

KISTEC NEWS

VOL.
27

P.2 〈特集〉

未来の化学プラントを創る： マイクロ流体デバイス工学の挑戦

P.4 研究紹介：燃焼合成法で作成したCa- α -SiAlON粉末の焼結とその評価

P.6 KISTEC設備ナビ：金属顕微鏡及び画像処理システム

P.7 電子技術部紹介：ナノインプリント技術を用いた微細構造体の試作開発を支援します

P.8 インフォメーション：研修・教育講座のご案内／第38回「神奈川工業技術開発大賞」受賞技術・製品決定！

自由見学！
KISTEC施設公開デー2024」開催！

DAY1 5/17 Fri. 13:00～ 溝の口支所

DAY2 5/31 Fri. 13:00～ 海老名本部



詳細はHPで！

未来の化学プラントを創る： マイクロ流体デバイス工学の挑戦

マイクロ流体化学プラント開発プロジェクト サプリダー しみず ひさし 清水 久史

カーボンニュートラルなどのSDGs対応、進化する半導体工業などに向けた飛躍的品质向上、安全性やロジスティックスの抜本的改善など、化学産業ではこれまでにない挑戦的な生産革新が説かれています。本プロジェクトでは、(株)ダイセルからの期待に応え、同社との共同研究としてマイクロ流体デバイスを多数用いた「デスクトップ化学プラント」(DTP)の開発を進めています。このマイクロ流体デバイス(※1)は、1990年代後半に旧KAST(KISTEC前身：(公財)神奈川科学技術アカデミー)の「Integrated Chemistry」プロジェクトで創成された技術で、四半世紀を経て本格的な社会実装を目指しています。数百、数千、数万に及ぶマイクロ流体デバイスを大規模に直列並列に連結して、化学工場の複雑な反応精製プロセスに対応し、トン/年の工業生産量を確保しつつ、微小空間の時空間均一性から高品質な化成品を高効率に生産します。

背景提供：北森微流体研発(股)

この事業における KISTEC の役割は どのようなものですか？

このプロジェクトは台湾の国立清華大学との国際産学公連携プロジェクトで、日台双方に創設したベンチャー企業が実用化を担います。DTPは送液や流量調整など高度なマイクロ流体技術、微流体化学プロセス技術、超並列化技術、ハード・ソフト制御技術など、多種多様な総合技術です。この国際産学公共同プロジェクトの中では、それぞれの機関が役割分担をしており、KISTECは微流体化学プロセス技術を中心として、マイクロ流体技術の一部を支援する重要な役割を担っています。また、旧KAST時代から積み重ねてきた世界に誇るマイクロ流体デバイス研究の知識、技術、ノウハウを駆使して、プロジェクト全体の推進に貢献しています。

研究開発内容・進捗状況、現段階での 成果について教えてください。

図1は単位操作(※2)を直列に繋ぎ合わせることで、複雑な化学プロセスをマイクロ流体デバイス上に集積化できるという我々のこれまでの研究成果を示したものです。

これに基づき、図2に示すようなDTPのコンセプトを創案し、既にこのコンセプトを実証しました。直列結合でシミュレーション通りの高品質ポリマーを合成し、並列化で産業量製造できる見込みを得ました。これまで台湾でDTP実験機を製作し(図3)、KISTEC研究室のあるAIRBIC(※3)には実証機を設置して、実用化を検証中です。

研究開発成果はどのように活用されますか？

上記実証機の成果如何で、近々に(株)ダイセルにてDTP生産機第1号機を稼働すべく、国際産学公連携を強力に推進しています。実現すれば、マイクロ流体デバイスによる化学プラントとして、世界初の商業生産となる見込みです。このDTPでは高品質ポリマーを生産しますが、これだけでなく、低分子化合物から微粒子に至るまで、さまざまな化学製品のDTPを研究開発しています。先に述べたように化学工業における生産革新を実現すべく、多くの人が国際的に連携しています。このような取り組みは、(株)ダイセルのテレビCMや公式YouTubeチャンネル(※4)でも取り上げられています。

(※1) マイクロ流体デバイス

幅・深さが数100 μm の流路(マイクロ流路)をガラスなどの基板上に作製したもの。マイクロ流路に液体やガスを流すことにより、微小液滴の生成など多種多様な流体操作を実現する。近年、細胞や組織の培養および遺伝子配列の解析のため、特にバイオや医療の分野で注目が高まっている。

