



## Radiation Curing -A Mature Technology on the Move to Meet New Challenges

Ciba Specialty Chemicals Inc.,  
Coating Effects Research, Basel, Switzerland

**Kurt Dietliker**

Radiation curing is a well established technology that has been introduced more than fifty years ago and has ever since enabled a wide variety of applications in coatings, graphic arts and electronic materials. Driving forces for this success story are the unique features of this technology, which allow the realization of significant technical, economic and ecological advantages. These include the use of high solid formulations with low VOC emission, full control over the curing process both in time and space, a high cure speed at low temperature and the superior quality of the finished products.

As for any technology that has evolved for some time, several uses have turned from specialty applications to commodities. This turns out as advantage for the end user in view of the fierce cost competition in certain applications, and components such as efficient photoinitiators today available at low costs will continue to be used in the future.

However, increasing new demands on radiation curing can not be fully satisfied by the currently available offerings. These demands are in particular driven by environmental concerns and increasingly stringent legal requirements, as well as by new applications that are rapidly emerging and require new products delivering additional value. Thus, besides

the conventional applications of radiation curing, exciting new developments of this technology are currently evolving<sup>1</sup>.

A continuous development towards extreme high performance applications is observed in electronic applications since the introduction of this technology due to the increasingly higher spatial resolution required. Thus, while deep UV (193 nm, ArF excimer laser) is nowadays used for high resolution chip fabrication (Figure 1a), extreme UV (EUV) resists using wavelengths down to 13 nm are already under development. This requires both the development of new photoinitiators and resins as well as dedicated hardware for the exposure and development steps. Another break-through development was the recent introduction of new photoinitiators that allow the efficient curing of black matrix resists used in flat panel fabrication<sup>2</sup>. This is remarkable since pigmented formulations, and especially black resins, have for a long time been considered as not curable by UV light. Radiation curing in electronics thus encompasses typical high-end “factory applications”, performed under optimized working conditions by a highly qualified work force.

Conventional uses of radiation curing, for example

in coatings or inks, are also qualified as “factory applications”, since the curing step is performed using dedicated equipment providing optimized curing conditions. Strong requirements in these applications are for further improvements to transform UV curing from an environmentally friendly into a safe technology. Intense work is thus dedicated to the development of non-migrating ingredients with optimum organoleptic properties especially for food packaging applications<sup>3</sup>.

On the other hand, an exciting new trend in radiation curing that is currently observed is the development of this technology towards applications that are performed “on place” under very simple working conditions. Typical examples are car refinish applications, which are performed in a conventional body shop environment that does not allow any costly additional investment. Curing conditions must be safe and insensitive towards variations of working parameters such as light intensity or exposure time in order that curing can

be performed by a non-specialized work force. As for the development of high-end “factory applications”, in order to be successful, these “field applications” have to be supported by the development of both a suitable resin and photoinitiator chemistry and curing equipment that can be used under such conditions (Figure 1b).

While existing systems can to some extent be optimized, the development of new technologies can provide better solutions to newly arising requirements. Thus, the recent introduction of photolatent bases allowed the use of a novel resin chemistry with improved processing conditions and outstanding properties of the cured coating for the recent successful introduction of a first UV-A curable clear coat for car refinish applications<sup>4</sup>. This coating can be cured by using simple and harmless sun tanning lamps, and the recent development of new light sources such as light weight LED emitters is further supporting the development of such field applications.



Figure 1. a) High-end “factory application” for 45 nm device production (Nikon NSR610C ArF Immersion Scanner) versus b) a simple “field application” for car refinish in a body shop (Akzo Nobel NV)

The use of photolatent amine catalysts is not restricted to car refinish applications. This novel class of photoinitiators opens new opportunities for radiation curing due to the extension of resin types and crosslinking chemistries that become available for this technology. Currently an intensive evaluation of this novel technology platform is ongoing which will result in new applications that are complementary to the existing use of radiation curing.

Conventional applications of radiation curing have been restricted to coatings applied on flat substrates.

The inherent properties of light result in an uneven exposure of coatings applied on three dimensional objects when conventional light sources are applied. Today novel curing technologies open the possibility to overcome these limitations and first applications are being developed for automotive OEM coatings. This breakthrough is likewise due to innovative novel exposure tools such as plasma curing<sup>5</sup> and to optimized formulations matching the requirements of these novel technologies.

Thus, while becoming a mature technology in

conventional applications, radiation curing is rapidly developing into new areas that provide significant technical benefits to the end user. It goes without saying that these developments can only be

successfully realized by a close partnership between resin manufacturers, photoinitiator providers, hardware engineers and, last but not least, the end user.

