

製造・加工プロセス

コーティング・表面技術

加工・組立

品質検査

セラミックコーティングによる機能性向上

AD法を用いた常温セラミックコーティング

- 常温バインダーレスで1 μm厚の緻密膜、ポラス膜、複合膜が成膜可能
- 構造材料・電子材料・医療用材料など幅広い分野の基材に応用可能
- コーティング技術の応用により、リチウムイオン電池の性能を大幅に向上

研究のねらい

本研究では、産総研で発見・開発されたエアロゾルデポジション (AD) 法と呼ばれる常温コーティング手法をコアに、部材機能、デバイス機能、製品性能の革新的向上を実現し、幅広い応用分野での橋渡しを目指しています。セラミックコーティングは、部材表面へ様々な耐性や表面機能の付与が可能で、電気電子、自動車・航空機、エネルギー変換・貯蔵、医療など幅広い分野での用途拡大が期待されています。高温の熱処理工程が不要なAD法であれば膜の材質、基材の適用範囲等に制限なくセラミックコーティングが可能になります。

研究内容

- ・ AD膜を用いた機能性電子セラミックスデバイスの開発
- ・ AD絶縁膜を用いた次世代パワー半導体・LED照明用放熱基板の高性能化
- ・ 各種装置における耐食性向上のためのセラミックス膜コーティング
- ・ 歯科用インプラント・人工関節など医療用基材へのコーティング応用
- ・ AD法などのコーティング技術を活用したエネルギー変換・貯蔵のための高性能部材・デバイス開発
- ・ X線回折・中性子回折を活用した精密な結晶構造解析技術・および各種物性評価技術



AD法の応用事例

連携可能な技術・知財

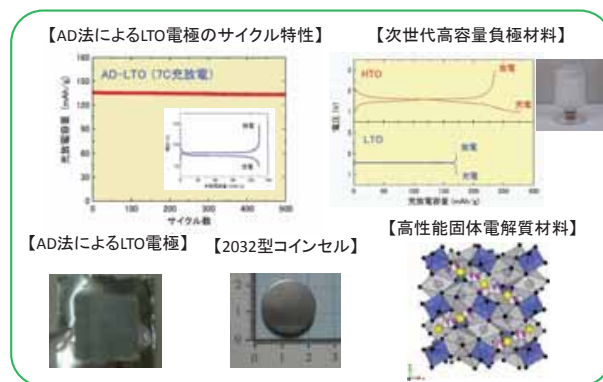
AD法：

- ・ 特許第3265481号(2002/01/11)
- ・ 特許第3740523号(2005/11/18)

エネルギー変換材料：

- ・ 特許第5051770号(2012/08/03)
- ・ 特許第4474534号(2010/03/19)
- ・ 特許第5649033号(2014/09/25)
- ・ AD膜のサンプル提供、ノウハウ開示等
- ・ AD法用の原料微粒子評価情報の提供

本研究の一部は、NEDOナノテクノロジープログラム「ナノレベル電子セラミックス低温成形・集積化技術」プロジェクトの中で実施されました。



コーティング技術を活用した高性能エネルギー変換・貯蔵材料

- 関連技術分野：コーティング、セラミックス材料、電子材料、エネルギー材料、蓄電池
- 連携先業種：製造業(電気機器)、製造業(輸送用機器)、医療・福祉業

明渡 純／秋本 順二／片岡 邦光／篠田 健太郎／青柳 倫太郎
先進コーティング技術研究センター
連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp
研究拠点：つくば



光MOD・表面化学修飾・LIJとその応用展開

光反応を用いた機能材料の低温コーティング

- 光MOD・ナノ粒子光反応法を用いた機能材料の低温・大気圧コーティング
- 各種官能基による安全・簡便な化学修飾ナノコーティング技術
- レーザー照射でインクの濡れ広がりを抑制、配線厚/配線幅が1以上で描画

研究のねらい

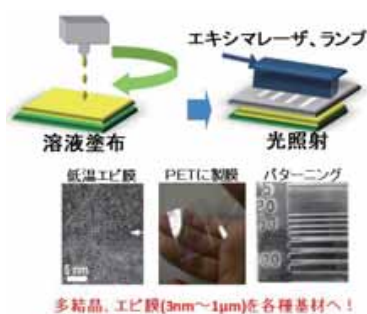
持続的発展社会の構築には、省資源、省エネルギー生産に資する多品種少量生産が可能な新しい薄膜・部材の製造プロセスが必要不可欠です。当グループでは光反応コーティング手法（光MOD：ELAMOD、ナノ粒子光反応法、ハイブリッド溶液反応法）による金属、金属酸化物などの低温コーティングと新材料・部材・デバイスの開発、表面化学修飾法による超撥水・超親水など各種材料の高機能化、レーザー援用インクジェット法（Laser assisted Ink-Jet printing: LIJ）による高アスペクト比の微細導体パターンの開発を行っています。

研究内容

- ・光MODによる金属膜・透明導電膜・蛍光体膜などを樹脂・金属・セラミック基板上へ作製
- ・エピタキシャル膜、無配向基板への一軸配向膜製造法開発とその応用（超電導、電池）
- ・カーボン系材料および各種ポリマー材料表面上への各種官能基の化学ナノコーティング
- ・材料表面への各種官能基修飾により、撥水性・親水性・低摩擦特性・生体分子固定・金属固定
- ・レーザー援用インクジェット法（LIJ）：基板上をレーザー光で局所加熱することで高アスペクトかつ微細な描画パターンを形成

連携可能な技術・知財

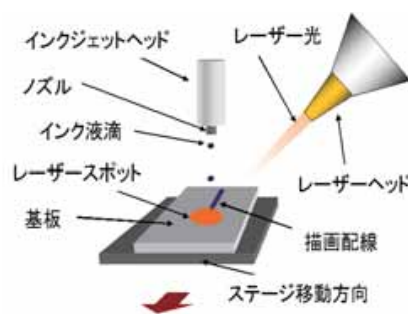
- ・光MOD
- ・特開2011-236112(2011/11/24)
- ・特開2013-100218(2013/05/23)
- ・フレキシブル導電性膜及びその製造方法
- ・表面化学修飾
- ・特開2014-65784(2014/04/17)
- ・特許第5561729号(2014/06/20)
- ・Appl. Phys. Express, 6, 015001(2013).
- ・LIJ
- ・特許第5187913号(2013/02/01)



