

Prozeß-Simulation in nichtplanaren Strukturen mit PROMIS

K. Wimmer, R. Bauer, S. Halama, G. Hobler, S. Selberherr

Um Berechnungen in nichtplanaren Gebieten durchzuführen, wird in unserem Prozeß-Simulator PROMIS eine Bereichstransformationsmethode verwendet. Bei dieser Transformation wird ein randangepaßtes Koordinatensystem generiert, das die allgemeine Geometrie des "physikalischen" Bereiches auf ein kartesisches Koordinatensystem im rechteckigen "Rechenbereich" abbildet. Durch diese Methode wird die Simulationsgeometrie auf Kosten der zu lösenden physikalischen Gleichungen vereinfacht.

Die Gittergenerationsmethoden wurden systematisch bezüglich ihrer Anwendbarkeit auf die Prozeß-Simulation untersucht und im Programmpaket GRIDGEN für PROMIS implementiert. Die untersuchten Methoden können in drei Klassen eingeteilt werden: (1) algebraische Verfahren, (2) Verfahren, die auf elliptischen Differentialgleichungen basieren, und (3) Variationsansätze.

Die algebraischen Methoden liefern praktisch instantan Ergebnisse, können aber keine Regularität (Überschneidungsfreiheit) der Gitter garantieren. Es werden lineare, Lagrange'sche und Hermite'sche Methoden verwendet.

Die elliptischen Methoden beruhen auf der Lösung elliptischer Differentialgleichungen (in den Rechenbereich transformierte Poisson-Gleichungen) und liefern reguläre Gitter. Durch eine iterative Quelltermadaption wird eine adaptive Gitteroptimierung ermöglicht, bei der Verzerrungsfreiheit, Randorthogonalität, etc. gezielt beeinflusst werden können. Das bei der Diskretisierung entstehende verkoppelte System nichtlinearer Gleichungen wird iterativ gelöst.

Bei den Variationsansätzen werden mehrere Gütekriterien (Glattheit, Orthogonalität, etc.) beliebig gewichtet zu einem Gütemaß zusammengefaßt, das schließlich optimiert wird. Zwei unterschiedliche Ansätze werden verwendet: (a) Ansatz integraler Gütefunktionale die mittels Euler-Lagrange Gleichungen auf elliptische Differentialgleichungen zurückgeführt werden, und (b) Ansatz diskreter quadratischer Güteterme für jeden Gitterpunkt und Lösung der Optimierungsaufgabe mittels Gradientenverfahren.

Die unterschiedlichen Verfahren werden vorgestellt, analysiert und deren spezielle Eigenschaften aufgezeigt. Anhand einer Trench-Struktur (Abb. 1-3) wird ein Vergleich mit triangularem Gitter durchgeführt.

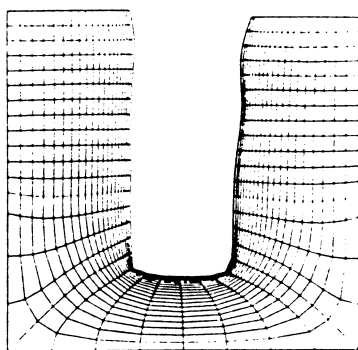


Abb. 1: Gitter: reale Trench-Struktur (ellipt. Methode)

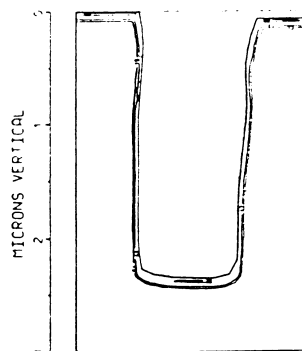


Abb. 2: Arsenkonzentration. Ionen-Implantation: 30 keV, $5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-2}$, $\pm 7^\circ$ geneigt.

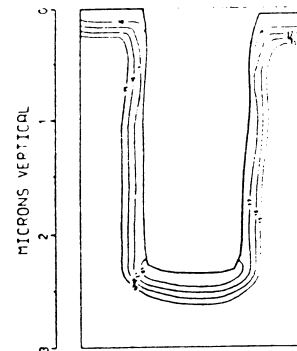


Abb. 3: Arsenkonzentration. Annealing: 1000°C, 60 min.

¹ Institut für Mikroelektronik, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien

² Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektronik, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien