

フォトリマー懇話会 ニュースレター

No.79 July 2017



「栄枯盛衰」「臥薪嘗胆」「反転攻勢」

パナソニック(株)オートモーティブ&インダストリアルシステムズ社
技術本部 デバイスインキュベーション推進室 室長

笹子 勝

2020年東京オリンピック開催まで、ほぼ3年を切り、希望の祭典への期待と我が国のさらなる発展の予感が大きく膨らんでいる。筆者の属する弊社はワールドワイドパートナーとして東京オリンピックをサポートする一方で、その大きなビジネスチャンスとしてとらまえて果敢に新技術に裏付けられた商品、ソリューションを仕込んでいる。さあ、いよいよ我が国のエレクトロニクス業界の「反転攻勢」の始まりである。と威勢よく書き始めたものの、筆者の属する我が国エレクトロニクス業界の「栄枯盛衰」は、毎年連日連夜の報道の通り、リーマンショックを契機に半導体、ディスプレイの敗退から始まり、さらには経営不祥事にまで至り、目を覆いたくなる状態の中で、去った優秀な同僚や他社の技術達の境遇を思えば悲しい限りである。かつてのエレクトロニクス業界は我が国GDPの一翼を担い、優秀な学生が就職するのが当たり前の業態であった。最近では大学でのエレクトロニクス離れと就職不人気が見られ、大いに憂慮している。今回の巻頭言は、大それたことだが現状の我が国エレクトロニクス業界に従事する者の端くれとして、「臥薪嘗胆」を述べてみたい。

筆者は入社以来、微細加工すなわち半導体リソグラフィ技術の開発に40年近く従事してきた。最近では新デバイス全般の研究開発マネジメントをしているが、リソグラフィ関係の学会は概ねレビューを継続している。思い起こせば、リソグラフィはMooreの法則をキープする要の技術で、その微細化の衰退は半導体技術の進歩の停止となるので、半導体ロードマップの堅守のために、健全に世界中で研究開発が非常に盛ん

であった。微細化の歴史を辿れば、短波長化の変遷で、G線(436nm)からI線(365nm)、そして大きな変革となったエキシマレーザー露光の導入で、KrF(248nm)からArF(193nm)と、世界各国の先進的な光リソグラフィ技術者の大いなる寄与で半導体ロードマップを実現してきた。さらには液浸技術や多重露光技術が導入され、現在では10nm級のメモリーやCPUが実現されるに至り、ほぼ、半導体が1947年に発明されて以来、70年もの間、Mooreの法則が維持されてきたことは、筆舌に尽くしがたい。しかしながら、このMooreの法則の停滞が最近多く語られてきたし、3次元構造への変革が大きな潮流になってきており、リソグラフィの最後の短波長化の主役であるEUVの登場が、その技術実現のハードルの高さもあるが、先送りされてきているのは、はなはだ残念である。筆者も前述の微細化実現のため、最新鋭のArF液浸装置を自社工場に導入し、28nm CMOSの開発までに至った。今では時効であるが、あの当時、密かに自社工場へのEUV露光装置導入の計画を立てた記憶もある。残念ながら、リーマンショックとディスプレイ産業の価格競争による衰退で実現しなかった。この28nmノードあたりが、我が国半導体産業の曲がり角となった。そこで、なぜ我が国の半導体とディスプレイ産業が失敗したのかの反省と、それに基づく臥薪嘗胆を続けて考察してみよう。

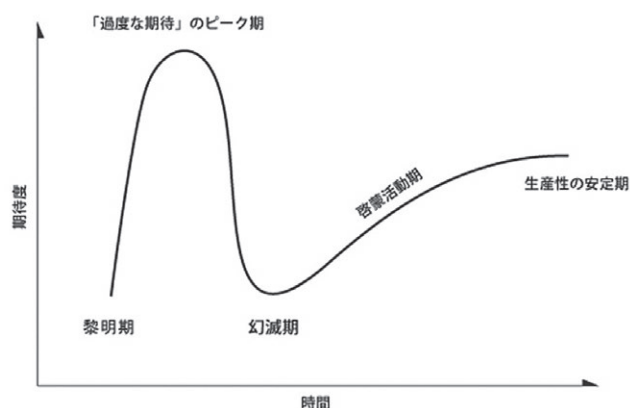
現在、我が国の内閣府や各省庁を中心に次世代産業戦略が提言されているが、過去の失敗や反省のベースがなく、他国の後追いの状況で目的が手段化しているのは非常に残念であると言える。もっと失敗の分析や