光MOD



表面化学修飾



LIJ

光反応コーティング手法（光MOD、表面化学修飾、LIJ）

- 関連技術分野：コーティング、セラミックス材料、フレキシブル、表面修飾、インクジェット
- 連携先業種：製造業（化学）、製造業（非鉄金属）、製造業（精密機器）、製造業（電気機器）、製造業（ガラス・土石製品）

土屋 哲男／中村 孝子／中島 智彦／山口 巖／真部 高明
 先進コーティング技術研究センター
 連絡先：rpd-element-mi@aist.go.jp
 研究拠点：つくば



カビを水洗できるコーティング技術

カビ汚れを水洗のみで除去できる

- カビが接着しない表面特性を人体に安全な有機分子コーティングで付与
- 防カビコーティングは種々の材料（金属、セラミックス、ガラス）に適用可能
- 耐性菌が出ない

関連技術分野：加工技術、住環境、コーティング

連携先業種：製造業（輸送用機器／電気機器／機械）、農林水産業、医療・福祉業

研究のねらい

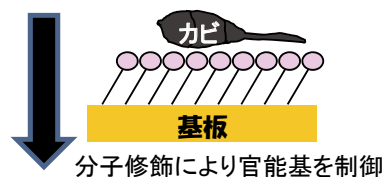
カビは住環境の至る所に接着して増殖するため問題になっています。従来の防カビ技術は、菌自体を死滅させることを目的として、塩素系などの強い薬剤を用いた洗浄、撥水コートで接着した菌の乾燥促進、抗菌剤、金属の練り込みやコーティング等が用いられています。しかしながら、強い薬剤等はヒトにも影響を与えるため、ヒトに安全かつ効果的なカビ制御技術は殆どありません。そこで、菌の接着自体を阻害することにより、水洗でカビを除去できる表面が得られれば、人体への影響も殆どない斬新な抗菌技術を実現できます。

研究内容

糸状菌の認識できる表面特性を持たない、すなわち菌が接着しない金属および半導体基板に対し、新たに有機分子をコーティングすることにより、表面機能を精密に制御した表面上での菌の表面認識応答を解析しました。その結果、菌の形態分化を抑制し、水洗、ふき取りにより菌体を簡単に除去できることを確認しました。

さらに、住環境に広く存在する菌類の上記コーティングに対する表面付着性を評価した結果、多くの菌類に対して有効なコーティングであることを確認しました。

分子修飾による固体表面特性の制御



カビの表面への接着の抑制

カビが生えにくい表面
カビを簡単に洗い流せる表面

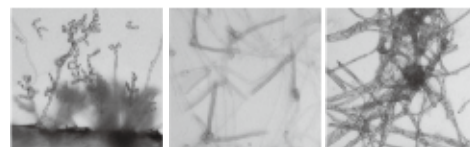
抗菌表面のコンセプト

連携可能な技術・知財

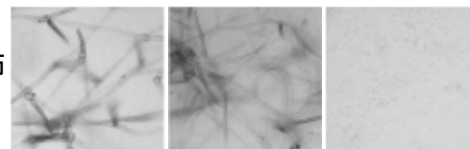
- ・カビを水洗できるコーティング技術
- ・コーティングの評価技術
- ・特開2013-241551 (2013/12/05)
- ・本研究の一部は、科研費 挑戦的萌芽研究 (22658030: 平成22～23年度、24658087: 平成24～25年度) により行われたものです。
- ・本研究は、農業生物資源研究所との共同研究です。

洗浄前 水浸後 水洗後

未修飾
基板



分子修飾
基板



クラドスポリウム属菌の表面付着性評価

- 研究担当：三宅 晃司／中野 美紀
- 所 属：製造技術研究部門
- 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

大面積機能性表面の創生 ～濡れ性・光学機能制御技術～

成形だけでナノ凹凸構造による高付加価値機能性表面を実現

- ナノ凹凸構造体による濡れ性制御成形品
- 不均一な表面濡れ性を扱える流体シミュレーション技術
- ナノ構造体による無反射レンズの低コスト製造技術

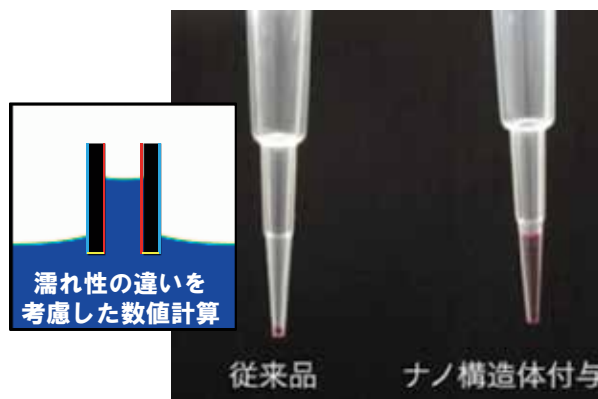
関連技術分野：フォトリソ、加工技術、MEMS、流体制御、表面処理
連携先業種：製造業（食料品／機械／医薬品）

研究のねらい

大面積ナノ構造体金型と微細成形技術を用いることで、成形だけでレンズなどの表面に反射防止機能を付与したり、プラスチックの濡れ性を向上させたりする技術を開発しています。これまで機能膜をコートしなければならなかった製品が成形だけで実現できることから、多様な分野の製品への展開が期待されています。また、これらの微細形状を用いて良好な表面機能を発現するために、不均一な表面濡れ性などの複雑な流体問題を扱える数値シミュレーション技術の開発や、微細成形を行うための金型開発なども行い、機能性表面をキーワードとした新しいアプリケーションの創出を目指しています。

研究内容

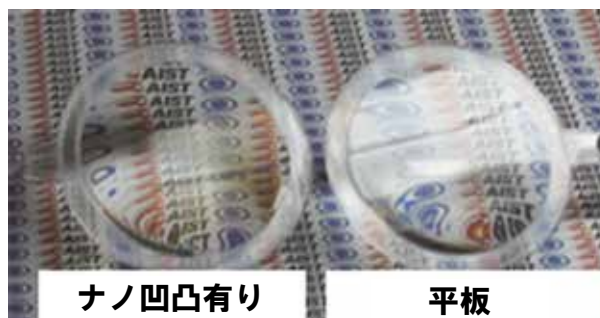
- ・プラスチック用の金型表面にナノ構造体を作製し、射出成形だけで毛細管現象を発現するディスプレイを開発しました。可視域波長以下のナノ構造体は透明であることから、ディスプレイ内部の液滴の状態を観察することができます。
- ・濡れ性の違いを考慮可能な流体シミュレーション技術を開発しました。凹凸微細成形された表面の流れ現象の予測・評価を行うことができます。
- ・ナノ粒子の使用により、射出成形だけで曲面レンズに無反射機能を付与可能な金型技術と微細成型技術を開発しました。量産性を実現する周辺技術の開発も行い、多様な製品への適用を目指しています。



ナノ凹凸成形による毛細管現象発現

連携可能な技術・知財

- ・微細成形技術による反射防止レンズ／レンズ金型の作製、成形樹脂の親水化技術
- ・複雑な流体系の計算技術および計算システム開発
- ・微細成形のための金型技術／離型膜開発
- ・特許第5392793号（2013/10/25）
- ・特許第4729767号（2011/04/28）



ナノ凹凸成形による光反射防止レンズ

■研究担当：栗原 一真／高田 尚樹／松本 純一／穂苅 遼平／松本 壮平
■所属：集積マイクロシステム研究センター
■連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

レーザー光化学プロセスによる 表面機能化技術

光を使って高性能 – 真空プロセス・薬液多用プロセスを置き換える

- レーザーを利用した光化学プロセスによる位置選択的表面機能化
- ガラス、半導体、金属表面の高速微細パターン形成
- 光化学表面機能化処理によるマーキング、薄膜太陽電池集積化技術

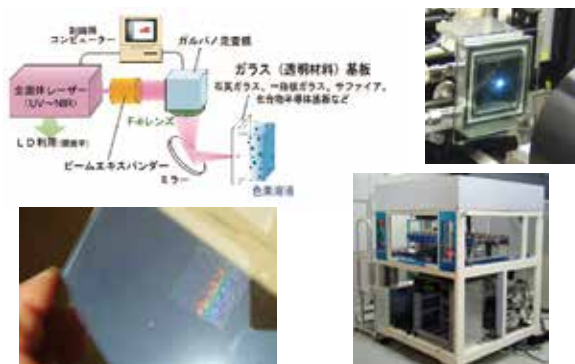
関連技術分野：化学プロセス、光プロセス、加工技術、環境負荷低減
連携先業種：製造業（化学）、製造業（電気機器）

研究のねらい

化学、環境・エネルギー、電子情報などの先進産業分野では、製造技術の高度化とともに、省工程・省部品化、低コスト化、環境負荷低減が求められています。我々のグループでは、光の特性を最大限に活かし、脱真空・薬液低減などを通じて製造プロセス全体での省エネルギー化・環境負荷低減を図る、グリーンサステナブルケミストリーに適合するレーザー反応処理技術の開発に取り組んでいます。高速任意形状光走査や超短パルス照射といった最先端光技術も利用し、高速かつ位置選択的、高効率に表面機能化を行う技術に挑戦しています。

研究内容

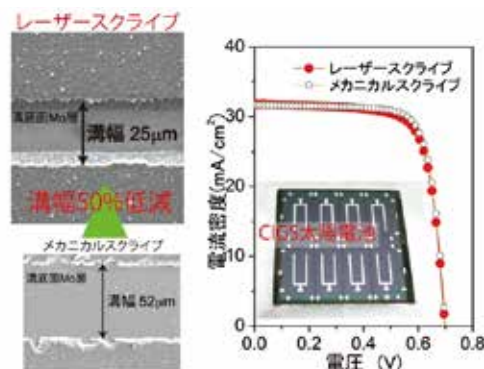
レーザー照射により位置選択的に誘起できる光反応プロセスを利用した表面機能化処理を行っています。レーザー光をガルバノミラーにより高速任意形状走査することで、大気圧下で高速処理が可能なオンデマンド型光化学微細加工システムを構築し、ガラス表面への意匠性マーキングを実現しました（左図）。CIGS薄膜太陽電池の多層膜選択除去による分割溝作製（スクライビング）では、フェムト秒レーザーを用いることで、未解決課題であるレーザーを用いた場合の電池効率低下を防ぎつつ開口率の向上を可能にしました（右図）。



LIBWE法によるガラス表面への透過回折型マーキング

連携可能な技術・知財

- ・レーザー光による位置選択的表面処理
- ・ガラス・半導体・金属材料の微細パターンニング技術
- ・表面微細構造の観察・分析技術
- ・特許第3012926号(1999/12/17)
- ・CIGS薄膜太陽電池のレーザースクライブの研究は、太陽光発電工学研究センターならびに電子光技術研究部門との連携研究成果です。



CIGS薄膜太陽電池の超短パルスレーザースクライブ

- 研究担当：佐藤 正健
- 所 属：機能化学研究部門
- 連絡先：mc-liaison-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

液化炭酸ガスを利用した ナノインプリント技術

判子を押す感覚で簡単にナノ形状を付与

- 液化炭酸ガスで樹脂を可塑化し、離型剤不要でモールドの微細形状を転写
- 温度調節装置不要、高圧ポンプ不要のシンプルな装置構成
- 高意匠で、光学製品の表面加工に適用可能