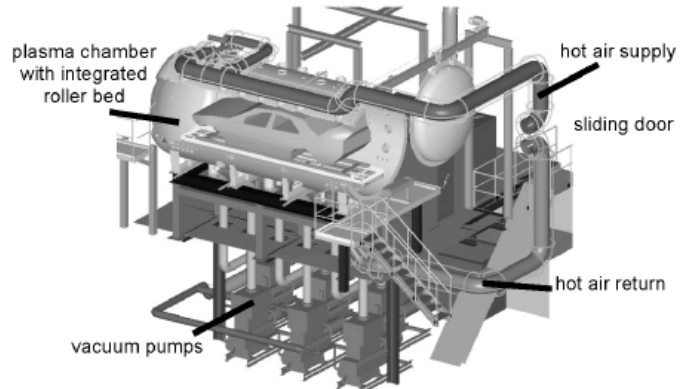
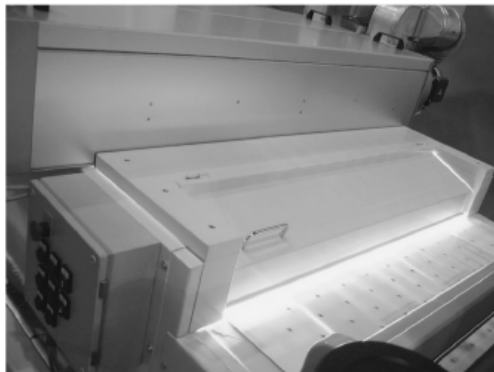


Figure 2. a) Conventional exposure of flat objects versus b) Plasma chamber for the curing on a three-dimensional car body (consortium Roth&Rau/Durr/Ciba Specialty Chemicals Inc).

Reference

1. Dietliker, K.; Husler, R.; Birbaum, J.-L.; Ilg, S.; Villeneuve, S.; Studer, K.; Jung, T.; Benkhoff, J.; Kura, H.; Matsumoto, A., Oka, H. *Prog.Org. Coat.* **2007**, *58*, 146.
2. Kura, H.; Tanabe, J.; Oka, H.; Kunimoto, K.; Matsumoto, A.; Ohwa, M. *RadTech Report* **2004**, *18(3)*, 30.
3. Fuchs, A.; Bolle, T.; Ilg, S.; Husler, R. *Polym. Paint Colour J.* **2005**, *195(4485)*, 29; Villeneuve, S.; Fern, G.; Birbaum, J.-L.; Fuchs, A.; Studer, K.; Ilg, S. *Polym. Paint Colour J.* **2006**, *196(4497)*, 38.
4. Dogan, N.; Klinkenberg, H.; Reinerie, L.; Ruigrok, D.; Wijnands, P.; Dietliker, K.; Misteli, K.; Jung, T.; Studer, K.; Contich, P.; Benkhoff, J.; Sitzmann, E. *RadTech Europe 05, Conference Proceedings*, 2005, Vol. I, p. 203; Dietliker, K.; Misteli, K.; Jung, T.; Studer, K.; Contich, P.; Benkhoff, J.; Sitzmann, E. *RadTech Europe 05, Conference Proceedings*, 2005, Vol. II, p. 473.
5. Jung, T.; Simmendinger, P.; Tobisch, W. *Eur. Coat. J.* **2005**, *4*, 138; Jung, T.; Simmendinger, P.; Studer, K.; Tobisch, W. *e/5 2006 (RadTech USA), Technical Conference Proceedings*, Chicago 2006, on CD.

## 【第24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の報告】

フォトポリマーコンファレンス組織委員  
遠藤 政孝

第24回フォトポリマーコンファレンスは、千葉大学けやき会館にて6月26日(火)～29日(金)に開催された。参加者は300名以上(うち海外から50名)と盛況であった。国際シンポジウムの講演数は昨年を上回る63件であった。ロードマップに合うように、リソグラフィの中心はArF液浸、EUVであった。ナノテクノロジーではブロックポリマーを用いたナノ構造を形成する講演が多かった。初めて行われたアドバンスリソグラフィとナノテクノロジーの化学のセッションでは光酸発生剤に関するまとまった講演があり興味深かった。パネルディスカッションはEUVについて行われ、現状の課題と今後の展望が整理された。

コンファレンスの講演は以下の7シンポジウムであった。

- A 国際シンポジウム 2007「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」
  - B1 シンポジウム「ポリイミドー機能化と応用ー」
  - B2 シンポジウム「プラズマ光化学と高分子表面機能化」
  - B3 シンポジウム「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 シンポジウム「光機能性デバイス材料」
  - Panel Symposium「EUV Lithography」
  - C 一般講演
- 講演数は以下の通りであった。全体で140件となり過去最多であった。
- A 講演58件、基調講演5件
  - B1 講演16件、基調講演1件
  - B2 講演15件、基調講演0件

B3 講演21件、基調講演 1件  
 B4 講演14件、基調講演 1件  
 C 講演11件  
 合計 講演132件、基調講演 8件

国際シンポジウムは、

1. ArFリソグラフィ
2. 次世代リソグラフィと新技術
3. ナノインプリントリソグラフィ
4. マイクロマシニングとナノテクノロジー
5. EUVリソグラフィ
6. 液浸リソグラフィ
7. アドバンスドリソグラフィとナノテクノロジーの化学の各セッションに分かれて講演が行われた。

