMS システムなど。最後にカラーフィルタなどを利用した柔軟なカラーの E-book が作られるのが期待される将来性についても論じられた。

4. LC Science and Technology

・ LCT1-1 Molecular Alignment Patter formation by the Microrubbing process for LC Opticl Device Application T.Nose (Akita Prefectural Univ.) 他。微小の金属球を押しつける圧板位置をレーザ変位センサーで加重をコントロールして、ITOパターンを設けたガラス基板に配向膜としてのポリイミド膜を塗設した基板に金属球を押し付け、任意の配向パターンを形成した。金属球を押しつける加重や線幅を変化させて、配向膜上に設けた液晶のプレチルト角の関係が測定された。このパターン形成法は Micro-rubbing と名づけられ、生成したパターンは回折格子に似ていて偏光性や波長などには無関係の効率を示した。

・ LCT1-2 Novel Alognment technique for Liquid Crystal using Hydrophilic/Hydrophobic pattern layer. A. Suemasu (Dai Nippon Printing) 他。部分的に加水分解されたフルオロアルキルシラン (FAS) と、テトラメトキシシラン (TMOS) をガラス基板に 0.1 μm 厚に塗布する。第二のガラス基板にクロムパターン作り、光触媒として TiO₂ インキを塗布、乾燥した。第二の基板を第一の基板に層を相対するように接触させ、クロムマスクを通して拡大光学系を使い Deep UV 光を 150 mJ/cm² 照射した。第一の基板の親油的部分はこの露光により親水的になる。この二つの基板の間に液晶を入れ、クロムマスクにおいて親水的な部分のパターンの大きさやパターンの規則性の変化させ、10 μm オーダーの解像力を有する Zigzag パターンや、Lattice パターンを形成できて、

広視野角のLCDを簡単に効率よく作った。

・LCT2-1 Photo-Rubbing Method: Single Exposure Method to Stable Liquid-Crystal pretilt Angle on Photo-Alignment Films. M. Kimura (JSR) 他。配向膜を塗設したガラス基板を一方向に移動させつつ7 μ mのon/offパターンのマスクを通して直線偏光した近紫外線(365nm)を3mw/cm²照射し、配向膜をラビングした効果と同様の効果が得られるかを調べた。露光時のスキャン速度を変化させて、液晶のプレチルト角との関係も測定した。スキャン速度が40 μ m/sec以下ではプレチルト角はほとんど一定の0.4度を示したが、50 μ m/sec以上ではスキャン速度とともにプレチルト角は増大した。

・LCT3-1 recent Liquid Crystal material Development for TV Application. K. Tarumi (Merck) 他。TVに使われる液晶は携帯電話、ノートパソコン、モニターなどと違って、コントラストは800程度と大きく、スイッチング速度、dn (birefringence constant) などが著しく異なる。VAモードの液晶では黒状態に近いところでグレースケールのスイッチング速度が遅いのを解決する必要があるが、分子構造を変えたVA液晶で14msecとスイッチング速度速い液晶が得られている。一方IPSモードのTV用には低い回転粘度を与えるスイッチング速度が速い液晶についてもVA液晶と比較して述べられた。

5. FPD Manufacturing, Material and Components.

5. 1 Oral Presentation

・FMC2-2, Optical Inspection System for the next Generation LCD Production., N. Kakishita (Kubotek) 次世代のLCD製造ラインで欠陥なしのラインを作るための光学的検査方法が述べられた。In-line 検査ゾーン、すべての欠陥を見出す Work flow switch ゾーン、補修ゾーンに分けられ、これらの情報はLOOCSで統合管理された。

・FMC3-1, High Sensitivity and High OD Carbon Black Resist for LCD. K. Uchikawa (TOK) 他。高光学濃度、UVの高い透過率と相反する要求を解決するために、Cald型ポリマーと、カーボンブラック(CB)の粒径の最適値を選び、さらにCiba SP社の新規の光重合開始剤を選択して設計したレジストを製作した。CBの最適粒径は200nm程度であった。ODは4以上、感度は100mJ/cm²を示した。

・FMC3-2, Fabrication System of Patterned Spacers with high uniformity by Transfer method., H. Itoh (Fuji Photo) 他。PET基板にクッション層と酸素透過阻害

層を設け、さらに感光性の層を設けた材料をガラス基板に転写してから露光・現像して高さが均一のスペーサーを作った。酸素透過阻害層を設けたために、ラジカル重合性の感光層から作られたスペーサーの高さと形状をコントロールしやすく、16 μ m径のスペーサーの弾性的回復率も十分高かった。

