The Technical Association of Photopolymers,Japan

フォトポリマー懇話会　ニュースレター

No.85　January 2019

ナノインプリント昔ばなし

国立研究開発法人　産業技術総合研究所
集積マイクロシステム研究センター　研究センター長
廣島　　洋

ナノインプリントリソグラフィ（Nanoimprint lithography）はStephen Chou教授（現在、プリンストン大）が1995年にミネソタ大で開発した。この時の手法は熱ナノインプリントである。また、最初の光ナノインプリントとしては、フィリップス研究所のHaisma博士らによるMold-assisted nanolithographyが引用されることが多い。2000年頃に兵庫県立大学の松井真二先生や大阪府立大学の平井義彦先生らが熱ナノインプリントを、産総研の古室昌徳博士らが光ナノインプリントを始めた。忘れてしまう前に、そのころの苦労話などをしておきたい。

第１章　モールドが押せない（実験結果を見つめる）

光硬化樹脂をSiウエハにスピンコートすると、膜厚により一様な干渉色を示す。このサンプルを台に置き、1cm角の大きさのモールドでインプリントした。モールドが押された部分にて縁取るように痕跡は見えるのだが、パターンがあるべき部分にパターンが無く、さらには一様な干渉色にさえ乱れが無い。インプリント圧力を大きくしても結果は同じであった。これには非常に困惑した。強く押しても駄目なのである。実験結果はモールド外周部分のみが接触し、それ以外の部分ではモールドが光硬化樹脂に接触していないことを示していた。実はこのような接触不良は、樹脂膜を薄くすると容易に発生する。2枚の平坦な石英板を重ねて置いた場合に、我々はその2枚が接触していることを知っているし、また、全面が接触しているようなつもりでいる。しかし、間違いである。我々は、2枚の石英板の間隙が干渉色を示すことを知っているし、干渉色が見える、つまり、表面の大部分のほぼ全てが接触していない。であるから、一方の板に極薄の光ナノインプリント樹脂が塗られていても同じである。2つの面を接触させることは難しい。と、分かる。では、強く押しても効果がないのは何故となる。これは、モールドがSiウエハよりも小さいことが原因であった。Siウエハを柔らかい台に置き、それをモールドで押す場合、Siウエハは下に凸となり湾曲する。強く押せば押すほど湾曲も大きくなり、モールド中央部の接触状況は悪い方に向かう。つまり、最初にモールドが周辺部と接触するような場合、加圧力を大きくしても接触状況は改善されない。結局、我々は、Siウエハを少し上に凸となるような機構を装置に導入した。

第２章　モールドに樹脂が付く（論文は知識の宝庫）

ようやく光硬化樹脂を利用してモールドを押し付け、接触させることができるようになったのだが、今度は、離型の問題が発生した。光硬化樹脂は言い換えれば光硬化接着剤なので、モールドとウエハを良好に接着してしまう。剥がすのは大変である。モールド表面に離型性を付与できれば良いと考え、いろいろな表面処理を試してみた。ある時、学生が「50%くらい成功しました」というので見てみると。10回やって5回成功ではなくて、「1つのサンプルでインプリントした面積の半分くらいはウエハ側にパターンが残っている物がある」の意味だった。完全に成功した物は1枚もない。「50%成功とは言わないのだよ」と学生に教えた。以前から論文検索でInspecなどがあったが使い

にくく、新しい知識はこれまではもっぱら国際会議や論文誌の特集号から得ていた。このころにはGoogleがあり、ネット上にある膨大な文献を高速で非常に簡便に検索することができるようになっていた。Googleにて光ナノインプリント関連を調べた。この分野ではTexas大学のWillson教授のグループが非常に進んでいることを知った。調べを進めると、彼らの表面処理についての論文を見つけることができた。Tridecafluoro-1,1,2,2,tetrahydrooctyl trichlorosilaneを使えばよいらしい。しかし、私は化学が不得意である。Gelestというワードから、それが化学メーカであることが分かった。さんざん調べて、Gelest Aquaphobe CFが使えそうだと判断し、購入することができた。このシランカップリング剤の効果は絶大であった。離型は100%成功するようになった。

