

ENTWICKLUNG OPTISCHER STRAHLTEILER MIT SEHR STEILER KANTE

Mit der Beschichtungsplattform EOSS® (Enhanced Optical Sputtering System) wurden am Fraunhofer IST ausgezeichnete Möglichkeiten für die Abscheidung hochanspruchsvoller optischer Beschichtungen geschaffen. So können nicht nur extrem defektarme Beschichtungen realisiert, sondern auch hochkomplizierte Schichtdesigns bei extremer Präzision und Uniformität der Beschichtung dargestellt werden. Mit den Rotatable-Kathoden, den optimierten Sputtertargets sowie dem Einsatz der Magnetron-Sputtertechnologie ermöglicht das System die Herstellung optischer Filterbeschichtungen mit exzellenter Schichtqualität, die für viele industrielle Anwendungen erforderlich sind. Ein Beispiel ist der am Fraunhofer IST im Rahmen eines BMBF-Projekts entwickelte optische Strahlteiler mit sehr steiler Kante.

Das Ziel des Projekts

Die Entwicklung der sehr steilen Kantenfilter, die z. B. für digitale Belichter in der Leiterplattenindustrie eingesetzt werden können, erfolgte im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts »Entwicklung eines hochintegrierten digitalen Hochleistungsbelichters für die Belichtung von Lötstopplacken«; kurz: DAHLIA. Ziel war es, in einem sehr engen Spektralbereich einen kohärenten Laserstrahl zu erzeugen, um somit eine deutlich erhöhte Laserleistung zu generieren (vgl. nebenstehende Abbildung). Im Fall der Leiterplattenbelichtung kann aus physikalisch-chemischen Gründen aber nur ein begrenzter Spektralbereich um Wellenlängen von 400 nm verwendet werden. Im vorliegenden Beispiel wurden daher Laserdioden mit Wellenlängen zwischen 395 und 405 nm eingesetzt.

Das Prinzip der Kantenfilter

Kantenfilter, auch Strahlteiler genannt, werden durch dielektrische Multilagenbeschichtung realisiert. Dabei wird jeweils ein niederbrechendes und ein hochbrechendes Material als dünne Schicht übereinandergestapelt, sodass am Ende jeweils ein Spektralbereich hoher Reflexion sowie hoher Transmission entsteht. Da eine Absorption idealerweise nicht

vorhanden ist, bedeutet eine hohe Transmission somit zugleich eine geringe Reflexion und umgekehrt. Die Kante, also der Übergangsbereich zwischen hoher Reflexion und hoher Transmission, wird dabei umso steiler, je mehr Schichten verwendet werden. Je steiler die Kante ist, desto enger können die Filter aneinandergelagert werden und desto mehr Laserdioden lassen sich verlustfrei koppeln (vgl. obere nebenstehende Abbildung).

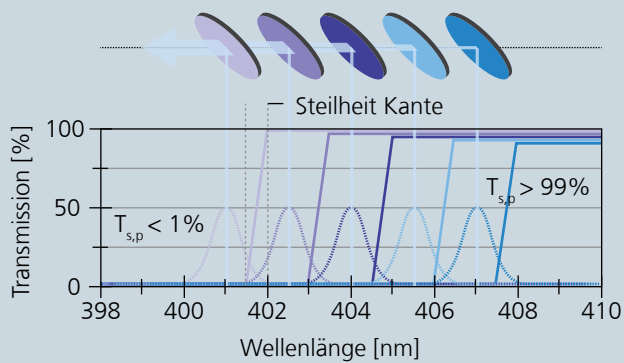
Die Herstellung der Kantenfilter

Im vorliegenden Projekt sind Schichtsysteme mit teilweise über 100 Einzelschichten und einer Gesamtschichtdicke von über 15 µm erforderlich. Die einzelnen Schichten müssen außerordentlich präzise hergestellt werden, da schon kleinste Schichtschwankungen eine schlechtere Gesamtpformance bedeuten würden. Für die Herstellung der Filter wurde daher die EOSS®-Beschichtungsanlage eingesetzt, mit der neben hochpräzisen auch sehr streulichtarme Schichten hergestellt werden können. Da das Licht mehrere beschichtete Optiken durchläuft, und sich so Verluste durch Streulicht vervielfachen würden, ist letzteres besonders wichtig.

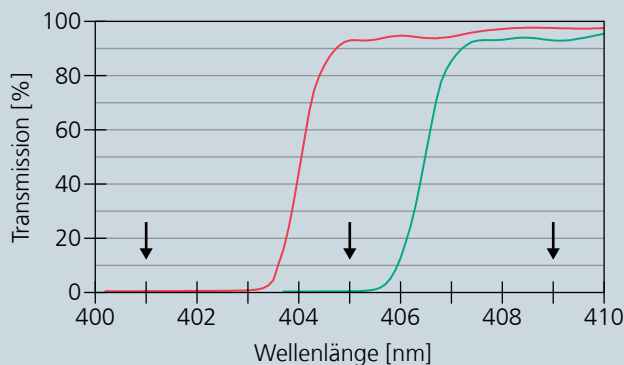
Das Diagramm rechts unten zeigt die Spektren einiger hergestellter Filter. Es wird deutlich, dass eine exzellente

Kantensteilheit erreicht worden ist. Kleinere Einbrüche der Transmission sind durch verbleibende Schichtdickenschwankungen verursacht, werden aber aktuell weiter optimiert. Die bisher realisierten Filter erfüllen jedoch bereits jetzt die gewünschte Funktion.

Prinzip der spektralen Überlagerung mit Hilfe von Kantenfiltern. Die Emissionslinien der Laserdioden sind gestrichelt skizziert; die Kanten der unterschiedlichen Filter durchgezogen dargestellt.



Darstellung verschiedener Kantenfilter. Die Pfeile kennzeichnen die Wellenlängen der Laserdioden.



1 *Black coating mit dielektrischer Strahlteilerschicht für den Einsatz in Weltraumanwendungen, z. B. in Spektrometern.*

2 *Beispiel eines dielektrischen Strahlteilers aus ca. 100 Einzelschichten mit einer Reflexion im Bereich von 750–850 nm und einer Transparenz im Bereich von 450–745 nm.*

KONTAKT

Dr. Michael Vergöhl
 Telefon +49 531 2155-640
 michael.vergoehl@ist.fraunhofer.de