関連技術分野：加工技術、グリーンケミストリー
連携先業種：製造業（化学／石油・石炭製品／精密機器）

研究のねらい

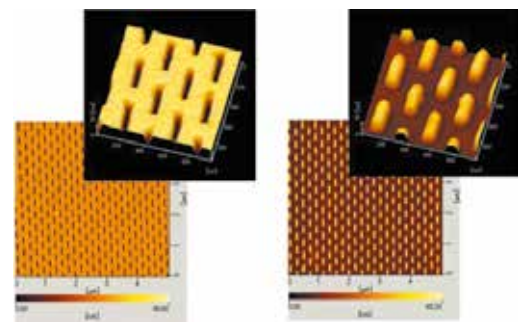
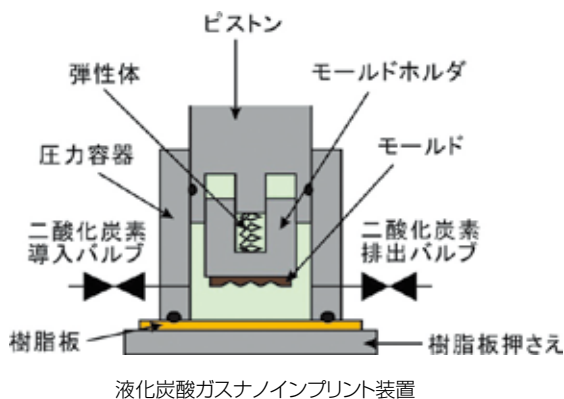
プラスチックの成形加工で射出成型が苦手とする10 μm以下の領域の表面加工のニーズが高まってきました。既存技術である熱インプリント技術は熱可塑性樹脂に有効ですが処理時間がかかるのがネックでした。そこで、室温で液体の二酸化炭素で処理できないか検討し、シンプルで処理時間を大幅に短縮した装置の開発に成功しました。本装置は、片面から圧力容器を押し付けることにより、樹脂の一部を表面処理することが可能です。また、二酸化炭素が離型剤として作用するので、離型剤不要のプロセスを実現します。

研究内容

液化炭酸ガスによるナノインプリントは、室温下で処理が可能で、モールド転写に使用するピストンに液化の機能を持たせることで、温度調節器とポンプを使用しない簡便な構成のコンパクトな装置で実現可能です。浸透力の弱い液化炭酸ガスを用いることで、超臨界二酸化炭素インプリントで問題だった樹脂の発泡を抑えます。1分間の液化炭酸ガス含浸と1分間のモールドプレスという条件で、転写深さが、ABS樹脂26 μm、アクリル樹脂11 μm、PET樹脂10 μm、ポリスチレン樹脂10 μm、ポリカーボネート樹脂4 μm、ポリ塩化ビニル樹脂4 μmなど、多くの樹脂に適用可能です。

連携可能な技術・知財

- ・ 20 mm角モールド転写装置による転写可能性の検討
- ・ 樹脂への二酸化炭素の含浸量の評価技術
- ・ 装置の大型化を含む二酸化炭素利用プロセス設計技術
- ・ 特開2014-188950 (2014/10/6)
- ・ 本技術は宮城県産業技術総合センターと共同開発しました。



(解析：東北大多元研中川研究室)

微細形状転写結果

- 研究担当：相澤 崇史
- 所属：化学プロセス研究部門
- 連絡先：mc-liaison-ml@aist.go.jp

● 研究拠点
東北

摩擦低減による省エネルギーを実現するナノストライプ構造

自己再生するナノ構造

- 表面テクスチャリングによる摩擦低減技術
- 摩耗によって再生可能な表面構造の構築で摩擦低減効果を確認
- 各種摺動部材への適応による低摩擦化により二酸化炭素の排出削減へ

関連技術分野：省エネルギー、摺動部材
連携先業種：製造業（機械）、製造業（輸送用機器）

研究のねらい

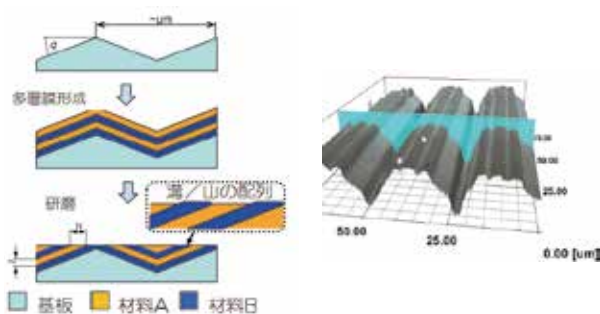
機械の摺動面に、摩耗しても消失しないナノメートルスケールのパターニング（ナノストライプ構造）を付与することができる技術を開発し、低摩擦化によるエネルギー効率の向上を実現することを目標としています。ナノスケールのパターニングを広範囲に形成する技術には、材料や周期性の点で大きな制約があり、かつ摩耗によるパターンの消失も問題となります。我々は、摩耗しても消えないナノストライプ構造を開発することにより、摩耗しても高い潤滑性能が保たれる機能性摺動面の実現を目指しています。

研究内容

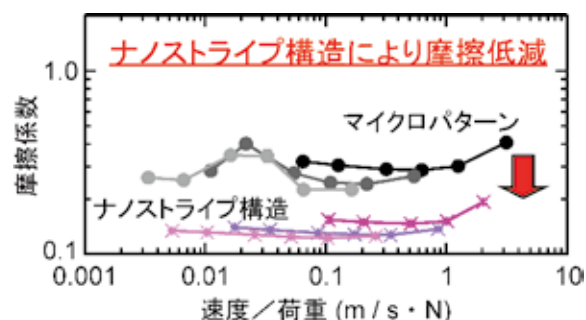
- ・ 周期傾斜構造と多層膜コーティングを組み合わせることで、広範囲にナノメートルサイズのパターニングを施すことが可能となりました。
- ・ 研磨もしくは摩耗によってナノパターンが自己修復することを確認しました。
- ・ 多層膜を形成する材料の検討を行い、摩擦が低減する材料の組み合わせを見いだしました。
- ・ すべり軸受への適応により摩擦低減効果の実証を行いました。

連携可能な技術・知財

- ・ ナノ構造を利用した摩擦低減技術
- ・ 摩擦、摩耗、潤滑に係る標準的試験機を用いた性能評価
- ・ 摩擦摩耗現象や表面が関与する現象の解明に係る評価技術
- ・ 特許第5152717号（2012/12/14）
- ・ 本研究の一部は、JST戦略的創造研究推進事業（ALCA）の助成を受けたものです。



