Fraunhofer Institut Werkstoff- und Strahltechnik

Statusbericht zum AiF-Forschungsvorhaben

Entwicklung multifunktionaler keramischer Schichten im System TiO_2-Cr_2O_3

AiF-Nr.: 14.926 B, DVS-Nr.: 2.045

anlässlich der Sitzung des Fachausschusses 2, 24. April 2007, Baden/CH

Projektlaufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2008
Stand: April 2007

Verfasser: Carl Christoph Stahr

Durchführende Forschungsstellen

Fraunhofer Institut für Werkstoff und Strahltechnik IWS, Dresden
Abteilung: Thermische Beschichtungsverfahren
Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Eckhard Beyer
Projektleiter: Dr. Lutz-Michael Berger

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Sinterwerkstoffe IKTS, Dresden
Abteilung: Verfahren/Bauteile
Institutsleiter: Prof. Dr. Alexander Michaelis
Projektleiter: Dr. Manfred Nebelung

Thema und Zielsetzung

- Im Fraunhofer-Institutszentrum Dresden (Institut für Keramische Technologien und Systeme) wurden in den letzten Jahren intensive Arbeiten zur Entwicklung von Beschichtungspulvern auf der Basis von Titansuboxiden (Magnéli-Phasen) als Vorstufe für Schichten mit Festkörperschmierstoffeigenschaften durchgeführt. Auf der Suche nach Lösungen zur Erhöhung der Oxidationsbeständigkeit und Phasenstabilität des Werkstoffes wurden einfache Synthesemöglichkeiten von oxidationsstabilen chromhaltigen Magnéli-Phasen gefunden und das Problem der Beschichtungspulverherstellung gelöst.
- Oxidische keramische Werkstoffe als thermisch gespritzte Schichten spielen für viele Anwendungen eine bedeutende Rolle. Bei den chromhaltigen Magnéli-Phasen handelt es sich um vollkommen neue keramische Werkstoffe für thermisch gespritzte Schichten mit multifunktionalen Anwendungsmöglichkeiten.

- Es ist weithin bekannt, dass reduzierend gespritzte Schichten aus Titanoxid TiO_x neben einer akzeptablen Verschleißbeständigkeit eine gewisse elektrische Leitfähgkeit aufweisen. Die Ausbildung der elektrischen Leitfähigkeit beruht wesentlich auf der Reduktion des Titanoxids beim Spritzen. Bei ausreichend hohen Sauerstoffdefiziten sind die Fehlstellen in der Lage sich in Ebenen (so genannte Scherebenen) im Kristallgitter anzuordnen. In den neunziger Jahren wurden für die Magnéli-Phasen des Systems Ti-O Festkörperschmierstoffeigenschaften prognostiziert und für polykristalline Sinterkörper nachgewiesen. Die elektrische Leitfähigkeit der Schichten wurde bestätigt, Festkörperschmierstoffeigenschaften für Spritzschichten konnten jedoch nicht nachgewiesen werden.
- Beschichtungspulver auf der Basis der chromhaltigen Magnéli-Phasen unterscheiden sich von kommerziell erhältlichen Pulvern der chromoxidreichen Seite des Systems TiO_2-Cr_2O_3 dadurch, dass sie ausschließlich Magnéli-Phasen enthalten und höhere Gehalte an TiO_2 aufweisen.
- Forschungsziel ist die wissensbasierte Entwicklung von technisch nutzbaren Schichten des Systems TiO_2-Cr_2O_3 durch APS und HVOF mit der Struktur der Magnéli-Phasen.

