

PIXELFILTER – MIKROSTRUKTURIERTE DÜNN- SCHICHTFILTER FÜR DIE 3D-MESSTECHNIK

Vor allem im Bereich der hochauflösenden 3D-Messtechnik oder auch der hyperspektralen Bildgebung spielen mikrostrukturierte Filter eine immer größere Rolle. Am Fraunhofer IST wurde daher für die Herstellung dieser sogenannten Pixelfilter ein neues Kombinationsverfahren bestehend aus Beschichtung und Mikrostrukturierung entwickelt. Dabei werden strukturiert mehrere dielektrische Filter nebeneinander auf einem Substrat angeordnet, sodass beispielsweise mit Hilfe eines CCD-Sensors je nach Pixelelement unterschiedliche Wellenlängen herausgefiltert werden können. Bisher konnten dabei Strukturgrößen von unter 100 µm realisiert werden, die sowohl als Bandpass- als auch als Kantenfilter eingesetzt werden können.

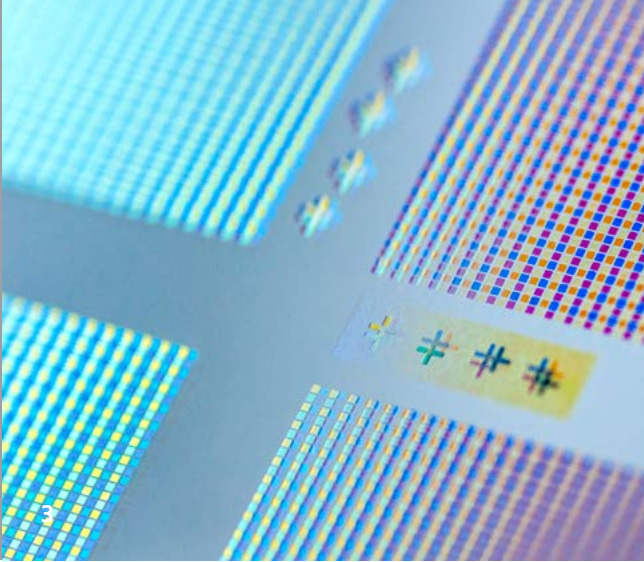
Herstellung des mikrostrukturierten Dünnschichtfilters

Der strukturierte Filter wird in mehreren sich abwechselnden Beschichtungs- und Strukturierungsschritten hergestellt. Dabei wird das sogenannte Lift-Off-Verfahren angewendet: Zunächst wird ein Quarzglas im Spinverfahren mit Fotolack (Negativresist AZ4562) beschichtet und anschließend photolithographisch strukturiert. Als Design wird eine regelmäßige Anordnung von quadratischen Strukturen mit einer Seitenlänge von 400 µm und einem Abstand von 100 µm gewählt.

Nach der Strukturierung sind einzelne der quadratischen Bereiche frei von Lack, dem sogenannten Fotoresist, und die restliche Glasoberfläche mit diesem geschützt. Auf den frei liegenden Bereichen wird in dem sich anschließenden ersten Beschichtungsprozess ein Filtersystem aus 18 Einzelschichten mit einer Zielwellenlänge von 400 nm abgeschieden. Dabei handelt es sich um einen Schichtstapel aus abwechselnd nieder- und hochbrechendem Schichtmaterial, ein sogenannter High-Low-Stack. Beide Materialien werden dabei mittels physikalischer Gasphasenabscheidung vollreaktiv abgeschieden:

Das hochbrechende Material besteht aus Nioboxid NbO_2 , das niederbrechende aus Siliziumdioxid SiO_2 . Die Gesamtschichtdicke des Filtersystems liegt im Bereich von 2 µm. Nach dieser Beschichtung wird zum Abschluss des ersten Lift-Off-Prozesses die Fotolackmaskierung im Kaliumhydroxid-Bad (KOH) entfernt und die quadratischen Interferenzfilterstrukturen verbleiben auf der Glasoberfläche. Ein Glas mit diesem Prozessergebnis ist in Abbildung 1 dargestellt.

Dieser Prozess wird noch drei Mal wiederholt: In der zweiten Beschichtung wird ein High-Low-Stack aus 15 Einzelschichten mit einer Zielwellenlänge von 475 nm abgeschieden, im dritten Beschichtungsprozess ein Schichtstapel aus 13 Einzelschichten mit einer Zielwellenlänge von 550 nm und abschließend in der vierten Beschichtung ein Schichtstapel aus 11 Einzelschichten mit einer Zielwellenlänge von 625 nm. Das Ergebnis dieser Prozesskette ist eine einheitliche Anordnung dieser unterschiedlichen Filtersysteme (vgl. Abbildung 2).



Ausblick

Das Potenzial der Pixelfilter ist groß: Neben dem Einsatz im Bereich hyperspektraler und multispektraler Bildgebungsverfahren sind zukünftige Anwendungsbeispiele der Filter auch in der Raumfahrt oder der Astronomie zu finden. Darüber hinaus gibt es bereits Konzepte, um durch den Einsatz bildgebender Messtechnik Abfall stofflich zu sortieren oder den Zustand landwirtschaftlicher Nutzpflanzen zu erfassen. Daher arbeitet das Fraunhofer IST bereits an einer Weiterentwicklung der Pixelfilter. Ziel dieser Arbeiten ist es, die einzelnen Pixel weiter zu verkleinern, die spektralen Eigenschaften des Pixelfilters zu verfeinern sowie den gesamten Herstellungsprozess weiter zu vereinfachen und dadurch die Produktionskosten zu senken.

Das Projekt

Die Forschungsarbeiten wurden in dem Fraunhofer-internen mittelstandsorientierten Eigenforschungsprojekt gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB durchgeführt.

1 *Filtersystem nach dem ersten Lift-Off-Prozess.*

2 *Filtersystem nach dem vierten Lift-Off-Prozess.*

3 *Anordnung von mehreren Pixelfilter-Bereichen auf einem Glassubstrat.*

KONTAKT

Dr.-Ing. Saskia Biehl
Telefon +49 531 2155-604
saskia.biehl@ist.fraunhofer.de

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