

nanoAPCVD

Atmospheric pressure plasma deposition with admixed nanoparticles via aerosols for self-cleaning & sensor coatings

Programm / Ausschreibung	Produktion der Zukunft, 29. AS Produktion der Zukunft 2019 China CAS	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2020	Projektende	31.12.2023
Zeitraum	2020 - 2023	Projektlaufzeit	48 Monate
Keywords	Atmospheric pressure plasma deposition; Aerosol-assisted deposition; Graphene-based sensors; Wear-resistant self-cleaning surfaces; Large-area plasma deposition		

Projektbeschreibung

Atmosphärendruck-Plasma-Beschichtungstechnologien (APCVD) ausgehend von Silizium-haltigen Kohlenwasserstoffen gewinnen zunehmend wirtschaftliche Bedeutung, da sie kostengünstige großflächige Beschichtungen auf ebenen und dreidimensionalen Oberflächen und dadurch Kratz- und Verschleißfestigkeit ermöglichen, welche organischen Lacken oder Sol-Gel-Beschichtungen überlegen ist. Derzeit fehlt jedoch eine Funktionalisierung dieser harten und zähen Silikat-Silikon-Beschichtungen, z.B. hergestellt mit der APCVD-Technologie des österreichischen Industriepartners Inocon, welche zukünftige industrielle Anforderungen im Hinblick auf superhydrophobes/-oleophobes und photokatalytisches Verhalten für selbstreinigende Oberflächen oder elektrische Leitfähigkeit für Sensoren erfüllen kann (z.B. für selbstreinigende Hygieneartikel ("wassersparende Toiletten"), für selbstreinigende Hochspannungs-Keramik-Isolatoren für verbesserten Schutz vor elektrischen Überschlüssen in Gebieten hoher Luftverschmutzung, für Großflächensensoren in der Zustandsüberwachung von Maschinen, Windkraftanlagen und Stahlkonstruktionen (Brücken, Gebäude)).

Der Schlüssel zu derartigen multifunktionalen Beschichtungen liegt in der Beimischung von Nanopartikeln (NPs) ins Beschichtungsplasma mit definierter Struktur, Chemie und Eigenschaften z.B. über Aerosole, deren Herstellung aber Langzeit-agglomerationsfreie Suspensionen der NP (z.B. Core-Shell-TiO₂-NPs oder Graphen-Nanoflocken) in Lösungsmitteln bedarf – eines der zentralen Forschungsthemen des wissenschaftlich führenden National Center for Nanoscience and Technology der Chinesischen Akademie der Wissenschaften.

Um die industrielle Nutzung derartiger Materialien und Prozesse zu ermöglichen, hat das von JR (als führendes österreichisches F&E-Zentrum für APCVD-Prozesse und -Materialien) koordinierten Projekt folgende Ziele:

- (1) Erzielung funktionaler easy-to-clean und sensorischer Schichteigenschaften im Labormaßstab, welche mit assoziierten industriellen Anwendungspartnern die Grundlage für eine zukünftige Einführung der NP-APCVD-Technologie in der Produktion darstellen,
- (2) Korrelation der funktionalen Eigenschaften mit topographischen, strukturellen, chemischen und mechanischen Analysen vom Makro- bis zum Nanomaßstab und

(3) Verbesserung der APCVD-Plasmasimulation unter Einbeziehung der Aerosolverdampfung und des NP-Transports im turbulenten Plasma, um die Auswirkungen von Prozessen in der Plasmaphase speziell für die Aufskalierung auf große zu beschichtende Flächen zu verstehen

Abstract

Atmospheric pressure plasma deposition (APCVD) technologies from e.g. silicon-hydrocarbon precursors are gathering increasing importance by enabling cost-efficient large-area coating deposition on flat and 3D shaped surfaces to realize improved scratch and wear resistance compared to state-of-the-art organic varnishes or sol-gel coatings. Nevertheless, the functionalization of these hard & tough silicate-silicone coatings, e.g. achieved by the APCVD technology of the Austrian industrial partner Inocon, is currently missing, but may fulfil future industrial demands in e.g. superhydrophobic/-oleophobic and photocatalytic behaviour for self-cleaning surfaces (for e.g. "water-conserving toilets", flashover protection on insulators) or electric conductivity in conduits or sensors (e.g. high frequency, low amplitude strain gauges for structural-health & condition monitoring).

A key to such multifunctional composite coatings is seen by the consortium, coordinated by Joanneum Research as leading Austrian R&D centre for APCVD process and coating material development, in the admixture of functional nanoparticles (NPs) with defined structure, chemistry and properties to the plasma via aerosol droplets, for which the formation of long-term agglomeration-free NP suspensions is essential (e.g. core-shell TiO₂ NPs or surface-modified graphene nanoflakes) – one of the key research topics of the scientifically world-leading National Center for Nanoscience and Technology, China. Reasonably, the laboratory-scale R&D activities are targeted on

- (1) achieving basic functional coating properties, defined with associated industrial project partners as basis for a future introduction of the NP-APCVD technology to production,
- (2) correlation of functional coating properties with topographical, structural, chemical and mechanical properties from macro- to nano-scale, and
- (3) enhancement of APCVD plasma simulation towards dynamics of aerosol vaporization and NP transport in turbulent plasma for understanding the effects of processes in the plasma phase for the scale-up to large-area and 3D-shape deposition.

Projektkoordinator

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

Projektpartner

- INO GmbH
- INOCON Technologie GmbH