当事者のヒアリングをするべきであるが、日本人の気質として難しいのであろう。Appleの創業者Jobsが、奇しくも発言している。「技術が重要でなく、技術で何が出来るかが重要」、これがすなわち我が国エレクトロニクス産業と所属官庁の一番反省すべきことである。半導体もディスプレイ（まとめてデバイスと表現）もロードマップ路線に基づいた開発戦略を行い、顧客の本来のニーズや世の中のトレンドを顧みず巨額投資をした結果が、我が国エレクトロニクス業界衰退の大きな原因である。デバイスロードマップそのものを否定する気はないが、産官学まとまての護送船団手法が世の中のトレンドと乖離してしまった結果である。まさしく目的が手段化してしまった典型である。また、多数のエレクトロニクス企業は過去からの貯えとプライドを基に自前主義を貫き、垂直統合型のビジネスモデルで戦う一方、海外企業はいち早くオープンイノベーションを導入し、顧客ニーズを元に水平型ビジネスモデルで、いわゆる一つの強いコア技術やIPをベースに、デバイスだけでなくモジュールやソリューションとして提供、我が国エレクトロニクス産業を窮地に陥れた。さらに一方、特に先進的な海外のエレクトロニクス企業やIT企業は、IoT社会を見据えて、いわゆるデバイス企業の積極的なM&Aまでを戦略化し、大きな合従連衡が相次いで報道されている。我が国エレクトロニクス産業のデバイス技術をいかに守り強固にしていくか、まさに現在、正念場なのである。

さて、エレクトロニクス業界の課題と現状の状況を記したが、このままでは、益々、学生諸君の人氣が低下してしまうので、以下ではいかに、我が国エレクトロニクス企業が反転攻勢をしかけているかの一端を企業秘密に関わらない程度でのご披露と、前述した微細加工技術はまだまだ、今後の業界を覆すデバイスには必要不可欠であることを記してみたい。まずは第一に戦略の再構築である。第二は我々技術者の心意気と世界を変えるイノベーションの創造である。

第一の戦略の再構築ではまず、「遠きを計るものは富み、近くを計るものは貧する」、この二宮尊徳の名言を紹介したい。さて、戦略とは何か？字の如し戦を略すると言うことであり、無駄な消耗戦なくして勝てる分野に戦力を投入することであり、これがまさしく戦略である。また、前述の反省で述べたように、顧客ニーズと世の中のトレンドの深読みである。最新のIoTには多種多様なデバイスが大量に必要であると多くの人が提案しているが、デバイスロードマップが破綻した今こそ、自分達で将来を見ての「仮説」作りが必要である。例えその仮説の困難さが尋常でなく難しくとも、果敢に挑戦することが肝要である。筋から逸れる話であるが、我が国の画一的な大学入試制度では、最近、自ら立てた仮設の前に計算高く挑戦を早々

諦めてしまう技術者が増えている風潮が目立ち、是非とも改善を期待したい（これは最近の応物などの学会で、企業からの発表が激減している現状を見れば、皆さん納得かと）。さて、仮説を立てる上で、まずは戦場を決めなければならない。戦場は即ち顧客ニーズ即ちトレンドの先読みである。さらに言えばビジネスの土俵をどこに持っていか、経営の根幹である。筆者の企業では、他社グローバル企業に先んじて、競争激化のIT産業から車載産業に土俵替えし、さらにB2CからB2Bの顧客戦略も大きく替えた。先読みには世界を飛び回り、現場・現物・現人主義に基づき足で稼ぐことが一番であるが、筆者らが使用しているツールの一つだけを紹介する。米国Gartner社が提言したハイプ・サイクルは、特定の技術の成熟度、採用度、社会への適用度を示す図であり、新規期待技術の発掘や技術レベルを知るうえで有用な解析手段である。



戦略の再構築にさらに必要なもう一つは、グローバルなオープンイノベーションの導入である。これにはトップマネジメントの理解は必要不可欠であり、自前主義の打破の根幹、すなわち速いR&Dをなすべきものである。オープンイノベーションは二つの手法があり、まずは不足技術の調達と顧客提案のためのProof of Concept (PoC) 作りの体制構築である。二つ目はガラパゴス携帯の事例のごとく永年、我が国が不得意であった世界標準化である。最新のオープンイノベーションでは単一の協業から複数の研究組織や大学を巻き込んだマルチな協業で速いR&D体制を構築しているのが流れである。