以下講演のいくつかを紹介する。

ArF Lithographyでは、IBMのAllen氏の基調講演“Materials for Advanced Technology : Current Trends and Future Challenges in Patterning Materials”があり、ArFレジストの歴史が示された。allメタクリルレジスト→アダマンタン入りメタクリルレジスト→ノルボルネンレジスト→フルオロカルビノールメタクリルレジストと、変遷を述べた。最近の液浸レジストについては、ヘキサフルオロアルコールベースのトップコートは膨潤がなかったことから、この系のポリマーをレジストの添加剤として、in-situトップコートとした。

“The Study and Material Design for LWR Reduction”の講演で、Fuji FilmのTsubaki氏は、レジストの表面ラフネスとパターンのLWR (Line Width Roughness) が相関関係にあることを示し、これによりAFMによるラフネスを指標として低LWRのレジスト開発を行った。露光、PEBによるポリマーの脱保護が少ないほど、ラフネスが少ないことがわかった。このことから脱保護のレベルを下げたレジストを開発した。脱保護反応を6割にしたレジストでは、75nmL/SのLWRを従来の6.5nmから4.8nmに改善できた。

Houlihan氏(AZ)は“Implant Resist Approaches for 193 nm Second Generation Radiation Sensitive Developable Bottom Anti Reflective Coating”の講演で、現像可溶BARCについて述べた。プリバークで架橋→露光・PEBで非架橋→現像、という工程を経る。課題はレジストパターンのアンダーカットである。レジスト(アクリル、メタクリル系)と現像可溶BARCの両方の改良によりアンダーカットのない140nmL/Sパターンが得られた。

“Novel Photoacid Generators for ArF Dry and Immersion Lithography: Application-Related Properties”の講演で、Ciba Specialty ChemicalsのAsakura氏は液浸用として非イオン性光酸発生剤(PAG)であるオキシムスルフォネートのONPFの性能を述べた。吸収で規格するとトリフェニルスルフォニウムオニウム塩よりも高効率、リーチングがトリフェニルスルフォニウムオニウム塩よりも少い等の特徴がある。2光束干渉露光(ドライ、ウェット)で80nmL/S解像を立証した。

Padmanaban氏(AZ)は“Novel Diamantane Polymer Platform for 193nm Resist Applications”の講演で、ArFレジストのエッチング耐性向上のために、シクロヘキサンが5つかご状に配置されているディアマンタンのポリマー中への導入を検討した。剛直性が増すためにパターン倒れ防止にも期待できる。60wt%のディアマンタンが溶媒に溶解し、ラクトンとも反応した。アダマンタンに比べて20%エッチング耐性が向上した。メチルディアマンタン/ラクトン/ヒドロキシアダマンタンの共重合ポリマーによるレジストは、従来のメチルアダマンタンによる場合に比べて、解像性、焦点深度は同じであった。後退接触角はあまり変化無く、疎水性であるが液浸用のトップコートが不要ではなかった。

EUV Lithographyでは、Univ. HyogoのProf.Watanabeが“Development of EUV Resists in University of Hyogo”の基調講演を行った。ITRSによるEUVレジストのスペックは以下の通りである。32nmノード：ゲート寸法21nm、レジスト感度5-15mJ/cm<sup>2</sup>、LWR1.7nm、LER(Line Edge Roughness)1.2nm、レジストアウトガス5X10<sup>13</sup>molecules/cm<sup>2</sup>/s 22nmノード：ゲート寸法15nm、レジスト感度5-15mJ/cm<sup>2</sup>、LWR1.2nmこれに対して米国LLNLでのMETを用いたレジストの最高性能(ローム&ハース製)の現状は以下の通りであり、まだまだスペックに至らない。特にLERと感度はトレードオフの関係にある。寸法28.8nm、レジスト感度20mJ/cm<sup>2</sup>、LWR3.2nm。Univ. Hyogoでは以下のEUVレジストの開発を行っている。①PAGのアニオンをシクロパーフルオロジスルフォンイミノ基に変更(発生効率がノナフレートに比べてよくなり、アウトガスが低減(10E-6Pa程度))②分子レジスト③PAG結合ポリマーとしてノナフレートアニオンを結合(保護基脱離効率がよくなり感度が向上、PAG密度が均質になりLER向上、アウトガスが低減)。

SEMATECHのDean氏は“EUV Resist Outgassing, How Much is Too Much?”の講演でレジストからのア

アウトガスを評価する以下の2つの方法について示した。

①ROX(Resist Outgassing and Exposure System)・・・アウトガスを捕集して分析。種々のレジストを評価した結果では、ベンゼン(PAG由来)とイソブテン(保護基由来)が多い。②プレートテストング・・・ミラーへのアウトガス付着を反射率で評価。ASMLのスペックは、300mmで反射率の低減 $\leq 2\%$ である。現状ではレジストが無い場合との差がなく、チャンバーのクリーニングが必要である。

