

Schunk – Die Zukunft schon heute durch Solarenergie sichern



Schunk Kohlenstofftechnik GmbH



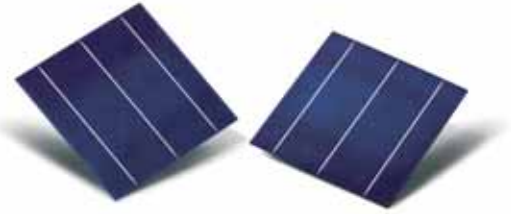
Solarenergie – Technologie der Zukunft

Schunk – Global Player

Die Schunk Kohlenstofftechnik ist als Teil eines internationalen Technologiekonzerns am Weltmarkt aktiv. Wir sind als Anbieter einer Vielzahl von Komponenten für moderne Kristallzuchtanlagen mit dem Herstellungsprozess von Solarzellen direkt verwachsen. Zu unseren Kernkompetenzen gehören die Herstellung, Reinigung und Beschichtung von graphitieren Werkstoffen und kohlenstofffaserverstärktem Kohlenstoff (CFC) für den Hochtemperatureinsatz.

Herstellungsprozess

Vom Rohmaterial bis zum Energie einspeisenden Solarmodul ist es ein langer und aufwändiger Weg. Wir unterstützen Sie auf diesem Weg, indem wir für die Herstellung von Siliciumeinkristallen hochpräzise Bauteile aus Graphit und CFC fertigen.



Rohstoff



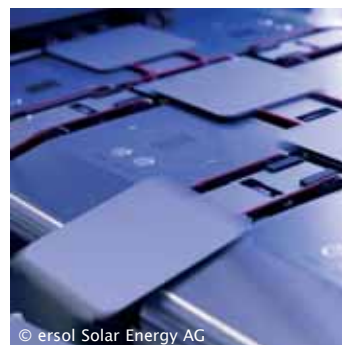
Reinigen

Kontinuierliche Entwicklung und steter Fortschritt im Bereich der Solartechnik helfen bei der Realisierung kundenspezifischer Anforderungen.

Ziehen



**Schleifen,
Sägen,
Läppen,
Polieren
und Rand-
kontierung**



Dotierung



Verlöten/Laminieren

Schunk – Ihr Partner

Als internationales, führendes Technologieunternehmen umfasst das Leistungsangebot der Schunk Kohlenstofftechnik die gesamte Bandbreite der Kristallzuchtanlagen-ausstattung.

Anwendungsbereiche

Die Schunk Heizer- und Tiegelsysteme aus Graphit und CFC werden in den aktuellen Verfahren zur Einkristallzucht eingesetzt.

- Czochralski-Verfahren (CZ)
- Vertical-Gradient-Freeze-Verfahren (VGF)

Im Rahmen der mehrstufigen Prozesse, welche zur Gewinnung von Poly- und Monokristallen genutzt werden, dienen diese Systeme zum Schmelzen und zur Speicherung des Rohmaterials.

- optimale Werkstoffauswahl
- maßgeschneiderte Lösungen
- umfassender After-Sales-Service
- direkter Kontakt von der ersten Idee bis hin zur Serienproduktion
- Know-how und Flexibilität



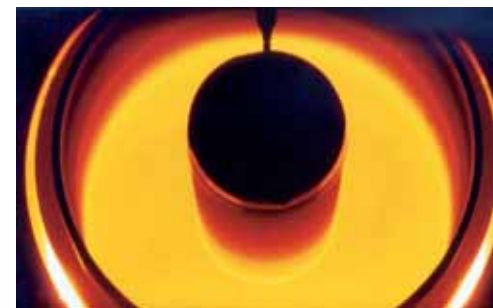
CFC-Heizer in verschiedenen Abmessungen

CFC-Tiegel,
von 20 bis 36 Zoll



Maximale Abmessungen – weltweit einzigartig

Kontinuierliche Entwicklung gepaart mit langjähriger Erfahrung im Hochtemperatursektor ermöglichen uns die Herstellung nahezu aller Bauteile in maximalen Abmessungen.



CZ-Schmelze

- großes Schmelzenreservoir
- ausgezeichnete Maßhaltigkeit
- hohe mechanische Festigkeit

Wafer-Trägersysteme aus Graphit für das PECVD-Verfahren

Moderne Solarzellen werden mittels des PECVD-Verfahrens mit einer Antireflexschicht aus Siliciumnitrid versehen. Die Schichtdicke beträgt ca. 70 nm.