・FMC3-3 New Color Filter Carried Out by A Roll-to-Roll process. T. Eguchi (TRADIM) 他。ロール状フィルム基板にガスバリアー層としてSiO_xを連続的にスパッターした低熱膨張率(CTE)フィルムを用い、ロールからロールへの連続的のカラーレジスト層を転写により300mm幅のカラーフィルタパターンを作った。解像力は100ppi以上で、得られたカラーフィルタは10mm直径のロール状に巻くことができ、CTEは14ppm/°Cと低かった。このシステムはTRADSHと呼ばれる。

・FMC4-4 Inkjet Printed LCD. S. I. Klinl (Philips) 他。液晶と紫外線硬化プレポリマーを混合したインクジェットインキを電極、配向膜を設けたポリイミド基板にインクジェットでパターン形成して、露光・現像して一括でLCDパネルを作る方法を示した。液晶はメルク社のE7であり、紫外線硬化プレポリマーはイソポニルメタアクリレート、スチルベンメタアクリレート、光重合開始剤はイルガキュア651などで作られた。液晶を含むカプセル状のパターンでは、プレポリマーの表面をより一層強く硬化することができ、カプセル中の液晶は基板に平行に配向していた。

・FMC4-3 MEMS Approach for Precision Manufacturing of Flat Panel Displays. M. Nosaka (Spectra) 他 シリコンにMEMS 技術を応用してドロップオンデマンドのピエゾ形式のインクジェットマルチノズルを作り、その特性を検証した。シリコンではノズルの均一性、空間的精度、プロセスの柔軟性、製作の容易さなどが可能であった。インクジェットインキの設計にも水系、溶剤系何れでも良く、また酸性、塩基性いずれの水系インキもこのノズルは対応できた。

・FMC5-1 Contactless Panel transportation System. S. Yamamoto (Orbotech)。TFT-LCD用のガラス基板を製造ライン中で移動させる方法として、Smart Nozzleと呼ばれる空気を吹かして基板を浮かせて搬送する技術を構築した。空気の送風は層流でおこなわれ、水平に置かれたガラス基板にも余計な応力を生じさせない。また垂直に置かれたガラスは駆動ロールで搬送され、基板に相対する垂直に置かれた板からガラスに100 μ mのギャップをもって送風することにより、ガラスを垂直に保持しえた。

4. 2 Poster Presentation

・FMCp-5 New Rubbing Alignment Process to Manufacture Advanced LCDs. T. Inoue (Hitachi) 他。液晶を配向させるラビングには従来レーヨン系のベルベットが用いられてきたが、レーヨンの国内生産が中止になったために、新しいラビング用の布を探す必要が生じた。ラビング後のくずが出にくいもの、摩擦帯電がしにくいもの、摩擦が大きく配向による液晶のアンカー度が大きいものなどを調べた。木綿、三酢酸セルロース系などのセルロース骨格を持つ布と、線状の合成ポリマーの布とに特性上大きく分けられ、前者が優れていた。これから、Self-inclined pile の木綿製のラビング布を作った。

・FMCp-15L Improvement of Photoresist in MVA Mode for TFT-based. S. H. Yang (AMTC) 他。LCD-TVにおいて広視野角を与える技術の一つであるマルチ垂直配向(MVA)モードに有効な突起は従来ポジレジストで作られていたが、より透過率が高く、突起を均一な高さに作るため、ネガレジストを用いてMVAモードのTFT-LCDを作った。ネガレジストで作ったMVAモードでも十分な色再現が得られ、NTSC%も若干多くなった。

・FMCp-16L Development of overcoating technology in Color filter. H. C. Wu (AMTC) 他。裏面ITOプロセスを持つIPSモードではカラー画素の上にオーバーコート

が必要であり、オーバーコート層を2層にすれば表面の凹凸は0.1 μm以下になる。しかしそれではプロセスコストが高くなり、凹凸を一層で少なくする方法が望まれた。突起を減らし、fish eye と呼ばれる欠陥を減らし、またITOを設けたガラスに設ける樹脂ブラックの接着が弱いのを改良するため緩衝層にもなるオーバーコート層の製作方法を検討した。

・FMC-17L Novel Technology for Fabricating New-Type Color filter in TFT-LCD. H. C. Wu(AMTC) 他。良い色再現を与えるような小型のtransflective LCDを作る際に有効な、ハーフトーンあるいはスルーホールタイプの構造を作るため制作方法が試みられた。この方法で作られたカラーフィルタは透過部分も反射部分も表面が平坦であり、最適膜厚を得るために一つのマスクで製作できることが判明した。

・FMCp-18L Inkjet Printing for Fabricating Color Filter in TFT-based LCD. Y. T. Liu (Allied Material Technol. Corp.)。樹脂ブラックでリブを作ったガラス基板にカラーフィルタピクセルをインクジェットで作った。サテライトのないインクの滴数は312 × 88 μm、5.1 μm厚のピクセルで30-50に変化させた。カラーピクセルは透過率 98.5-99.8% で色再現が高い (x=0.572 ± 0.04、y=0.320 ± 0.04、Y=27.1 カラーピセルを形成できた。