Shimizu氏(JSR)は開発中の2系統のEUVレジストについて述べた(“Progress on EUV Resist Development”)。

①フェノール樹脂+トリフェニルスルフォニウム塩のバルキーPAGによるレジスト・・・バルキーPAGにより酸拡散を低減した。26nmL/Sを24mJ/cm<sup>2</sup>で解像した(LLNLのMET使用、膜厚70nm)。50nmL/SのLERは5.9nm。②分子レジスト・・・多環状性ポリフェノール化合物であるNoriaを用いた。Noriaはレゾルシノールとグルタルアルデヒドを反応させて合成する。直径は2nmであることからグリーンサイズが小さくなることが期待される(PHSは7nm)。28nmL/Sを33mJ/cm<sup>2</sup>で解像し、LERは6.1nmであった。

“Reduction of the Outgassing Segments and LWR Improvement for the Next Generation EUV Lithography”の講演でFuji FilmのMasuda氏は、バルキーアセタール保護基と電子吸引力PAGによるEUVレジストについて示した。バルキーアセタールによりアウトガスの低減を、電子吸引力PAGにより感度向上をそれぞれ図る。ポリマーの低分子量化によりラフネスが減少し、LWRもよくなった。クエンチャーを3倍量にしてLWRは7.8nmから4.8nmへ向上した。感度は4.8mJ/cm<sup>2</sup>から15mJ/cm<sup>2</sup>となったが、PAGの高感度化により大きな感度低下にはならなかった。30nmL/Sが、感度18mJ/cm<sup>2</sup>、LWR4.8nmで得られた。解像度、感度、LWRの両立は未だである。

引き続き行われたPanel Symposium EUV Lithographyでは、EUVレジストの現状とこれに関わる光源、装置についてショートトークとディスカッションが行われた。レジストのプラットフォームは分子レジストをはじめ提案が多くなってきたが、解像度、感度、LERの全てを満たす開発はこれからといった感想であった。

Next Generation Lithographyでは、Yamaguchi氏(NTT)が“Pattern Transfer of Laterally Alligned Lamellar Domains of Diblock Copolymers”の講演で、ブロックコポリマーによる垂直ラメラパターン転写について示した。ポリスチレン-PMMAのブロックコポリマーは塗布により、ラメラ構造となり、ポリスチレンド

メインでテンプレートのエッチングを行いパターンが形成される。アラインメントガイドを親水性の水素化したシルセスキオキサン、基板としてクロスリンクしたポリスチレン-PMMAを用いてハーフピッチ16nmのパターンを形成し、基板転写を行った。

CanonのIto氏は近接場露光に適したレジストの検討を行った(“Molecular Design of o-Nitrobenzyl Phenol Ether for Photo-deprotection Resist : Challenge to Half-pitch 22nm Using Near-field Lithography”)。近接場露光では光の波長に依存しないため、水銀ランプからの365nm光を用いた。レジストプロセスは近接場領域よりもレジスト膜厚を薄くする必要があるため30nm厚として、3層レジストとした(中間層はSOG20nm厚、下層は220nm厚)。従来用いた化学増幅型レジストはPAGの拡散のためにHP22nmが形成できなかった。このことから今回は非化学増幅型のo-ニトロベンジルフェノールエーテルを用いた。PEB無しで、フェノールを生成することからポジ型レジストとなる。o-ニトロベンジル基に4,5-ジメトキシ基を置換することにより、365nmでの吸収がよくなった。このレジストを用いることによりHP45nmが846mJ/cm<sup>2</sup>で得られた。レジスト膜厚を10nmとしてHP32nmが1208mJ/cm<sup>2</sup>で得られた。LERは小さく4.3nmであった(i線化学増幅型レジストの場合には $> 14.8\text{nm}$ )。HP22nmでは部分的に解像した(1400mJ/cm<sup>2</sup>)。

Immersion Lithographyでは、SEMATECHのZimmerman氏が“Status of High-Index Materials for Generation-Three 193nm Immersion Lithography”の講演で高NA液浸に必要なレンズ、液浸液、レジストのそれぞれの状況を述べた。

レンズは大きい課題であったLuAGの開発がすすみ、吸収が0.12cm<sup>-1</sup>とスペック( $< 0.005\text{cm}^{-1}$ )の24倍、直径が80mmとスペック(160mm)の2倍となった。液浸液は密度と屈折率は比例することからデカリン系のものが使用されている。ただし、屈折率1.64程度までである。照射により二重結合、酸素含有物などの副生成物が生成する恐れがある。より密度が高いパーハイドロピレンは屈折率1.72であるが、吸収2.2cm<sup>-1</sup>と高く、使用できない。レジストは、イオウを25%程度含有で屈折率1.8-1.9となるが、吸収10 $\mu\text{m}^{-1}$ と非常に高い。

レジストについては“Rational Design of High-RI Resists for 193 nm Immersion Lithography”の講演でProf.Whittaker(Univ. Queensland)が詳細を述べた。イオウ原子をポリマー中に導入させることにより高屈折率のレジストの開発を行った。フリーラジカルポリマー