Die Wafer-Beschichtung wird in einer speziellen Ofenanlage durchgeführt. Dazu werden die Wafer in so genannte Graphitboote eingesetzt, die den Transport und die Positionierung der Wafer in der Beschichtungsanlage gewährleisten.

Entsprechend Ihrer Anforderungen bieten wir Ihnen Komponenten in unterschiedlichen Ausführungen und Reinheitsgraden an.

Eine weitere Variante des Wafer-transportes erfolgt über CFC-Carrier. Die Vorteile von CFC gegenüber konventionellem Graphit sind:

- eine geringe thermische Masse
- eine hohe Festigkeit
- eine niedrige Wärmekapazität, resultierend in einem geringeren Energieverbrauch beim Aufheizvorgang



Graphitboot

Alle gebräuchlichen Trägertypen sind sowohl in Standardabmessungen als auch in kundenspezifischen Abmessungen lieferbar.



CFC-Carrier

CFC-Werkstoffe

Materialeigenschaften*		CF 226		CF 226/2	
Verstärkungsart	Typ	Gewebe		Gewebe	
Glühtemperatur	[°C]	2000		2000	
Faservolumengehalt	[Vol.-%]	60		60	
Rohdichte	[g/cm ³]	1.50		1.35	
Porosität	[%]	8		20	
Biegefestigkeit	[MPa]	120		100	
E-Modul (dyn.)	[GPa]	60		50	
Bruchdehnung	[%]	0.23		0.18	
Interlaminare Scherfestigkeit	[MPa]	8		6	
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	[10 ⁻⁶ /K]	∥ zur Laminebene	0.8	∥ zur Laminebene	1.1
		⊥ zur Laminebene	7.3	⊥ zur Laminebene	7.0
Spezifischer elektrischer Widerstand	[μΩm]	bei Raumtemperatur		bei Raumtemperatur	
		25		28	
Wärmeleitfähigkeit	[W/mK]	∥ zur Laminebene	40	∥ zur Laminebene	20
		⊥ zur Laminebene	5	⊥ zur Laminebene	2
Bruchverhalten	Art	pseudoplastisch		pseudoplastisch	

Graphit und CFC sind außergewöhnliche Hochtemperatur-Werkstoffe mit besonderen und variierbaren Eigenschaften.



Graphitwerkstoffe

Materialeigenschaften*		FU 2584	FU 2590	FU 4501	FU 8957
Rohdichte	[g/cm ³]	1.94	1.88	1.78	1.75
Porosität	[%]	6	10	13	16
Biegefestigkeit	[MPa]	60	50	37	55
Zugfestigkeit	[MPa]	40	30	23	32
Druckfestigkeit	[MPa]	140	110	90	100
E-Modul (dyn.)	[GPa]	13	10	10	9.8
Härte Rockwell HR5/40		115	105	90	100
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	[10 ⁻⁶ /K]	5.8	5.2	5	4.6
Wärmeleitfähigkeit	[W/mK]	120	110	90	90
Spez. elektr. Widerstand	[μΩm]	11	11	12	14
Aschewert	[μg/g]	300	300	500	70
Formgebungsverfahren	Art	isostatisch	isostatisch	isostatisch	isostatisch
Mittlere Korngröße	[μm]	10	10	12	15

* Die angegebenen Werte sind keine verbindlichen, sondern typische Werte anhand unserer Erfahrungen. Werkstoff- und produktionsspezifische Streuungen sind zu berücksichtigen.

Veredelungsprozesse

Der schwarze Werkstoff ganz sauber – Hochtemperatur-Reinigung

Graphit- und CFC-Werkstoffe können durch gezielte Hochtemperatur-Reinigung von nahezu allen Verunreinigungen befreit werden, so dass entsprechende Werkstoffe in höchster Reinheit hergestellt werden können. Die Reinigung erfolgt bei über 2000 °C im Vakuum unter Dosierung eines Reinigungsgases. Die Materialverunreinigungen werden in flüchtige Verbindungen

umgesetzt und durch den Gasstrom abtransportiert, so dass selbst höchste Reinheitsanforderungen erfüllt werden.