(※2) 単位操作

化学操作をこれ以上分割できなくなるまで単純化したもの。例えば、混合・反応や相接触、相分離といった操作が挙げられる。マイクロ空間で単位操作を実現することにより、迅速混合や高効率界面反応といった恩恵が得られるだけでなく、水と油が平行して流れるといった微小空間ならではの現象も起こりうる。

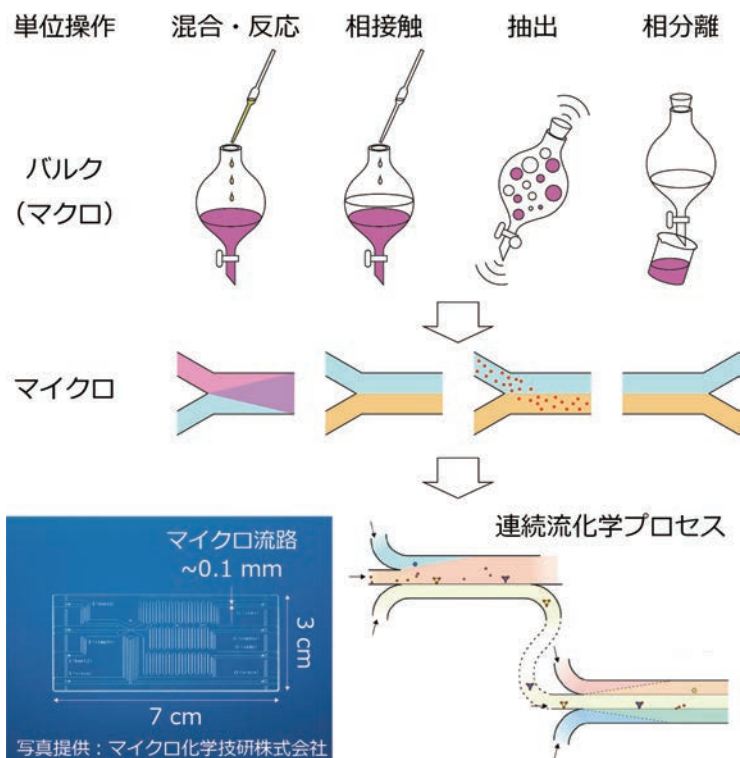


図1：単位操作と連続流化学プロセス

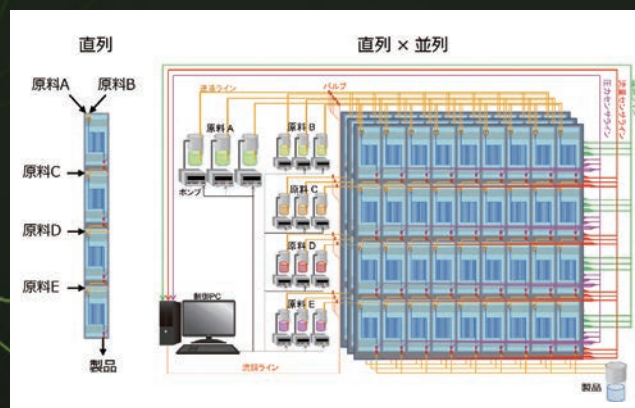


図2：直列×並列によるDTPのコンセプト



図3：DTP 実験機

今後の展開などがあれば教えてください。

(株) ダイセルはこの技術を独占することなく、日本、台湾、そして世界の化学産業のプロセスインノベーションに展開すると新聞などのメディアに公表しています。化学企業の他にも、バイオメディカルや化粧品、食品などの多くの産業分野への展開も見込まれます。既にそのような問い合わせもあります。また、DTPの発展には、ポンプからセンサーに至るまで、極めて広範囲なマイクロ工学が必要となり、それらのサプライチェーンも含めればDTP実用化は新たな産業分野を形成する期待すらあります。日本の中小企業の得意とする高品質な精密工業力と、台湾の柔軟かつ多様で国際的な産業環境の融合から、経済的インパクトのある国際的イノベーションの実現を目指しています。試算によれば、世界の化学産業における設備投資の0.1%がDTPに移行したとしても数千億円の市場創成となり、また、見直す必要はあるにしても日本におけるCO₂排出削減は化学産業全体の数%（数千万トン/年）に及ぶとの試算もあります。