第3章　バブル欠陥が発生する（事実に目を向ける）

Siウエハに光硬化樹脂をスピンコートして光ナノインプリントが行えるようになった。同じようなパターンを再現性良くインプリントすることができる。しかし、時々、ところどころに充填不良（バブル欠陥）が発生する。ナノインプリントによりナノメータ寸法（当時は100nm以下くらいをターゲット）の転写が研究テーマであったので、モールドへのパターニングは電子ビーム描画装置を利用し、描画時間の関係でモールドには僅かな面積でパターンが形成されている。バブル欠陥がパターン部分に発生することは稀であり、しばらく気にしないでいた。文献検索したが、バブル欠陥に関する報告はなく、他の機関では問題となっていないようである。手順がこなれてくれば解消されるかもしれないと思っていたが、依然としてその現象は発生しつづけた。空気の捕獲が原因と考え、空気の捕獲しやすい大きな（20μm）パターンで実験を行ってみた。その結果、予想通り、空気の捕獲が起こり、バブル欠陥は問題であるという結論になりとても困ったことになった。これを発表すると、ナノインプリントの普及の勢いに水を差すことになってしまう。解決方法と併せて発表すれば普及へのダメージは少ないと考え、バブル欠陥の解決方法を真剣に考えた。

第4章　凝縮性ガスを探す（生活の中のヒント）

雰囲気を大気でなくて何かのガスにすることで解決できないかと考え､コーラ（炭酸ガス）やライター（ブタンガス）を思いついた。前者は誰でも思いつきそうだし、ガスの樹脂への溶解なので相性が問題になる。上手く行かないかもしれないし、たとえ上手く行っても樹脂を変えるとダメというのが起こりうる。後者はガス単体が圧力で気液の変化を起こすので、樹脂を選ばないはずである。万能性から後者を検討することにした。ただ、ブタンガスは燃える（ライターなのだから当然）ので、危なくて使えない。適当なガスが無いか、WEBの試薬検索で調査した。室温での蒸気圧が１～10気圧程度の試薬であれば良いが、都合よく蒸気圧で検索をかけることはできない。しかし、蒸気圧が１気圧の場合に沸騰ということに気が付けば、沸点で検索ができる。沸点が0-25℃くらいに当たりを付けて検索した。いくつも候補がでるのは良かったのだが、それが燃えないとか毒性が低いということは分からない。困っていたが、ある時、逆の方法で調べてみようと思いついた。フロンガスは最近でこそ悪役になっているが、私の子供のころは、スプレー缶はみんなフロンだった。フロンは安全で燃えないというのは常識であって、フロンガスが禁止になり可燃性のガスがスプレー缶に使われるようになった時、何で危険な可燃性ガスを使うのか不思議に思った記憶がある。WEBで探しまわり、日本フロロカーボン協会のページで沢山のフロンガスを見つけた。データもそろっていて、室温での蒸気圧のデータもある。それらの中から室温の蒸気圧が１気圧よりわずかに高いフロンガスを見つけた。CFC-11（トリクロロフルオロメタン）である。これだと思った。ところがこれは1995年に全廃のガスである。入手できないかもしれない。しかし、やはりWEBで検索し続け、ついにそのガスを手に入れた。

第5章　バブル欠陥を発生させる（実験は発見）

凝縮性ガス、トリクロロフルオロメタンの実験の前に、大気中光ナノインプリントではバブルが発生するということを示す必要があった。熱ナノインプリントでは、大気中でも真空中でも成型性に違いはなくバブルは問題ないという論文がある。逆に、バブルが問題であるという文献はそれまでに発表されていなかった。（このため発表した論文は、大気中光ナノインプリントではバブルが問題であるという文脈で多く引用されることとなった。）光ナノインプリントでは低圧力プロセスが魅力であり、当時の熱ナノインプリントよりも１桁程度低い５気圧程度を加圧の上限において実験を行っていた。５気圧のインプリントでバブルは発生しており、インプリント圧力を上げたくなかったので下げた場合とで比較を行った。予想に反してバブル発生にインプリント圧力依存が少ないという結果だった。その一方で、光硬化樹脂の初期膜厚を600nm程度から２μm程度に厚くすると、ほぼバブル欠陥のない光ナノインプリントが実現できた。かなり意外な結果であり、実験は重要であるいう教訓である。厚膜だとバブルフリーであり、薄膜を目指している我々だけがバブルに悩まされているのだとも思った。問題を知ることは、解決方法を見出すことと同様に重要である。また、問題は論文の種でもある。避けても良いが、真正面から取り組むことも悪くない。

