第4回先進コーティングビジネス研究会・ 2024年度・第1回セラミックコーティング研究会

テーマ：「先進コーティング技術の最新動向とビジネス展望」

日時：2024年9月27日（金）～28日（土）

場所：前島・牛窓研修センター カリヨンハウス・中会議室

(<https://carillon-house.com/>)

開催方式：ハイブリッド開催

主催：日本電子材料技術協会・先進コーティングビジネス研究会

共催：日本セラミックス協会・セラミックコーティング研究会

プログラム：

【27日・午後】

13:30～14:00 受付

14:00～14:10 開会の挨拶&伝達事項（10min）

14:10～14:45（35min）

1. 「極薄膜（膜厚 < 10nm）導電性酸化物薄膜の設計指針と現状」

高知工科大学 山本哲也教授

（概要）金属薄膜と同様に導電性酸化物薄膜では膜厚をキャリア電子の平均自由行程よりも薄くすることで電気導電性やヤング率など機械特性の支配因子が大きく変化するサイズ効果が観察される。加えてそれを利用した新規応用展開の展望が可能となる。

「層状構造」グラフェンなどとは異なる「非層状構造」での2次元薄膜の実現と現状及び課題を成膜装置（原子層蒸着成膜（ALD）や分子線エキタピシー成膜（MBE）とは異なる成膜機構）と材料物性との両面から議論する。

14:45～15:20（35min）

2. 光表面化学修飾ナノコーティングによる高機能化表面改質」

（国研）産業技術総合研究所 中村孝子

（概要）近年、基材特性を維持しつつ、表面層に高機能性を付与する表面改質技術が注目されている。演者は紫外光を利用した温和で簡便な表面化学修飾ナノコーティング技術を用いたポリマー材料への各種官能基化技術を開発している。本講演では、PFAS規制対応を目的としたフッ素フリー撥水化技術、および社会課題解決を目的とした抗ウイルス部材創成について紹介する。

15:20～15:35 コーヒーブレイク(15min)

15:35～16:25 (50min)

3. (依頼講演)「DLC 成膜技術と国際標準化」

一般社団法人 DLC 工業会 理事 平塚 傑工

(概要) 近年、地球温暖化や環境破壊の原因である化石燃料が問題視され省エネルギーへの取り組みが望まれている中部材の耐久性向上、低摩擦化等に利用される DLC 成膜技術に注目が集まっている。DLC 膜は作製する成膜技術によって硬度や構造を制御でき幅広い特性を持つ。これまで一般社団法人ニューダイヤモンドフォーラムと一般社団法人 DLC 工業会は共同での DLC 膜の分類や評価方法に関する国際標準化活動を実施してきた。本講演では、この DLC 成膜技術と国際標準化活動に関して言及する。

16:25～17:00 (35min)

4. AD 法メカニズム解明の最前線と海外研究開発動向

(国研) 産業技術総合研究所 明渡 純

(概要) エアロゾルデポジション (AD) 法によるセラミックコーティングは、従来溶射法と比較し、常温で緻密なセラミックス膜を高密着に形成できる技術として注目されている。現在、半導体製造装置の低発塵プラズマ耐食部材や色素増感型太陽電池の酸化チタン電極層の形成、六価クロムフリーの耐摩耗・防錆コートなどで実用化され、その他、ハイパワーキャパシタ応用や蓄電池応用、燃料電池・電気化学セル応用、放熱基板、医療機器関連応用など様々な用途で活発な研究開発が進んでいる。この手法では、「常温衝撃固化現象」とよばれる粒子結合現象により膜を形成する。本報告では、AD 法のプロセス基礎と応用開発事例、さらには海外研究動向についてレビューする。

17:00～17:35 (35min)

5. 「環動高分子を用いた高強度機能性複合材料設計」

(国研) 産業技術総合研究所 後藤 拓

(概要) ゴム等のポリマーとセラミックなどの機能性粒子を複合化させることで、ポリマーに由来した柔軟性や耐衝撃性と、機能性粒子に由来した熱伝導性や導電性などの機能性の両方を持たせることはバルク材料やコーティング材料においても広く用いられる。しかしながら、そのような複合材料の系においては強度・靱性などの機械的特性と機能性においてトレードオフの関係がある。本発表では環動高分子と呼ばれる可動な架橋点 (結合点) を有するゴムと機能性粒子の複合材料によって高強度と高機能性を両立させる複合材料について紹介する。

19:00～

夕食 (バーベキュー) & 懇親会

自由討論会

【28日・午前】

7：30～8：40

朝食（70min）

8：40～9：00（20min）

6. 「SiC Coating and Nanomaterial Advancements via Hybrid Aerosol Deposition」

Mohammed Shahien, AIST

Abstract:

Hybrid Aerosol Deposition (HAD) is emerging as a revolutionary non-melt ceramic coating technique that integrates plasma assistance, room temperature impact consolidation (RTIC), and advanced 3D capabilities. This cutting-edge technology effectively bridges the gap between traditional plasma spraying and aerosol deposition methods, overcoming their respective challenges and limitations while paving the way for new, sustainable coating applications. HAD also expands the possibilities for depositing materials previously inaccessible through conventional techniques.

