



GROSSFLÄCHIGES MIKROSTRUKTURIEREN TRANSPARENTER MATERIALIEN

DIE AUFGABE

Die Integration sich ergänzender Funktionalitäten in einem Bauteil ist nicht nur aus Anwendersicht interessant, sondern auch eine spannende Herausforderung für Designer und Hersteller. Im Bereich der Funktionsleuchten gibt es dafür unterschiedlichste Konzepte. Neben der reinen Bereitstellung passgenauen gerichteten oder weichen Lichtes der gewünschten Farbe und Helligkeit müssen Anforderungen an mechanische Stabilität, Energieeffizienz, Wartungsfreiheit und nicht zuletzt ansprechendes Design erfüllt werden.

Eine Idee zur Kombination der Funktionalitäten »punktuelle sowie flächige Beleuchtung« und »sichere Gepäckaufbewahrung« ist die integrative Gepäckablage in Zügen. Das Konzept sieht eine transparente, selbstleuchtende und großflächige Gepäckablage vor, die dem Reisenden individuell einstellbare Beleuchtungsvarianten anbietet. Für die Fertigung beinhaltet diese spannende Idee gleich mehrere Herausforderungen. So musste ein Weg gefunden werden, sowohl LED-Spot- als auch OLED-Flächenbeleuchtung zu integrieren, einzeln anzusteuern und den dafür benötigten Strom mittels unsichtbarer Leitbahnen zu führen, damit der Durchblick auf das Gepäck unbeeinträchtigt bleibt.

Ein Lösungsansatz dafür findet sich in der Verwendung von Glasscheiben mit einer Beschichtung aus transparenten leitfähigen Oxiden (TCO – transparent conductive oxide). Die Größe dieser selbstleuchtenden Gepäckablagen beträgt 1 m x 0,4 m. Die Aufgabe besteht darin, die beschichteten Glasscheiben so zu strukturieren, dass eine sichere Stromversorgung aller elektrischen Komponenten ohne parasitäre Kriechströme gewährleistet ist.

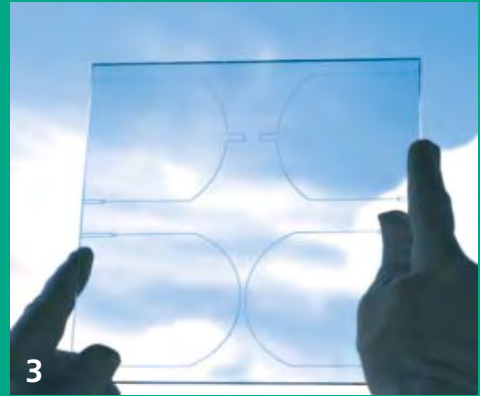
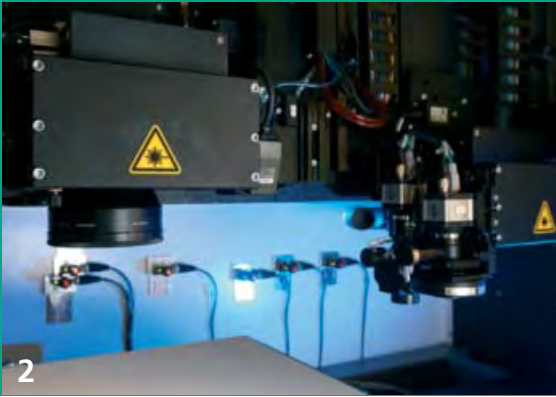
Die elektrische Trennung der TCO-Schicht sollte zudem nichtbar und für das Glassubstrat schädigungsfrei erfolgen. Da für eine Gepäckablage zwei Glasscheiben in einem Heißprägeprozess mittels einer Polyurethanfolie verbunden werden, mußte auch diese Folie in derselben Größe entsprechend dem Beleuchtungslayout strukturiert werden.