第６章　凝縮性ガスを試す（研究者の幸せ）

必ずバブルが発生する条件で実験を行えるようになった。いよいよ、凝縮性ガス、トリクロロフルオロメタンの実験である。果たして、予想通りのバブルフリーの結果が得られた。この時の感動は忘れられない。心臓はドキドキした。研究人生を振り返り、一生に一度の経験をしたと思う。素晴らしい結果だった。しかし、問題はあった。折角、原理実証に成功したのだが、このガスは全廃のガスであり、今後、工業用途には使えないのである。困った。代替になりそうなガスを探したが都合の良いガスは見つからず、壁に突き当たってしまった。ただし、希望はあった。トリクロロフルオロメタンはとても便利なガスであり、良く使われていたガスでもある。困っているのは我々だけではないはずだ。きっと、もっと切実な人もいるはずだ。みんなが困っていればそれを解決する人がいるはずだ。そう思うことにした。

第７章　残膜均一性を改善する（理論は指針）

トリクロロフルオロメタンの問題はしばらく忘れることにして、別の問題に取り組むことにした。問題は２つあった。残膜が厚いことと残膜が不均一なことだった。光硬化樹脂は液体であるので、モールドで押すと光硬化樹脂はモールド周囲に押し出される。であれば、強く、または、長く押せば残膜はいくらでも薄くなるはずである。この推論は間違いではないが、実際はそうでもなく、残膜が薄くなるといくら押しても残膜にほとんど変化が見られなくなる。また、そうして作製した試料は、面内がさまざまな色になり残膜厚がばらついていることを示していた。残膜変化に関する論文をいくつか読み、Stefanの理論を知った。これは、何と1874年（!）に発表された論文である。論文から、加圧一定のもと、膜厚の変化速度は膜厚の３乗に比例することを知る。膜厚が初期膜厚の1/10になったとしてその時の膜厚の変化速度は、初期膜厚時点の1/1000のゆっくりとしたものになる。いくら時間をかけても膜厚が変わらないのも納得である。ここから、残膜を押して薄くという方針は無謀であり、薄い残膜を得るには、初期膜厚を薄くする必要があると判断した。薄い初期膜厚は光硬化樹脂を希釈してスピンコートすることで得られる。薄い初期膜厚はインプリント自体が難しかったが、インプリントできた場合の樹脂膜はほぼ単色であり、残膜の不均一性も同時に解決することができた。

第８章　PFPに出会う（時間が解決）

薄い初期膜厚を用いる以前に、厚膜での残膜不均一性の改善を行っていた。この原因は装置起因と考え、モールドの保持方法やウエハの保持や湾曲のさせ方、モールドやウエハの平坦性の改善などさまざまな試みを行った。どうやっても満足の行く結果は得られなかった。結局、薄い初期膜厚により残膜均一性も同時に解決されたのだが、この改善では1-2年を費やした。この間も折をみてトリクロロフルオロメタンの代替ガスを探していた。なかなか見つからない。しかし、ちょうど膜厚問題が解決したころ、そのガスをWEBで発見した。HFC-245fa（1,1,1,3,3,-Pentafluoropropane）である。待てば海路の日和ありである。製造元に連絡を取り、用途を説明し何とかガスを供給してもらえるようになった。学会でこの手法を紹介し、松井真二先生に思いがけずCRESTのメンバーに引き入れていただいた。以来、このガスをPFPと呼んで、PFP中の光ナノインプリントは産総研での標準プロセスとなった。