第二点目の我々技術者（特に企業）の心意気と世界を変える創造の発揮について述べてみたい。筆者の職場での技術者の殆どが旧帝大卒で、皆一様に頭が良く秀才揃いである（他のエレクトロニクス企業も同じかと）が、前述のように立てた仮説に対しての挑戦の意欲が、ゆとり世代が原因だとは思わないが、妙に普通主義、諦め主義が蔓延り、挑戦する気概が薄れていると感じているのは筆者だけでは無いと思われる。第1点目に述べた戦略を成功するベースはまさしく活力ある組織、人がベースになるのは当然である。筆者の拙

い会社技術者人生の基本は、「会社に行くのが楽しいか？」と毎日、問いかけてきたことである。皆さんは会社に行くのが楽しくて、楽しくてしょうがない！になっていますか？筆者が技術者をやって良かったことは、いい成果を上げれば客観的な評価を受けて自らの進む道を決められることであった。文系ビジネスの分野は曖昧であるが、やりたいことを見つけてそれに情熱を傾けるといってサイエンスはやりがいがあると確信している。

最後にイノベーションの創造について、技術者の基本の5つのポイントをここで紹介する。1つ目は楽観的であること。困難にぶつかっても簡単に滅入らない。嫌なことがあっても酒飲んで（お酒が嫌いな方は失礼）立ち直す事である。2つ目は目利きが良いこと。たくさんあるアイデア、実験、共同者をどう選ぶかである。3つ目は優先順位がしっかりしている事。最も重要なことを常に優先し、それ以外はどうしても良いと思えることが重要である。4つ目はGive & Take。相手にGiveすれば必ずさらに良いものがTakeされる。世界に名だたる最高の技術を持つことは技術者成長の礎となる。良く論文のReferenceに自分の論文ば

かり引用する若い技術者が散見されるが、それは技術者としては大成しない。最後の5つ目は、特にフォトポリマー懇話会ニュースレターの読者の皆さんへのメッセージでもあるが、微細加工技術は永遠に不滅であること。これは半導体技術は地球上で唯一無二の生産技術手法であり、旧来のデバイス（電池、LCRやMEMSなど）のもの造りへの適用や新デバイスへの新機能創造が、特にナノレベルの加工技術、例えば、ナノインプリントや自己組織化パターニング適用で可能となる。さらにはIoT時代のエッジ型人口知能実現には、まだまださらなる微細加工が必須である。これは弊職が現在、半導体を含む、すべてのデバイスをマネージングする立場からの実感である。

若い技術者には自分が夢中になる面白い仕事、素晴らしい課題を見出して打ち込んで欲しい。

以上、技術者の5つの基本ポイントを述べたが、最後に筆者の好きな文章を紹介する。「The future is not be predicted, but to be created」；未来は予測するものでなく、創造すること。

皆さん、我が国エレクトロニクス企業の再興を期待して頂ければ幸いである。

【研究室紹介】

メソスケール周期構造の活用

名古屋大学 大学院工学研究科 松下裕秀、野呂篤史

1) はじめに

異種高分子成分を繋いで得られる複合高分子であるブロック共重合体は、成分同士に反発力が働けば、凝集系ではメソスケールの周期を持つ規則構造を自発的に形成するため^{[1]-[3]}、多くの高機能材料として活用が期待されている。私達は、この共重合体の構造・物性を研究対象としているが、本稿ではブロック共重合体が示す周期のうち、従来知られているものよりも大きな100nm以上の周期を持つものと、逆に10nm以下の小さな周期を持つものに注目する。前者の代表利用例としてフォトリソグラフィがあり、後者にはナノリソグラフィがある。本稿ではこれらに焦点を当て、分子設計上の工夫と化学環境の適切な選択による大周期構造と小周期構造をもつ材料の設計法に関する最近の私達の研究例を紹介する。

2) 大きな一次元周期を持つフォトリソグラフィ

異なる屈折率の物質を周期的に配列させた構造体は、フォトリソグラフィバンドギャップと呼ばれる電磁波（光）の進入を許さない波長帯域を有しているため、

フォトリソグラフィ結晶として利用可能である。この概念は1987年にYablonovitch^[4]やJohn^[5]によって提唱されているが、フォトリソグラフィ結晶は物質が示す幾何学的な繰返し周期の次元により1、2、3次元結晶に分類することができる。このうち最も単純な1次元結晶では、構成成分の厚み、屈折率に応じて特定波長の光を反射する。その概念図を図1に示す。2成分（成分1と成分2）の層状の繰返し構造に対して垂直方向から光を照射した場合、層の厚み（ d_1 、 d_2 ）と屈折率（ n_1 、 n_2 ）に応じて、式（1）により表される特定波長 λ の光を反射することが知られている^[6]。