Projektfortschritt

- Die Arbeiten innerhalb des Projektes konzentrierten sich bisher hauptsächlich auf die Herstellung zweier Pulver aus dem beschriebenen System. Erste Beschichtungsversuche bestätigen die Verarbeitbarkeit der Pulver, eine genaue Charakterisierung steht noch aus. Die Ergebnisse aus der Pulverherstellung sollen im Folgenden kurz erläutert werden:
- Die Größenverteilung des Ausgangsmaterials wurde bestimmt.
- Die Herstellung der Spritzpulver erfolgte durch zweimaligen Ablauf der Prozesskette Aufbereitung – Sprühtrocknung – Sintern mit abschließender Endkonfektionierung.
  - Durchlauf I der Herstellung diente der Synthese der gewünschten kristallinen Phasen.
  - In Durchlauf II wurde die Struktur des Spritzpulver-Granulates eingestellt. Nach entsprechender Aufbereitung wurden die Granulate an Luft gesintert und dadurch und durch Siebung in eine spritzfähige Form und Partikelverteilung gebracht.
  - Die nominelle Zusammensetzung der beiden Pulver betrug dabei 45 mol% TiO_2 und 55 mol% Cr_2O_3 bzw. 65 mol% TiO_2 und 35 mol% Cr_2O_3
- Die Pulver wurden durch Partikelgrößenmessung, XRD und REM charakterisiert. Die Röntgenaufnahmen zeigen die gewünschten Phasen im Pulver. Aufgrund schwieriger Zuordnung der einzelnen Peaks im Diffraktogram zu einzelnen Phasen ist die Charakterisierung hier noch nicht abgeschlossen. Die REM-Aufnahmen zeigen eine Struktur der Granulate, die durch locker versinterte Primärteilchen gekennzeichnet ist.
- Beispielhaft sind hier zwei Aufnahmen gezeigt (Abbildung 1a und 1b).

Abbildung 1a:
FESEM-Aufnahme einer Pulvergranalie
Spritzpulver D10

2000fach

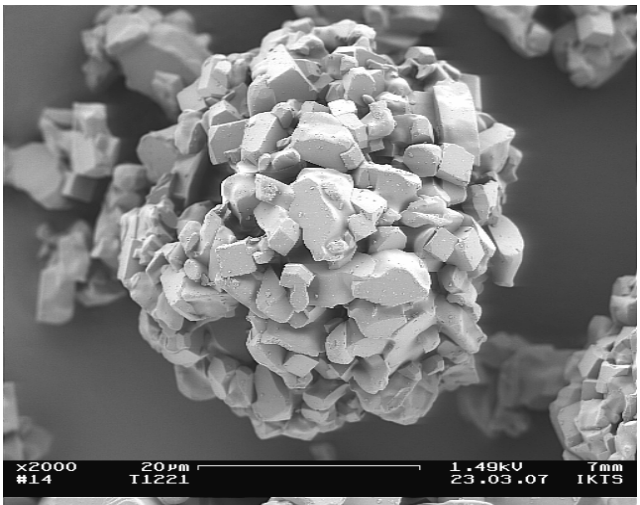
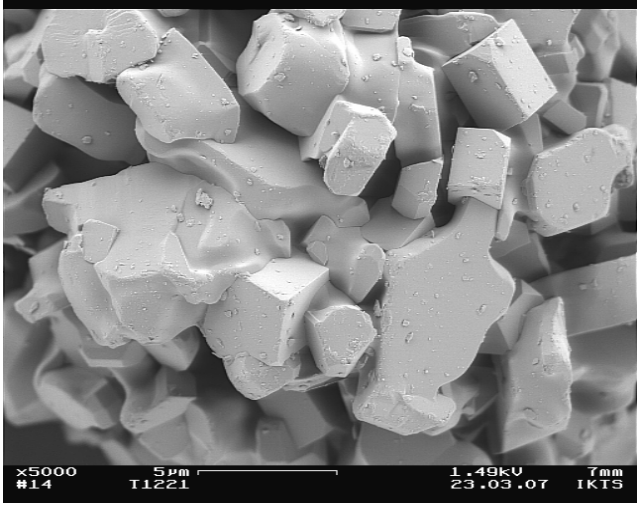


Abbildung 1b:
FESEM-Aufnahme einer Pulvergranalie
Spritzpulver D10

5000fach



Weitere Planung

- Die hergestellten Pulver werden mit APS und HVOF verarbeitet und die Schichten hinsichtlich Mikrostruktur, Phasenzusammensetzung, Porosität und Härte untersucht.
- Im Projektverlauf werden Pulver, bestehend aus Magnéli-Phasen $Ti_{n-2}Cr_2O_{2n-1}$ mit drei weiteren Zusammensetzungen hergestellt und mit APS und HVOF optimiert gespritzt werden.
- Die Schichteigenschaften werden systematisch untersucht. An optimierten Schichten werden tribologische Versuche an der BAM in Berlin durchgeführt und elektrische Messungen durchgeführt.
- Die Eigenschaften werden mit denen aus kommerziell erhältlichen Beschichtungspulvern der chromoxidreichen Seite des Systems TiO_2-Cr_2O_3 gespritzten Schichten verglichen.

Projektbegleitender Ausschuss

Die erste Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses fand am 14.11.06 in Düsseldorf statt, die nächste Sitzung findet am 25.5.07 in Dresden statt.