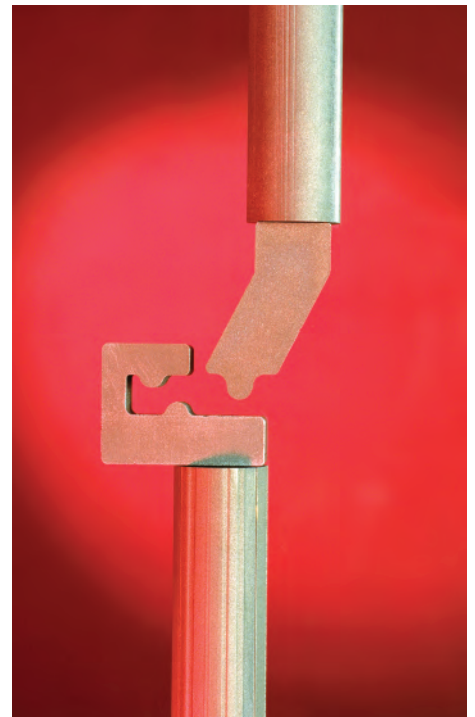
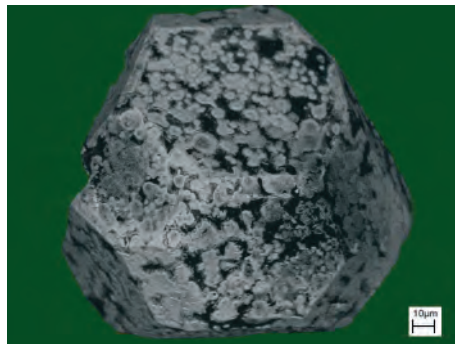


Sinter- und Verbundwerkstoffe



Einführung

Die Entwicklung von Werkstoffen mit maßgeschneiderten Eigenschaften und dafür geeignete effiziente Herstellungstechnologien sind aus technischen, ökonomischen und ökologischen Gründen in fast allen Technikbereichen von Bedeutung. Die Nutzung pulvermetallurgischer Verfahren eröffnet zahlreiche Möglichkeiten für die Herstellung von Werkstoffen mit verbesserten Eigenschaften und speziellen Eigenschaftskombinationen. Besonders interessant sind pulvermetallurgische Verfahren zur Herstellung von nanokristallinen und amorphen Werkstoffen oder Werkstoffen mit sensorischen oder aktorischen Eigenschaften. Schwerpunkte sind die Entwicklung von Leichtbauwerkstoffen, Werkstoffe für tribologische Anwendungen, Werkstoffe für das thermische Management (z. B. Verbundwerkstoffe für passive Kühlkörper, thermoelektrische Werkstoffe), Hochtemperaturwerkstoffe und Wasserstoffspeicherlegierungen für Anwendungen in der Verkehrstechnik, Elektronik, Energietechnik und des Maschinenbaus. Die pulvermetallurgische Herstellung von Sputter-Targets für Beschichtungsverfahren, das Gebiet der tribologischen Prüfung sowie der Werkstoffprüfung (z. B. thermische Analyse, mechanische Prüfung bei Raumtemperatur und Temperaturen bis 1500°C) ergänzen das Tätigkeitsprofil der Abteilung.

Leichtbauwerkstoffe

Durch steigende Nachfrage nach Leichtbauteilen zur Gewichtsreduktion insbesondere im Automobilbau sind pulvermetallurgisch hergestellte Aluminiumbauteile interessant. Die Kombination der Eigenschaften des Aluminiums mit den Vorteilen der pulvermetallurgischen Fertigung bietet günstige Voraussetzungen zur wirtschaftlichen Produktion von Leichtbauteilen.

Herstellung

Formteile aus Al-Legierungen können über Pressen-Sintern gefertigt werden. Für viele Anwendungen ist es ausreichend, nach dem Pressen-Sintern das Bauteil zu kalibrieren. Darüber hinaus können nachgeschaltete Schritte wie Härtung oder Sinterschmieden zur Eigenschaftsoptimierung durchgeführt werden.



