

Eine Frage des Kontaktwinkels

Aktivierung von Kunststoff-Oberflächen durch UV/Ozon-Vorbehandlung.

Moderne Kunststoffe lassen sich aus unserer Welt nicht mehr wegdenken und begegnen uns in nahezu allen Lebensbereichen: Etwa in Form von Fußbodenbelägen, Küchen- und Badutensilien, Gehäusen und Behältnissen und natürlich auch in der Automobilindustrie oder im Bahn-, Schiffs- und Flugzeugbau. Häufig ist es im Produktionsprozess erforderlich, Kunststoffe zu bedrucken, zu lackieren oder zu verkleben. Um hier eine gute Benetzbarkeit oder Haftung zu erzielen, ist es vielfach unerlässlich, die Oberflächen entsprechend vorzubehandeln. In der Vergangenheit hat man Kunststoff-Oberflächen vorwiegend mechanisch oder chemisch vorbehandelt. Im Zuge einer stärkeren ökologischen Betrachtung von Fertigungsverfahren gewannen physikalische Methoden, wie z. B. Beflammung oder Korona- bzw. Plasmabehandlung, stark an Bedeutung. Eine interessante Alternative zu den herkömmlichen physikalischen Verfahren ist die Oberflächen-Aktivierung mit UV-Licht/Ozon.

Wirkprinzip UV/Ozon-Aktivierung

UV-Photonen, aus dem für unser Auge unsichtbaren Lichtspektrum im UV-C Wellenlängenbereich zwischen 200 bis 280 nm, sind auf Grund ihrer hohen Energie in der Lage, chemische Bindungen in dem molekularen Netzwerk des Kunststoffpolymers aufzubrechen. Die geöffneten Bindungsstellen sind bestrebt, schnellstmöglich wieder einen chemisch stabilen Zustand zu erreichen. Als Reaktionspartner dienen hierzu beispielsweise der Sauerstoff aus der Atmosphäre, oder Ozon, das durch die UV-Strahlung aus dem Umgebungssauerstoff gebildet wurde. Die offenen Bindungen werden aus daraus gebildeten Atomen und Radikalen abgesättigt und es entstehen neue Verbindungen an der Kunststoffoberfläche. So ließ sich als Folge von UV-Behandlung in normaler Umgebungsatmosphäre die Bildung von Hydroxyl-, Carbonyl- und/oder Carboxylgruppen mittels ATR- und XPS-Messungen nachweisen. Die Oberflächen erhalten dadurch einen höheren polaren Charakter, was sich sowohl auf den Kontaktwinkel als auch auf die Oberflächenenergie auswirkt (Abb. 1).

Kontaktwinkel als aussagefähige Messgröße

Über die Messung des Kontaktwinkels kann die Effizienz der Vorbehandlung nachgewiesen werden. Er stellt einen physikalischen Wert zur Beschreibung des Benetzungsverhaltens einer Oberfläche dar. Gemessen wird der Kontaktwinkel im Dreiphasenpunkt, d.h. an den Grenzflächen Fest/Flüssig/Gasförmig eines auf die Oberfläche aufgesetzten Wassertropfens (Abb. 2). Ist der Kontaktwinkel, auch Rand- oder Benetzungswinkel genannt, größer als 90° hat sich der Wassertropfen zu einer Kugel zusammengezogen und es erfolgt keine bzw. eine schlechte Benetzung der Oberfläche. Bei einem Kontaktwinkel von 0° ist der aufgebrachte Tropfen komplett auseinander geflossen, es erfolgt eine vollständige Oberflächen-Benetzung. Dazwischen spricht man von einer partiellen bis guten Benetzung. Einige Beispiele für typische Kontaktwinkel (Flüssigkeit/Festkörper/Kontaktwinkel in $^\circ$): Wasser/Wolle/160, Quecksilber/Stahl/154, Wasser/Nickel/27, Wasser/Glas/0.

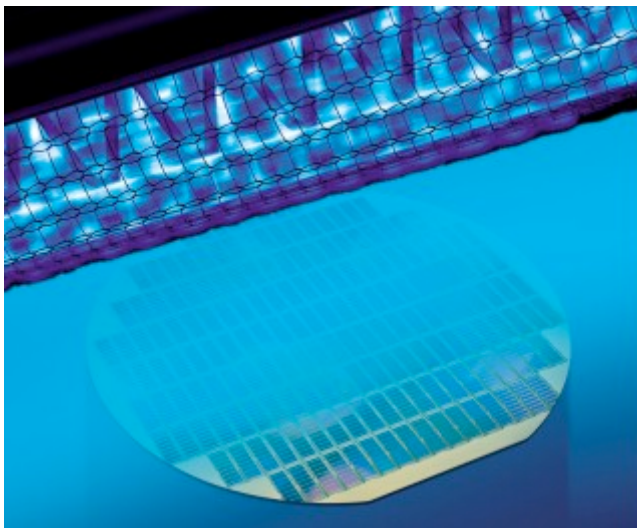
Mit der Erhöhung der Oberflächenpolarität (Reduzierung des Kontaktwinkels) erhöht sich außerdem die Oberflächenenergie, was sich in verbesserten Haftungseigenschaften der Oberflächen auswirkt. Durch die gezielte Generation verschiedener funktioneller chemischer Gruppen an der Oberfläche hat man darüber hinaus die Möglichkeit, die Formulierung der aufzubringenden Beschichtung gezielt anzupassen und so deren Haftung auf der Oberfläche zu optimieren (Abb.3).

