

研究報告2021 目次

【抄録】

- ◆ Application of silica opals to ceramic pottery
- ◆ Improvement of drilling performance by overcoating diamond-like carbon films on diamond-coated drills for carbon fiber reinforced plastics processing
- ◆ Electrical resistivity and mechanical properties of nitrogen-containing diamondlike carbon/tungsten and nitrogen-containing diamondlike carbon/tungsten carbide multilayer films prepared under low substrate temperature
- ◆ Fabrication of ultra-flat c-axis oriented ZnO thin films on atomically stepped cyclo-olefin polymer (COP) substrates by pulsed laser deposition at RT
- ◆ P-type amorphous vanadium oxide thin film fabricated by pulsed laser
- ◆ 環状オレフィンポリマー上のダイレクトパターンニングにおける無電解銅めっき浴中への 2-メルカプトベンゾチアゾール添加の効果
- ◆ Effect of high glucose concentration on aging and glycation in *Caenorhabditis elegans*
- ◆ LC-MS/MS 法による非蛍光性 AGEs 生成抑制作用評価法の検討
- ◆ 光触媒の実用的な性能評価方法 – 産業界との対話から –
- ◆ Enhanced Solar Photothermal Catalysis over Solution Plasma Activated TiO₂
- ◆ Eco-Friendly Cotton/Linen Fabric Treatment Using Aqueous Ozone and Ultraviolet Photolysis

◆Application of silica opals to ceramic pottery

機械・材料技術部ナノ材料グループ
小野洋介

掲載誌：Journal of Asian Ceramic Societies, Vol.8, No.3, pp.578-585 (2020)

人工オパール分散液を陶器表面に塗り 900°Cで焼成して焼き付けることにより、構造色を発現する陶器を作製した。人工オパールの色は、900°C焼成に伴い変化した。高温焼成により粒子が収縮し、粒子充填構造の周期間距離が変化したことが理由と考えられる。本研究では、構造色特有の“見る角度（光の角度）によって色が変わる”発色と、従来顔料のような角度依存性の無い発色を、コントロールする方法を確立した。また、人工オパール塗布面が水に濡れた際に、変色するケースと、無色透明になるケースとの違いを実験データで裏付けて明らかにした。

既存の無機顔料にはクロムやコバルト等のレアメタルが使われている。人工オパールがレアメタルフリー顔料としてこれらに置き替わり、陶芸の世界に革新的な変化をもたらすことを期待する。

◆Improvement of drilling performance by overcoating diamond-like carbon films on diamond-coated drills for carbon fiber reinforced plastics processing

DLC コーティングしたドリルの炭素複合材料への効果

Toru Harigai
Satoshi Degai
Yuya Sugie
Hirofumi Takikawa
Tsuyosi Takimoto
Hidenobu Gonda
Satoru Kaneko
Shinsuke Kunitsugu
Kohtaku Suzuki
Masao Kamiya
Makoto Taki

掲載誌：Vacuum, Vol.183, pp.109755 (2021)

DLC フィルムの硬さと水素含有量は成膜の手法に強く依存する。本研究では DLC でコーティングされたドリルを用いて炭素繊維強化プラスチックを加工して、硬さと水素含有量との相関を調べた。著者らが提案している T 型フールドアーク法を用いて、様々な DLC フィルムでドリルへのコーティングを施した。その結果、水素含有量の少ない ta-C:H を用いたコーティングに顕著な効果が認められた。

◆Electrical resistivity and mechanical properties of nitrogen-containing diamondlike carbon/tungsten and nitrogen-containing diamondlike carbon/tungsten carbide multilayer films prepared under low substrate temperature

低温度で作製した窒素含有多層膜DLCの特性評価

Koki Tamekuni
Toru Harigai
Takafumi Toya
Hirofumi Takikawa
Tsuyosi Takimoto
Shigeki Takago
Satoru Kaneko
Shinsuke Kunitsugu
Masao Kamiya
Makoto Taki
Hidenobu Gonda

掲載誌：Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol.38, pp.011801 (2020)

窒素含有ダイヤモンドライクカーボン(DLC)は耐久性と低電気抵抗体として優れた特性を持つ。本報告では、窒素含有 DLC(N-DLC)とタングステン(W)、または、タングステン・カーバイト(WC)との多層膜を形成し、その特性評価を行った。その結果、単層膜に比較して N-DLC/WC 多層膜は、高い耐久性と抵抗が半減することが確認できた。