$$\lambda = 2(n_1d_1 + n_2d_2) \quad (1)$$

このような層状の構造は、これまで金属などの無機物を微細加工して作製されてきたが、ブロック共重合体の自己組織化能を利用すると簡便に形成できる。ここで、高分子など有機物の屈折率はおよそ1.5であるため、 $\lambda \approx 3(d_1 + d_2) = 3D$ の関係から、ブロック共重合体のラメラ構造を用いて可視光（ $\lambda > 400\text{nm}$ ）を反射させるためには130nmを超える D が必要とされる。このような大きな D を実現するには、分子量40万以上

が必要になり、実験的には分子量制御が困難な領域である^[7]。

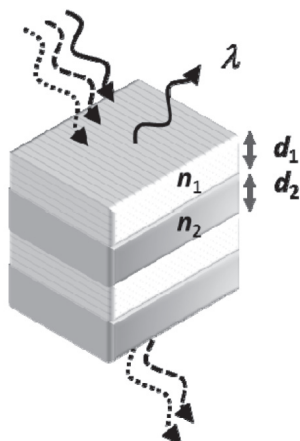


図1. 1次元フォトニック結晶の模式図。厚み d_1 、屈折率 n_1 の成分1の層と、厚み d_2 、屈折率 n_2 の成分2の層との繰返しからなるナノ構造体

そこで、私達は不揮発性の選択溶媒を利用する手法を考案した。選択溶媒では良溶媒となる成分を溶かすが、貧溶媒として働く高分子成分は不動態的に何も変化させないので、モルフォロジーの基本骨格を保ったまま良溶媒成分のみ大きく膨潤することになる。ここではラメラ状の相分離構造を形成するポリスチレン-*b*-ポリ(2-ビニルピリジン) (PS-P2VP) ブロック共重合体の薄膜からフォトニック膜を得る例について述べる^[8]。

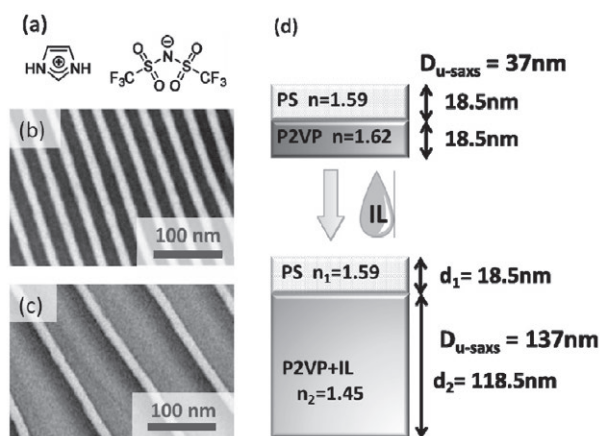


図2. (a) イミダゾリウムビス(トリフルオロメタンスルフォニル)イミダイドの化学構造式
(b) PS-P2VP膜のTEM像
(c) PS-P2VP/ILフォトニック膜のTEM像
(d) 膨潤の模式図

高分子試料調製後、スピコートによりガラスもしくはポリイミドなどの基板上に数 μm 厚のPS-P2VP(分子量は約8万、PSの体積分率は0.50でラメラ構

造組成) 薄膜を作製した。THFとクロロホルムの混合溶媒の蒸気を用いてアニール処理を行い、その後不揮発性イオン液体であるイミダゾリウムビス(トリフルオロメタンスルフォニル)イミダイド^{[9], [10]}とイミダゾールの混合物(モル比: 3:4 P2VPのみ溶解)を添加し、40 $^{\circ}\text{C}$ 程度で1~2時間加熱することでソフトフォトニック膜を得た。

IL添加前後の透過型電子顕微鏡(TEM)観察結果を図2b, cに示している。観察像にコントラストを付けるためにヨウ素蒸気による染色処理を行っており、P2VP相が暗く見える。IL添加前(図2b)では対称なラメラ構造が観察されていたのに対し、IL添加後(図2c)には著しく非対称なラメラ構造になった。P2VP相がILによって選択的に膨潤したことが分かる。そこで、 $D > 100\text{nm}$ の大きな周期の相分離構造の決定に有効な超小角X線散乱(U-SAXS)の測定を行い、IL添加前の周期37nmが、IL添加後には137nmと大幅に増大したことを確認した。図2dに膨潤の模式図を示している。この膜の反射率測定を行った結果、380nm付近に鋭い反射ピークが見られ、膜の外観(紫色)に対応した結果が得られている。図2dの各層の厚みとPSの屈折率(1.59)、ILを含有したP2VPの屈折率(1.45)を用い、式(1)より反射光波長 λ を計算すると約400nmとなり、実験値とおおよそ一致した。ここに示したのは一例であるが、同様の手法で近紫外~近赤外の光を反射するソフトフォトニック結晶膜とできることを報告している^[11]。このようなフォトニック膜は今回用いたイオン液体だけではなく、たとえば1-エチルイミダゾリウムビス(トリフルオロメタンスルフォニル)イミダイド等、他のプロトン性のイオン液体からでも作製できることが分かっている。