Al-Ölpumpe für Schaltgetriebe mit einem gesinterten Rotorsatz (ZF Getriebe GmbH)

Alternativ zur Formteilherstellung ermöglichen Verfahren der Rascherstarrung (z. B. Verdüsung, Melt Spinning), Aluminiumwerkstoffe für Hochleistungsanwendungen herzustellen. Die Verdichtung der hochlegierten Pulver kann durch Strangpressen, heißostatisches Pressen oder Spark Plasma Sintern erfolgen.

Werkstoffe/ Eigenschaften

Der Prozess vom Pulver zum Sinterformteil ist keineswegs abgeschlossen, wie jüngere Entwicklungen zu Werkstoffdesign (z. B. Al-Si Sintermischungen), Sinterprozessen (z. B. SLPS-Sintern) und verbesserten Prozesstechnologien zeigen. Die Herausforderung bei der Entwicklung neuer verschleißbeständiger Werkstoffe und der dazugehörigen Produktionsverfahren besteht in der Erzeugung einbaufertiger Teile mit hoher Maßgenauigkeit ohne mechanische Nachbearbeitung.

Mit der Entwicklung von Al-Hochleistungswerkstoffen werden drei Ziele verfolgt: Für hochfeste Werkstoffe ermöglicht die Pulvermetallurgie die Herstellung ausscheidungsgehärteter AlZnMgCu-Legierungen mit Festigkeiten größer 750 MPa. Eine Dispersionsverfestigung in warmfesten Legierungen ermöglicht den Einsatz bei Temperaturen bis 400°C mit noch ausreichenden Festigkeiten. Verschleißfeste Legierungen zeichnen sich durch hohe Silizium- oder Hartstoffgehalte aus.



Rascherstarrungsanlage am Fraunhofer IFAM

Angebot

- Werkstoffentwicklung
- Technologieentwicklung (Pressen-Sintern, Verfahren der Rascherstarrung, Konsolidierung)
- Herstellung prototypischer Bauteile

Werkstoffe für das thermische Management

Die Entwicklung in der Elektronik ist gekennzeichnet durch eine ständige Erhöhung der Leistungsdichte dieser Komponenten (z. B. Steigerung des Integrationsgrades, Verringerung der Abmessungen). Dadurch gewinnt die Problematik der thermomechanischen Belastung beim Betrieb von Bauelementen, Baugruppen und Geräten infolge zunehmender Wärmeverlustleistungen immer größere Bedeutung.

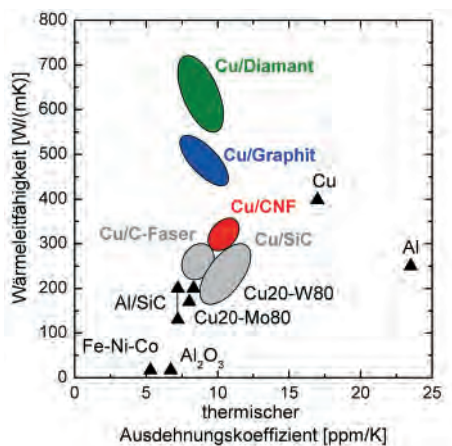
Sinter- und Verbundwerkstoffe

Herstellung

Die Entwicklung von Verbundwerkstoffen für passive Kühkörper verfolgt das Ziel, höchste thermische Leitfähigkeiten und geringe thermische Ausdehnungskoeffizienten zu realisieren. Hochleitfähige Zweitphasen, wie z. B. Diamant oder Graphit, werden dabei mit metallischen Pulvern (z. B. Cu, Al) vermischt und über druckunterstützte Verfahren zu Halbzeugen oder Bauteilen verarbeitet. Zusätzlich werden Phasenwechselmaterialien (PCM) mit metallischen Matrices kombiniert. Derartige Metall-PCM-Verbunde können als Latentwärmespeicher oder zur Temperaturstabilisierung von elektronischen Baugruppen dienen. Ziel der Herstellung thermoelektrischer Werkstoffe ist die Verbesserung der Effizienz (ZT-Wert).

