

Erzeugung funktionaler Schutzschichten unter Verwendung unterschiedlicher Beschichtungstechnologien

Generation of functional protective coatings by using different coating technologies

Projektträger | Fördermittelgeber: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen, Programm: ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Executing Organisation: Federation of Industrial Research Associations, Program: ZIM – Central Innovation Program SME of the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy

Aufgabenstellung

Zusammen mit dem Lehrstuhl für keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth (CME) und zwei Industriepartnern konzentriert sich das Projekt auf die Entwicklung von funktionalen keramischen Beschichtungen für den Korrosions- und Verschleißschutz. Unter Verwendung der Sol-Gel- und PDC-Technologie (PDC - polymer-derived ceramic bzw. polymer-abgeleitete Keramik) werden polymerbasierte Schichtsysteme mit funktionalen Füllstoffen, wie z.B. ZrO_2 , über die Ofen- und die Laserpyrolyse in eine Keramik umgewandelt, wobei es sich bei der Laserpyrolyse um eine relativ neue Technologie handelt, die bei Sol-Gel-Schichten bisher nicht eingesetzt wurde.

Vorgehensweise

Am Bayerischen Laserzentrum werden im Rahmen der Forschungsarbeiten Untersuchungen zur Laserpyrolyse von PDC- und Sol-Gel-Schichten mit unterschiedlichen Füllstoffen auf Stahl- und Titansubstraten durchgeführt. Es werden Laserparameter für ein stabiles Prozessfenster ermittelt und Schichteigenschaften wie die Gefügestruktur, Rauheit und Mikrohärtigkeit bestimmt. Für die Sol-Gel-Schichten ist eine grundlegende Prozessentwicklung, ausgehend von der Schichtzusammensetzung bis hin zur Bestimmung geeigneter Laserparameter, notwendig.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse liegen zur Laserpyrolyse von PDC-Schichten mit ZrO_2 und Aluminium als Füllstoffe vor. Die Untersuchungen wurden auf Stahlsubstraten durchgeführt. Es konnten dichte, kristalline Keramiksichten mit guter Anbindung zum Stahlsubstrat und einer Schichtdicke von ca. 15 – 20 μm erzeugt werden. Das Gefüge der Schichten ist durch dendritförmige ZrO_2 -Kristalle gekennzeichnet (Bild links). An den Dendrit-Grenzflächen hat sich Aluminium (-oxid) angereichert (Bild rechts). Um vertikale Risse zu vermeiden, wird derzeit an einer Anpassung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Schichtsystem und Substrat gearbeitet.

Task

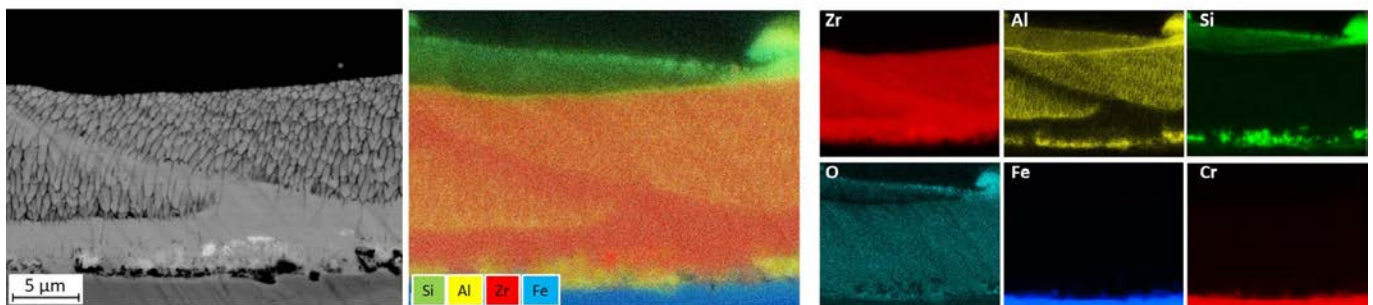
In cooperation with the department of Ceramic Materials Engineering (CME) at the University of Bayreuth and two industrial partners the project will focus on the development of functional ceramic coatings for corrosion and wear protection. Based on the sol-gel- and PDC-technology (PDC - polymer-derived ceramic) polymer-based coating systems with functional fillers, such as ZrO_2 , will be converted into ceramic coatings by using furnace and laser pyrolysis, whereby laser pyrolysis is a quite new technology, which has not yet been used for sol-gel coatings.

Approach

The research activities of the Bayerisches Laserzentrum involve the examination of laser pyrolysis of PDC and sol-gel coatings with various fillers on steel and titanium substrates. Laser parameters enabling a stable process window and coating properties like microstructure, roughness and microhardness will be determined. For sol-gel coatings a comprehensive process development is necessary including the adjustment of sol-gel composition as well as the determination of suitable parameters for laser pyrolysis.

Results

First results have been obtained for PDC coatings with ZrO_2 and Al fillers on steel substrates. Dense crystalline ceramic coatings with good adhesion to the substrate and with thicknesses of approx. 15 – 20 μm were generated. The microstructure of the coatings is characterized by ZrO_2 -dendrites (figure, right). Along the crystal boundaries an enrichment of aluminum (-oxide) has been detected (figure, left). In order to avoid vertical cracks, investigations are currently being conducted to adapt the thermal coefficients of expansion of coating system and substrate.



REM-Aufnahme einer laserpyrolysierten PDC-Schicht auf V2A-Stahl (BSE-Modus und EDX-Element-Mapping)
SEM-image of a laser pyrolyzed PDC coating (BSE mode and EDX element mapping)