◆Fabrication of ultra-flat c-axis oriented ZnO thin films on atomically stepped cyclo-olefin polymer (COP) substrates by pulsed laser deposition at RT

室温でのパルスレーザー蒸着法による ZnO 薄膜の作製

Tomoaki Oga
Shiori Yamada
Naho Kaneko
Akifumi Matsuda
Mamoru Yoshimoto
Satoru Kaneko

掲載誌：Japanes Journal of Applied Physcs, Vol.59, pp.128001 (2020)

パルスレーザー蒸着法により酸化亜鉛(ZnO)薄膜の作成を室温でシクロオレフィンポリマー(COP)上で行った。ナノインプリントによりサファイアの転写を行い、COP は 0.3nm のステップを持つステップ基板として用いていた

ところ、成長した ZnO 膜にもステップ構造が確認できた。更に、X 線回折評価により ZnO 膜は c 軸配向していることが分かった。

◆ P-type amorphous vanadium oxide thin film fabricated by pulsed laser

パルスレーザー蒸着法による P 型アモルファス VO 薄膜の作製

Subaru Nakanishi
Yoshiharu Shinozaki
Akifumi Matsuda
Mamoru Yoshimoto
Satoru Kaneko

掲載誌 : Japanes Journal of Applied Physcs, Vol.59, pp.078004 (2020)

パルスレーザー蒸着法により酸化シリコンガラス上へアモルファス酸化バナジウム(VxOy)の作成を超高真空の室温で行った。電気伝導率と更に、X 線回折評価により ZnO 膜は c 軸配向していることが分かった。また、X 線光電子分光法(XPS)の評価では薄膜表面に V⁴⁺ と V⁵⁺ が比 V⁴⁺/V⁵⁺= 0.2 で存在することを確認した。

◆環状オレフィンポリマー上のダイレクトパターンニングにおける無電解銅めっき浴中への 2-メルカプトベンゾチアゾール添加の効果

関東学院大学材料・表面工学研究所
堀内義夫
亀井恒汰
渡辺充広
本間英夫
株式会社アヅマ
高木道則
電子技術部電子材料グループ
安井 学

掲載誌 : Materials Research Bulletin, Vol.58, pp.29-33 (2021)

本論文では、大気 UV 処理法によるダイレクトパターンニング法を用いて、環状オレフィンポリマー(Cyclic Olefin Polymer : COP)樹脂上に異方性めっきによるラインパターンを形成する検討を行った。大気 UV 処理およびアルカリ処理を施した COP 樹脂は、水接触角の低下および表面自由エネルギーの増加から表面改質されていることが確認された。このことから、フォトマスクを介して選択的領域にのみ表面改質を施すことで、ダイレクトパターンニングが可能になる。また、無電解 Cu めっき浴に 2-メルカプト

ベンゾチオール (2-MBT) を添加する事により、横方向の析出が抑制され、縦方向の成長が促進された。これは、非線形拡散効果により 2-MBT がラインのエッジ部に多く吸着していることを示唆している。また、2-MBT 無添加浴に比べ添加浴の浸漬電位は短時間で定常電位に達したことから、ライン中心領域では促進効果が発現したため、縦方向の成長が促進したと考えられる。

◆Effect of high glucose concentration on aging and glycation in Caenorhabditis elegans

化学技術部バイオ技術グループ 瀬戸山央

掲載誌 : International journal of analytical bio-science, Vol.8, No30, pp.59-64 (2020)

高濃度のグルコースは、肥満や 2 型糖尿病の原因となることが指摘されており、高血糖は体内での糖化最終産物 AGEs の生成を促進する。線虫は老化研究のモデル生物として用いられており、近年では糖尿病研究のモデルとしての研究もされている。

本研究では、線虫を高グルコース条件で培養し、体内の ROS 発生量、カルボニル化タンパク質量および蛍光性 AGEs 量の変化を調べ、高グルコース条件が線虫の体内糖化および老化に及ぼす影響を明らかにすることとした。その結果、高グルコース条件は、線虫の体内グルコース濃度を上昇させ、それに伴う ROS 発生量、カルボニル化タンパク質量および蛍光性 AGEs 量を増加させることを明らかにし、線虫において体内の糖化と老化の関係の一端を明らかにすることができた。

◆LC-MS/MS 法による非蛍光性 AGEs 生成抑制作用評価法の検討

化学技術部バイオ技術グループ
瀬戸山央

掲載誌 : 科学・技術研究, 9 巻 1 号, pp.37-40 (2020)