【研究室紹介】

産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門
分子スマートシステム研究グループ
玉置 信之

当グループが所属する産業技術総合研究所（産総研）は、平成13年4月に旧工業技術院の15研究所が独立行政法人化されて再出発した。フォトポリマー研究に関しては、旧工業技術院の繊維高分子材料研究所や化学技術研究所の時代から長谷川正木氏、加藤政雄現フォトポリマー懇話会会長、市村國宏氏、矢部明氏など多くの研究者が生まれており、当研究グループはその先達の流れを汲んでいる。また、グループ長である私は、懇話会の創始者である角田隆弘千葉大学名誉教授の最後の卒研生であり、当グループと本会とはつながりが深い。

グループには現在、常勤研究員、ポスドク研究員、技術スタッフ等総勢15名が所属している。大学とは違って全員が各分野の専門家であり、共通の目標に向かって協力し合って研究を進めている。



グループの現在のテーマは多岐に渡っているが、その中の最も重要な課題の一つが光応答性分子系の構築と機能評価である。次世代の情報技術に貢献できるような新

しい情報記録表示メディアや光駆動分子機械を目指して新しい光応答性分子系の研究を行っている。研究のアプローチは、「新構造光反応性化合物の合成」、「液晶や高分子マトリックス中での光異性化反応」、「大環状構造を利用する光反応制御」の3つに分けられる。新構造光反応性化合物では、最近、発色団としてイミノ基を有する新規なスピロ化合物を合成し、発色波長が広く繰り返し特性の高いフォトクロミック特性を示すことを見出した。液晶中での光異性化反応では、液晶としてガラス化する中分子コレステリック液晶を用い、フォトンモードで駆動する書き換え可能フルカラー表示メディアの開発

を行っている。大環状分子では、環構造の束縛を利用して望みの動きのみを示す新しい光駆動分子機械の実現を目指している。

研究所があるつくばは、北に美しい筑波山を有し、緑や公園が多く、自然を満喫できる場所である。また、敷地に余裕があり、研究設備が充実しており、研究者間の交流の場も多く、研究に最適の場所でもある。そのつくばが、本年8月のつくばエクスプレス開通により都心と45分で結ばれる。これを契機に、フォトポリマー懇話会の皆様にもぜひつくばへお立ち寄り頂きたい。

【新製品・新技術紹介】

新規の柔軟強靱性液状エポキシ樹脂 「EPICLON(r) EXA-4850」

大日本インキ化学工業（株） 機能性ポリマ技術本部 中村信哉

1. はじめに

エポキシ樹脂の最大の欠点のひとつは『硬くて脆い』ことです。塗料、接着剤、構造材料、電気電子材料などのエポキシ樹脂のアプリケーション分野から、その改良を強く求められてきました。しかし残念ながら、エポキシ樹脂単体の技術（分子設計）としては、抜本的な改良は成し遂げられていないのが現状と言えます。

当社ではこの課題解決を目指し、長年に渡って鋭意研究した結果、この度、Fig. 1のように卓越した柔軟強靱性を具備する新規高性能液状エポキシ樹脂“EPICLON EXA-4850”シリーズの開発に成功しました。

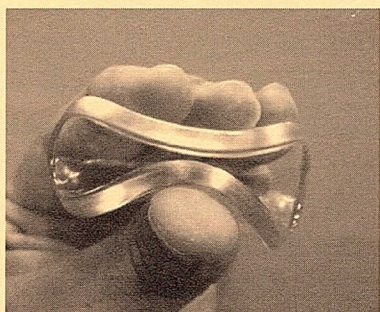


Fig. 1 Cured resin of “EPICLONEXA-4850-150” on TETA (Triethylene tetramine) curing system.

2. 分子設計

本製品はFig. 2の分子構造概念図で表されるように、柔軟性骨格が特殊な低極性結合基を介して導入された変性BPA型エポキシ樹脂です。この分子設計を具現化するために、これまでエポキシ樹脂分野では用いられるこ

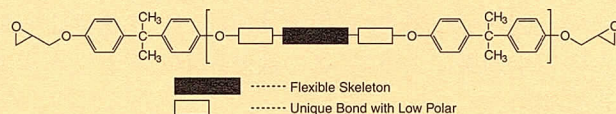


Fig.2 Conceptual structure of “EPICLON EXA-4850”

とはなかった特殊な合成技術（低極性結合基を形成する反応方法）が応用されました。

従来の柔軟性骨格の導入技術であるエステル化反応（エポキシ基+カルボン酸）を用いた場合、生成エステル基や水酸基に起因した強い分子間凝集力（水素結合）の作用により、得られるエポキシ樹脂は柔軟性骨格の効果を活かせず、満足できる柔軟性を発揮できません。また同じ理由で柔軟性骨格の低粘性化効果が相殺され、樹脂自体の流動性も乏しくなります。

