



Diamanten aus der Mikrowelle

In einer speziellen Plasmaquelle entsteht der wertvollste Edelstein der Welt

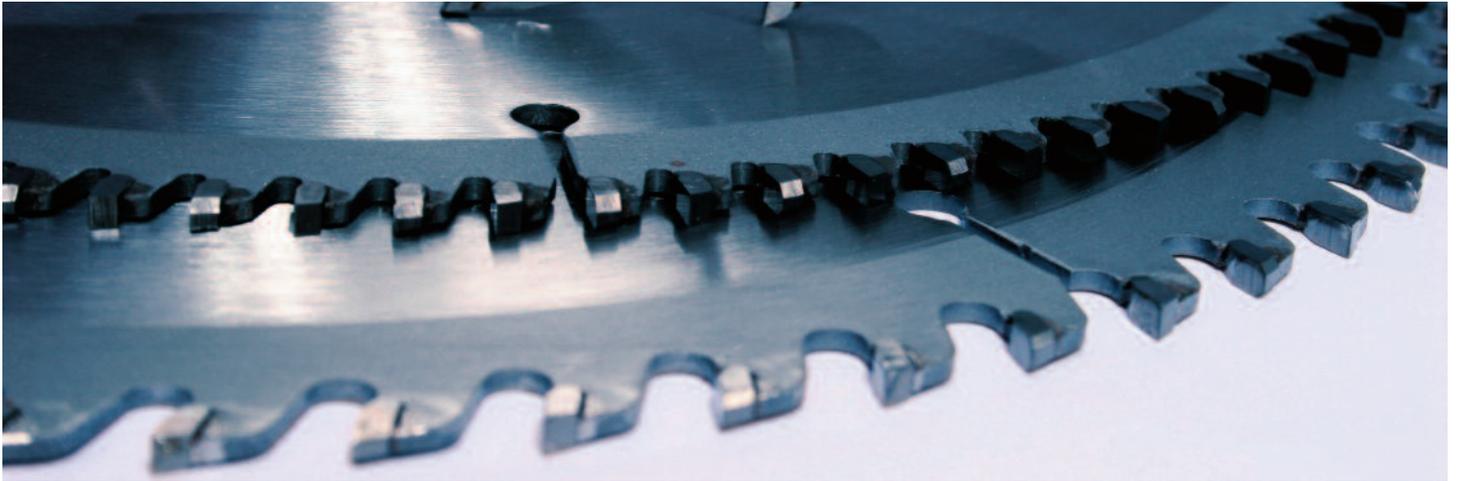


Diamanten bilden sich typischerweise unter gigantischem Druck und unter enormer Hitze. Natürliche Diamanten entstanden vor Tausenden von Jahren im Erdinneren in einer Tiefe von 150 km und bei einer Temperatur von 1400 °C. Sie bestehen aus Kohlenstoff, der bei einem Druck von über 70.000 Kilogramm pro Quadratzentimeter verdichtet wurde. Bei Vulkanausbrüchen wandern die Diamanten durch die Erdkruste bis zur Oberfläche, wo sie im vulkanischen Gestein abgesetzt werden.

Das irdische Vorkommen von Diamanten ist limitiert und der Abbau findet oft unter schwierigsten Bedingungen statt. Die Weltproduktion an Naturdiamanten liegt heute bei etwa 20 Tonnen pro Jahr. Nur fünf Prozent der gefundenen Steine weisen Schmuckqualität auf. Der Rest wird von der Industrie zum Beispiel für Bohrer und Werkzeuge verwendet. Die Nach-

frage an kommerziell nutzbaren Diamanten ist jedoch weit größer als das Angebot. Etwa 80 Prozent des industriellen Bedarfs können die Naturdiamanten nicht abdecken. Um diese Nachfragerücke zu schließen und um gezielt Material für spezielle Anwendungen zu produzieren, gewinnt die Synthese von Diamanten immer mehr an Bedeutung.

Einen besonders effizienten Prozess zur Diamantherstellung haben Dr. Hildegard Sung-Spitzl und ihr Ehemann Dr. Ralf Spitzl von der Firma Iplas aus Troisdorf in Deutschland entwickelt. Dabei wird der begehrte Edelstein aus einer Gasmischung in einer mikrowellenangeregten Plasmaquelle hergestellt.



Anwendungsbeispiel: Sägeblatt mit Diamantbeschichtung

Einsatz und Eigenschaften von synthetischen Diamanten

Die bekannteste Eigenschaft des Diamanten ist sicherlich seine Härte, die die aller anderen Materialien übertrifft. Die Bandbreite an besonderen technischen Eigenschaften geht aber wesentlich weiter und reicht von höchster Wärmeleitfähigkeit über gute elektrische Isolation und extrem hohen optischen Brechungsindex bis hin zu hoher chemischer Beständigkeit.