参考文献

- 1 Introduction to Lab on a Chip Reviews issue
<https://doi.org/10.1039/D3LC90019C>
- 2 Continuous-Flow Chemical Processing on a Microchip by Combining Microunit Operations and a Multiphase Flow Network
<https://doi.org/10.1021/ac011111z>

研究員について

●これまでの経歴を教えてください。

大学の研究室ではマイクロ・ナノ流体デバイスのための高感度検出法の研究をしていました。2020年よりDTPの研究に本格的に携わるようになり、2023年4月に研究プロジェクトが東京大学からKISTECに移管されました。

●研究員になったきっかけ

金融やコンサルに就職した同級生も多い中、将来的にAIによって仕事が奪われることに危機感を覚え、ものづくりにより近い工学系の研究者の道を選びました。

●好きなこと、休日にしていることを教えてください

野球観戦、ダンスミュージック、ウォーキング



問 マイクロ流体化学プラント
開発プロジェクト



(※ 3) AIRBIC(エアビック)

新川崎・創造のもり産学交流・研究開発施設の愛称

(※ 4) 株式会社ダイセル

テレビCM「マイクロ産業革命」篇



燃焼合成法で作製した Ca- α -SiAlON 粉末の焼結とその評価

機械・材料技術部 材料物性グループ いづつか たかまさ
飯塚 隆将

セラミックスは金属やプラスチック(有機材料)と共に、三大材料の1つとして挙げられます。身近なセラミックスの製品には陶磁器やガラスがあります。これらは硬いという特性がある一方で、衝撃に弱く割れやすいことが欠点となります。工業用部品として使用するためには、この脆さを克服する必要があります。本研究では内部の微細組織に注目し、積極的に構造を制御する事で高い信頼性も持つセラミックスの創出に取り組みました。

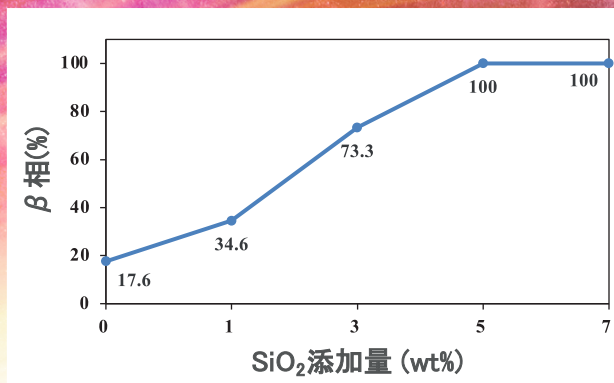


図1：焼結体のβ相率 (%)

研究内容・成果

SiAlONは窒化ケイ素 (Si_3N_4) の Si と N にそれぞれ Al と O が置換固溶した酸窒化物セラミックスです。SiAlONには低温で安定の α 相と高温で安定の β 相があり、 α -SiAlON焼結体は硬度が高く、耐摩耗性に優れ、 β -SiAlON焼結体は高い破壊靱性(※1)を有しています。そこで α -SiAlON焼結体中に柱状の β -SiAlON粒子を形成させることで高靱化が図られてきました。一方でCaを固溶させたCa- α -SiAlONについては微構造を積極的に制御して機械的特性の向上を目指す研究はほとんど行われていませんでした。既存の研究から α -SiAlON粉末は大気中の酸素の影響を大きく受け、焼結中に β 相に相転移しやすくなることが分かりました。そこで本研究ではCa-

α -SiAlON粉末に酸素供給源として SiO_2 を添加する事で α 相から β 相への相転移を促し、機械的特性に及ぼす影響を明らかにすることを目的としました。

はじめに、Ca- α -SiAlON粉末を SiO_2 無添加で焼結すると82%が α 相で残りの18%は α 相から β 相に相転移しました。次にCa- α -SiAlON粉末へ SiO_2 を1、3、5、7wt%添加すると、添加するほど β 相が増え、5wt%以上では β 単相となることが分かりました(図1)。焼結体中の微構造は等軸状粒子のCa- α -SiAlONと柱状粒子の β -SiAlONからなる複合化した組織が観察されました(図2)。図3に機械的特性の結果を示します。ビッカース硬さ試験の結果、硬度は SiO_2 添加量の増加に伴う α 率の低下と相関して低下しました。