糖化によって体内で生成する AGEs は、加齢性疾患に関与していることが明らかとなっており、AGEs の生成を抑制する機能性食品が数多く開発されている。機能性食品の AGEs 生成抑制作用評価法のうち、非蛍光性 AGEs 生成抑制作用評価は主に ELISA 法によって行われているが、高価な抗体を使用するため多検体の食品素材スクリーニングには向いていない。そこで本研究では非蛍光性 AGEs のうち CML、CMA に着目し、多検体の食品素材スクリーニングを容易にするために LC-MS/MS を用いた CML 生成抑制作用評価法および CMA 生成抑制作用評価法について検討を行った。その結果、既知抗糖化合物である塩酸アミノグアニジンに対して、LC-MS/MS 法は ELISA 法と同等の結果を示すことが明らかとなった。

◆光触媒の実用的な性能評価方法 – 産業界との対話から –

川崎技術支援部材料解析グループ
落合 剛
濱田 健吾
川崎技術支援部太陽電池評価グループ
青木 大輔

掲載誌：材料表面 2020, 5, 115-122

環境浄化は、私たちの生活にとって最も重要な技術の一つである。光触媒の強い酸化力を利用した環境浄化への応用が注目されている。しかし、光触媒による環境浄化を効果的に行うためには、いくつかのキーとなる科学的・技術的要件がある。それぞれの実環境に近い条件で、空気清浄機等の製品が最も効果を発揮するために、設計指針を確立する必要がある。そこで、本レビューでは、産業界からの相談に基づいたニーズを把握し、光触媒作用の基本メカニズムに立脚した材料・モジュール・製品の実用的な評価方法を確立するために、我々の最近の活動を紹介する。

◆ Enhanced Solar Photothermal Catalysis over Solution Plasma Activated TiO₂

Fei YU
Changhua WANG
Yingying LI
He MA
Rui WANG
Yichun LIU
Norihiko SUZUKI
Chiaki TERASHIMA
Bunsho OHTANI
Tsuyoshi OCHIAI
Akira FUJISHIMA

掲載誌：Advanced Science 2020, 7, 2000204

Colored wide-bandgap semiconductor oxides with abundant mid-gap states have long been regarded as promising visible light responsive photocatalysts. However, their catalytic activities are hampered by charge recombination at deep level defects, which constitutes the critical challenge to practical applications of these oxide photocatalysts. To address the challenge, a strategy is proposed here that includes creating shallow-level defects above the deep-level defects and thermal activating the migration of trapped electrons out of the deep-level defects via these shallow defects. A simple and scalable solution plasma processing (SPP) technique is developed to process the presynthesized yellow TiO₂ with

numerous oxygen vacancies (Ov), which incorporates hydrogen dopants into the TiO₂ lattice and creates shallow-level defects above deep level of Ov, meanwhile retaining the original visible absorption of the colored TiO₂. At elevated temperature, the SPP-treated TiO₂ exhibits a 300 times higher conversion rate for CO₂ reduction under solar light irradiation and a 7.5 times higher removal rate of acetaldehyde under UV light irradiation, suggesting the effectiveness of the proposed strategy to enhance the photoactivity of colored wide-bandgap oxides for energy and environmental applications.

◆Eco-Friendly Cotton/Linen Fabric Treatment Using Aqueous Ozone and Ultraviolet Photolysis

Kengo Hamada
Tsuyoshi Ochiai
Yasuyuki Tsuchida
Kyohei Miyano
Yosuke Ishikawa
Toshinari Nagura
Noritaka Kimura

掲載誌：Catalysts 2020, 10, 1265

Chemicals for the scouring and bleaching of fabrics have a high environmental load. In addition, in recent years, the high consumption of these products has become a problem in the manufacture of natural fabric products. Therefore, environmentally friendly, low-waste processes for fabric treatment are required. In this paper, we discuss the bleaching of fabrics using advanced oxidation processes (AOP). These processes use electrochemically generated aqueous ozone and ultraviolet (UV) irradiation to achieve bleaching. However, colour reversion often occurs. In this study, we suppressed unwanted colour reversion by treatment with rongalite. After treatment, changes in fabric colour were determined by measuring the colour difference and reflectance spectra. The best bleaching effect was obtained when ozone and UV irradiation treatments were combined, achieving results similar to those of a conventional bleaching method after 60 min of UV irradiation. In addition, the AOP treatment resulted in the simultaneous scouring of the fabric, as shown by the increased hydrophilicity of the fabric after AOP treatment. Thus, this AOP process represents a new fabric bleaching process that has an extremely low environmental impact.