

One-way-ticket für anspruchsvolle Bauteile

Von der Produktion in den Sauberraum – ein kontrollierter Plasmaprozess macht's möglich

Um laufende Plasmaprozesse analysieren, regeln und optimieren zu können, hat ein Anlagenhersteller ein spezielles Monitoringsystem in eine Niederdruckplasmaanlage integriert. Dieses leistet auch im Bereich der Qualitätskontrolle gute Dienste.

Steigende Qualitätsanforderungen bedingen immer häufiger die Durchführung von Beschichtungs-, Verklebe- und Vergussprozessen in Sauber- oder Reinräumen. Auf diese Weise werden nicht nur Partikeleinschlüsse minimiert beziehungsweise verhindert, so lassen sich auch konstante Ergebnisse generieren. Je nach eingesetzter Materialkombination kann ein Reinigungs- und/oder Aktivierungsschritt notwendig sein, um am Bauteil die nötige Haftfestigkeit zu erreichen. Findet die eigentliche Herstellung der Bauteile im Grauraum, das heißt unter normalen Fertigungsbedingungen statt, kann eine für den Vorbehandlungsprozess eingesetzte Niederdruckplasmaanlage gleichzeitig als Schleuse dienen.

Die Befüllung der Plasmaanlage erfolgt vom Grauraum aus, während die Kammer für den Sauberraum verriegelt bleibt. Nach Einbringen der Teile wird die Schiebetür verschlossen und der Prozess gestartet. Je nach Werkstoff, Herstellverfahren und Weiterverarbeitung im Sauberraum lässt sich ein produktspezifischer Ablauf realisieren. Neben der Feinstreinigung der Oberfläche von dünnen organischen Schichten und der Elimination von elektrostatischer Aufladung an Polymeren kann auch eine Oberflächenaktivierung zur verbesserten Benetzung durchgeführt werden. Zudem ist die Erzeugung von spezifischen funktionellen Gruppen durch die Zuführung spezieller Prozessgase möglich.

One-way-ticket

Die Zeit, die die Teile in der Kammer verbringen, ist abhängig vom Material, der Beladungsdichte sowie der Anzahl der benötigten beziehungsweise gewünschten Prozessschritte. Die 350 x 350 x 830 mm große

Plasmakammer besitzt ein Volumen von rund 100 Litern. Große Werkstücke werden einzeln, kleinere in Trays oder lagenweise in Gestellen in den Behandlungsraum eingebracht. Auf der Beladungsseite befindet sich der Bedienmonitor, an welchem die Prozesse ausgewählt und gestartet werden. Nach Prozessende ertönt im Sauberraum ein Signal. Anschließend kann die Tür der in die Wand integrierten Entnahmeseite geöffnet und die Teile zur Weiterverarbeitung entnommen werden. „Da die Steuerung immer nur eine Seite der Kammer freigibt, können weder Schmutz noch unbehandelte Teile in den Sauberraum gelangen“, erläutert Jörg Eisenlohr, der Geschäftsführer der plasma technology GmbH. „Der Vorbehandlungsschritt gewährleistet, dass der Materialfluss ausschließlich in eine Richtung stattfindet.“

Um dünne organische Schichten, die sich nach der Fertigung noch an der Oberfläche befinden, von den Teilen zu entfernen, ist eine Feinstreinigung notwendig. Hierbei werden die organischen Verbindungen gespalten, in die Gasphase überführt und als Kohlenstoffverbindungen aus der Kammer abgeführt. Die Entfernung solcher Verschmutzungen in einer Plasmaatmosphäre hat den Vorteil, dass es sich um einen trockenchemischen Prozess handelt. Im Vergleich zu einem nasschemischen Verfahren können sich hierbei keine Rückstände von den eingesetzten Reinigungsmitteln auf der Werkstückoberfläche ablagern. Durch den anliegenden Unterdruck erfassen die reaktiven Spezies des Plasmas gleichmäßig die komplette Oberfläche des Werkstücks, ist dieses auch noch so klein oder komplex. Doch wann ist ein Bauteil wirklich sauber? Diese Frage lässt sich mittels eines integrierten emissionspektroskopischen Plasmamonitoringsystems beantworten.

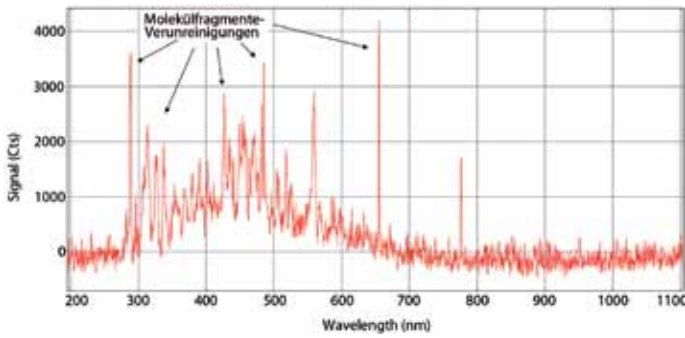


Diese Niederdruckplasmaanlage mit einem Kammervolumen von 100 Litern kann bei Bedarf auch als Schleuse fungieren.