破壊靱性は SiO_2 添加量によらず、ほぼ変わりませんでした(約 $6\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$)。四点曲げ強度は SiO_2 添加量が多くなるにつれて高くなり、5wt%の時に最大値の736MPaを示しました。本結果よりCa- α -SiAlON粉末に SiO_2 を添加することで、 α 相と β 相が共存する複合SiAlON焼結体を得て、柱状の β -SiAlONが高強度化に寄与することが分かりました。

研究・開発で苦労している(苦労した)点

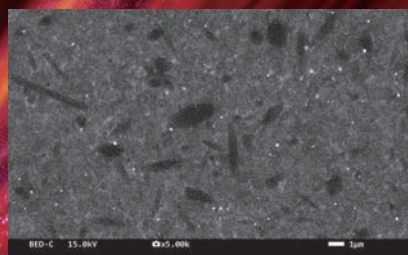
α -SiAlON粉末から焼結体を作製する場合、酸素が β -SiAlON生成へ大きな影響を与えることが知られています。製造工程上、大気中の酸素に触れることは避けられないため、機械的特性の再現性に苦労しました。例えば粉末の粒径の違いや、粉末を

(※1) 破壊靱性

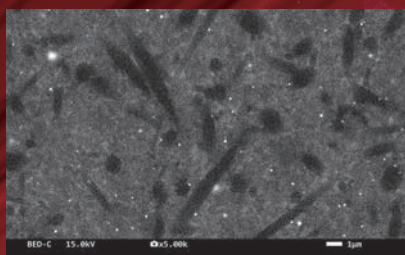
材料の内部や表面に亀裂を持つ材料に対し応力がかかっている場合に、亀裂が進展し破壊するまでの抵抗力、すなわち「粘り強さ」を表します。

(※2) 燃焼合成法

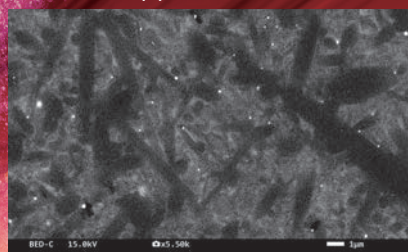
自己反応熱により化学反応を進行させる合成方法です。熱の伝播反応を利用するため、常温-合成温度-冷却まで秒単位で反応が進行します。



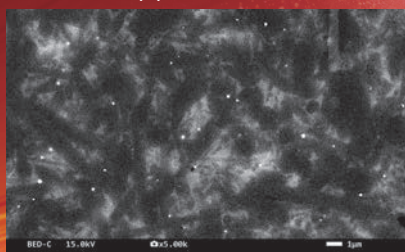
(a) 0wt%SiO₂



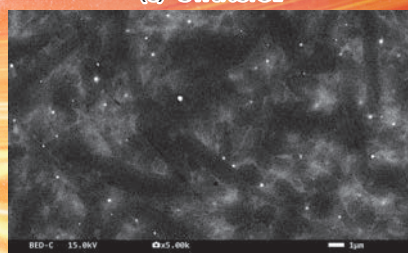
(b) 1wt%SiO₂



(c) 3wt%SiO₂



(d) 5wt%SiO₂



(e) 7wt%SiO₂

図2：走査電子顕微鏡による観察像
(観察倍率5,000倍)

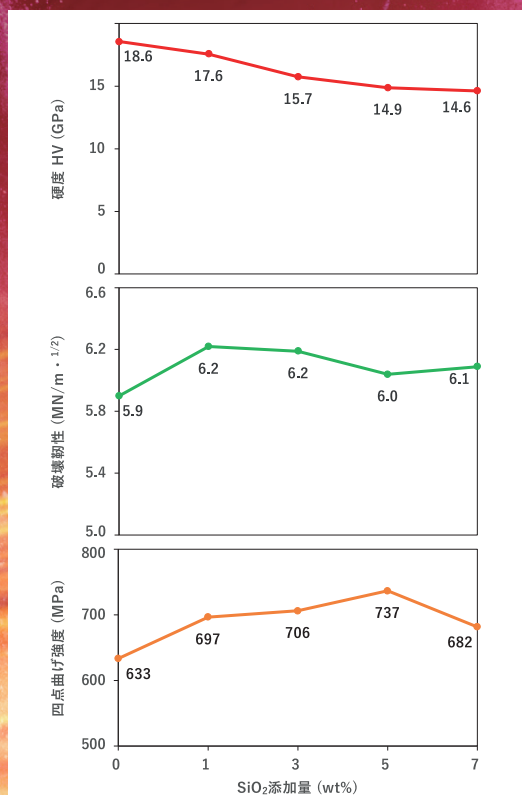


図3：機械的特性の評価

保管する時間によっても粉末に吸着する酸素量が異なります。現在は粉末の酸素量の測定を行い、さらに製造工程中に酸素が混入することをできるだけ防ぐことで再現性が高い焼結体を得ています。

