



MODELLIERUNG UND SIMULATION DES ABTRAGENS VON GLAS

Aufgabenstellung

Die Bearbeitung transparenter dielektrischer Werkstoffe (z. B. Gläser) mit ultrakurz gepulster Laserstrahlung besitzt spätestens seit der großen Nachfrage nach Smartphones und anderen Flat-Panel-Displays ein großes Marktpotenzial. Jedoch sind die Mechanismen des Abtrags und der Materialschädigung beim Einsatz des Lasers noch wenig verstanden.

Vorgehensweise

Das Ziel der Modellierung ist die räumlich aufgelöste Beschreibung der Strahlungspropagation und der Energiedeposition sowie der Schädigung bzw. des Abtrags dielektrischer Werkstoffe für den Fall ultrakurzer, hochintensiver Laserpulse. Dazu wird sowohl die Dynamik des elektronischen Systems dargestellt als auch die Rückwirkung auf das propagierende Strahlungsfeld berechnet und daraus das abgetragene Volumen sowie die Schädigung im Materialvolumen bestimmt.

Ergebnis

Ein Modell, das die Teilprozesse nichtlineare Absorption, Strahlungspropagation und Ablation enthält, wurde implementiert und durch den Vergleich mit realen Schnitten in Glas getestet. Der Vergleich zeigt eine perfekte Übereinstimmung der Simulationsvorhersage mit dem experimentell ermittelten Querschliffbild. Nicht nur die Abtragsgeometrie wird sehr exakt wiedergegeben, sondern auch die Materialschädigungen im Innern des Glasvolumens (mittlere Schädigungstiefe [im Querschliffbild schwarz, in der Simulation rot], spitzenförmige

Schädigungsstrukturen etc.) werden korrekt dargestellt. Gerade diese Schädigungen sind für die Beurteilung der Bruchfestigkeit des finalen Bauteils von besonderem Interesse und können nun verlässlich vorhergesagt werden.

Anwendungsfelder

Die Anwendung des implementierten Modells erstreckt sich auf alle Materialien, die u. a. durch nichtlineare Prozesse wie Multiphotonen- oder Kaskadenionisation absorbierend auf die eingebrachte Strahlung wirken. Darunter fallen z. B. Gläser, wässrige Lösungen oder biologische Gewebe. Auch für andere dielektrische Werkstoffe und sogar halbleitende Materialien, wie sie in der Solar- bzw. Elektronikindustrie eingesetzt werden, ist die entwickelte Methodik anwendbar.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Urs Eppelt
Telefon +49 241 8906-163
urs.eppelt@ilt.fraunhofer.de

Prof. Wolfgang Schulz
Telefon +49 241 8906-204
wolfgang.schulz@ilt.fraunhofer.de