

# Oxidationsschutz für neuartige Hochtemperatur-Leichtbauwerkstoffe durch Ionenimplantation

176 ZBG

In diesem Projekt wurden größere Proben bzw. Bauteile aus TiAl-Legierungen der Plasma-Immersion-Ionen-Implantation (PI<sup>3</sup>) von Fluor ausgesetzt, um die Wirkung des Halogeneffekts auch bei realen Bauteilen zu demonstrieren. Die implantierten Proben sollten bei Temperaturen von 720°C und höher, je nach ihrem späteren realen Einsatz, getestet werden.

Der Fluoreffekt konnte an Proben im Labormaßstab unter thermozyklischer Beanspruchung bei 900°C bis zu einem Jahr (= 8.760 Stunden) und auch in wasserdampfhaltigen Atmosphären nachgewiesen werden. Bis zu 1050°C wurden Versuche mit einer Laufzeit von 1.200 Stunden mit ebenfalls positivem Fluoreffekt erfolgreich durchgeführt.

Ohne eine Verbesserung ihrer Oxidationsbeständigkeit können Bauteile aus TiAl-Legierungen im Dauereinsatz nicht über 750°C eingesetzt werden. Die Möglichkeiten der Oxidationswiderstandsteigerung sind vielfältig, wobei Oberflächenmethoden im Hinblick auf den Erhalt der optimalen mechanischen Eigenschaften der Werkstücke zu bevorzugen sind. Die Anwendung von "dickeren" Coatings ist allerdings in der Regel problematisch, da deren Sprödphasen als Rissekeimbildungsstellen wirken können. Der Halogeneffekt durch Ionenimplantation bietet hier einige Vorteile, da mit dieser Methode nur die Oberflächenrandzone bis zu einer maximalen Tiefe von 1 µm beeinflusst wird und die Bauteile für ihren späteren Einsatz optimiert hergestellt werden können. Die Implantation stellt den letzten Schritt in der Herstellung von TiAl-Bauteilen dar.

Auf unbehandelten Proben bildet sich bei der Hochtemperaturoxidation in Luft eine dicke, schnell wachsende Mischoxidschicht aus TiO<sub>2</sub> / Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, welche zusätzlich noch mit Nitriden an der Metallrandzone durchsetzt ist. Proben nach Fluorimplantation sind dagegen von einer dünnen Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>-Schicht bedeckt, die das Bauteil gegenüber dem Angriff der Atmosphäre schützt und auch unter wechselnder Temperaturbeanspruchung nicht abplatzt. Diese Beobachtungen wurden auch bei den getesteten Bauteilen gemacht.

Unbehandelte Turbinenschaufeln für einen Einsatz in Flugzeugtriebwerken bilden bei 720°C bzw. 800°C eine nicht schützende Mischoxidschicht auf der Oberfläche. Bei Abgasturboladerrotoren für neue Automobilmotoren, die bis zu 1050°C heiß werden können, kann dies schnell zur Zerstörung des Bauteils führen. Die mit Fluor PI<sup>3</sup>-implantierten Bauteilen weisen dagegen auch nach Hochtemperaturoxidation an der Luft noch eine schützende Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>-Schicht auf, die ebenfalls wechselnder Temperaturbeanspruchung stand hält. Bauteile aus.

Die Anwendungsmöglichkeiten von TiAl können durch den Fluoreffekt deutlich ausgeweitet werden. TiAl-Bauteile werden überwiegend von mittelständischen Unternehmen gefertigt, denen sich durch den nun möglichen Einsatz in verschiedenen Hochtemperatur-Umgebungen z.B. in der Luft- und Raumfahrtindustrie neue Absatzmärkte erschließen. Die Modifizierung der Oberflächen wird auch in der Mehrzahl von kleinen und mittleren Unternehmen übernommen, für die sich durch die Bearbeitung von TiAl-Bauteilen neue Geschäftsbereiche ergeben.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema von 04/05 bis 06/07 am **Karl-Winnacker-Institut der DECHEMA e.V.** (Theodor-Heuss-Alle 25, 60486 Frankfurt am Main, Tel.: 069/7564-0) unter Leitung von Prof. Dr. M. Schütze (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. G. Kreysa) und am **Forschungszentrum Dresden-Rossendorf e.V., Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung** (Bautzner Landstraße 128, 01328 Dresden, Tel.: 0351/260-3348) unter Leitung von Dr. A. Kolitsch (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. R. Sauerbrey).

[--> TIB](#)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr. 176 ZBG der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.