

CrossDiamond

Cross-Sectional Microstructure and Stress Design of Tough Diamond Coatings

Programm / Ausschreibung	Bridge, Bridge - ÖFonds, Bridge Ö-Fonds 2019	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2020	Projektende	31.03.2024
Zeitraum	2020 - 2024	Projektaufzeit	42 Monate
Keywords	diamond coating, microstructure, stress, cross-section, mechanical properties		

Projektbeschreibung

Die tribologischen Eigenschaften von in der Zerspanungstechnik eingesetzten Diamant-beschichtungen werden entscheidend durch Querschnittsgradienten der Mikrostruktur, der Eigenspannungen und der Reinheit der Phasen, sowie die Grenzschichtfestigkeit zwischen Schicht und Substrat bestimmt. Obwohl diese Beschichtungen sehr hart sind, hängt ihre Verschleißbeständigkeit kritisch von ihrer Bruchzähigkeit und/oder der Schicht-Substrathaftung ab. Jedoch haben sich wissenschaftlichen Forschung und industrielle Bemühungen bisher meist auf die Entwicklung monolithischer Beschichtungen konzentriert. Das Hauptziel dieses gemeinschaftlichen Projekts ist es, eine neue Generation von auf Querschnitts- und Grenzflächendesign beruhenden Diamant-beschichtungen zu entwickeln. Das Projekt wird vom Lehrstuhl für Materialphysik der Montanuniversität Leoben und von der CarbonCompetence GmbH durchgeführt und stellt die erste gemeinschaftliche Zusammenarbeit dieser Partner dar. Die hauptsächliche wissenschaftliche Neuerung liegt im Verständnis der komplexen Korrelation zwischen (i) den eingesetzten zeitabhängigen Abscheideprozessparametern, (ii) den globalen funktionalen Eigenschaften der Beschichtung, (iii) Gradienten der Phasen, der Mikrostruktur und der Eigenspannungen auf der Nanoskala und (iv) den Grenzflächeneigenschaften zwischen Beschichtung und WC-Co Substrat. Zu diesem Zweck sollen einzigartige auf Querschnitts-Nanoanalytik basierende Charakterisierungsmethoden eingesetzt werden. Diese umfassen hauptsächlich (i) Querschnitts-Nanoröntgenbeugung mit einer Ortsauflösung bis zu ~20 nm an den Synchrotron Strahlungsquellen ESRF in Grenoble und PETRA III in Hamburg und (ii) Querschnitts-Mikromechanik zur Bestimmung von Bruchfestigkeit und -zähigkeit, sowie lokaler Grenzflächenfestigkeit. Ergänzend sollen Zerspanungsversuche durchgeführt werden, um für die Leistungsfähigkeit vorteilhafte Beschichtungsarchitekturen und Querschnittsmerkmale zu identifizieren. Zusätzlich sollen Zerspanungsversuche eingesetzt werden, um Schichtarchitekturen und Querschnittsmerkmale zu identifizieren, die für eine verbesserte Verschleißbeständigkeit und Grenzflächenhaftung vorteilhaft sind. Die korrelativen Experimente sollen dazu dienen die Rolle synergistisch wirkender Querschnittsgradienten und Grenzflächeneigenschaften für die Leistungsfähigkeit der Beschichtungen zu verstehen. Abschließend sollen neuartige Abscheideprogramme für wissensbasiertes Design einer neuen Generation von Diamant-beschichtungen mit vorbestimmtem Querschnitt und Grenzflächen abgeleitet werden.

Abstract

Tribological properties of diamond coatings used in machining industry are decisively influenced by cross-sectional gradients of microstructure, residual stresses and phase purity as well as coating-substrate interface strength. Though these coatings

are super-hard, their abrasive wear resistance is critically dependent on their fracture toughness and coating/substrate interface adhesion strength. The main aim of this collaborative project is to develop a new generation of diamond coatings based on cross-sectional and interface design. The project is performed by Chair of Materials Physics, Montanuniversität Leoben and by CarbonCompetence GmbH and represents the first collaborative effort between the partners. The main scientific novelty resides in the understanding of the complex correlation between (i) applied time-dependent deposition process parameters (ii) coatings' overall functional properties, (iii) nano-scale gradients of phases, microstructure and stresses and (iv) the coating/WC-Co substrate interface properties. For this purpose, unique characterization approaches based on cross-sectional nano-analytics will be applied. These include mainly (i) cross-sectional X-ray nanodiffraction with a spatial resolution down to ~20 nm at the synchrotron sources ESRF in Grenoble and PETRA III in Hamburg and (ii) cross-sectional micromechanical determination of fracture stress and toughness as well as local interface strength. Complementary machining tests will be used to identify coatings architectures and cross-sectional features and attributes that are favorable for improved fracture toughness and interface adhesion strength. The correlative experiments will be used to understand the role of synergistically acting cross-sectional gradients and interface properties in the coatings' performance. Finally, novel deposition recipes for knowledge-based design of a new generation diamond coatings with designed cross-sections and interfaces will be derived.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben

Projektpartner

- CarbonCompetence GmbH