化を行い、メチルアダマンタンとの共重合体とした。チオダゾール用いた場合には、屈折率 1.7、吸収 $5.2 \mu\text{m}^{-1}$ となり、パターンは解像しなかった。チオダゾールが塩基のためと考えた。チオエステルの場合には、屈折率 1.7、吸収 $5.2 \mu\text{m}^{-1}$ でパターンは解像した。イオウが 9-14wt% で屈折率 1.8-1.85 となる（共重合体では減少する）が、この時吸収は $4 \mu\text{m}^{-1}$ となり、コントラストの高いパターンは形成できない。材料のピュアリファイによっても吸収は減らなかつた。結論として、イオウ原子含有の系で、高屈折率レジストのスペック 1.8-1.85 は難しい。

“Design Consideration for Immersion 193: Embedded Barrier Layer and Pattern Collapse Margin”の講演で Trefonas 氏 (Rohm and Haas) は、液浸でのレジストからのリーチングと欠陥防止のためにレジスト中に Embedded Barrier Layer なる層を形成するコンセプトを示した。この層の形成にはポリマーを混入し、レジ

スト膜形成により上部にアグリゲート（偏析）する。露光前は接触角を上げて、露光・PEB 後にはポリマーの状態がスイッチして接触角を下げる ( $89^\circ \rightarrow 59^\circ$ )。トップコートなしでパターン形成が可能となり、プロブ欠陥を低減できる。NA 1.2、ダイポール照明により、48nmL/S を形成した。

3 日目には The Photopolymer Science and Technology Award の授賞式が行われ、本年度の受賞は 2 件で以下の通りであった。

- ・業績賞 Ito 氏 (IBM)
- ・論文賞 Irie 氏、Endo 氏、Iwai 氏 (Tokyo Ohka)

コンファレンス期間中、1 日目夕方の Get Acquainted Together Party、3 日目夜の Banquet はコンファレンス参加者間の交流を広げ、情報交換の場として非常に有意義であった。

全体の感想として、今年度のコンファレンスも多くの参加者が集まり、また議論も活発で非常に盛況であった。

## 【ピックアップスケジュール】

The American Chemical Society  
<http://acswebcontent.acs.org/home.html>  
 Fourteenth International Conference on  
 Composition/Nano Engineering (ICCE-14)  
<http://www.acad.polyu.edu.hk/~mmkltlau/ICCE/IC.Main.htm>  
 The international Society for Optical Engineering  
<http://www.spie.org/>  
 Calendar of International Meetings  
<http://www.spsj.or.jp/c9/c9cal.htm>  
 Society Imaging Science and technology  
<http://www.imaging.org/>

The Royal Chemical Society <http://www.rsc.org/>  
 The Society of Information Display  
<http://www.sid.org/>  
 (社) 応用物理学会 <http://www.jsap.or.jp/index.html>  
 (社) 日本化学会 <http://www.csj.jp/>  
 (社) 高分子学会 <http://www.spsj.or.jp/>  
 映像情報メディア学会 <http://www.ite.or.jp/>  
 日本放射線化学会  
[http://www.soc.nii.ac.jp/jsrc/meet\\_o.html](http://www.soc.nii.ac.jp/jsrc/meet_o.html)  
 有機エレクトロニクス材料研究会  
<http://pec.shinshu-u.ac.jp/joem/guide.htm>  
 フォトポリマー懇話会 <http://www.tapj.jp/>

## 【会告】

【IDW' 07 開催のお知らせ】  
 フォトポリマー懇話会は、IDW' 07 に協賛しております。  
 主催：社団法人 映像情報メディア学会 (ITE)、Society for Information Display (SID)  
 日時：2007 年 12 月 5 日 (水) - 7 日 (金)  
 場所：札幌コンベンションセンター  
 参加費：事前登録 (11 月 8 日まで)：主催及び協賛学会  
 会員 30,000 円、一般 35,000 円、学生及び終身会員 8,000 円 (Proceedings、CD-ROM 1 部を含む)  
 詳細は IDW' 07 事務局へお問い合わせ下さい。

事務局：〒153-8571 東京都目黒区上目黒 4-30-12  
 アベイズム株式会社 IDW' 07  
 TEL. 03-5720-7022、FAX. 03-6203-8238、  
 URL <http://idw.ee.uec.ac.jp/>  
 【第 166 回 フォトポリマー懇話会・第 166 回 有機エレクトロニクス材料研究会 合同講演会】  
 会期：12 月 5 日 (水) 13 時 ~ 17 時  
 会場：大日本インキ化学工業 (株) 本社ビル 17 階 大会議室  
 テーマ：『超高速時代の実装技術』  
 1) 「転機が訪れそうな実装技術」

明星大 大塚 寛治氏

- 2) 「マイクロプロセッサのパッケージ技術」  
インテル 富田 至洋氏
- 3) 「SIP (システム-イン-パッケージ) の動向」  
ルネサステクノロジ 佐藤 俊彦氏
- 4) 「光インターコネクションに必要とされる  
ポリマー光導波路形成技術」  
NEC 中野 嘉一郎氏

参加費 会員：1社2名まで無料、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で事務局 (043-290-3460) まで。

定員95名 (定員になり次第締め切ります)