自己再生ナノストライプ構造のコンセプトと作製したナノ構造



ナノストライプ構造の摩擦低減効果

- 研究担当：大花 継頼 / 三宅 晃司
- 所属：製造技術研究部門
- 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

● 研究拠点
つくば

高機能部品を実現する 材料と一体となった加工技術

材料と加工と評価を組み合わせることで機能を発現

- 金属やセラミックス等難加工材料の特性制御
- 逐次成形、積層造形、超塑性等の加工技術を利用した造形
- 組織観察や加工の可視化による評価技術の展開

関連技術分野：加工技術、金属材料、セラミックス材料、医療デバイス
連携先業種：製造業（機械／金属製品／精密機器）

研究のねらい

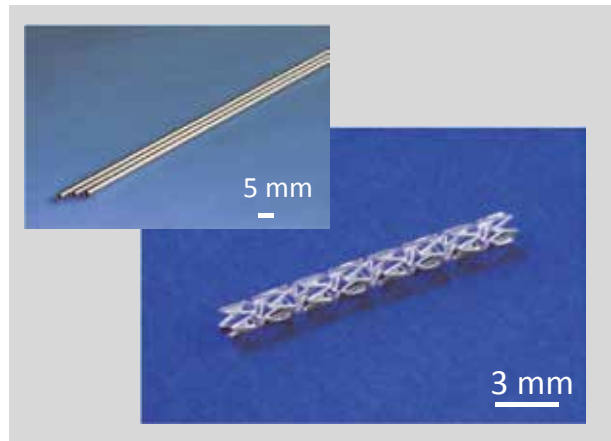
各種産業機器を構成する部品類は、多種加工技術を用いて、多様な材料から生み出されてきました。この製造技術を高め、より高機能な部品の製造を実現するためには、基となる材料技術と多様な加工技術を組み合わせることで造形する必要があります。そこで、材料の結晶構造制御や素形材としての形態制御技術等の研究と、逐次成形や積層造形技術、超塑性加工、表面処理技術等の加工技術の研究を組み合わせ、多様なニーズに応える機能構造の造形技術を開発しています。加えて材料や加工の評価技術についても研究を進めています。

研究内容

高機能な製品の製造には、今まで使えなかった材料や作れなかった形状の実現が大きな課題となっています。例えば医療関係では生分解性の材料を微細加工により複雑な形を作る事が求められます。この他にも超軽量部品や、高比表面積部品、耐特殊環境部品等、新しいニーズが大きく広がっています。生分解性マグネシウムや、軽量合金材、耐特殊環境材料等を素形材として作製するところから、レーザー加工、逐次成形、積層造形、表面コーティング等により加工するところまで、高機能な部品の造形技術を開発しています。

連携可能な技術・知財

- ・ 特許第 3845722 号 (2006/09/01)
- ・ 特許第 3914989 号 (2007/02/16)
- ・ マグネシウム系金属材料加工技術
- ・ スピニング・逐次成形技術
- ・ 金属積層造形技術 等



分解性マグネシウムの高精度薄肉細管と開発ステント



ポーラス構造（積層造形）と箱形状（逐次成形）

■研究担当：中野 禅／荒井 裕彦／清水 透／加藤 正仁／花田 幸太郎／村上 敬／佐藤 直子

■所属：製造技術研究部門

■連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

レーザー電解複合マイクロ加工による 微小医療用デバイス製造

直径90 μm極細管の微細形状加工に成功

- レーザー加工と電解加工を複合し微細・高精度で効率的な加工を実現
- 同一レーザー光源で加工・計測を行い装置の高精度化と小型化を実現
- 小径ステント等を加工し従来はできなかった手術等への適用に期待

関連技術分野：加工技術、精密微細形状、医療デバイス、レーザー
連携先業種：製造業（機械）、製造業（精密機器）

研究のねらい

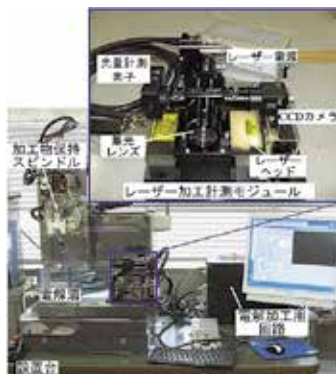
心臓外科、脳外科に応用される手術用カテーテル、ステント、および小径、高柔軟性が要求される高密度電子回路検査用プローブ等の高付加価値デバイスに対するニーズは多いのですが、従来の機械加工法では加工力によって細管が変形する（逃げる）ため、直径300 μm未満の細管へ微細複雑形状を加工することは困難でした。また、レーザー加工でも細管を精度良く保持することができず、目的とした加工形状を得ることが困難でした。これらの問題点を克服し、髪の毛レベルの極細管に自由形状を高効率、高精度、低環境負荷で加工できる製造システムを開発しています。

研究内容

本研究で開発した「レーザー電解複合加工機」では、加工と同一のレーザー光源を用いて形状を計測できるため、計測位置と加工位置のずれがありません。加工対象物の回転中心のずれや傾きなどの保持誤差が生じても、誤差量をフィードバック補正することで常に正確な位置にレーザーを照射できます。また、電解仕上げ加工を複合することにより、レーザー加工の問題点である熱影響層の除去と表面の平滑化が可能です。レーザー・電解複合加工機を用いて世界で初めて直径90 μmの極細管に対して任意の複雑微細形状を加工することに成功しました。

連携可能な技術・知財

- ・脳血管治療用カテーテル、ステント、ステントグラフトの開発
- ・電子回路検査用プローブの開発
- ・小径軸、管の微細加工
- ・特開2008-040490（2008/02/21）



レーザー電解複合加工機



レーザー電解複合加工例



- 研究担当：栗田 恒雄
- 所 属：製造技術研究部門
- 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

患者に優しい治療機器開発技術

三次元積層造形技術を次世代治療機器開発で活用

- 三次元積層造形技術を用いた歯科補綴修復物の開発支援
- 患者の骨格構造に最適な整形インプラント製品の開発・実用化支援
- 治療機器の薬事製造承認申請に役立つ評価技術の支援