Werkstoffe/ Eigenschaften

Diamant oder hoch graphitisierte Kohlenstoffsysteme (C-Nanofaser, C-Microfaser und Naturgraphit) dienen als Verstärkungsphase in Cu- oder Al-Matrices. Teilchenverbundwerkstoffe sind in ihren Eigenschaften isotrop. Im Gegensatz hierzu ist es bei Graphitwerkstoffen möglich, anisotrope Eigenschaften bei gleichzeitig guter mechanischer Bearbeitbarkeit zu realisieren.



Ausgewählte Eigenschaften von Verbundwerkstoffen für Wärmesenken im Vergleich zu herkömmlichen Werkstoffen

Anwendungen

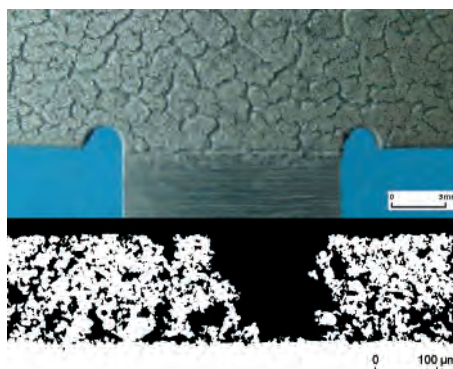
- Passive Kühkörper in der Leistungs-, Mikro- und Optoelektronik
- Metall-PCM-Verbunde für Latentwärmespeicher, Kühlung elektronischer Baugruppen oder zur Temperaturstabilisierung
- Thermoelektrische Werkstoffe zur aktiven Kühlung elektronischer Baugruppen

Angebot

- Werkstoff- und Technologieentwicklung für konkrete Bauteilanforderungen
- Herstellung prototypischer Bauteile und Kleinserienfertigung

Tribologie

Tribologische Beanspruchungen treten oft in Verbindung mit hohen Temperaturen, chemisch aggressiven Medien oder dynamischen Belastungen auf. Dadurch ergibt sich die Forderung nach verschiedenen, meist konträren Werkstoffeigenschaften. Die Pulvermetallurgie bietet durch die Wahl der Legierungen als Matrixwerkstoff, aber auch durch die Möglichkeit des Einbauens von Hart- und/oder Schmierstoffen ein hervorragendes Potenzial zur Herstellung von maßgeschneiderten Werkstoffen für tribologische Anwendungen.



Neuartige hochporöse Sinterreibschicht auf Eisenbasis für Synchronringe

Die langjährigen Erfahrungen auf diesem Gebiet werden durch die Möglichkeit vertiefter tribologischer Untersuchungen an Modell- und Bauteilproben bereichert.

Angebot

- Werkstoffentwicklung für tribologische Anwendungen
- Optimierung und Gestaltung von Reibpaarungen
- Begutachtung von tribologischen Schadensfällen und Beratung
- Tribologische Prüfung (Modell- und Bauteilprüfung)

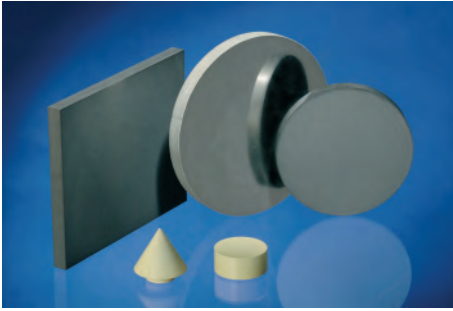


Hochleistungstribometer TRM 5000 der Fa. Wazau

Sputtertargets

Sputtertargets dienen als Ausgangsmaterial für Beschichtungsverfahren, wie z. B. PVD- oder Laserstrahltechnik. Für hochwertige Beschichtungen und für neue Schichtsysteme ist die Qualität der Targets im Hinblick auf Zusammensetzung, Dichte und Reinheit eine wichtige Voraussetzung. Targets aus hochschmelzenden Werkstoffen, aus keramischen Materialien oder aus schmelztechnisch nicht herstellbaren

Sinter- und Verbundwerkstoffe



Sputtertargets in verschiedenen Geometrie- und Werkstoffausführungen

Zusammensetzungen können pulvermetallurgisch durch Pressen von Pulvern oder Pulvermischungen und nachfolgendes Sintern oder durch Heißpressen (max. 1700°C) hergestellt werden. Gefüge, Homogenität und Reinheit sind gezielt einstellbar. Verschiedene Geometrien können realisiert werden.