3) 小さな一次元周期を持つ構造

次に小さな構造構築の例を紹介する。ブロック共重合体の構造周期を小さくしてゆくと微細パターンング(構造周期10nm以下)が可能になる。前項と逆で、微細周期を形成させるためには小さな重合度 N の共重合体を用いればよいが、相分離構造の形成条件は $\chi N > 10.5$ (χ : 相互作用パラメーター)であるので^[2]、大きな χ を持たせなければならない。そこで本研究では炭化水素からフッ化炭素に置換した分子を利用する方法を2段階で試みた^[12]。可逆的付加開裂連鎖移動(RAFT)重合法により重合度の異なるフッ素含有共重合体を合成し、加水分解することで超強偏析系ブロック共重合体poly(2, 3, 4, 5, 6-pentafluorostyrene)-*b*-poly(acrylic acid)(FA)とした(図3a)。グラフト型ポリマーもRAFT重合法により合成し、poly(1H, 1H, 2H, 2H-heptafluorodecyl acrylate)(FC₁₀)(図3c)を得た。得られた試料を溶媒キャスト法により製膜した。



研究室メンバーの写真

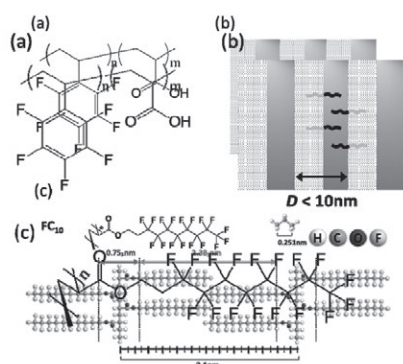


図3. 超強偏析系ブロック共重合体FAの分子構造 (a) と分子が伸びた状態で作る周期構造 (b)。 (c) は側鎖にフッ化炭素を持つ分子FC₁₀の分子構造

TEM観察により、合成したFA ($N = 93, 41, 23$) のうち、 $N \geq 41$ の試料ではラメラ構造の形成を確かめた。SAXS測定においても $N \geq 41$ の試料ではラメラ構造を裏付ける整数次ピークが複数見られた (図4)。 $q_1 = 2\pi/D$ (q_1 : 1 次の散乱ベクトル) の関係より重合度が小さくなるにつれて構造周期も小さくなり、F₁₀A₃₁ ($N = 41$) では $D = 8.9\text{nm}$ と求められた。図3bに短い分子が強い反発力を発揮して作る周期構造の模式図を示す。

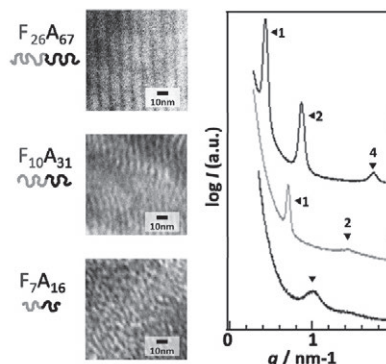


図4. 超強偏析系ブロック共重合体FAの分子の長さの違いによる構造の違い

さらに、グラフト型ポリマーのFC₁₀に対して広角X線散乱測定を行ったところ、整数次ピークが複数見られ、 $D_{FC_{10}} = 3.2\text{nm}$ の極めて小さなラメラ構造を形成していることが分かった。熱分析により、FC₁₀は室温で結晶状態をとっていることが確かめられたことから、FC₁₀では長い側鎖部が結晶化して周期的な配列パターン誘起したと考えられる。フッ化炭素鎖は、螺旋構造を採っていることが知られているが、FC₁₀の主鎖・側鎖の分子鎖コンフォメーションを最も単純なトランスジグザグであると仮定すると、その構造周期は実験値に極めて近い3.1 nmと見積もられた。

