

Berichte aus der Halbleitertechnik

Jan Förster

**Untersuchung des Temperaturkoeffizienten und
anderer Materialeigenschaften von Laser-angewandten
amorphen Silizium- und Silizium-Germanium-Schichten**

Shaker Verlag
Aachen 2013

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Duisburg-Essen, Univ., Diss., 2013

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1985-8

ISSN 0945-0785

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Untersuchung des Temperaturkoeffizienten und anderer Materialeigenschaften von Laser- ausgeheilten amorphen Silizium- und Silizium-Germanium-Schichten

Die Entwicklung der Mikroelektronik der letzten Jahre ermöglicht eine zunehmende monolithische Integration von mikroelektronischen und optoelektronischen bzw. mikromechanischen Bauelementen auf einem Chip. Dabei ist der Integrationsgrad allerdings durch notwendige Geometrieigenschaften der optoelektronischen und mikromechanischen Bauelemente begrenzt. Ein neuer technologischer Ansatz zur Steigerung des Integrationsgrads solcher Schaltungen ist das sogenannte Above-IC Processing, bei dem oberhalb einer vollständigen CMOS-Struktur eine zusätzliche Ebene eingeführt wird, in der die optoelektronischen bzw. mikromechanischen Bauelemente realisiert werden können. Zur Ausheilung der Halbleitermaterialien dieser zusätzlichen Ebene können jedoch bedingt durch die vorhandenen CMOS-Strukturen keine üblichen thermischen Verfahren eingesetzt werden. Stattdessen muss auf ein neues Verfahren zurückgegriffen werden. Ein viel versprechendes Verfahren ist das Excimer-Laser-Annealing.

Ziel dieser Arbeit ist es, das Potential des Excimer-Laser-Annealings als diesen neuen thermischen Ausheilungsschritt im Rahmen des Above-IC Processing zu bewerten. Dafür wurden mittels PECVD amorphe Silizium- bzw. Silizium-Germanium-Schichten mit dem Ansatz des Above-IC Processing entsprechenden Dotierungen und Schichtdicken hergestellt. Einige der Proben wurden strukturiert und gehäut. Ferner wurde ein Versuchsaufbau entwickelt, mit dem das Excimer-Laser-Annealing an diesen amorphen Schichten in unterschiedlichsten Konfigurationen durchgeführt werden an. So war es möglich, die Energiedichte des Lasers, die Anzahl der verwendeten Laserpulse und deren Wiederholrate und die Proben temperatur während des Excimer-Laser-Annealings gezielt zu variieren. Dadurch konnten umfangreiche Erkenntnisse über den Einfluss des Excimer-Laser-Annealings auf wichtige Eigenschaften der amorphen Schichten gewonnen werden. Bei diesen Eigenschaften handelt es sich im Einzelnen um die Oberflächenrauheit, die Rekristallisation, den elektrischen Widerstand und dessen Temperaturabhängigkeit sowie das niederfrequente Rauschen.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass das Excimer-Laser-Annealing je nach Konfiguration einen erheblichen Einfluss auf alle diese Eigenschaften hat. Beispielsweise reduzierte das Excimer-Laser-Annealing bei ausreichender Energiedichte den elektrischen Widerstand um bis zu sechs Größenordnungen. Zugleich konnte durch das Excimer-Laser-Annealing mit moderater Energiedichte die Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands verringert werden. Weiterhin wurde beobachtet, dass das Excimer-Laser-Annealing bei hohen Energiedichten zu einer großen Zunahme der Oberflächenrauheit führte. Es konnte ebenfalls gezeigt werden, dass eine Dehydrogenisierung der Proben durch langsame Steigerung der Energiedichte zu geringeren Defektdichten in den Proben führte.

Anhand der Ergebnisse konnten Konfigurationen des Excimer-Laser-Annealings identifiziert werden, die einerseits die größtmögliche, reproduzierbare Veränderung der amorphen Schichten erlauben und andererseits alle Voraussetzungen für eine Integration des Excimer-Laser-Annealings in bestehende CMOS-Prozesse erfüllen. Somit konnte im Rahmen dieser Arbeit gezeigt werden, dass das Excimer-Laser-Annealing eine geeignete Methode zur Ausheilung der Halbleitermaterialien der zusätzlichen Ebene des Above-IC Processing ist und es, besonders im Hinblick auf die Fertigung von optoelektronischen oder passiven mikroelektronischen Elementen in der zusätzlichen Ebene, ein hohes Potential birgt.