## 【研究室紹介】

### 奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科

奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科長

垣内 喜代三 <http://mswebs.naist.jp/index.html>

奈良先端科学技術大学院大学 (NAIST) は、学部を持たない大学院のみの国立大学として 1991 年に設立されました。現在、情報科学研究科 (3 専攻)、バイオサイエンス研究科 (2 専攻) と最も新しく 1996 年に設置されました物質創成科学研究科 (物質創成科学専攻のみ) の 3 つの部局で構成されています。200 名強の教員が、750 名の修士 (博士前期) 課程および 300 名の博士 (博士後期) 課程の学生を指導し、大学院生に対する教員の比率が高く、きめ細やかな教育が実現しています。また、広いスペースに最新の研究設備を誇り、20 名以上の技術職員が研究をサポートするなど、世界に先駆けた最先端の研究に邁進できる体制が完備されています。歴史は浅いですが、最近では世界最高水準の教育研究レベルを有する大学として、総合科学技術会議やメディアによって高く評価されています。



正門より

物質創成科学研究科では、人類の未来に役立つ新しい素材、機能材料を開発するために、物質の仕組みを電子、原子、分子レベルに立って深く理解し、それに基づいて全く新しい物質や構造を創り出し、また、新規な機

能を創造することを目指しています。“基礎なくして応用なし” という信念から、基礎科学指向の研究を重視するとともに、“応用なくして基礎はない” という事実から、応用指向の研究を奨励しています。本研究科では、物質科学分野で世界的に評価される研究成果を挙げるとともに、次世代を担う創造性豊かな人材を養成することを目的としています。

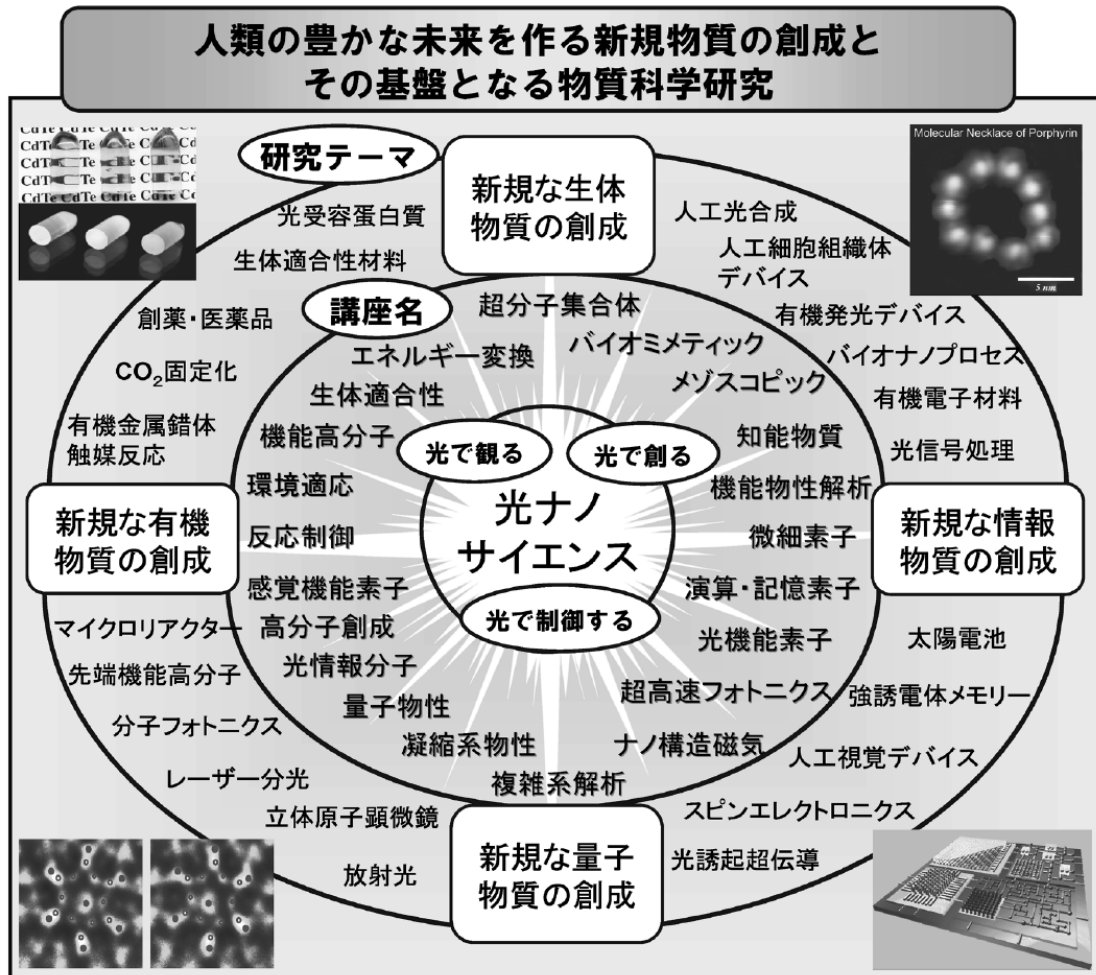
21 世紀は「光の世紀」と呼ばれ、光を利用する時代だと言われています。従来の光科学の研究においては、物質の持つ多彩な物性が十分に考慮されておらず、また、従来の物質科学は光の持つ能動的役割にあまり注意が払われていませんでした。本研究科では、物質と光の相互作用を基礎として物質科学を捉えなおし、物理・化学・生物・デバイスという既存の学問領域を越えた融合領域として「光ナノサイエンス」を規定し、その展開を目指しています。