研究のねらい

革新的な製造技術の一つに三次元積層造形技術の進歩があります。超高齢化社会を迎え、革新的医療機器の開発が産業重点政策の一つになっています。特に、治療機器分野は、欧米からの輸入品に約90%依存しておりますが、欧米人と東洋人では骨格構造が異なっております。輸入依存度の減少、骨格構造に最適な製品の開発が求められております。三次元積層造形技術を用いて、治療機器を開発するために必要となる力学的安全性等の評価技術或いは薬事製造承認の取得を容易にするデータの構築・開発ガイドライン等の整備を行っています。

研究内容

Tiに、Zr、Nb等を添加することで、長期間での生体適合性が高くなり、これらの材料を用いることで信頼、安全性の高い製品の開発が可能となります。また、欧米人に比べ小柄な東洋人の骨格構造に最適な製品の開発の早期実用化を目指しています。特に、三次元積層造形技術が、患者にやさしい医療を実現します。具体的には、患者のCTデータ等から最適なインプラントの設計製造、安全性の検証を行い、医師の確認後、加工し短納期での製品製造を目標としています。同様に、患者に最適な歯科補綴修復物（人工の義歯等）の開発支援も行っています。

カスタムメイドインプラント設計製造技術（三次元積層造形技術等）
→ 高生体適合化



整形インプラントの設計製造プロセス

連携可能な技術・知財

- ・ カスタムメイド骨接合材料
- ・ カスタムメイド人工関節
(股関節、膝関節、足関節、指関節、肩関節、肘関節、脊椎インプラント)
- ・ 薬事製造承認取得の支援
- ・ 低コスト高性能部材製造技術
- ・ 短納期設計及び加工技術
- ・ 積層造形医療機器開発ガイドライン
- ・ 適合性の高い義歯供給の実現

歯科補綴装置（三次元積層造形技術等）



人工歯の製造プロセスのイメージ

- 関連技術分野：インプラント、三次元積層造形、義歯、力学評価、金属材料
- 連携先業種：医療・福祉業、製造業（金属製品）

岡崎 義光
健康工学研究部門
連絡先：life-liaison-ml@aist.go.jp
研究拠点：つくば



ニーズと共に発展する産総研の下町技術

あらゆるものを薄く数ミクロン精度の平面にする技術

- ニーズに合わせた薄片・研磨片など多様な試料調製
- 農作物、昆虫、歯、電子基盤にも対応できる精度の高い平面を作製
- 広く様々な分野に技術の応用が可能

研究のねらい

岩石を薄く平らにする薄片・研磨片の作製技術は、古くから地質学の分野で岩石の成因の解明等に利用されてきました。試料調製グループでは、その技術を研究者のニーズに合わせて、より精度の高い平面の作製や限界まで薄くする技術へと発展させてきました。この技術は、地質分野にかぎらず様々な分野・領域に応用することが可能であり、社会のニーズに応じて我々の技術も発展していきます。あらゆるものをミクロン単位で薄く平らに磨き上げること、この技術はその究極を目指しています。

研究内容

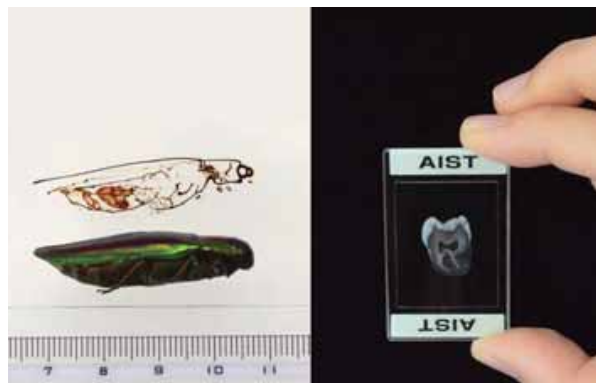
我々はこれまでに、作製工程で水・油などの液体を使用しない「乾式研磨法」を開発し、天然ナノチューブを含むイモゴライトの薄片作製（約30ミクロン厚）に世界で初めて成功しています。また、米、昆虫、人間の歯、電子基盤など岩石以外の薄片・研磨片も作製しています。近年では、産総研で開発された高性能無機系吸放湿材（ハスクレイ）の薄片・研磨片を作製しており、蓄熱材の開発にも利用されています。この精度の高い平面は、我々が磨き上げてきた手業によって作り出されています。



樹脂包埋したイモゴライトを乾式研磨法で研磨している様子

連携可能な技術・知財

- ・ 特許第5633078号(2014/10/24)
- ・ 乾式研磨法による生体薄片試料の作製方法及び該試料を用いた観察・分析方法
- ・ 乾式研磨法を用いた染色薄片作製法の開発



タマムシと人間の歯の薄片

- 関連技術分野：地質情報、研磨、加工技術
- 連携先業種：農林水産業、医療・福祉業、製造業（その他製品）

大和田 朗
地質情報基盤センター
連絡先：gweb@gsj.jp
研究拠点：つくば

産総研

製品のリサイクル性や歩留まりの向上を実現するスマート接着剤

光により繰り返し使用できる接着剤

- 室温で光により硬さを変えられる新規の材料を開発
- 基材に熱や衝撃を与えずに接着や剥離が可能
- 溶剤が不要のため医療品、美容・化粧品などの分野へも応用可能

関連技術分野：接着、環境負荷低減、リサイクル

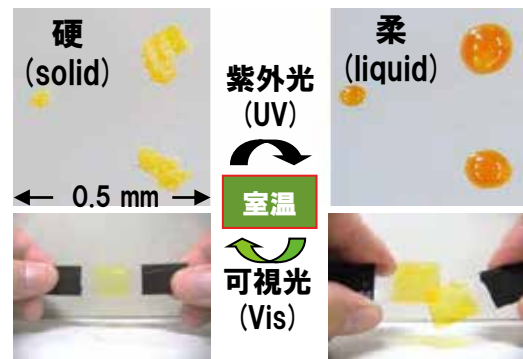
連携先業種：製造業（化学）、製造業（電気機器）、医療・福祉業

研究のねらい

環境に優しい持続可能な社会を実現するためには、製品のリサイクル技術や製造プロセスにおける歩留まり向上技術が重要な開発課題となります。例えば、機械的な衝撃や熱を加えることなく製品を解体できれば、無傷のままリサイクルに回すことができます。また、精密な位置決めが必要となる製品製造プロセスにおいて修正が可能な仮止めができれば、製品の歩留まり向上につながります。本研究課題では、このような製品のリサイクル性や歩留まりの向上に寄与する可逆接着剤の開発を目指しています。