UNSERE LÖSUNG

Die selektive Strukturierung einer transparenten Schicht auf transparentem Substrat ist für sich bereits herausfordernd. Als Ansatz wurde die Bearbeitung mit kurzgepulster UV- und ultrakurzgepulster IR-Laserstrahlung gewählt. Beides gewährleistet eine sehr gute Tiefensteuerung des Abtrags. Zudem ist die Absorption der TCO-Schicht sowohl im UV als auch im IR prozessbegünstigend höher als die des Grundmaterials.

Zusätzlich musste ein Weg gefunden werden, dünnste Mikrostrukturen auf sehr großen Flächen mit höchster Maßhaltigkeit herzustellen. Typische Bearbeitungsfeldgrößen von Lasermikrostrukturierungsanlagen liegen bei ca. 100 x 100 mm². Das Aneinandersetzen von Feldern wird maßgeblich durch kissen- oder tonnenförmige Verzerrungen beeinträchtigt: Feldübergreifende Konturen werden dann unterbrochen, die Funktionalität gestört.

Um dieses Problem zu beheben, wurde eine neue Mikrostrukturierungsanlage mit hochgenauen Achssystemen und enorm präziser Scafeldkorrektur eingesetzt (Abb. 2).



ERGEBNISSE

Die rein laserseitige Machbarkeit wurde zunächst an kleinen Substraten aufgezeigt. Mit kurzgepulstem Nanosekunden-Laser bei 355 nm Wellenlänge wurden elektrisch voneinander entkoppelte TCO-Flächen erzeugt, die Strom zu einer LED führen konnten (Abb. 3).

Die Grundsatzuntersuchungen mit ultrakurzgepulstem Pikosekunden-Laser bei 1064 nm Wellenlänge verliefen noch erfolgreicher. Durch geschickte Wahl der Laserparameter wurde die TCO-Schicht entlang der vorgegebenen Linien vollständig und ohne jede Beschädigung des Glassubstrats entfernt. Für die Übertragung der Strukturierungstechnologie auf die Größe des endgültigen Bauteils von 1 m x 0,4 m wurde deshalb die Ultrakurzpulsvariante gewählt.

Die Gesamtkontur, die die elektrisch separate Ansteuerung von insgesamt 6 Flächen-OLED und 2 Spot-LED umfaßt, wurde in 40 Segmente zu 100 x 100 mm² unterteilt. Nach Einlesen der exakten Position der Glasscheibe wurden die einzelnen Konturabschnitte auf das beschichtete Glas übertragen und zusammengesetzt. Auf diese Weise wurde eine Hälfte der gesamten Scheibe strukturiert. Danach erfolgte aus Gründen des inneren Anlagenaufbaus eine 180 °-Drehung mit Neuausrichtung und anschließender Fertigstellung der restlichen Segmente.

Die Bearbeitung der Polyurethan-Klebefolie mit Aussparungen für Flächen- und Spotleuchten wurde analog durchgeführt. Als zusätzlicher Blickfang wurde die TCO-Schicht zentral in Form des Firmenlogos des Partners aufgeraut.

Dass trotz der geringen Laserspurbreite von nur ca. 40 µm das durchgehende Trennen der TCO-Schicht über die einzelnen Kontursegmente hinweg erfolgreich ausgeführt werden konnte, wurde in den nachfolgenden mikroskopischen Untersuchungen dokumentiert.

Die Vereinbarkeit der herkömmlich als Kontrahenten auftretenden Anforderungen Mikrostrukturierung und Maßhaltigkeit auf sehr großen Flächen konnte an diesem Beispiel eindrucksvoll gezeigt werden. Prozess- und systemtechnische Sachkenntnis führten zur Erzeugung großflächiger, nahezu unsichtbarer Funktionsstrukturen in einer transparenten Beschichtung auf transparentem Substrat.

- 1 *Großflächig lasermikrostrukturiertes TCO-beschichtetes Glassubstrat*
- 2 *Mikrostrukturierungsanlage mit zwei Scanköpfen zur Bearbeitung großer Bauteile*
- 3 *UV-laserstrukturierte Testflächen zur Funktionsprüfung*

KONTAKT

Dipl.-Ing.(FH) Thomas Kuntze
 Telefon: +49 351 83391-3227
 thomas.kuntze@iws.fraunhofer.de