研究・開発の成果がどのような分野で役立つ可能性があるか (今後の展開などがあれば教えてください)

セラミックスは脆性材料であることから、焼結体内部の気孔や不均質構造に起因する欠陥を極力減らす必要があります。そのためセラミックス製品はコストが高くなり、機能性にメリットがないと用途は限定的になります。そこで出発原料に低コストかつ省エネルギーで高純度の粉末を得ることができる、燃焼合成法(※2)で製造された粉末に着目し、

従来法で製造された焼結体と同等の特性を持つ焼結体を得ることを目的としました。SiAlONはエンジン部品、ベアリング、切削工具等で実用化さ

れているため、本研究の成果により高温構造物材料への応用が期待できます。

図 機械・材料技術部 材料物性グループ



論文および国際学会発表実績(受賞歴も含む)

粉体粉末冶金協会 2023 年度春季大会 発表

粉体粉末冶金協会 研究論文掲載：https://doi.org/10.2497/jjspm.23-00039

研究員について

●これまでの経歴を教えてください。

大学卒業後、3Dプリンターメーカーで粉末冶金技術に携わりました。KISTEC入所後はSiAlONセラミックスの研究をしています。

●研究員になったきっかけ

前職在籍時にKISTECが公募した産学公連携事業化促進研究に採択して頂き、研究員の方にご助言を頂く中で技術的な知識が養われていきました。教えて頂いた知見を元に県内産業へ貢献していきたいと思い、研究員の道へ進みました。

●好きなこと、休日にしていることを教えてください

好きなこと：音楽 ゴルフ ドライブ スケートボード
特技：英語 リフティング 水切り



金属顕微鏡及び画像処理システム

機械・材料技術部 材料物性グループ しみず たかし 清水 貴司



公益財団法人 JKA による 2023 年度 公設工業試験研究所等における機械設備拡充補助事業を受けて「金属顕微鏡及び画像処理システム」「ガス・水蒸気透過度測定装置」を導入しました。（「ガス・水蒸気透過度測定装置」については次号で紹介予定です。）

金属顕微鏡及び画像処理システムは、金属組織の現出した試料を観察する光学顕微鏡に、金属組織を画像データとして保存する PC システムの総称です。部品や素材から切断によってサンプリングした試料を樹脂に埋め込み、鏡面研磨後にエッチングします。エッチングによって現出した金属組織を観察することで、サンプリングした部品等の加工や熱処理履歴を明らかにすることができます。企業の製品開発や品質管理等を幅広く支援します。

性能・特長

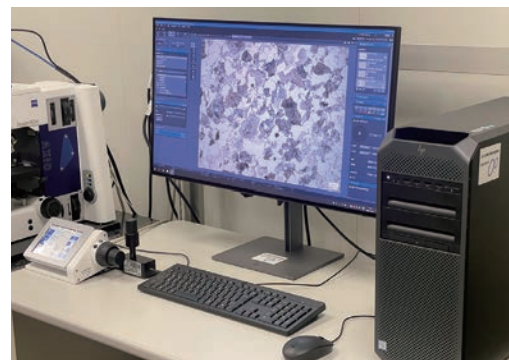
- 観察総合倍率は、12.5、25、50、100、200、500、1000 倍の 7 倍率。
- 反射光を用いた明視野及び暗視野観察や、直線及び円偏向法、微分干渉法による観察が可能。
- 1,200 万画素 CMOS カメラによる高精細な金属組織画像の取得。
- 電動ステージによって試料を移動させ、複数枚の画像を貼合わせるタイリング画像取得機能。
- 32 インチワイドモニターによる金属組織画像の大画面表示。

こんな分野におすすめ！

- 鉄鋼や非鉄金属合金の生地の金属組織観察による熱処理の良否の判定。
- 金属材料中に含有される非金属介在物の観察。
- 鉄鋼等の表面改質処理（硬質薄膜や浸炭層、窒化等の化合物層）の観察。

こんな悩みを解決！

「部品の熱処理の依頼先を海外に変更したら、短期間で破損した。」「表面を被覆しているめっき層の厚みを断面観察から知りたい。」等の場合、断面の金属組織を金属顕微鏡で観察するとトラブルシューティングに大変有効です。



基本データ

機器名称	金属顕微鏡及び画像処理システム
型 式	金属顕微鏡本体：Axio Imager M2m (CMOS カメラ Axiocam712、電動ステージ付) 画像処理システム：Workstation Premium ZEISS 60A R2 (hp Z6 特注仕様)
メーカー	カールツァイス株式会社
サ イ ズ	最大試料高さ：20mm 程度、電動試料ステージ作動範囲：75mm × 50mm
導入年度	2023 年度

利用料金

料金はホームページよりご確認ください。



☎ 機械・材料技術部 材料物性グループ

URL https://biz.kistec.jp/e_mail_consul/



ナノインプリント技術を用いた 微細構造体の試作開発を支援します

電子技術部 電子材料グループ やすい まなぶ
安井 学

近年、ナノ周期構造体を用いた光学センサや光学フィルターが注目されており、光の波長の1/4程度のナノ周期構造体に生じる表面プラズモンを用いて、白色光から各周期に対応した色を取り出すカラーフィルターが開発されています。

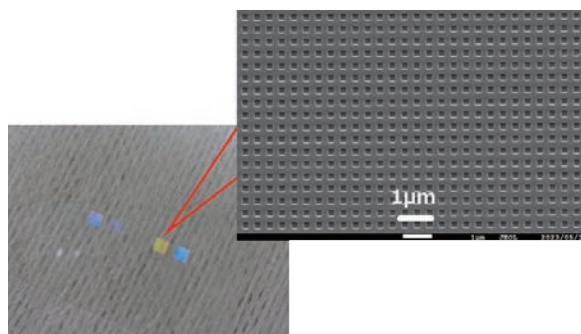
一般的なナノ構造体の作製では、電子線描画などのリソグラフィー技術を用いて回路などのパターン（ドライエッチングマスク）を作製し、ドライエッチングによりパターンの形状を被加工物に転写します。しかしながら、この方法では、レジストの塗布・露光・現像など多くの工程が必要となるため、その代替技術として、ナノインプリント技術が期待されています。

代表的なナノインプリント技術としては、微細な凹凸を有する金型を加熱した樹脂に押付け、その後に樹脂をガラス転移温度以下まで冷却し、表面に微細なパターンを転写する熱ナノインプリント技術があり、幅広い樹脂材料に対応することが可能です（写真1）。

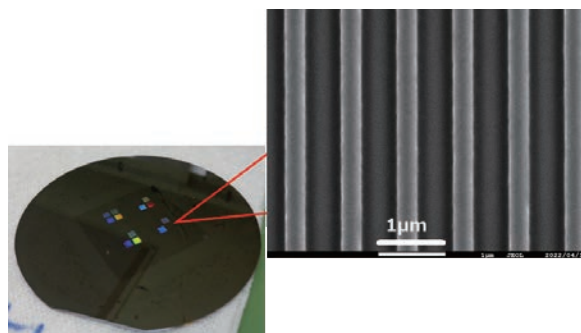
一方、有機無機ハイブリッド、セラミックス、ナノコンポジットなどを溶液から作り出せるゾルゲル材料に対しては、室温にてパターンを転写できるため、様々な機能性表面を実現できる可能性があります。このナノインプリント技術を利用して、マスク材料とパターンを同時に形成できるゾルゲル材料の一種である水素シルセスキオキサン（hydrogen silsesquioxane：HSQ）をドライエッチングマスクに利用する研究が進められています。当部においても、この技術を用いたドライエッチングマスクへの適用に関する研究を進めており、特許を出願（特願2023-185136、写真2）しています。（装置は令和3年度戦略的基盤技術高度化支援事業により導入、写真3）。

電子技術部では、このナノインプリント技術の他にも電子線描画装置などを用いた微細構造体の試作など、幅広い支援を行っておりますので、お気軽にお問い合わせください。

*ナノ周期構造体：写真1および2に示すような"周期的なナノオーダーの形状"を持つ構造体のこと。



（写真）1：シクロオレフィン樹脂上のナノパターン



（写真）2：ゾルゲル材料上のナノパターン



（写真）3：
熱ナノインプリント
装置概観

☎ 電子技術部 電子材料グループ

URL https://biz.kistec.jp/e_mail_consul/



KISTEC研修・教育講座のご案内

企業の研究者・技術者等を対象とし、学習効果を高める工夫をこらしたオンライン講座や対面講座を開催しています。

① 生成 AI 活用促進事業キックオフ講演会(無料)	4月17日(水)	全1日間	対面
② 〈実習〉分析化学入門(無機・有機材料分析)	5月23日(木)	全1日間	対面
③ よくわかる環境 ISO 講座	5月24日(金)	全1日間	オンライン
④ EMC 入門セミナー	5月28日(火)、29日(水)	全2日間	オンライン
⑤ よくわかる品質 ISO 講座	5月30日(木)	全1日間	オンライン
⑥ 品質管理講習会(基礎課程)	6月4日(火)～9月19日(木)	全15日間	オンライン
⑦ EMC「電波吸収体・シールド技術」セミナー	6月5日(水)、12日(水)、19日(水)、26日(水)	全4日間	オンライン
⑧ 研究開発人材のための読解力向上・説明力開発	6月7日(金)、14日(金)	全2日間	対面
⑨ ISO14001 内部監査員養成講座	6月17日(月)、18日(火)	全2日間	オンライン
⑩ ISO9001 内部監査員養成講座	7月2日(火)、3日(水)	全2日間	対面
⑪ バイオイメージング～情報科学との融合	7月3日(水)、4日(木)	全2日間	対面

問 ①・③・⑪ 人材育成部 教育研修グループ ☎ 044-819-2033

上記以外 人材育成部 産業人材研修グループ ☎ 046-236-1500

※やむを得ない事情により、日程・内容等の変更や中止をする場合があります。詳細はHPをご覧ください。



第38回「神奈川工業技術開発大賞」受賞技術・製品決定！

(主催：神奈川県、神奈川新聞社、特別協力：KISTEC)



県内の中堅・中小企業が開発した優れた技術・製品を表彰する「神奈川工業技術開発大賞」が決定し、12月20日に表彰式が行われました。20件の応募の中から選ばれた大賞1件、奨励賞3件、未来創出賞3件をご紹介します。来年度も募集する予定ですので、応募をお待ちしております。

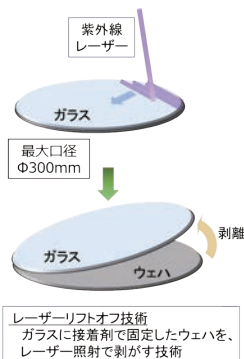
〔大賞〕

紫外線レーザーを用いた
レーザーリフトオフ技術の製品化

株式会社フォークテクノロジー

(横浜市保土ケ谷区)

パワー半導体に求められるウェハの薄膜化を実現するため、新たに紫外線レーザーを用いたウェハの剥離技術を開発・製品化しました。



〔奨励賞〕

立位年齢検査装置
StA²BLE(ステイブル)の開発

UNTRACKED 株式会社

(横浜市保土ケ谷区)



ウイングベンドプラス

東京精密発條株式会社

(横浜市都筑区)



水中油滴型離型剤の開発

横浜油脂工業株式会社

(秦野市)



〔未来創出賞〕

ポータブル通信電流計 エニマス

株式会社コバヤシ精密工業

(相模原市南区)

タッチレス空中ディスプレイ
Air Smart Terminal

株式会社ツガワ

(横浜市港北区)



メタロ・バランス検査

株式会社レナテック

(伊勢原市)



問 神奈川県産業労働局産業部産業振興課

☎ 045-210-5646

URL <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/sr4/cnt/f108/index.html>



KISTEC NEWS

©2024 Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology

Vol.27

2024年3月発行

■住所変更・送付停止のご連絡先

企画部 情報戦略課連携広報グループ

TEL: 046-236-1500 E-mail: renkei_koho@kistec.jp

地方独立行政法人
KISTEC 神奈川県立産業技術総合研究所

ものづくり
相談・依頼



県内4拠点
へのアクセス



KISTEC
メルマガ



公式
YouTube