このテーマのもと、「光で観る」、「光で創る」、「光で制御する」をキーワードとした研究を推進しています。特に研究を進めている物質には、フォトポリマー懇話会とも関連深い発光する物質や、光を吸収して色を変えたり固化したりするなどの物質があります。これらが応用できる分野は、IT 分野やバイオテクノロジーのみならず、医療、エネルギー、環境分野から宇宙科学に広がっています。併せて、光ナノサイエンス概論、光ナノサイエンスコア、光と電子、光と分子など数多くの光ナノサイエンスの体系だった科目を設置し、学界ばかりでなく、次世代の産業や社会の主役を担う人材を養成しようとしています。

研究科唯一の物質創成科学専攻には、物質科学技術の基礎的研究ならびに教育を行う 15 の基幹講座と、新材料の応用開発や新規デバイスへの展開を推進する 6

つの連携講座があります。連携講座は、関西学術文化研究都市（けいはんな地区）に設置されている研究所や大学以外の研究機関が担当しています。下に、「光ナノサイエンス」を核とする四つの研究分野、量子物

質、情報物質、有機・高分子物質、生体物質をカバーする「講座の構成」と「研究テーマ」を示した概略図を次に示します。



物質創生科学研究所の構成と研究テーマ

文部科学省の「先端研究施設共用イノベーション創出事業」の一環として、平成19年度から、本研究科の物質科学教育研究センターでは、京都大学および北陸先端科学技術大学院大学と連携し、京都・先端ナノテクノロジー総合支援ネットワークをスタートさせました。ナノ物質合成やナノレベルの物質および材料の分析や解析を中心に支援するナノ分析・物質合成に関する支援と、その基盤技術の開発に取り組んでいます。特に、光ナノサイエンスを中心に教育・研究に注力してきた背景から、発光性、誘電性、磁性など特異な性質を有するナノ結晶材料の開発技術、評価技術さらにはその配列制御技術およびデバイス作製などの基盤技術開発に取り組み、情報提供

や技術支援にフィードバックしています。さらにより一層地域社会に開かれた大学を目指し、平成19年度から学外のニーズに対して当研究科が保有する施設や機器を活用した試験・測定・検査等の受託を開始しました。

このような取り組みを基盤として、本研究科では産官学連携の更なる推進を目指しております。これらの連携には、国内屈指の本学知的財産本部が全面的にバックアップしています。フォトポリマー懇話会の皆様には、是非私達のホームページ (<http://mswebs.naist.jp/index.html>) にアクセスしていただき、興味を持たれる研究テーマや様々の支援プログラムを通して、共同研究の花を咲かしていただければ幸いです。



## 【新製品紹介】

### 4 マスク用ポジ型フォトレジスト ZEONREX<sup>®</sup> ZPP2253

日本ゼオン株式会社 総合開発センター  
高機能材料研究所 藤野 竹生

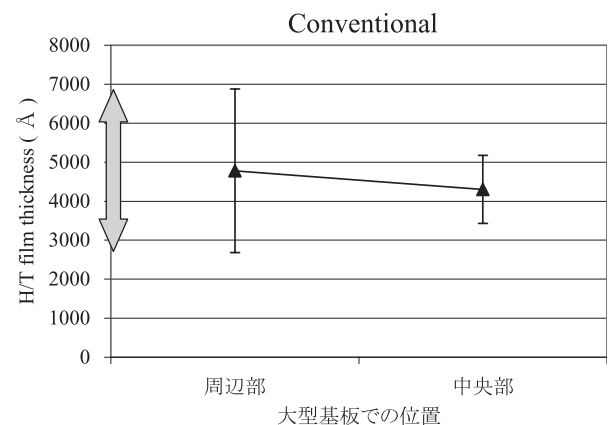
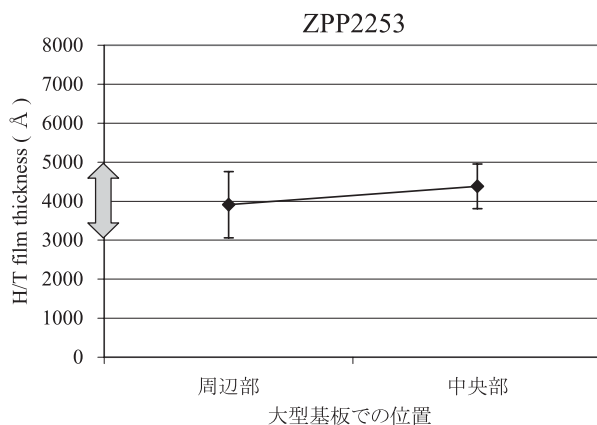
当社の高機能材料研究所では、半導体、LCD（液晶ディスプレイ）、電池材料、トナー等の電子・通信産業分野における高付加価値な有機材料を開発しています。