第９章　人との出会いは大事である（出会った人に感謝）

私の研究スタイルは全て古室昌徳博士に教えていただいた。我々が標準的に使用している光硬化樹脂PAK-01は、東京理科大学の谷口淳先生に紹介していただいた。PAK-01の希釈塗布では、製造元の東洋合成工業の坂井信支氏にお世話になった。入手不可能と思っていたStefanの論文は、日立研究所の宮内昭浩先生（現在、東京医科歯科大学）から頂戴し感動した記憶がある。松井真二先生にはCRESTに引き入れていただきさまざまなご指導をいただいた。平井義彦先生にはPFPの有効性をシミュレーションで検証していただいた。東北大学の中川先生にはPFP中で光硬化樹脂の収縮率が増大する謎を解いていただいた。研究を通して、光ナノインプリント好きの優秀な後輩もできた。とても楽しく充実した研究人生を送れたと思う。出会った人すべてに感謝したい。

【研究室紹介】

千葉大学工学研究院　高原研究室

教授　高原　茂

皆さん、こんにちは。当フォトポリマー懇話会の運営委員長（事務局担当）も務めている高原です。今回は私どもの研究室をご紹介します。

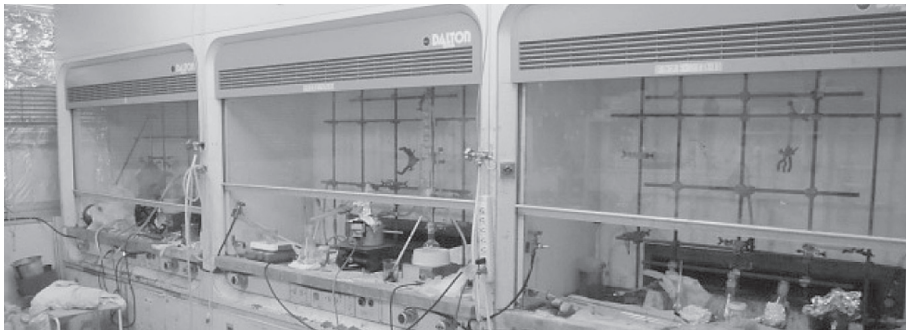
2017年度から千葉大学理工学系の組織改編があり、研究室の所属は説明がやや面倒なことになっています。（旧）大学院融合科学研究科情報科学専攻画像マテリアルコース（工学部画像科学科）から工学研究院物質科学コースの所属となり、大学院学生は融合理工学府先進理工学専攻物質科学コース、学部学生は工学部物質科学コースの所属へなっていく途中です。

研究室はほぼ15年経っており、2018年度は博士前期課程（修士）学生が６名、学部の卒研学生６名の12名の学生が所属しています。

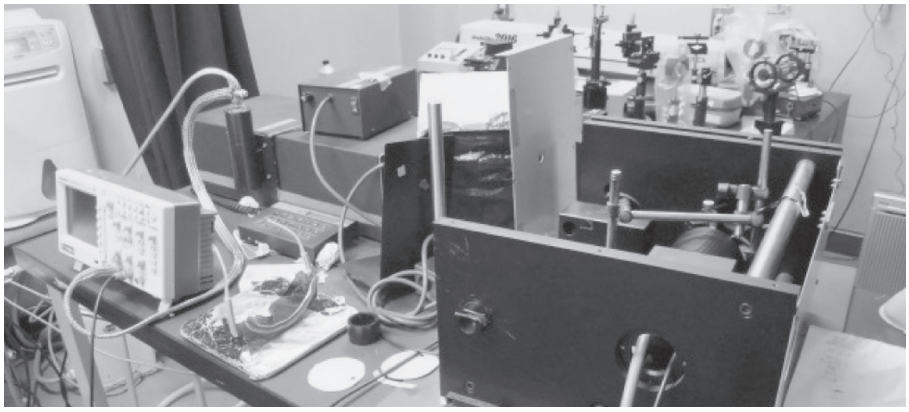
当研究室では光化学をバックグラウンドとして、光機能材料の研究をしています。固体膜中などでの特有な光反応を基にした新しい光反応性材料やリソグラフィー材料の開発、光開始剤の分子設計からの多機能光開始剤の開発などを研究課題にしてきました。

現在、光反応性材料の基本的な構成物質である光開始剤の多機能化をめざした光Ｘ発生剤（PXG）と、一重項酸素が関与するフォトクロミック材料を応用した光反応性を有するナノカーボン分散剤（PRD）を主な研究テーマとしています。

PXGの研究では、光酸発生剤とともに、酸と塩基を併せ持つ両性物質を発生する光両性物質発生剤分子を合成し、その反応や性質について研究しています。水溶性の光両性物質発生剤を用いた光pH制御の試みや、光分解性の塩基としてリソグラフィー材料への応用を検討しています。そのため、ずいぶん歴史のある建物にありますが、有機合成用のドラフト（実験室風景）から各種分光測定装置や光反応用の光源などがあります。また、レーザー光源を取り替えたりしながら、薄膜中の励起状態や中間種観測薄膜のための多重反射による過渡吸収測定装置を維持しています。



実験室風景



薄膜の過渡吸収測定装置

ナノカーボン分散剤の研究では、アントラセン骨格を有するフォトクロミック化合物がカーボンナノチューブの可溶化を促進することを見出し、さらに光反応により再析出できることから、その可能性について研究を進めています。超音波分散装置や遠心分離機などもよく利用しています。

また、特任教授として赴任された青合利明氏（元富士フイルム㈱フェロー）とのカーボンナノチューブの光ドーピング材料の研究や、CIRIC（千葉ヨウ素資源イノベーションセンター）とのヨウ素に関連した共同研究など、千葉大学内で協力して行っています。特に、CIRICには、新たにラマン分光装置やXPSなどが共有の分析機器として利用できるようになり、研究環境がたいへんよくなってきました。

また、研究室の国際化を図るため、海外の協定大学との１－２か月の短期学生交換を行っています。特にアジア諸国との連携を図っており、タイ・マレーシア・トルコ・ベトナムの大学と交流しています。これは工学系の複数のコースにわたるプログラムなのですが、私が関係しているためか、どうしても当研究室の学生は幸か不幸か、ほぼ全員がこれらの国々への複数回の短期留学経験をもつことになります。

アジア学生ワークショップでの交流

（高原　茂　takahara@faculty.chiba-u.jp
〒263-8522　千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33）

【新商品・新技術紹介】

セルロースナノファイバーの電子材料への適用

太陽ホールディングス株式会社　研究部　　増田　俊明

1．はじめに

プリント配線板などに使用されている絶縁性樹脂材料は、配線や基板に用いられる銅やシリコンなどの無機材料と比較して、非常に大きな熱膨張率を有している。基板に熱が加わると、この熱膨張率の差によって反りが生じ、クラックや配線の接続不良などの原因となる。そのため、絶縁性樹脂材料には、無機材料と同程度まで熱膨張率を低くすることが求められている。

一般に、樹脂材料を低熱膨張化する手法としては、熱膨張率の低い無機材料をフィラーとして添加する方法が知られている。しかし、熱膨張率は、フィラーの充填量に比例して低下するため、銅やシリコンなどと同等の熱膨張率を実現するためには、非常に高濃度でフィラーを充填する必要がある（Fig. 1）。そのため、樹脂の柔軟性が失われることが問題となり、低熱膨張性と高機械強度の両立が課題となっている。