4) おわりに

ここでは、ブロック共重合体を用いた材料設計に関する、筆者らの研究例を紹介した。まず、大きな分子量を持つ試料の代わりに、モルフォロジー骨格を変えことなく選択溶媒で特定相を膨潤させ、繰返し周期100nm超の一次元フォトニック膜を比較的容易に作製した。また、フッ素原子を多数導入する手法で、 N が小さくても大きな χ をもつ分子を合成して、10nmよりもはるかに小さい約3nmの周期を実現した。これらには、これまでのソフト材料を超える高機能材料として、本稿で提案した以外にも様々な応用が期待されている。

<参考文献>

- [1] Matsuo, M.; Sagae, S.; Asai, H. *Polymer* 1969, **10**, 79–87.
- [2] Leibler, L. *Macromolecules* 1980, **13**, 1602–1617.
- [3] Bates, F. S.; Fredrickson, G. H. *Annual Rev Phys Chem* 1990, **41**, 525–557.
- [4] Yablonoitch, E. *Phys. Rev. Lett.* 1987, **58**, 2059– 2062.
- [5] John, S. *Phys. Rev. Lett.* 1987, **58**, 2486– 2489.
- [6] Edrington, A. C.; Urbas, A. M.; DeRege, P.; Chen, C. X.; Swager, T. M.; Hadjichristidis, N.; Xenidou, M.; Fetters, L. J.; Joannopoulos, J. D.; Fink, Y. *Adv. Mater.* 2001, **13**, 421– 425.
- [7] Matsushita, Y.; Mori, K.; Saguchi, R.; Nakao, Y.; Noda, I.; Nagasawa, M. *Macromolecules* 1990, **23**, 4313–4316.
- [8] Noro, A.; Tomita, Y.; Shinohara, Y.; Sageshima, Y.; Walish, J. J.; Matsushita, Y.; Thomas, E. L. *Macromolecules* 2014, **47**, 4103–4109.
- [9] Noda, A.; Susan, A. B.; Kudo, K.; Mitsushima, S.; Hayamizu, K.; Watanabe, M. *J. Phys. Chem. B* 2003, **107**, 4024– 4033.
- [10] Wilson, G. J.; Hollenkamp, A. F.; Pandolfo, A. G. *Chem. Int.* 2007, **29**, 16– 18.
- [11] Noro, A.; Tomita, Y.; Matsushita, Y.; Thomas, E. L. *Macromolecules* 2016, **49**, 8971–8979.
- [12] 森貴裕、野呂篤史、松下裕秀 高分子学会予稿集、**65** [2]、1H08 (2016)

【新製品・新技術紹介】

Roll to Roll ナノパターニングによるデバイス開発

旭化成株式会社 生産技術センター 伊藤 直人

1. 緒言

現在、トリリオンセンサー社会、IoT 社会の実現に向けたプリントエレクトロニクス (PE) の研究開発が注目されている。PE については多くの先行事例があるが、工業化が大きな課題である。

弊社ではこの課題を解決するため、フィルムを連続的に繰出し、印刷・賦形を行う Roll to Roll (R2R) プロセスに関する生産技術の探索・研究開発を行ってきた。その成果の一つとして世界で最も高解像度の R2R パターニング用円筒版の開発に成功した (図 1)。本円筒版製作プロセスの特徴は、電子ビーム露光による高解像度の特性を生かしつつ、高スループットを実現したことである。本稿ではその開発の概要と現在の進捗、及び今後のデバイス開発に向けた取組みを紹介する。



図 1 開発に成功した円筒版 (φ100 × 250L)

2. 円筒版の製造プロセス

2-1 製造プロセス全体

今回開発した円筒版の製造プロセスを図 2 に示す。本プロセスは平板の微細加工プロセスを円筒版向けに応用したものである。

- ① 超鏡面ロール製作
研削研磨加工により、 $Ra < 5 \text{ nm}$ ロール表面粗度を有したロールを製作する。
- ② レジスト塗工
ロール表面に電子線レジストを塗布する。
- ③ 電子ビーム露光
ロール全表面を露光、その後現像工程を経て、レジストパターンを得る。
- ④ 後工程
パターンに応じて、各種後処理を行い、ロール表面に硬いパターンを形成する。
- ⑤ 検査工程

