

Erzeugung keramischer Schutzschichten mittels Pyrolyse auf Precursoren basierender Beschichtungssysteme

Generation of protective ceramic coatings by pyrolysis of precursor based coating systems

Projekträger | Fördermittelgeber: Bayerische Forschungstiftung (Forschungsverbund ForNextGen - TP4), Freistaat Bayern
Executing Organisation: Bavarian Research Foundation (Research association ForNextGen - SP4), Free State of Bavaria

Aufgabenstellung

Für den Werkzeug- und Formenbau sollen die Oberflächen von Formgebungsbauteilen mittels generativer Verfahren so verändert werden, dass Funktionsschichten und -strukturen mit anforderungsgerechten Eigenschaftsprofilen erzeugt werden. Im Teilprojekt 4 des Forschungsverbundes sollen keramische Beschichtungssysteme auf Basis präkeramischer Polymere weiterentwickelt und an vorgegebene Bedingungen des industriellen Einsatzes angepasst werden. Die Schichten sollen die tribologischen Eigenschaften, das Korrosions- und Oxidationsverhalten verbessern oder als Diffusionsbarriere und Antihafschicht auf Werkzeugen und Formen entwickelt werden.

Vorgehensweise

Die Pyrolyse präkeramischer Polymere bietet dafür ein hohes Potential. Es können neuartige technische Keramiken mit unterschiedlichsten Eigenschaften unter Ausnutzung kunststofftechnischer Verarbeitungstechnologien hergestellt werden. Im Rahmen des Vorhabens sollen gefüllte Schichten auf Polysilazanbasis durch die gezielte Pyrolyse mittels Ofenpyrolyse und Laserstrahlung (Laserpyrolyse) in keramische Schichten umgewandelt werden. Während sich die Pyrolyse im Ofen für temperaturunempfindliche Bauteile und großflächige Beschichtungen eignet, ist die Laserpyrolyse insbesondere für die Beschichtung niedrigschmelzender Materialien (z.B. Aluminium) und zur Beschichtung eng begrenzter Bereiche geeignet.

Ergebnisse

Als Precursormaterial wird Polysilazan verwendet. Durch die Zugabe von keramischen Füllstoffen wird die Schrumpfung der Schicht bei der Pyrolyse begrenzt. Als passiver Keramikfüllstoff wird ZrO_2 eingesetzt. Zusätzlich werden spezielle Glaspulver in die polymeren Precursoren eingearbeitet, um Spannungen während der Pyrolyse zu relaxieren und auftretende Risse zu versiegeln. Die präkeramischen Schichten weisen herstellungsbedingt eine gewisse Porosität auf. Erste Ergebnisse zeigen, dass eine Laserpyrolyse mit CO_2 -Laserstrahlung dazu führt, dass ein Großteil der Poren durch die aufgeschmolzene Glasphase verschlossen wird (Bild a). Wird die Pyrolyse mit Nd:YAG-Laserstrahlung durchgeführt, können die Poren nicht verschlossen werden (Bild b). Spannungsrisse wurden nicht beobachtet.

Task

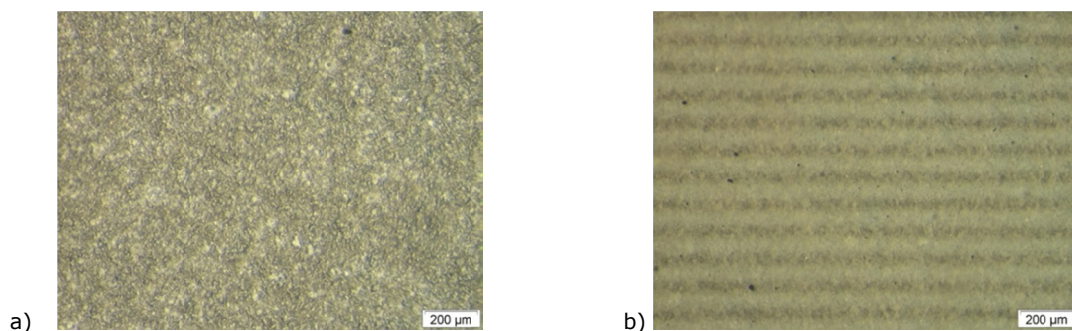
For tool and mold building the surfaces of forming components are to be modified by generative methods to create functional layers and structures meeting industrial requirements. Within the subproject 4 of research cooperation ceramic coating systems based on preceramic polymers will be developed further and adapted to the industrial conditions of the project partners. The coatings are intended to improve the tribological properties, the corrosion and oxidation resistance. They also can be developed as diffusion barriers and anti-adhesive layers.

Approach

Pyrolysis of preceramic polymers has a great potential for this task. Novel ceramic coatings with diverse properties can be generated by using plastic processing technologies. The aim of the project is the conversion of filled polymer based layers into ceramic layers by furnace and laser based pyrolysis. The furnace based pyrolysis of preceramic polymers is suitable for temperature-resistant components and large-scale coatings. Whereas the laser based pyrolysis is particularly suitable for coating generation on low melting materials (e.g. aluminum) and for coatings within sharply defined areas.

Results

We use polysilazane based precursor materials. By addition of passive ceramic fillers (ZrO_2) the shrinking process during pyrolysis is limited. Additionally special glass powders are mixed into the polymer based precursors, to reduce stresses during pyrolysis and to seal cracks. The preceramic layers have certain porosity due to the coating process. First results show that CO_2 -laser radiation based pyrolysis will cause a sealing of the majority of pores by melted glass phase (fig. a). Using Nd:YAG-laser radiation, pores cannot be sealed (fig. b). Stress cracks have not been observed.



Laserstrahlpyrolyse mit a) CO_2 -Laserstrahlung, b) Nd:YAG-Laserstrahlung, Schichtdicke: a) 50 μm , b) 25 μm , (Lichtmikroskopie)

Laser based pyrolysis using a) CO_2 -laser radiation, b) Nd:YAG-laser radiation, coating thickness: a) 50 μm , b) 25 μm , (light microscopy)