

Heat Protection Systems Made of Ceramic Composites for Space Travel

Business Unit 2 of Schunk Kohlenstofftechnik GmbH (SKT), which also deals with coating methods among other things, develops CVD-coatings (Chemical Vapor Deposition) that are applied over the LP (low pressure) CVD-method. Depending on the coating or coating system, the precipitation takes place at between 1,000 and 2,000 degrees Celsius.

This development began at Schunk at the end of the 1970s with pyrocarbon, or "PYC" as it's called for short. This highly-pure graphite has applications today in the field of analysis technology (graphite furnace atomic absorption spectrometry) and is also used for surface refining (for reducing the so-called "particle release") in semiconductor technology. Its special crystal lattice structure makes pyrocarbon unusually resistant to chemicals. This property is often appreciated when it comes to the oxidation behavior of electrographite. With an additionally applied coating of PYC, the chemical resistance of the electrographite also increases.

With the boom in the semiconductor industry in the 1980s arose the need to seal graphite epi susceptors with highly-pure hard coatings. Because silicon carbide possesses a particularly high chemical resistance, it is the ideal material for this. Coating thicknesses of approximately 80 - 120 millionths of a millimeter even allow the sealing of the most critical of graphite components. This technology continues to extremely significant today.

When XYCARB Ceramics was integrated into the Schunk Group, the product portfolio was restructured. A part of this

Hitzeschutzsysteme aus keramischen Verbundstoffen für die Raumfahrt

Der Geschäftsbereich 2 der Schunk Kohlenstofftechnik GmbH (SKT), der sich unter anderem auch mit Beschichtungsverfahren beschäftigt, entwickelt CVD-Schichten (Chemical Vapour Deposition), die über das LP (Low Pressure)-CVD-Verfahren (chemische Gasphasenabscheidung bei niedrigem Druck) aufgetragen werden. Je nach Schicht oder Schichtsystem erfolgt die Abscheidung zwischen 1.000 und 2.000 Grad Celsius.

schen Resistenz aus. Diese Eigenschaft macht man sich im Bereich des Oxidationsverhaltens von Elektrographit zu Nutze. Mittels einer zusätzlich aufgetragenen PYC-Beschichtung erhöht sich auch die chemische Resistenz des Elektrographits.

Mit dem Aufschwung der Halbleitertechnik Anfang der 1980iger Jahre erwuchs die Notwendigkeit, Graphit-Epi-Susceptoren mit höchst reinen



Die Zukunft hat begonnen: CVD-SiC-Beschichtungen für Weltraumfahrzeuge
The future is now: CVD-SiC-coatings for space vehicles

Diese Entwicklung begann bei Schunk Ende der 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts mit Pyrokohlenstoff, kurz „PYC“ genannt. Dieser höchst reine Graphit findet heute Anwendung im Bereich der Analysetechnik (Graphitrohr-Atomabsorptionsspektroskopie) oder auch zur Oberflächenveredlung (zur Reduzierung des so genannten „Particle Release“, der Freisetzung von Partikeln) im Bereich der Halbleitertechnik. Sein spezieller Kristallgitteraufbau stattet den Pyrokohlenstoff mit einer besonders hohen chemi-

Hartstoffschichten zu versiegeln. Weil Siliciumcarbid (SiC) über eine besonders hohe chemische Beständigkeit verfügt, ist er hier der ideale Werkstoff. Mit Schichtdicken von etwa 80 - 120 Millionstel Millimeter lassen sich selbst kritische Graphitbauteile versiegeln. Diese Technologie hat bis heute große Bedeutung.

Mit der Eingliederung der XYCARB Ceramics in die Schunk-Gruppe wurde das Produktportfolio neu strukturiert. Teil dieser Umstrukturierung war die

Verlagerung des Bereiches der Standardbauteile für den Halbleitermarkt von der SKT zur XYCARB, in deren Folge die SKT nach neuen Anwendungsfeldern für CVD-SiC-Schichten suchen musste.

Ein Bereich ist die Raumfahrt

Ein Beispiel für die erfolgreiche Entwicklung solcher neuer Bereiche ist ein Beschichtungsauftrag, den die SKT für das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) realisiert hat.

Nach vielen Probeteilen wurden im Herbst 2004 zwei Bedienplatten für die russische Raumkapsel FOTON M2 sowie die dazu gehörigen Verbindungselemente und Haltewinkel bei der SKT zur CVD-SiC-Beschichtung angeliefert.

Wie so oft, wurden die Bauteile persönlich durch einen DLR-Mitarbeiter übergeben, und wie immer, sollte unter hohem Zeitdruck eine optimale CVD-SiC-Beschichtung auf die entsprechenden Bauteile aufgebracht werden.

Nach der Auslieferung des Auftrages haben wir dann sehr lange auf das Resultat warten müssen.

Im Juni 2005 war es dann so weit: Das von der SKT beschichtete Paneel hatte 16 Tage Weltraum geschnuppert.