Die passende UV-Quelle

Bei der UV-Vorbehandlung von Oberflächen kommen Speziallichtquellen zum Einsatz, die in der Lage sind hohe Strahlungsanteile im niederwelligen Spektralbereich unterhalb von 200 nm zu generieren. In Frage kommen UV-Excimer-Strahler der Wellenlänge 172 nm oder UV-Hg-Niederdruck-strahler mit den Emissionswellenlängen 185 und 254 nm. Niederdruck-Lampen des Speziallampen-Herstellers Heraeus Noblelight sind bis zu einer Leistung von 800 Watt verfügbar, Excimer-Strahler bis 3 kW (Abb. 4).

Trifft UV-Strahlung mit einer Wellenlänge von unter 200 nm auf Sauerstoff der Luft, wird Ozon gebildet. In zahlreichen Messreihen konnte nachgewiesen werden, dass die Aktivierung der Kunststoff-Oberflächen durch den Einsatz dieses in situ gebildeten Ozons gefördert wird. In Kombination ist die UV/Ozon-Vorbehandlung in der Lage, Kunststoffe je nach Art und Zusammensetzung in kurzer Zeit auf höhere Oberflächenenergien zu aktivieren und so eine verbesserte Benetzbarkeit und auch Haftung zu erreichen (Abb. 5 und 6). Die UV/Ozon-Vorbehandlung ist dabei äußerst materialschonend und einfach durchzuführen.

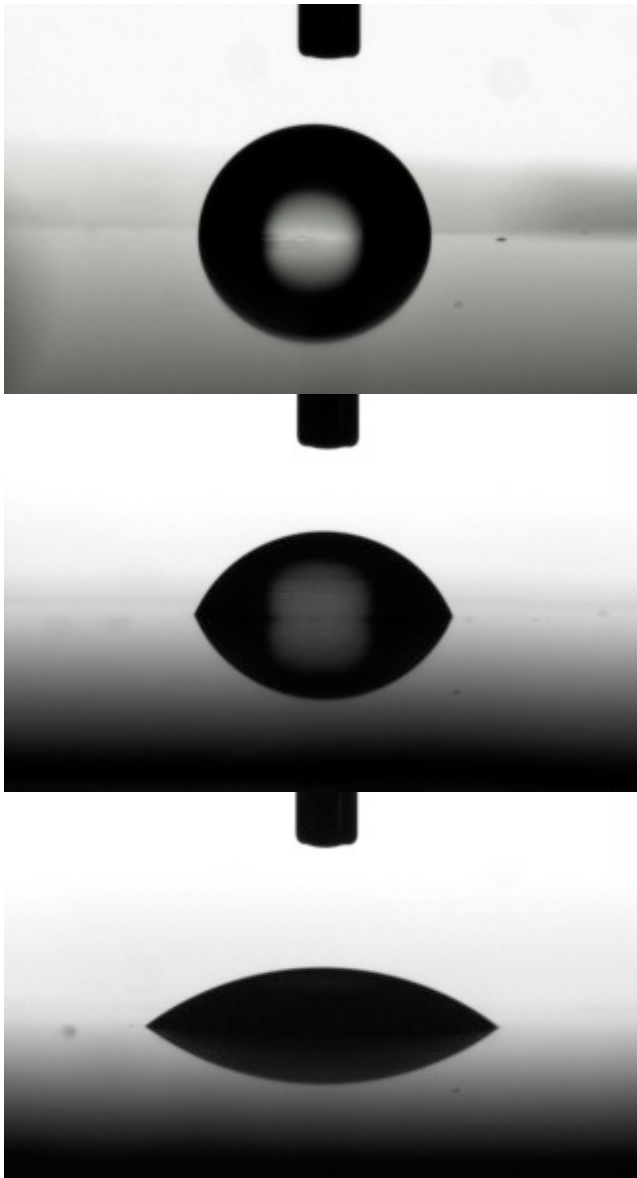
Die Versuche und Messungen wurden im UV Application Competence Center der Heraeus Noblelight in Hanau durchgeführt. Das neue UV-Anwendungszentrum mit moderner Ausstattung – darunter diverse UV-Bestrahlungskammern und Kontaktwinkelmessgerät – ermöglicht es, die unterschiedliche Wirkung von UV-Strahlen zu testen und zu messen (Abb. 7). Interessenten haben dort die Möglichkeit spezifische Problemstellungen, von der UV/Ozon-Vorbehandlung bis zur UV-Härtung, -Verklebung und -Lackauftrag, analysieren zu lassen.



Leistungsstarke Excimer-Strahler sind ideale UV-Quellen zur Aktivierung von Oberflächen, wie hier bei einem Wafer



Das neue Application Competence Center der Heraeus Noblelight bietet ideale Voraussetzung, um UV-Prozesse zu analysieren.



Die Bilderserie zeigt die Veränderung des Kontaktwinkels (Wassertropfens) bei PVC durch UV-Lichtbestrahlung nach 0, 10 und 30 Sekunden.

Kontakt
Thomas Lödel
Heraeus Noblelight Marketing
+49-6181-35 8480
thomas.loedel@heraeus.com