研究内容

室温において、ある波長の光を照射することで柔らかくなり、別の波長の光を照射すると硬くなる材料群を開発しています。新規の単一物質や複数の物質を混ぜることで、このような特性を示す材料が得られることを見出しました。この材料を接着剤として利用すれば、基材に熱や衝撃を加えることなく、光照射のみで接着・脱着が可能となります。また、市販の一般的な接着剤に用いられている有機溶剤が不要なため、人体に触れる医療品や美容・化粧品の分野にも応用可能と考えられます。



本材料を用いた光による接着と剥離

連携可能な技術・知財

- ・サンプルの試料提供が可能（一部のサンプルに関しては試薬会社から販売中）
- ・特許第5360794号（2013/09/13）、特許第5561728号（2014/06/20）
- ・本研究の一部は、科研費（課題番号：B(26288096)、C(21550142)）、住友財団、加藤財団の助成により行われたものです。



想定される本材料の応用分野

■研究担当：秋山 陽久 / 山本 貴広 / 木原 秀元

■所属：機能化学研究部門

■連絡先：mc-liaison-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

歩留り・信頼性を高める 製造現場での潜傷検出

基板表層の潜傷を、選択的かつ非破壊的に検出

- 光散乱と応力を用いて、サンプル表層の潜傷を顕在化
- 半導体生産ラインでの使用に目途
- 次世代半導体や各種ガラス基板の潜傷検査技術として応用を期待

関連技術分野：加工技術、潜傷検出

連携先業種：製造業（ガラス・土石製品）、製造業（精密機器）

研究のねらい

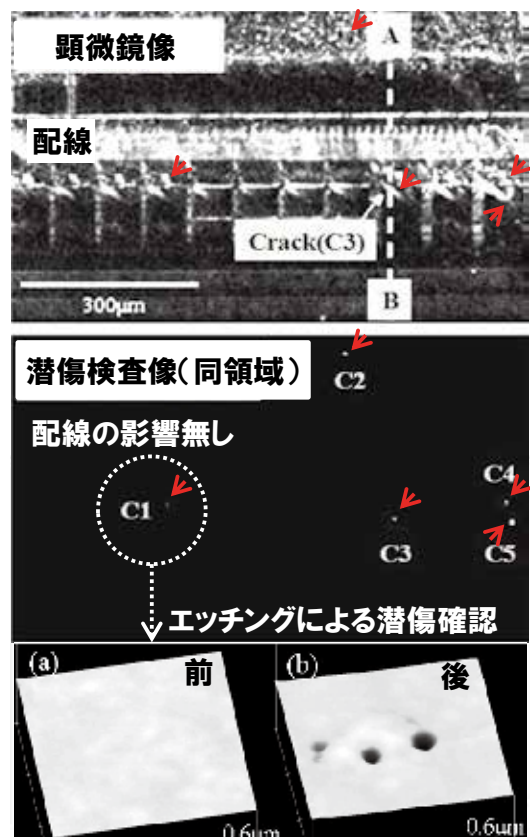
化学機械研磨（CMP）は、製造業（半導体・ガラス）において重要な加工技術ですが、原理上、基板表層に潜傷形成が起こります。従来検査の多くは破壊検査である他、潜傷の識別に問題がありました。一方製造現場では、潜傷に関する製品不良・信頼性・経済損失の回避、プロセスファクター最適化の観点から、製造工程上流での非破壊潜傷識別を強く望んできました。そこで我々は、光散乱と応力を駆使し、潜傷のみを選択的に検知する技術を開発しました。実際、検査装置の開発、次世代半導体ラインでの検査に取り組み、良好な結果が得られています。

研究内容

本研究は「潜傷を選択的に検出する光学的手法」です。原理的にはレーザー光を全面走査し、光散乱を画像で計測します。通常光散乱体には、検出したい潜傷の他、微小ゴミ、配線が含まれます。そこで更に本手法では、検査サンプルに数MPaの引張応力（100 μm以内で中央を押込）を印加します。この際、潜傷の先端には、応力集中による屈折率変化、ひいては光散乱強度の変化が起こります。一方、応力集中が無いゴミや配線では、光散乱強度の変化は起こりません。この応力印加に対する光散乱強度の違いを検出することで、ゴミや配線の影響を排除し、潜傷のみ、選択的に検出できるようになりました。

連携可能な技術・知財

- ・次世代半導体や各種ガラス基板の潜傷検査
- ・CMPプロセスファクター最適化への応用
- ・特許第4631002号（2010/11/26）
- ・Review of Scientific Instruments, 82, 116103 (2011)



Si系半導体ウエハの潜傷検査結果例

■研究担当：坂田 義太郎／寺崎 正／坂井 一文／野中 一洋

■所 属：製造技術研究部門

■連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp

●研究拠点
九州

超音波伝搬の映像化による 非破壊検査

レーザー励起超音波の映像化を利用した新しい非破壊検査技術

- 航空機・自動車、プラント配管、鋼橋などの広域スクリーニング検査に有効
- 実構造部材の超音波伝搬映像をその場で計測できる世界唯一の技術
- 非接触レーザー走査により短時間で複雑形状部材の遠隔検査が可能

関連技術分野：インフラ診断、非破壊検査、計測技術
連携先業種：製造業（輸送用機器）、製造業（機械）

研究のねらい

社会インフラや輸送機器などの構造物の定期点検で多用されている超音波探傷技術は、(1)複雑形状物体の検査が難しい、(2)検査に時間がかかる、(3)欠陥検出精度が悪い、等の問題を有しています。これらの問題を解決する検査技術として、レーザー励起超音波の伝搬映像をその場でほぼリアルタイムに計測・解析して、実構造物に内在する欠陥を遠隔で高速検査できるレーザー超音波検査システムを開発しています。従来の手法よりも1桁以上検査時間を短縮でき、欠陥検出の空間分解能も向上する世界唯一の画期的な非破壊検査技術です。

