



ZERSTÖRUNGSFREIE PRÜFUNG UND ÜBERWACHUNG

MULTIDIMENSIONALE DOSIMETRIE ZUR PROZESSKONTROLLE IN DER ELEKTRONENBESTRAHLUNG

Dr. Christiane Schuster, Dr. Julia Katzmann

Die Elektronenbestrahlung wird in vielen gesundheits- und sicherheitsrelevanten Bereichen eingesetzt, z. B. bei der Sterilisation von Oberflächen, der Impfstoffherstellung oder der Definition von Materialeigenschaften in der Strahlungsverarbeitung. Mit der Dosimetrie, also der Messung der absorbierten Strahlungsdosis, kann der Bestrahlungsprozess kontrolliert und seine Qualität gesichert werden. Dosimeter basieren auf Polymerfolien oder Tabletten, die als Träger strahlungssensitiver Materialien dienen. Diese werden in Laborgeräten ausgewertet. Allerdings lässt sich so weder die Dosis auf komplexen Produktoberflächen (3D), noch punktuell (1D), noch für Dosistiefenprofile (2D) innerhalb eines Produkts erfassen. Zudem können solche Dosimeter nicht zur In-line-Prozesskontrolle eingesetzt werden.

Dosimetrie in 1D, 2D und 3D

Um diese Überwachungslücke zu schließen, wurde unter Leitung des Fraunhofer IKTS im Eurostars-Projekt »READ« ein multidimensional einsetzbares Dosimetriesystem auf Basis eines strahlungssensitiven keramischen Leuchtstoffs entwickelt. Dieser zeigt bei gepulster nahinfraroter Anregung eine Lumineszenz, deren Abklingzeit von der Dosis einer applizierten Elektronenbestrahlung abhängt. Die optische Abfrage dieser Lumineszenz-Abklingzeit ermöglicht so den Rückschluss auf die dort eingetragene Strahlungsdosis im Bereich von 0,1 bis 30 kGy.

Der keramische Leuchtstoff liegt als Pulver vor, was verschiedene Ein- und Auftragsverfahren zulässt: Die μm -großen Partikel können als ultradünnes Dosimeter aufgetragen oder in ein Material eingebettet werden und somit die Dosisinformation im Inneren eines Produkts, an jedem Ort eines Partikels, entlang

einer Linie (z. B. Dosistiefenprofil oder Oberflächendosis) oder in einer Querschnittsfläche zugänglich machen.

Neue Anwendungsfelder

Interessant ist die Herstellung dosimetrisch aktiver Produktzwillinge aus Polymeren (Bild 1). Unter Erhaltung des originalen Strahlungseindringungsvermögens wird so erstmals die Dosimetrie an Schüttgütern wie Saaten möglich. Die Leuchtstoffpartikel lassen sich auch an Fasern chemisch anbinden. Werden diese zu medizinischen Zellträgern verwoben, ist deren Sterilisation kontrollierbar. In Tinten oder Lacken formuliertes Leuchtstoffpulver kann verdruckt werden. Flächen, die vor der Bestrahlung beschichtet werden (Bild 2), erlauben nach der Elektronenbestrahlung die Erstellung von 2D- oder 3D-Dosiskarten (Bild 3).

Der Anwender erhält jeweils Testprodukte, die dem Original in Geometrie und Eigenschaften gleichen, aber dosimetrisch aktiv sind. Sie werden während der Installationsprüfung von Elektronenbestrahlungsanlagen, der Einrichtung neuer Bestrahlungsprozesse oder der Routine-Prozesskontrolle bestrahlt, automatisiert inline ausgelesen und liefern eine bisher unerreichte Dosis-Ortsauflösung.



- 1 *In eine Polymermandel (rechts) eingebettete Leuchtstoffpartikel (links).*
- 2 *Optische Abfrage einer leuchtstoffbeschichteten 3D-Oberfläche.*
- 3 *Resultierende 3D-Dosiskarte.*