

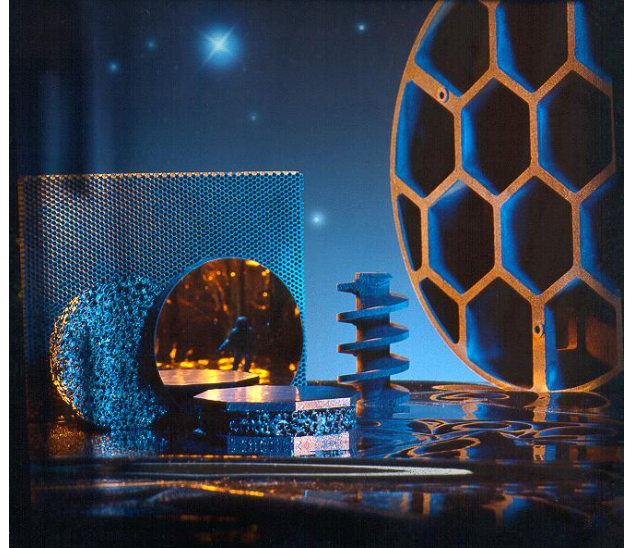
Kategorie: Materialien und Verfahren

Referenz: TD-DE-1023

Cesic® – kohlenstofffaserverstärktes Siliziumkarbid – Leichtgewicht-Spiegeltechnologie

Die Materialeigenschaften und Vorteile von Cesic® wurden in zahlreichen Test- und Validierungsprojekten in Zusammenarbeit mit internationalen Raumfahrt-Systemlieferanten und Raumfahrtagenturen nachgewiesen. So wurde beispielsweise im Rahmen des von der ESA finanzierten JWST-NIRSpec-Programms eine flugrepräsentative 1,0 m x 0,6 m große optische Bank hergestellt, die für Kryo- und mechanische Stabilität nach Weltraumstandards qualifiziert wurde.

Cesic® ist ein „weltraumgeeignetes“ Keramikmaterial; und die Cesic®-Herstellungsverfahren sind gemäß den gültigen Qualitätsrichtlinien von DIN ISO 9001:2000 und den ECSS-Standards qualifiziert.



Es wurde eine Flugteleskopstruktur mit zwei integrierten Spiegeln, die vollständig aus Cesic® bestehen, hergestellt und erfolgreich auf den Satelliten integriert. Zwei Satelliten sind nun mit einem „All Cesic-Teleskop“ in Betrieb, nachdem sie im Februar 2009 mit einer Ariane 5 von Kourou aus gestartet wurden.

Materialbeschreibung:

Cesic® ist ein Verbundwerkstoff mit Keramikmatrix. Er zeichnet sich durch hohe Steifigkeit und mechanische Festigkeit, hohe Wärmeleitfähigkeit, niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten und schnelle, relativ kostengünstige Herstellungszeiten aus. Diese Eigenschaften machen Cesic® zu einem idealen Material zu angemessenen Kosten für große, hochpräzise optische und strukturelle Anwendungen im Weltraum.

Das Ausgangsmaterial für die Herstellung von Cesic® ist ein kurzes, geschnittenes, zufällig ausgerichtetes Kohlenstofffasermaterial, das sowohl aus pechbasierten als auch aus anderen Fasern besteht. Die Fasern werden mit einem Phenolharz vermischt und zu einem Rohling geformt, der dann unter Vakuum wärmebehandelt wird. Das Ergebnis ist ein leichter, poröser, relativ spröder C/C-Grünkörper. Derzeit sind runde Rohlinge in Größen bis zu 1,6 m und mit einer Dicke von bis zu 200 mm erhältlich. In naher Zukunft werden Grünkörperblöcke mit einer Größe von bis zu 2 m oder sogar noch größer als runde oder quadratische Blöcke erhältlich sein.