Silicon carbide (SiC), known for its propensity to decompose before melting, has long posed significant challenges in thermal spray deposition. Additionally, conventional Chemical Vapor Deposition (CVD) techniques suffer from thickness limitations and low deposition rates ($<1 \mu\text{m/h}$). This study investigates the feasibility of using HAD to deposit SiC, despite its covalent bonding structure. Furthermore, the research includes the development of a simulation model for SiC, providing valuable insights into the deformation and fracture behavior of SiC single-crystal nanoparticles under compression loading. This work lays the foundation for significant advancements in SiC coatings and the broader field of nanoscale material science.

9：00～9：50（50min）

7. (依頼講演) 「ドメイン制御されたエピタキシャル YbFe₂O₄ 薄膜の作製」

岡山大学 藤井達夫教授

(概要) YbFe₂O₄ は電荷秩序型強誘電体であり、その強誘電性は三角格子中の Fe²⁺ と Fe³⁺ イオンの秩序配列に起因している。多くの研究グループがエピタキシャル YbFe₂O₄ 膜の合成を報告しているが、これまでに報告されているエピタキシャル膜には 60° 面内回転する双晶ドメインがあり、分極方向の無秩序性につながる可能性がある。しかし、最近、当研究グループでは、基板の前処理条件を制御することで、YSZ(111)基板上にほとんど双晶構造のない YbFe₂O₄ 膜を合成することに成功した。薄膜は、Fe と Yb₂O₃ の別々のターゲットを使用した二元同時 RF マグネトロンスパッタリング法で作製し、堆積中の基板温度と酸素分圧は正確に制御することで合成した。得られた YbFe₂O₄ 膜は、双晶構造のない明確な(001)配向を示し、SHG 測定の結果、単結晶と一致する極性電荷秩序構造を持つことが確認された。本講演では、薄膜作製条件の詳細と得られた膜の電荷秩序構造について説明する。

9 : 5 0 ~ 1 0 : 0 5 コーヒーブレイク(15min)

1 0 : 0 5 ~ 1 0 : 5 5 (50min)

座長：小川先生

8. 「(依頼講演)「AD 法により形成した圧電膜の特性とデバイス応用」

(公財) 電材材料研究所 川上祥広

(概要) 圧電セラミックスの特性は材料組成に加え微細組織に依存することが知られている。エアロゾルデポジション (AD) 法の特徴の一つは非常に微細な結晶粒による緻密な厚膜が形成できることであり、熱処理によりその結晶粒径を調整することが可能である。

本講演では AD 法で形成した圧電膜の微細組織である結晶粒とドメイン構造が圧電膜の特性に与える影響と、圧電膜の組成比、基板材が特性に与える影響について調査した結果と、またステンレス基板上に形成した圧電膜のデバイス応用について報告する。

1 0 : 5 5 ~ 1 1 : 3 0 (35min)

9. 「放射光 X 線回折による結晶構造解析の進展」

広島大学 黒岩芳弘教授

(概要) 酸化物誘電体材料に対して、我々のグループが SPring-8 で行っている最近の X 線構造解析の結果を紹介する。アンジュレーターを光源とする粉末構造解析専用ビームラインが建設され、2ms の露光時間でリートベルト解析用の粉末データが測定できるなど、実験環境は大きく変化した。従来の偏向電磁石からの放射光 X 線と比較して、強度、角度分解能が格段に向上したことに加え、透過能に優れた 70keV (0.18Å)までの X 線が使用できるようになったことで、セラミックス材料に対して、AC 電場印加下で時分割構造解析するための回折データも高精度で計測できるようになった。

1 1 : 3 0 ~ 1 3 : 0 0 昼 食 (90min)

1 3 : 0 0 ~ 1 3 : 3 5 (35min)

10. 「異なる環境下における遮熱コーティングの経年劣化挙動」

東北大学 小川和洋教授

(概要) 遮熱コーティング(TBC)は、タービン動静翼や燃焼器の基材表面を高温から保護するための重要な技術である。これまでは、化石燃料を用いた燃焼環境下で使用されており、高温酸化が TBC はく離の一要因であると報告されてきた。今後のカーボンニュートラル実現に向けて、これまでの化石燃料から水素やアンモニア環境での使用に置き換わることから、その際の経年劣化挙動が異なることが考えられる。本研究では、これまでの大気下での経年劣化と水素、酸素、アルゴン雰囲気下で TBC を高温暴露させその際の経年劣化挙動を比較・評価した。

13:35～14:25 (50min)

11. (依頼講演)「光化学溶液法を活用した難接着性樹脂の表面改質技術」

(国研) 産業技術総合研究所 北中佑樹

(概要) 我々のグループでは、紫外光照射による低温結晶成長を利用し、多様な基材へ機能性薄膜の形成を可能とする Photo-assisted CSD (PCSD) 法の開発に取り組んでいる。本手法は有機金属化合物の溶液を基材に塗布し、塗布膜に紫外光を照射することで、基材への熱ダメージを抑制しながら機能性薄膜を得る手法である。本講演ではこの PCSD 法を難接着性樹脂の表面被覆・改質技術に展開し、高平滑度と高接着性を両立するフッ素樹脂の表面被覆・改質手法を開発した成果について報告する。

14:25～14:40 コーヒーブレイク (15min)

14:40～15:55 (75min)

総括討論 (パネルディスカッション)「基礎研究の重要性と社会実装」

議論1: TRL とご自身の研究の立ち位置は?

議論2: 基礎研究の重要性をどう見るか?

議論3: バックキャストと社会実装の難しさ (仮)

15:55～16:00 閉会の挨拶