Durch permanente Weiterentwicklung im Bereich der Hochtemperatur-Reinigung sind wir in der Lage, eine Vielzahl von Elementverunreinigungen auf Konzentrationen von unter 1 ppm zu reduzieren.

Elementkonzentration*	ungereinigt	gereinigt
Cu	0,2	< 0,04
Cr	0,6	< 0,04
Mn	0,3	< 0,02
Zr	0,5	< 0,04
Co	0,2	< 0,02
Ni	0,6	< 0,04
V	0,4	< 0,04
Mo	0,5	< 0,04
Mg	0,7	< 0,04
Ti	7	< 0,04
W	1	< 0,04
Al	3	< 0,05
Fe	15	< 0,07
Ca	10	< 0,07
Glührückstand	< 300 ppm	< 10 ppm

* Die angegebenen Werte sind keine verbindlichen, sondern typische Werte anhand unserer Erfahrungen. Werkstoff- und produktionsspezifische Streuungen sind zu berücksichtigen.

Beschichtungsprozesse

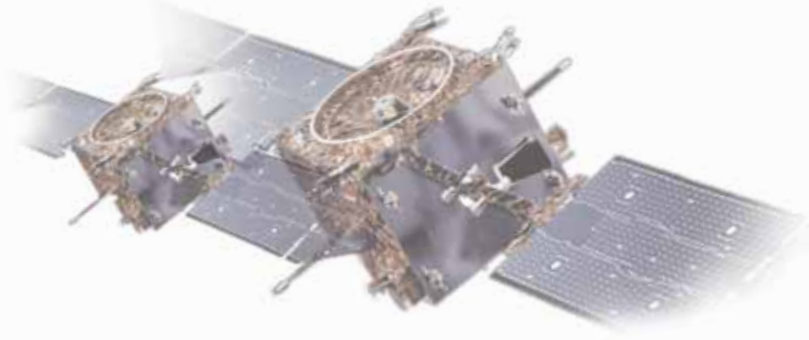
Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Erschließung neuer Anwendungsmöglichkeiten stehen im Fokus der Schunk Kohlenstofftechnik. Durch unterschiedliche Beschichtungen der Basiswerkstoffe eröffnen sich für unsere Kunden ungeahnte Möglichkeiten.

SiC-Beschichtung

Die Beschichtung mit Siliciumcarbid (SiC) wird durch das Verfahren der chemischen Gasphasenabscheidung (Chemical Vapor Deposition, CVD) realisiert. Im Reaktionsraum bewirkt die thermische Zersetzung von speziellen Gasen und die nachfolgende chemische Ankopplung der Spaltprodukte an die Substratoberfläche die Beschichtung. Durch die Variation der Prozessparameter können unterschiedliche Schichtstärken im Mikrometerbereich erzeugt werden.

PyC-Beschichtung

Eine weitere Veredelungsmöglichkeit der Graphit- und CFC-Bauteile stellt das Infiltrations- und Beschichtungsverfahren mit Pyrokohlenstoff (PyC) dar. Die PyC-Schicht hat zur Folge, dass höchstreine Graphitbauteile auch unter aggressiven Umgebungsbedingungen sehr lange Standzeiten aufweisen.



Weltraumspiegel mit
hochorientierter
SiC-Beschichtung von Schunk

Wir nutzen die herausragenden Eigenschaften von SiC:

- hohe Zersetzungstemperatur (im Vakuum bis 1600 °C)
- große Härte
- ausgezeichnete Oxidationsbeständigkeit
- gute chemische Beständigkeit
- hohe Wärmeleitfähigkeit

Eigenschaften von pyrolytischem Kohlenstoff:

- defektfreie Gefügestruktur
- keine offene Porosität
- ausgeprägte Anisotropie



PyC-beschichteter Tiegel

Wir sind gerne für Sie da!

Wünschen Sie Informationen über:

- Tiegelsysteme
- Heizersysteme
- CFC-Carrier
- Graphitboote

Dann rufen Sie uns an:

Franz Benz

Tel.: +49 (0) 641 608-1974

Fax: +49 (0) 641 608-1673

franz.benz@schunk-group.com

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

Rodheimer Straße 59
35452 Heuchelheim
Deutschland

Telefon: +49 (0) 641 608-0
Telefax: +49 (0) 641 608-1223

infobox@schunk-group.com
www.schunk-group.com