ここでは、無機フィラーに代わる新たな低熱膨張材料として、セルロースナノファイバー（CNF）に着目し、低熱膨張性と高機械強度の両立を目指した。

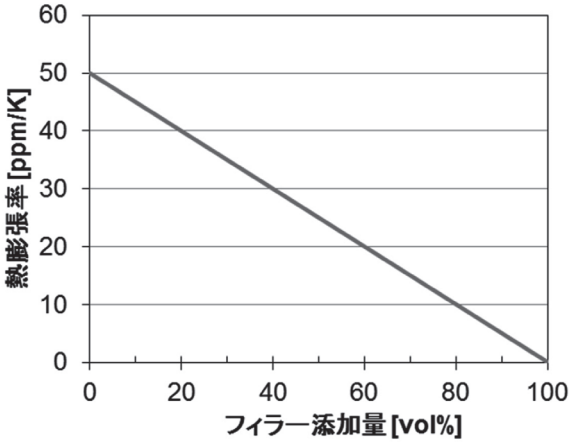


Fig. 1　フィラー添加量と熱膨張率

2．セルロースナノファイバー

CNFは、木材などに含まれる植物繊維をナノサイズまで解繊することで得られるナノファイバーであり、セルロースが高い結晶性を有していることから、優れた機械強度、熱物性を示すことが知られ、樹脂の補強材として近年注目を集めている。CNFは少量の添加でも非常に大きな補強効果が得られることが知られている[1-2]。また、CNFのサイズは光の波長よりも小さい

ため、樹脂と複合化した際に、透明性を損なわないという特徴がある。

3．絶縁性樹脂材料とCNFの複合化

絶縁性樹脂としてはエポキシ樹脂が広く用いられている。また、エポキシ樹脂の熱膨張率を低下させるために、無機フィラーとしてシリカを添加している。今回は、この絶縁性樹脂へさらにCNFを添加し、各物性を評価した。

3．1　CNFの疎水化処理

CNFは分子内に非常に多くの親水性基を有しているため、エポキシ樹脂と複合化するためには、CNFに疎水性の修飾基を導入し、疎水性を付与する必要がある。Fig. 2に2種の疎水化処理によって作成したCNFと、絶縁性樹脂を複合化した試料の断面SEMを示す。疎水化処理②を用いた試料では、CNFの添加によって樹脂中のシリカの凝集が発生し、分散状態が非常に悪いと考えられる。このようなCNFを用いた試料では、熱膨張率の低下効果がほとんど得られず、機械強度も大きく低下する（Fig. 3）。一方、疎水化処理①を用いることによって、分散状態が大きく改善し、機械強度もCNFの添加によって大きく向上した。