Angebot

- Herstellung von PM-Sputtertargets, Kleinserienfertigung
- Werkstoffentwicklung

Kurzzeitsintern

Moderne Werkstoffkonzepte, wie sie in Verbundwerkstoffen mit Zusammensetzungen weit ab vom chemischen Gleichgewicht, bei (teil)amorphen oder nanostrukturierten Gefügen etc. realisiert sind, zeichnen sich durch eine zunehmende technische Relevanz aus. Insbesondere Anwendungen mit hohen mechanischen oder thermischen Belastungen erfordern eine exakte Anpassung des Gefüges oder der Grenzflächen. Dies kann über ein Kurzzeitsintern, wie das Spark Plasma Sintern (SPS), erreicht werden. Auch ermöglicht das SPS die Herstellung von gradierten Verbunden und kann als äußerst wirtschaftliche Alternative zum klassischen Heißpressen angewandt werden.

Werkstoffe (aktuelle Beispiele)

- Herstellung und Verarbeitung von nano- und mikrostrukturierten Legierungen für thermoelektrische Module oder Leichtbauanwendungen
- Metallgebundene Diamantwerkstoffe für die Hartstoffbearbeitung
- Hochverschleißfeste Verbundwerkstoffe

Angebot

- Werkstoffangepasste Technologieentwicklung für das produktionsnahe Kurzzeitsintern
- Werkzeugdesign für endformnahe Fertigung und/oder hohe Wirtschaftlichkeit
- Herstellung von Prototypen und Kleinserienfertigung

Wasserstoffspeicherung

Die Speicherung von Wasserstoff spielt bei der Realisierung eines wasserstoffbasierten Energiekreislaufs eine gewichtige Rolle. Aufgrund der sicherheitstechnischen und energiebilanzseitigen Nachteile von Druckgas- bzw. Kryo-speichern besteht besonders für portable und mobile Anwendungen ein dringender Bedarf an sicheren, volumeneffizienten, leichtgewichtigen sowie kostengünstigen Speichertechnologien. Diesbezüglich werden verschiedene anorganische Materialien, an die der Wasserstoff über Chemisorption gebunden werden kann, als geeignet für seine reversible Speicherung angesehen.

Materialherstellung / Systemintegration

Im Fokus der Arbeiten stehen konventionelle Metallhydride, Magnesium-basierte Leichtmetall- und Komplexhydride sowie spezielle Kompositwerkstoffe zur Verbesserung der Wasserstoffsorptionskinetik und der Speicherkapazität.

Die Materialherstellung beruht auf Methoden der Nanostrukturierung von Pulvern (z. B. Hochenergiemahlen, Rascherstarrung, chemische Verfahren) und deren Weiterverarbeitung. Neben Werkstoffentwicklung und -erprobung werden Arbeiten zur Auslegung und Konstruktion von Sorptionstanksystemen, Sicherheits- und Zuverlässigkeitstests sowie Gesamtsystemuntersuchungen in Verbindung mit Brennstoffzellen durchgeführt.

Angebot

- Werkstoffentwicklung hinsichtlich Wasserstoffspeicherdichte und Sorptionskinetik
- Werkstoffevaluation hinsichtlich Degradation, Langzeit- und Zyklusstabilität sowie Recycling
- Materialerprobung in prototypischen Speichertanksystemen
- Auslegung und Design prototypischer Sorptionsspeichertanks
- Sicherheits- und Zuverlässigkeitstests, Kleinserienfertigung

Kontakt

Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

Institutsteil Pulvermetallurgie und Verbundwerkstoffe Dresden
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Bernd Kieback
Winterbergstr. 28
01277 Dresden

Sinter- und Verbundwerkstoffe
Dr.-Ing. Thomas Weißgärber
Telefon: +49 (0) 351 / 25 37 -305
Telefax: +49 (0) 351 / 25 37 -399
thomas.weissgaerber@
ifam-dd.fraunhofer.de
www.ifam-dd.fraunhofer.de