In den DLR-Nachrichten 2006 liest sich das wie folgt:

„Der kritische Moment bei der Rückkehr aus dem Weltraum ist der Eintritt in die Erdatmosphäre. Bei Temperaturen von über 2.000 Grad Celsius werden Material und Raumfahrzeug auf das Äußerste beansprucht. Wissenschaftler im DLR-Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung arbeiten an geeigneten Schutzkacheln. An Bord der russischen Raumkapsel FOTON-M2 haben sie ihre neueste Entwick-

lung auf eine 16-tägige Reise in die Schwerelosigkeit geschickt. Wohlbehütet im Innern befanden sich 385 Kilogramm europäische Forschungsfracht. Das KERAMIK-Experiment aus dem DLR in Stuttgart war dagegen in die Außenhaut des Raumfahrzeugs eingelassen. Dort vollführte es im wahrsten Sinne des Wortes einen heißen Ritt durch die Atmosphäre. Mit Erfolg. Der Hitzeschutz für zukünftige wieder verwendbare Raumfahrzeuge hat seine Feuertaufe bestanden.“

Den Erfolg dieser „Feuertaufe“ hat einzig und allein die von der SKT aufgebraute SiC-Oxidationsschutzschicht



Die beiden von der SKT beschichteten Paneele
The two panels coated by SKT

ermöglicht. Die höchste Temperatur an den beiden FOTON-Paneeelen beim Eintritt und Ritt durch die Atmosphäre betrug 1.481 Grad Celsius. Jede andere Komponente aus ungeschütztem kohlenstofffaser verstärktem Kohlenstoff (CFC) oder aus C/SiC wäre durch die Oxidation und die hohe Reibung korrodiert.

Auf dem zweiten Paneel wurden zusätzlich noch einzelne Spezialbe-

restructuring was the relocation of the standard component for semiconductor activities from SKT to XYCARB, which led to SKT having to look for new fields of application for CVD-SiC-coatings.

One field is space travel

One example for the successful development of such new fields is a coating contract that SKT received from the Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt - DLR - (German Center for Air and Space Travel).

After submitting numerous subspecies, two panels for the Russian space capsule FOTON as well as the corresponding joining elements and angle brackets were delivered to SKT for CVD-SiC-coating in the autumn of 2004.

As is often the case, the components were personally handed over by a DLR employee, and as usual the job of applying an optimal CVD-SiC-coating had to be done under a lot of time pressure.

After fulfilling our side of the contract, we then had to wait quite a long time for the results.

The time came in June, 2005: the panel that had been coated by SKT had gotten a 16-day taste of outer space.

The DLR News 2006 reads as follows:

“The critical moment when returning from space is the reentry into the earth’s atmosphere. At temperatures of over 2,000 degrees Celsius, the material of the space vehicle is taxed to the limit. Scientist at the DLR Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung (Institute for Design and Construction Research)are working on suitable protective heat shield tiles. On board the Russian space capsule FOTON-M2, they sent their newest development on a 16-day trip into zero gravity. Safe and sound inside were 385 kilograms of European research freight. The CERAMIC-

Experiment from the DLR in Stuttgart on the other hand, was embedded in the skin of the space vehicle. There it literally performed a hot number going through the atmosphere. With success. The heat protection for reusable spacecraft passed its baptism under fire."

The success of this baptism under fire was made possible solely by SiC oxidation-protection coating applied by SKT. The highest temperature on the two FONTON-panels upon reentry and travel through the atmosphere was 1,481 degrees Celsius. Any other component made unprotected carbon fiber reinforced carbon (CFC) or of C/SiC would have corroded from the oxidation and high friction.

Special individual coatings were additionally applied to the second panel. They displayed optical changes which are now being further analyzed.

Another space trip is planned for the year 2009. Here too, SKT will make a contribution toward a safe return from outer space.

Where is the journey leading?

Ceramics, fiber ceramics, surface refinement – these are all buzzwords that we hear in our everyday dealings with our customers. And it's often about the most diverse applications – high-value components in a chemical reactor that have to be protected for corrosion or C/SiC

control jets for satellites that have to given a SiC coating. Everyone knows the colorful pictures that the space telescope Hubble sends back to Earth. The successor telescope James Webb, which is currently being built, will be equipped with a resolution that is ten times better. This has been made possible through a new technology for mirror optics which is based on silicon carbide. At the moment SKT is working on the coating of the mirror blanks for the NIRSpec camera that will supply us with even more beautiful and pin-sharp pictures from space in the future.

With high-technology from Giessen, Scientists around the globe will then gain new knowledge. Have a little patience, and think of Schunk when you see the first pictures from space starting in 2013.

schichtungen aufgetragen. Diese weisen nach dem Versuch optische Veränderungen auf, die nun weiter ausgewertet werden.

Eine weitere Weltraumreise ist für das Jahr 2009 geplant. Auch hier wird die SKT wieder ihren Beitrag für eine sichere Rückkehr aus dem All leisten.

Wo geht die Reise hin?

Keramik, Faserkeramik, Oberflächenveredlungen – all das sind Schlagworte, die wir täglich im Umgang mit unseren Kunden hören. Dabei geht es um die unterschiedlichsten Bereiche – hochwertige Bauteile in chemischen Reaktoren, die vor Korrosion zu schützen sind oder um C/SiC-Steuerdüsen für Satelliten, die mit einer SiC-Beschichtung versehen werden müssen. Jeder kennt die bunten Bilder, die uns das Weltraumteleskop Hubble auf die Erde schickt. Das Nachfolgeteleskop James Webb, an dem zur Zeit gebaut wird, wird mit einer bis zu zehnfach besseren Auflösung ausgestattet sein. Möglich ist dies ist nur mit einer neuen, auf Siliciumcarbid basierenden Technologie für die Spiegeloptik. Im Moment arbeitet die SKT an der Beschichtung der Spiegelrohlinge für die NIRSpec-Kamera, die uns in Zukunft noch schönere und gestochen scharfe Bilder aus dem Weltraum liefern wird.

Mit Hightech aus Gießen werden dann Wissenschaftler rund um den Globus neue Erkenntnisse gewinnen. Haben Sie etwas Geduld und denken Sie an Schunk, wenn Sie ab 2013 die ersten Bilder aus dem All sehen werden.