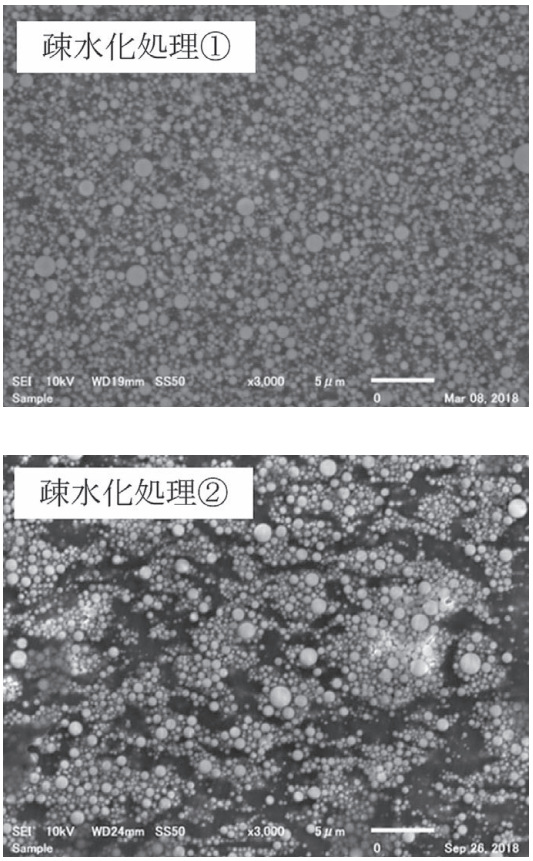


Fig. 2　疎水化処理の異なるCNFを複合化した絶縁性樹脂の試料断面SEM像

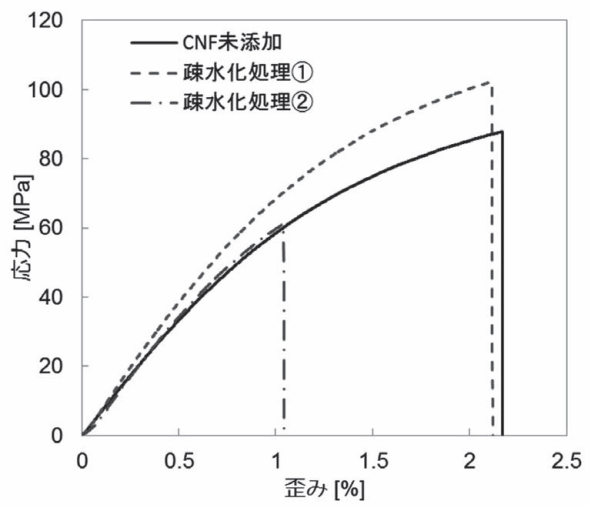


Fig. 3　CNF複合化試料の引張強度

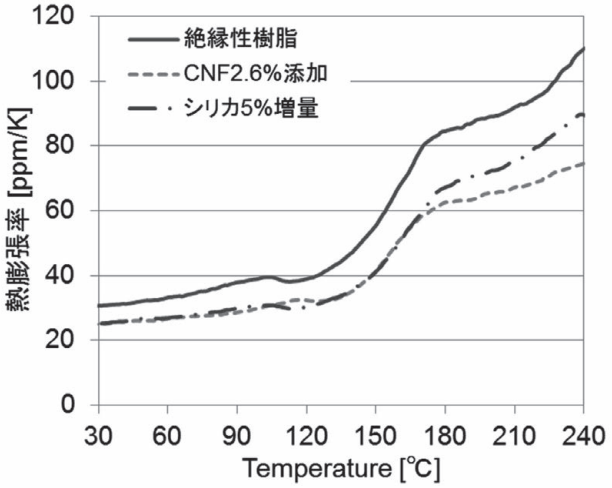


Fig. 4　熱膨張率の比較

3．2　熱膨張率

疎水化処理①のCNFを2.6 vol%複合化した試料において熱膨張率の測定を行った。絶縁性樹脂にシリカをさらに5 vol%増量した試料についても評価を行い、CNFを複合化した場合との比較を行った。各試料の熱膨張率と温度の関係をFig. 4に示す。

CNFを複合化した試料、シリカを増量した試料では、いずれも室温域において熱膨張率が約7 ppm/K低下した。しかし、シリカは充填量が5 vol%であるのに対して、CNFは2.6 vol%であり約半分の添加量で同等の低熱膨張化効果が得られた。特に、高温域においては、CNFを複合化した試料がシリカを増量した試料と比較しても低い熱膨張率を示した。このようにCNFを低熱膨張性フィラーとして用いることによって、シリカなどと比較しても少量の添加量で、同等以上の低熱膨張化効果が得られることがわかる。

4．おわりに

本検討では、CNFの疎水化処理を最適化することによって、絶縁性樹脂材料とCNFの均一分散を実現し、高機械強度と低熱膨張化の両立を実現することに成功した。また、シリカなどの無機フィラーと比較して、CNFは添加量が約半分でも同等の低熱膨張化効果が得られることが、非常に大きな特徴である。

今後は、CNFをソルダーレジストなどに適用することで、現像性と機械強度、低熱膨張性を両立できると考えられ、さらなる応用展開が期待される。

参考文献

[1] T. Saito, Y. Nishiyama, J. L. Putaux, M. Vignon, A. Isogai, *Biomacromolecules*, **7**, 1687 (2006)
[2] S. Fujisawa, T. Ikeuchi, M. Takeuchi, T. Saito, A. Isogai, *Biomacromolecules*, **13**, 2188 (2012)

【会告１】

第36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ー、ナノテクノロジーとフォトテクノロジー　ー材料とプロセスの最前線ー