今回、ご紹介する ZEONREX<sup>®</sup> ZPP2253 は、大型液晶テレビを代表とする近年その市場成長が著しい LCD 分野における TFT（薄膜トランジスタ）アレイ加工用フォトレジスト材料で、大型基板を使った 4 マスクプロセスに適合したレジストとして開発してきた材料です。このレジストは、4 マスクプロセスで最も重要となるハーフトーンパターンという特有のレジストパターンをより安定的に形成できることから、LCD パネル製造のコストダウンに貢献できる材料です。

この 4 マスクプロセスとは、フォトリソグラフィープロセスを従来の 5 回から 4 回に削減させてコストダウンを図るという、最先端の TFT アレイ加工プロセス技術の 1 つで、現在は、第 6 世代（ガラス基板サイズ：1.8m × 1.8m）以降の大型ガラス基板を使った製造ラインに展開されています。これは韓国 LCD メーカーを中心に

導入が進んでおり、今後の主流のプロセスと考えられています。

このプロセスでレジストに求められる特性は、ハーフトーンという特有のレジストパターン部の膜厚を大型ガラス基板内でいかに均一にかつ再現性良く形成させるかということにあり、このハーフトーンの膜厚均一性が TFT アレイ加工の製造歩留りを大きく左右します。ZPP2253 は、材料設計を一から見直し、レジストの溶解挙動を制御することによって、この課題を解決しました。大型基板を使ったプロセスでは、基板の周辺部と中央部とでレジスト製膜過程に違いが発生することにより、レジスト特性に差が生じやすいことが経験的に知られています。このようなレジスト製膜過程の違いを再現させ、従来品との比較評価を行った結果を下記のグラフに示します。グラフからわかるように ZPP2253 は従来品の半分のバラつきに抑えられることが確認でき、大型基板におけるハーフトーンの膜厚均一性を大幅に向上することが出来ました。



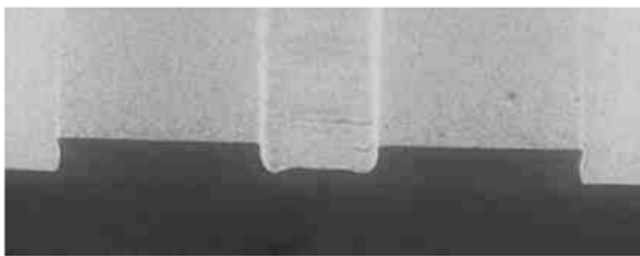
4 インチウエハ内25点測定時のハーフトーン膜厚の平均値とバラつきを示す

これ以外に、プリベーク温度、露光量、現像時間に対するプロセス変動も重要であることから、これらについても従来品と比べた結果、何れもより安定したバラツキの少ないハーフトーン膜厚の形成が可能であることがわかりました。以上のことから、ZPP2253 を使うことによって、大型基板において安定したハーフトーン膜厚を

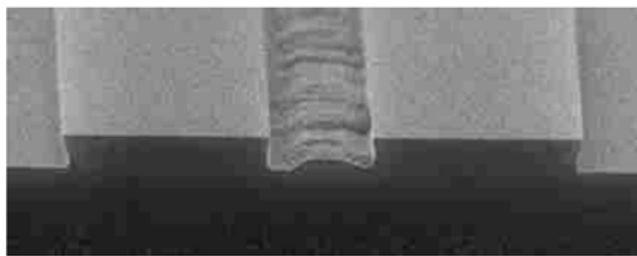
持ったパターン形成が可能であると考えています。

また、実際にハーフトーンパターンを形成したときのレジストパターンの SEM 写真を示します。写真中央の若干凹んだ部分がハーフトーン部にあたりますが、ZPP2253 は従来品に比べ、より平坦なハーフトーンパターン形状を与えていることがわかります。

ZPP2253



Conventional



g線ステッパー (NA=0.54) にて露光

以上のように、ZEONREX® ZPP2253 は従来のフォトレジストに比べ、ハーフトーンパターンをより安定的に形成できることから、大型LCD パネル製造のコストダウンに貢献できるレジスト材料であると考えており、これからのLCD 市場の発展に貢献できるものと考えています。

連絡先

日本ゼオン株式会社 総合開発センター  
 高機能材料研究所 藤野 竹生  
 〒210-9507 神奈川県川崎市川崎区夜光 1-2-1  
 TEL : 044-276-3741 FAX : 044-276-3796  
 E-mail : T. Fujino@zeon.co.jp

【訃報】

角田 隆 弘 氏

2007年10月3日にご逝去されました。  
 フォトポリマー懇話会を創り、発展させ、  
 フォトポリマー懇話会の名誉会長であられました。  
 ここに謹んでご冥福をお祈りいたします。

編集者	坪井當昌	2007年10月1日発行
発行人	加藤政雄	
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 : <a href="http://www.tap.jp/">http://www.tap.jp/</a>	