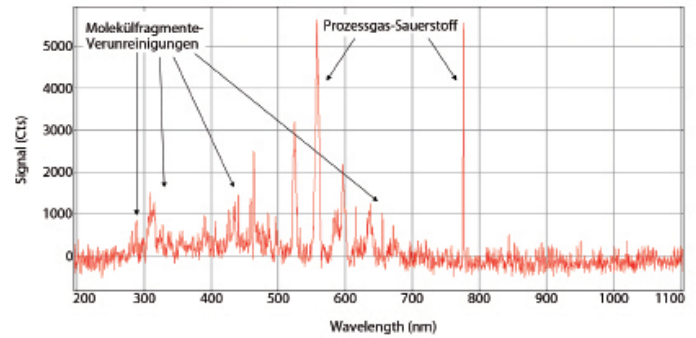
Die beim Plasmaprozess freiwerdende, charakteristische Leuchterscheinung ist eine Mischung aus vielen einzelnen Lichtemissionen, die elementspezifisch sind. Das heißt, jedes Element oder Molekül emittiert Licht von charakteristischer Wellenlänge. Ein Lichtwellenleiter detektiert in-situ die unterschiedlichen Wellenlängen und überträgt diese zum Spektroskop. Dort wird die Art der vorhandenen Gasmoleküle erfasst, woraufhin über die Signalstärke Rückschlüsse auf deren Menge gezogen werden können. Das auf diese Weise erhaltene Spektrum lässt sich zu jedem Zeitpunkt des Plasmaprozesses am PC einsehen.

Plasmaprozess in-situ überwachen

Am Beispiel der Feinstreinigung von Metall sollen nachfolgend die Emissionssignale von Molekülfragmenten der Verunreinigungen – hierbei handelt es sich beispielsweise um Kohlenstoffverbindungen – betrachtet werden. Wie Spektrum 1 auf Seite 31 oben links zeigt, ist deren Konzentration in der Kammer bei Prozessstart hoch, da die Abreinigung erst beginnt. Aus diesem Grund sind beispielsweise die Linien bei 289 nm und 655 nm deutlich zu erkennen. Über die Prozessdauer wird deren Höhe geringer, da die Verunreinigung in flüchtige Fragmente umgesetzt wird. Ist die organische Schicht abgebaut, gehen die Signale der Molekülfragmente – hier kann es sich zum Beispiel um H₂, CO₂ oder N₂ handeln – im „Grundrauschen“ der Plasmaatmosphäre unter. Die Oberfläche ist hiermit gereinigt (sie-



Spektrum 1. Die deutlich erkennbaren Emissionssignale beim Start des Plasmaprozesses deuten auf vorhandene Verunreinigungen hin.



Spektrum 2. Nach Abbau der organischen Schicht geht die Signalintensität der Molekülfragmente schließlich im „Grundrauschen“ unter.

he Spektrum 2) und der Prozess kann beendet werden. In Spektrum 2 dominieren die Signale des verwendeten Prozessgases Sauerstoffs.

Diese Spektralanalyse ermöglicht eine Echtzeitbeobachtung der Lichtemissionen in der Kammer und somit die Prozesskontrolle. Durch die spektroskopische Überwachung lässt sich jeder einzelne Ablauf bezüglich seiner Stabilität analysieren. Werden Ätzprozesse im Niederdruckplasma durchgeführt, so kann mit dieser Spektralanalyse deren Endpunkt bestimmt werden. Um bei reaktiven Plasma-Sputterprozessen die Umsetzungsrate konstant

zu halten, bietet die Echtzeitmessung der Plasmaatmosphäre die Möglichkeit, den Gasfluss nachzuregeln. Die spektroskopische Plasmaanalyse lässt sich auch zur Qualitätskontrolle der einzelnen Durchgänge heranziehen, indem sensible Prozesse inline kontrolliert und gegebenenfalls nachgeregelt und optimiert werden.

Die in-situ-Überwachung des Plasmaprozesses ermöglicht die Festlegung eines eigenen Sauberkeitsgrads für jede Bauteiltype. Je nach Anforderung kann das an der Oberfläche störende Element bestimmt und über das angezeigte Spektrum dessen Elimination ver-

folgt werden. „Die Technik wird bereits bei Dünnschichtprozessen in der Sensorfertigung und bei der Feinstreinigung von Drehteilen vor deren Lackierung eingesetzt. Auch für die Bauteilreinigung vor Verklebe- und Vergussprozessen ist die Technologie geeignet“, berichtet Joachim Janssens, Prozessentwickler bei plasma technology.

Simone Fischer

plasma technology GmbH
www.plasmatechnology.de
Halle 7, Stand D68