主催　フォトポリマー学会
協賛　千葉大学、フォトポリマー懇話会、
　　日本化学会、高分子学会
後援　応用物理学会

第36回国際フォトポリマーコンファレンスが、6月24日（月）～27日（木）に幕張メッセ国際会議場（JR京葉線海浜幕張駅下車徒歩5分）で開催されます。

国内外の研究者、技術者によるフォトポリマーに関する科学と技術の研究成果の発表が行われ、多くの基調講演も予定されています。

今年は以下の構成により行われます。

A.　英語シンポジウム
- A1. Next Generation Lithography, EB Lithography and Nanotechnology
- A2. Nanobiotechnology
- A3. Directed Self Assembly (DSA)
- A4. Computational/ Analytical Approach for Lithography Processes
- A5. EUV Lithography
- A6. Nanoimprint Lithography
- A7. 193nm Lithography Extention
- A8. Photopolymers in 3-D Printing/ Additive Manufacturing
- A9. Advanced Materials for Photonic/ Electronic Device and Technology
- A10. Strategies and Materials for Advanced Packaging, Next Generation MEMS
- A11. Chemistry for Advanced Photopolymer Science
- A12. Organic Solar Cells - Materials, Device Physics, and Processes
- A13. Fundamentals and Applications of Biomimetics Materials and Processes
- A14. General Scopes of Photopolymer Science and Technology
- P. Panel Symposium “Nanoimprint Lithography for Next Generation”

B.　日本語シンポジウム
- B1. ポリイミド及び高温耐熱樹脂ー機能化と応用
- B2. プラズマ光化学と高分子表面機能化
- B3. 光機能性デバイス材料
- B4. 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・パターニング
- （4） フォトファブリケーション（光成形プロセス、リソグラフィ）
- （5） レジスト除去技術
- （6） 装置（光源、照射装置、計測、プロセスなど）

昨年の講演数は英語シンポジウム124件、日本語シンポジウム51件で、コンファレンス全体の講演数175件と多くの講演がありました。今年は質、量ともにさらに充実したコンファレンスになると思われます。フォトポリマーに関心をお持ちの方々は是非参加してください。

コンファレンスの概要、講演申込、参加登録については、「第36回国際フォトポリマーコンファレンス講演募集」のブロシュア、またはホームページ（http://www.spst-photopolymer.org/）をご覧いただくか、事務局（次ページ）へお問い合わせください。

（講演申込締切日）　2月14日（木）
（講演論文提出期日）　4月1日（月）
（参加申込予約締切日）　5月31日（金）

参加登録には予約申込による方法と当日登録による方法がありますが、できるだけ予約申込により参加登録をお済ませください。締切日を過ぎると当日登録扱いになり参加登録費が高くなります。

第36回国際フォトポリマーコンファレンス事務局
〒345-8522　千葉市稲毛区弥生町1-33
千葉大学共生応用化学専攻　　唐津　孝
TEL：043-290-3366
FAX：043-290-3401
E-mail：office@spst-photopolymer.org

またコンファレンス期間中、展示会を併設します。展示会出展企業を募集いたします。上記事務局にお申し込み、またはお問い合わせ下さい。

【会告2】

【第230回講演会】

日時：2019年1月25日（金）13時～17時
会場：大阪市立大学　文化交流センター
テーマ：『光機能性材料の最近の進歩』
プログラム：
1）最新ディスプレイの現状と課題および材料開発について
メルクパフォーマンスマテリアルズ㈱　野中敏章氏
2）脂環式エポキシ樹脂の特性と応用例
㈱ダイセル　鈴木弘世氏
3）近赤外光（NIR）に感光する開始剤とこれを用いたフォトポリマーへの応用
サンアプロ㈱　白石篤志氏
4）UV硬化組成物におけるモノマー、オリゴマーの選択について
大阪有機化学工業㈱　猿渡欣幸氏
参加費：（講演要旨集を含む）
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
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31年度総会ご案内】

下記の通り平成31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。
日時：2019年4月25日（木）13時から
会場：森戸記念館（東京理科大学）第1フォーラム
議事：
1．平成30年度事業報告承認の件
2．平成30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31年度事業計画および予算案承認の件
4．その他

【第231回講演会】

日時：2019年4月25日（木）13時30分から
会場：森戸記念館（東京理科大学）第1フォーラム
テーマ：『次世代リソグラフィ技術の展開』
参加費：（講演要旨集を含む）
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
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）

編集者　小関健一　　2019年1月5日発行
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　千葉市稲毛区弥生町1-33
千葉大学大学院工学研究院　融合理工学府　物質科学コース内
電話／FAX　043－290－3460　　URL：http://www.tapj.jp/