研究内容

パルスレーザーを被検体表面に照射して熱励起超音波を発生させ、レーザー照射点を高速走査しながら固定点で受信した超音波を収録します。それらの収録信号を再構成して、各照射点で発生した超音波が伝搬する様子を映像化する技術です。

被検体に欠陥が存在すれば、波紋状の反射エコーが伝搬映像で観察できるので、容易に欠陥の検出ができます。複雑形状物でも短時間で簡単に遠隔計測することができるメリットを生かして、インフラ診断、航空機・自動車構造部材の接合部検査などへの適用研究を進めています。

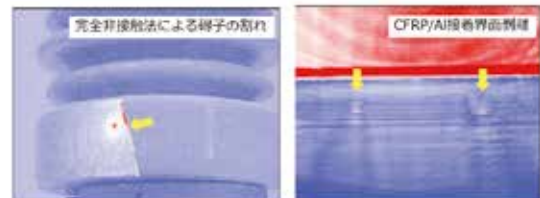
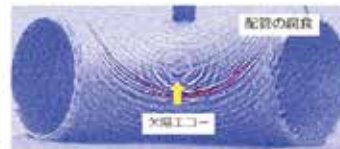
連携可能な技術・知財

- ・金属、複合材料、セラミックス、樹脂のき裂、腐食、剥離、ポイドなどを検出する非破壊検査技術
- ・特許第4595117号(2010/10/01)
- ・本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「レーザー超音波可視化探傷技術を利用した鋼橋の劣化診断技術の開発」(管理法人：JST)によって実施されました。



- ・可視化範囲：視野角±55°以内
- ・被検体までの距離：0.1~2m
- ・走査速度：最大2kHz
- ・レーザー：YAG(1064nm)
- ・レーザー出力：最大2mJ@1kHz
- ・超音波透過板厚：0~100mm

レーザー超音波検査システム



欠陥検出例

■研究担当：遠山 暢之／宮内 秀和／山本 哲也／時崎 高志

■所属：分析計測標準研究部門

■連絡先：nmij-liaison-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば

内外計測を目指したX線CT

見えない、触れない、届かない、製品の内外形状を正確に計測

- 複雑構造部品の内外の寸法・形状を3次元的に高精度に計測する技術
- 測定精度を客観的に保証するための評価技術
- 客観的かつ国際整合性のとれた工業標準化提案

関連技術分野：計測技術、計量トレーサビリティ
連携先業種：製造業（機械／輸送用機器／精密機器）

研究のねらい

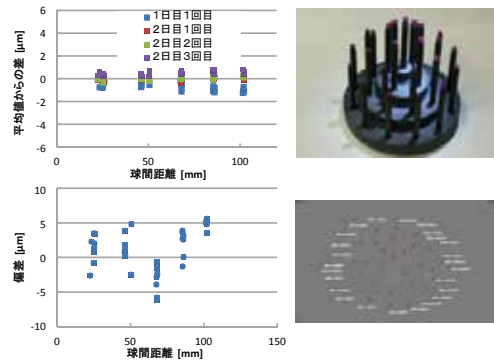
X線CT装置は、工業製品の内外形状について非破壊かつ高分解能での測定を実現するポテンシャルがあります。しかし測定器として使うためには、十分な安定性などの基本性能の検証を経て、測定精度を保証する必要があります。本研究は、X線CT装置の測定性能の追求および測定精度の評価技術の研究開発を並行して進め、トレーサビリティのとれた内外形状の測定器の実現、さらにはそのインフラとしての工業標準の確立を目指しています。デジタルものづくりで求められている、 μm オーダーでの工業製品の内外形状の評価を実現することができます。

研究内容

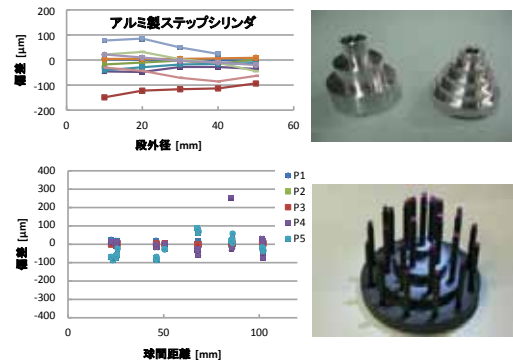
幾何学的な形状のゲージを用いた長さ測定誤差などの評価により産総研のDimensional X線CT装置SMX225 CTSの高度化に取り組んでいます。繰り返し再現性 $1\ \mu\text{m}$ 以下、長さ測定誤差 $5\ \mu\text{m}$ 以下、またプロービング誤差は μm オーダーを実現しています。また、工業標準の確立を目指し、様々な形体のゲージを用いた国内の持ち回り測定を行い、評価法の妥当性、技術交流を促進しています。さらに従来不可能であった、 $400\ \text{mm}$ （アルミの場合）までの大寸法の工業製品の内外測定を実現するX線CT装置の研究を経済産業省委託費により日立製作所と共同で推進しています。

連携可能な技術・知財

- ・最大サイズ約 $100\ \text{mm}$ 、最小分解能約 $2\ \mu\text{m}$ （試料直径約 $4\ \text{mm}$ 以内）のX線CT
- ・X線CTを用いた評価用試料の見え方の検討
- ・X線CTを用いた幾何形状測定不確かさの検討
- ・オプトロニクス, 32(8), 2013, 62-64
- ・オプトロニクス, 32(8), 2013, 86-90
- ・journal of N.D.I., 61(4), 2012, 135-140
- ・journal of N.D.I., 62(4), 2013, 170-176



産総研のDimensional X線CT装置の測定能力



持ち回り測定のゲージと測定結果の例

- 研究担当：藤本 弘之／阿部 誠／佐藤 理／松崎 和也／高辻 利之
- 所 属：工学計測標準研究部門
- 連絡先：nmij-liaison-ml@aist.go.jp

●研究拠点
つくば