Im Vakuum wächst ein lupenreiner Diamant

Die chemische Gasphasenabscheidung (CVD = chemical vapour deposition) ist ein sehr leistungsfähiger Prozess, mit dem sogar der metastabile Diamant erzeugt werden kann. In einer Vakuumkammer werden Wasserstoff und Methan bei einem Druck von einigen hundert hPa in einem Mikrowellenplasma chemisch umgesetzt. Von den angeregten Molekülen lassen sich einzelne Atome solange abtrennen, bis hoch reaktive Verbindungen übrig bleiben, aus denen die Beschichtung gebildet wird.

Der Wachstumsprozess erfolgt auf Wafern oder sogenannten „Seeds“, die aus einer korrekt orientierten Diamantscheibe bestehen. Der angeregte Kohlenstoff aus dem Plasma lagert sich an der Oberfläche an. Der angeregte Wasserstoff im Plasma führt dazu, dass nur der Kohlenstoff in der Diamantbindung (sp³) bestehen bleibt, entstehender Graphit aber sofort wieder abgetragen wird.

Aufgrund der hohen Effizienz des Verfahrens lassen sich innerhalb weniger Tage mehrere Millimeter dicke Schichten herstellen, die genügend Substanz bilden, um auch Schmuckdiamanten herzustellen. Da die gesamte Prozesskette aus über 50 Einzelschritten besteht, ist die höchstmögliche Prozesssicherheit im Beschichtungsschritt für kommerzielle Anwendungen essentiell.



Das Herzstück des Plasmasystems bildet ein flacher Stahlzylinder mit aufwendigen feinen Bohrungen, durch die das Gas einströmt. Im Inneren leuchtet das in den Plasmazustand versetzte Gas.



Das im Prozess benötigte Vakuum erzeugen Drehschieberpumpen der DuoLine Serie.



Auf der rechten Seite sind die Wafer zu sehen, auf denen der Diamant im Plasma wachsen wird. In der Mitte ist der sich abscheidende Graphit aus dem Gasgemisch gezeigt. Die geschliffenen, synthetisch erzeugten Diamanten sind auf der linken Seite zu sehen.

Die Vakuumlösung von Pfeiffer Vacuum

Für die Herstellung der Edelsteine wird eine möglichst partikelfreie Umgebung benötigt. Kleinste Unreinheiten sorgen dafür, dass die Qualität der gezüchteten Diamanten beeinflusst wird. Aus diesem Grund findet die Synthese typischerweise im Druckbereich von 100 bis 300 hPa statt.

Das im Prozess benötigte Vakuum wird mit einer Pfeiffer Vacuum Drehschieberpumpe der DuoLine Serie erzeugt. Die Steuerung des Plasmaprozesses erfolgt druckgeregelt. Hierbei kommt eine Pfeiffer Vacuum TPR 280 Pirani-Messröhre zum Einsatz. Bei der Auslegung der Anlage wurden die Pumpen bewusst überdimensioniert, um die Zuverlässigkeit und die Standzeit des industriellen Prozesses zu erhöhen.

Iplas legte bei der Auswahl der Vakuumpumpen und -komponenten großen Wert auf deren hohe Qualität sowie auf die hohe Reproduzierbarkeit der vakuumtechnischen Leistungswerte. Alle Kenndaten, die bereits in der ersten Entwicklungsanlage mit den Produkten von Pfeiffer Vacuum erreicht wurden, sind mittlerweile erfolgreich auf die im Aufbau befindlichen Serienanlagen skaliert und übertragen worden.

Pfeiffer Vacuum liefert für die Anlagen von Iplas alle notwendigen Vakuumbauteile, -komponenten und -pumpen. Die zum Einsatz kommenden Produkte stammen aus dem umfangreichen Standardportfolio von Pfeiffer Vacuum. Bereits in der frühen Planungsphase des Projekts unterstützte Pfeiffer Vacuum in allen Planungs- und Konzeptionsschritten mit seiner langjährigen Erfahrung in diesen Anwendungen. Bis Ende 2013 ist die Auslieferung von 50 Anlagen nach Indien geplant. In Indien wird Pfeiffer Vacuum India vor Ort für alle notwendigen Service- und Wartungsleistungen bereit stehen.



Drehschieberpumpe Duo 5 M



Pirani-Messröhre TPR 280



Bauteile wie Wellenschläuche

**Vakuumlösungen
aus einer Hand**

Pfeiffer Vacuum steht weltweit für innovative und individuelle Vakuumlösungen, für technologische Perfektion, kompetente Beratung und zuverlässigen Service.

**Komplettes
Produktsortiment**

Vom einzelnen Bauteil bis hin zum komplexen System:
Wir verfügen als einziger Anbieter von Vakuumtechnik über ein komplettes Produktsortiment.

**Kompetenz in Theorie
und Praxis**

Nutzen Sie unser Know-how und unsere Schulungsangebote!
Wir unterstützen Sie bei der Anlagenplanung und bieten erstklassigen Vor-Ort-Service weltweit.

**Sie suchen eine perfekte
Vakuumlösung?
Sprechen Sie uns an:**

Pfeiffer Vacuum GmbH
Headquarters · Germany
T +49 6441 802-0
info@pfeiffer-vacuum.de
www.pfeiffer-vacuum.de