一方、開発したエポキシ樹脂は低極性結合基を介して柔軟性骨格を導入しているため、分子間凝集力が弱く、柔軟性骨格の潜在性能（硬化物の柔軟性化、樹脂の低粘性化）を遺憾なく発揮できるので、樹脂特性の根本的な改良に大きく貢献できます。

3. 製品の特徴

本製品（2グレード）の代表性状値をTable 1に示します。“EXA-4850-150”の方が低粘度で硬化物の柔軟性に富み、“EXA-4850-1000”は硬化性や耐熱性が良好です。用途や要求特性に応じた使い分けが可能です。以下に本製品の主な特徴を示します。

● 柔軟強靱性

最大の特長は極めて優れる柔軟強靱性を硬化物に付与

できる点です。前記のFig. 1には3mm厚の円盤状試験片を指で強く曲げた模様を写しています。繰り返し曲げにも問題なく耐え、白化や劣化は見られません。従来の柔軟性エポキシ樹脂の代表格であるポリアルキレンエーテル変性エポキシ樹脂の同試験の結果(1回折り曲げでスライス状に割れる)と比較すれば、その柔軟強靱性は驚異的とも言えます。

● 低不純物塩素量

エポキシ樹脂は製造時にエピクロロヒドリンを使用するため、微量の不純物塩素成分を残存させてしまいます。しかし、本製品はTable 2に示すように、極めて不純物塩素量が少なく、最先端半導体デバイスなどのエレクトロニクス分野でも安心して使用できます。

● 高密着性

本製品は鋼板やアルミなどの金属基板、ポリイミドやPETフィルムなどの熱可塑性樹脂等に対して非常に優れた密着性を持ちます。Table 3に本製品の密着性試験結果の一例を示します。実用上は後述します低硬化収縮率との相乗効果によって、この数値以上の密着性を実感できます。

● 低硬化収縮

エポキシ樹脂は本来、その特有の開環重合機構により、硬化収縮が比較的小さく、寸法安定性に優れる樹脂です。本製品は其中で比較しても、格段に収縮が小さく(汎用BPA液状型の約1/6)、寸法安定性や耐クラック性(低内部応力)などが期待できます。

4. 適用用途

“EPICLON EXA-4850”は柔軟強靱性が必要とされる全てのエポキシ樹脂の用途分野への適用が期待できます。当社では、特に柔軟性が強く求められる先端回路基板周辺材料(フレキシブル配線基板用接着剤、或いはそれ自体のバインダー樹脂)や、高度な耐ヒートサイクル

クラック性(低応力性)が求められる半導体周辺材料(アンダーフィル材、パッケージ基板ビルドアップ材)や車載用部品(基板、接着剤)などの用途でこの製品の価値が発揮されることを期待しています。

Table 1 Typical property of “EPICLON EXA-4850”

	Epoxy equivalent per weight g / eq.	Viscosity (E type) 25°C, mPa*s	Molecular Weight
EXA-4850-150	450	15,000	900
EXA-4850-1000	350	100,000	700
EPICLON 850S*	190	15,000	380

* BPA liquid type epoxy resin of DIC

Table 2 Purity & moisture resistance of “EPICLON EXA-4850”

	Hydrolyzable Chloride*2 ppm	Total Chloride ppm	PCT Extracted Chloride*3 ppm
EXA-4850-150	50	320	190
EXA-4850-1000	50	500	250
PAE Epoxy*1	670	19,000	13,500
EPICLON 850S	120	1,400	580

*1 Poly alkylene ether modified BPA liquid type epoxy resin. *2 Easily hydrolyzable chloride. *3 160°C / 4 atm for 20 hr.

Table 3 Adhesive properties of “EPICLON® EXA-4850-150”

		EXA-4850- 150	EPICLON 850S
Adhesive strength (Tensile shear strength)	*1 MPa	17.3	10.0
Cross cutter test	*2 Remained pieces in 100	100	50
Dupon impact test	*2 1 kg / 50 cm	○	×
Flex test	*2 2 mm	○	×

*1 EPICLON B-570 (Acid-anhydride of DIC) curing system: Epoxy / Acid-anhydride = 1.00 / 0.75, Cat. BDMA 0.8 phr, 110°C / 3 hr + 165 °C / 2 hr.

*2 TETA curing system: Stoichiometric ratio, thickness 50 μm, 150°C / 1 hr, with steel.

編集者 発行人 発行所	坪井當昌 加藤政雄 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 043-290-3462 E-mail : poffice@ppi.tp.chiba-u.ac.jp	2005年4月1日発行
-------------------	---	-------------