ロール表面を観察可能な Roll-SEM にて全表面を観察する。

本稿では特徴的なレジスト塗工プロセス及び電子ビーム露光プロセスを紹介する。

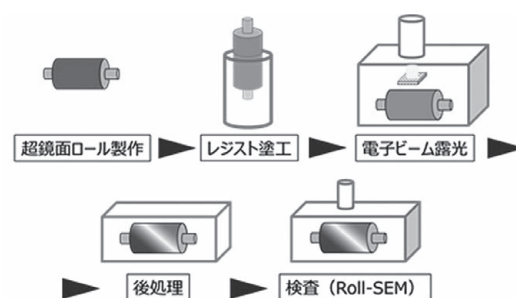


図 2 円筒版の製造プロセス

2-2 レジスト塗工プロセス

一般的な塗工プロセスにはスピコート法が用いられ、比較的容易に薄膜かつ膜厚ムラの少ない塗工膜を実現できる。一方で、円筒版には適用することが困難である。そこで各種成膜方法のテスト評価を行い、最終的にディップ法による円筒版塗工装置を開発した。図 3 にディップ塗工の概要を表 1 に塗工条件の一例を示す。

表 1 の条件で塗工した結果、狙いの膜厚 150nm に対して、 $150.1 \text{ nm} \pm < 5\%$ を実現した。これはスピコートと同等の精度である。現在は $< 100 \text{ nm}$ 膜厚を実現しており、更なる薄膜化技術を開発している。

表 1 塗工条件	
レジスト	ZEP520
濃度	7.2wt%
粘度	$5.2 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
温度	24℃
引上げ速度	0.4mm/s

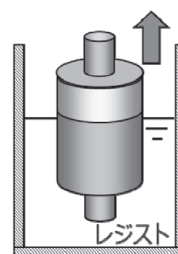


図 3 ディップ塗工

2-3 電子ビーム露光プロセス

電子ビーム露光プロセスも円筒版向けに新規開発をした (図 4)。その特徴を以下に記載する。

- ① 高スループット
平行電子ビームとステンスルマスクを利用した一括転写方式により、高解像度と高スループット

を両立した。一般的な直描法に対して、数千倍のスループットを有する。

② 焦点深度の変動に対する高いロバスト性

円筒版の回転時に発生する振れ回りに伴う焦点深度の変動に対して、平行電子ビームを採用することで、原理的に焦点変動の影響を受けない方式とした。

このような特徴を有した電子ビーム露光装置にて、パターンに継ぎ目の無い円筒版（Seamless Roller Mold : SRM）を実現した。また、最高解像度<100nmを達成しており、更なる高解像度化に向けて開発を加速している。

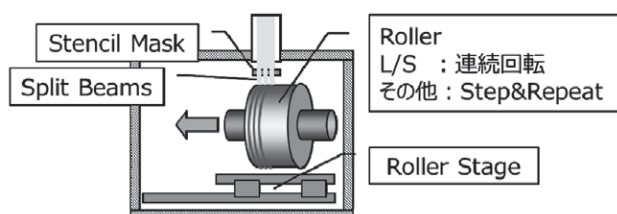


図4 電子ビーム露光装置

3. パターニング

3-1 インプリント

作成した円筒版にてUVインプリントを行った。装置の概要を図5に、インプリントしたフィルムのSEM像を図6に示す。円筒版表面のパターンをフィルム上に継ぎ目なくパターニングすることに成功した。

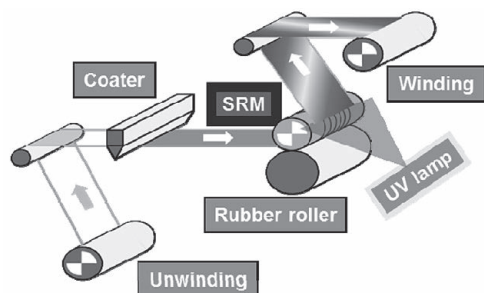


図5 UVインプリント装置

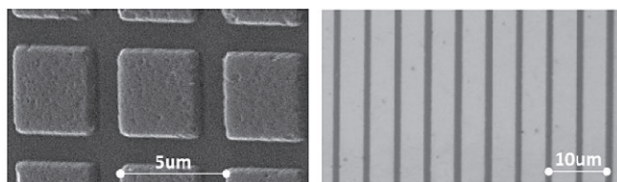


図6 インプリントしたフィルムのSEM像
(左：4μm Grid、右：W1μm×P5μm)

3-2 印刷

センサー等に使用される電子回路向けパターンとして、AgナノインクとPETフィルムの組み合わせにて印刷を行った。その結果を図7に示す。左図は

2000ppiのTFT電極パターン、右図はW5μm×P250μmのグリッドパターンを有した円筒版で印刷した結果である。また、最高解像度として、250nm線幅パターンの印刷にも成功している（図8）。現在、さらなる高解像度化を実現するため、パターニングプロセスの開発にも取り組んでいる。

