

# Sublithographische Siliziumoxid-Strukturen für die Phasenshifttechnologie

H. Wanzenboeck<sup>1</sup>, S. Gergov<sup>1</sup>, U. Grabner<sup>2</sup>, P. Pongratz<sup>2</sup>, H. Störi<sup>3</sup>,  
H. Hutter<sup>4</sup>, B. Basnar<sup>1</sup>, J. Smoliner<sup>1</sup>, E. Bertagnolli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Festkörperelektronik, TU Wien,  
Floragasse 7, 1040 Wien, Austria

<sup>2</sup> Institut für Angewandte und Technische Physik, TU Wien,  
Wiedner Hauptstraße 8–10, 1040 Wien, Austria

<sup>3</sup> Institut für Allgemeine Physik, TU Wien,  
Wiedner Hauptstraße 8–10, 1040 Wien, Austria

<sup>4</sup> Institut für Analytische Chemie, TU Wien,  
Getreidemarkt 9, 1060 Wien, Austria

Die Herstellung von Halbleiterbauelementen mittels optischer Lithographie bedient sich zur Erreichung der kleinen Strukturgrößen spezieller Methoden. In der State-of-the-art 180 nm-Technologie werden die klassischen Auflösungsgrenzen der optischen Lithographie unterschritten. Dies wird ermöglicht durch die Verwendung von kohärenten Lichtquellen und die Verwendung von Phasenshift-Masken. Die für Phasenshift-Masken typische Strukturierung des Quarzglas-Substrates selbst stellt eine wesentliche Fehlerquelle in der Maskenherstellung dar und verringern die Ausbeute deutlich. Eine Methode zur nachträglichen Reparatur von Phasenshift-Masken erlaubt eine signifikante Reduktion der Herstellkosten. Focused Ion Beam-Technologie stellt eine Methode zur lokalen Abscheidung von Siliziumoxid im sub- $\mu\text{m}$  Bereich sowie zur lokalen Entfernung von Material durch Sputtern dar. In dieser Arbeit wurden die Möglichkeiten einer Maskenreparatur mittels Focused Ion Beam untersucht.

Mit einem rasterndem  $\text{Ga}^+$ -Ionenstrahl wurde lokal auf einer Probenoberfläche eine chemische Gasphasenabscheidung (CVD) von Siliziumoxid induziert. Die  $\text{Ga}^+$ -Ionen haben eine Energie von 50 kV und können zu einem Strahl bis zu 10 nm Durchmesser fokussiert werden. Der fokussierte Ionenstrahl induziert eine Zersetzung und Abscheidung von auf der Substratoberfläche adsorbierten Vorläufersubstanzen. Als Substrat dienen lithographische Masken, Quarz- oder Silizium-Wafer. Vorläufersubstanzen für die Siliziumabscheidung ist eine Gasmischung aus Tetramethylcyclotetrasiloxan und Sauerstoff. Die abgeschiedenen Teststrukturen haben eine laterale Ausdehnung zwischen 200 nm und 100  $\mu\text{m}$  und Dicken im sub- $\mu\text{m}$  Bereich.

Zur Untersuchung der optimalen Prozessführung wurde eine Variation der komplexen Abscheideparameter wie Gaszusammensetzung, Rastergröße und Scangeschwindigkeit durchgeführt. Es besteht eine Korrelation zwischen den Prozessparametern und der chemischen Zusammensetzung des abgeschiedenen Materials. Die optischen Eigenschaften des abgeschiedenen Siliziumoxides wurden ebenso charakterisiert wie die Oberflächenrauigkeit der hergestellten Strukturen. Mittels TEM Aufnahmen von Querschnitten von Siliziumoxid-Abscheidungen können Kantengeometrien sowie Interfaces zwischen Materialien detailliert untersucht werden.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Focused Ion Beam-Technologie für die Maskenreparatur im sub- $\mu\text{m}$  Bereich gut geeignet ist. Die Gallium-Kontamination durch den Ionenstrahl bedingt jedoch eine wesentliche Degradation der optischen Eigenschaften des abgeschiedenen Siliziumoxids. Es wird gezeigt, dass durch geeignete Prozessführung der Galliumgehalt signifikant reduziert werden kann.