Eine große CNC-gesteuerte Fräsmaschine mit einer Größe von 2,5 m x 1,75 m ermöglicht die Herstellung großer, leichter, monolithischer Strukturen wie Spiegel und Komponenten für optische Bänke. Bei der Herstellung von optischen Spiegeln können beispielsweise gekrümmte Frontplatten (einschließlich außeraxialer Designs) mit Verstärkungsrippen von nur 1 mm Dicke und beliebiger Geometrie bearbeitet werden, einschließlich Rippen mit Leichtbau-Bohrungen oder T-förmigen Rippen für eine erhöhte Steifigkeit.

Nach der Bearbeitung wird der Grünkörper bei Temperaturen über 1600 °C unter Vakuumbedingungen mit flüssigem Silizium infiltrierte. Kapillarkräfte leiten das Silizium durch den porösen Grünkörper, wo es mit der Kohlenstoffmatrix und den Oberflächen der Kohlenstofffasern reagiert, und kohlenstofffaserverstärktes SiC – Cesic® – bildet. Die Dichte des infiltrierte Cesic®-Verbundwerkstoffs liegt je nach Materialtyp zwischen 2,70 und 2,98 g/cm³.

Nach dem kontrollierten Abkühlen wird die Cestic®-Struktur sorgfältig visuell und durch andere zerstörungsfreie Prüfverfahren, wie z. B. Farbeindringprüfungen, untersucht. Die Struktur wird dann mit geeigneten Diamantwerkzeugen oder durch Funkenerosion mikrobearbeitet, um die erforderliche Oberflächenbeschaffenheit und Schnittstellengeometrie zu erreichen (z. B. Spiegelanpassung und -montage). Die Funkenerosion ist aufgrund der guten elektrischen Leitfähigkeit von Cestic® möglich. Diese Bearbeitungsmethode ist im Vergleich zum Schleifen schnell, relativ kostengünstig und liefert eine Oberflächen- und Positionsgenauigkeit (z. B. für Schraubenlöcher und Halterungen) von etwa 10 µm Toleranz über eine große Fläche.

Die Herstellungszeiten von Cestic®-Spiegeln und anderen Strukturen betragen in der Regel nur wenige Wochen nach der Beschaffung des C/C-Rohmaterials, was viel kürzer ist als die Herstellungszeiten anderer Keramik- oder Glasstrukturen. Hochkomplexe und große Projekte dauern etwas länger, z. B. Spiegel mit geschlossener Rückseite, Spiegel der Meter-Plus-Klasse, die eine präzise Verbindung von Grünkörper- oder infiltrierten Segmenten erfordern, und große mehrteilige optische Bänke.

Die maximale Größe der Cestic®-Komponenten wird nur durch die Größe der Si-Infiltrationsöfen begrenzt. Der derzeit größte Ofen hat einen nutzbaren Durchmesser von 2,4 m und bis zu drei Ebenen mit einer Höhe von jeweils 1,2 m.

Innovative Aspekte:

Cestic® ist ein vielseitiges Material, das sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet:

- geringes spezifisches Gewicht
- hohe Stabilität und Steifigkeit
- ausgezeichnete Bruchzähigkeit
- niedriger CTE von der Raumtemperatur bis zu Kryotemperaturen
- schnelle, kostengünstige und endkonturnahe Fertigung

Diese Eigenschaften machen Cestic® zu einem idealen Material für Hochleistungsanwendungen.

Anwendungsbereiche:

Die Cestic®-Technologie mit ihrer herausragenden opto-mechanischen Leistung ist in den Bereichen Astronomie, Optoelektronik, Lasertechnologien und Solarkraftwerke einsetzbar, z. B. für

- Teleskope
- Strukturen
- Antennen
- Reflektoren
- optische Bänke.

Kooperationen:

Der Technologieanbieter ist am Verkauf von Cestic®-Produkten interessiert, die für individuelle und spezifische Anforderungen entwickelt wurden.