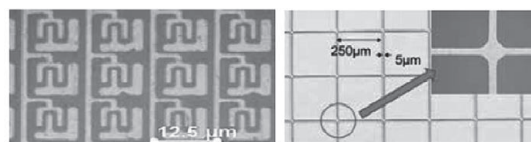


図7 導電性インクを使用したパターニング

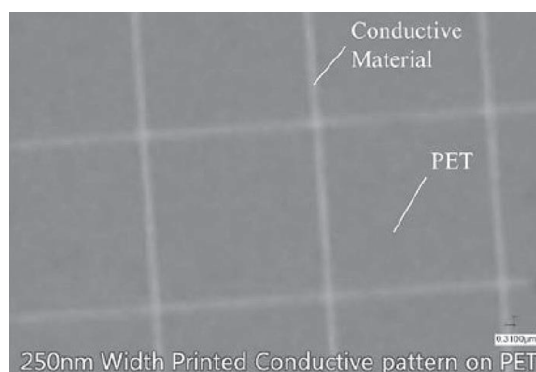


図8 線幅250nmの印刷

4. 今後の展開

本稿で紹介した通り、R2Rナノパターニングによるデバイス作成を実現するため、高解像度円筒版及び高解像度パターニングの研究開発に取り組んできた。今後は、弊社の事業領域である材料技術やデバイス設計技術との融合を深めることで、さらに開発を加速させるとともに、コア技術を保有する各社との協業を強化しながら、社会へ貢献可能な製品開発を進めていく所存である。

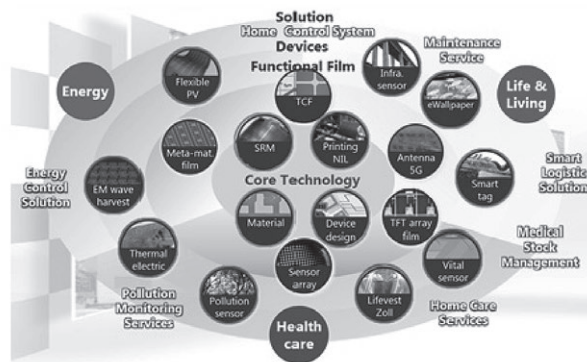


図9 ロードマップ

※高解像度円筒版の研究はA-STEP（科学技術振興機構）による支援を受けており、兵庫県立大学松井特任教授と岡田助教との共同研究成果です。

【会告】

【第27回フォトポリマー講習会】

会期：8月30日(水)～31日(木) 9時30分～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

協賛：日本化学会

プログラム

I 基礎編（8月30日）

1) フォトポリマーの光化学
東京理科大学 青木健一氏

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) 白石篤志氏

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31日）

5) 微細加工用レジスト
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) 唐澤 隆氏

7) ウエハーコート用感光性耐熱材料
日立化成デュポンマイクロシステムズ(株)
大江匡之氏

8) 光硬化型“黒色”接着剤
～光硬化型接着剤の進化～
(株)スリーボンド 大槻直也氏

9) トピックス
黎明期からのリソグラフィの進化：
悠久のレジスト材料開発
神奈川大学 鴨志田洋一氏

参加費：会員・協賛会員 30,000円
非会員 40,000円 学生 20,000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にて事務局(043-290-3460)まで。
定員：95名(申込締切：8月16日(水))

【見学会・第222回講演会】

日時：9月13日(水) 13時30分～17時
見学先：産業技術総合研究所
フレキシブルエレクトロニクス研究センター

参加資格：当会会員のみ／参加費：無料

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にて事務局(043-290-3460)まで。
定員：20名程度(定員になり次第締め切ります)
※詳細ご案内については後日通知します。

【第223回フォトポリマー講演会】

日時：10月12日(木) 13時00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

テーマ：『3D プリンティングの現状と将来』
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、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にて事務局(043-290-3460)まで。
定員：95名(定員になり次第締め切ります)

【平成29年度総会報告】

日時：2017年4月20日(木) 13時00分から
会場：森戸記念館（東京理科大学）第一フォーラム
出席者数：34名(委任状9名含む)

議案：
1. 平成28年度事業報告承認の件
2. 平成28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29年度事業計画の件
4. 平成29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 鴨志田洋一

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

千葉大学大学院融合科学研究科 情報科学専攻 画像マテリアルコース内

電話/FAX 043-290-3460

URL: <http://www.tapj.jp/>

2017年7月1日発行