

1. Einleitung

Kristallines Silizium ist heutzutage das wichtigste Material der Halbleitertechnologie. Um z.B. bei Feldeffekttransistoren und Solarzellen eine unerwünschte Rekombination der Ladungsträger an der Oberfläche zu verringern, muß diese passiviert werden. Für die Photovoltaik ist die Passivierung mit Siliziumdioxid oder Siliziumnitrid von Bedeutung, da sie den Wirkungsgrad von Solarzellen beeinflusst. Der Trend zu kleineren Bauelementen führt zu einer Vergrößerung des Verhältnisses Oberfläche zu Volumen, und der Einfluß der passivierten Oberfläche nimmt zu. Für eine Optimierung ist ein besseres Verständnis der Rekombinationsprozesse an der resultierenden Grenzfläche hilfreich.

Das passivierte Silizium wird in dieser Arbeit mit den Methoden der zeit- und der frequenz aufgelösten Photoleitfähigkeit untersucht. Dabei werden durch Lichtabsorption zusätzliche freie Ladungsträger (Elektronen und Löcher) erzeugt, und die Leitfähigkeit erhöht sich um die Photoleitfähigkeit, deren zeitlicher Verlauf mit Mikrowellen kontaktlos und zerstörungsfrei gemessen wird. Mit solchen Messungen ist es möglich, Rückschlüsse auf Rekombinationsprozesse im Halbleiter, die sowohl über die beiden Oberflächen als auch das Volumen ablaufen, zu ziehen. Die beiden Methoden werden in dem zweiten Kapitel vorgestellt.

Im dritten Kapitel wird auf die Passivierung des Siliziums mit Siliziumdioxid und Siliziumnitrid eingegangen. Als ein Maß für die Güte der Passivierung hat sich die Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeit etabliert. Mit ihr lassen sich die Rekombinationsprozesse an der Oberfläche lediglich makroskopisch beschreiben. Ausführungen zur Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeit beschließen das Kapitel.

Die Halbleitergrundgleichungen beschreiben Transportprozesse im Halbleiter und bilanzieren die Konzentrationen der Ladungsträger. Zur Interpretation der Mikrowellenmessungen ist es nötig, sie zu lösen. Um Vereinfachungen, wie sie für analytische Lösungen unumgänglich sind, zu vermeiden, wird die Methode der finiten Differenzen gewählt und das Gleichungssystem mit einer detaillierten Beschreibung der Grenzflächen Siliziumdioxid/Silizium bzw. Siliziumnitrid/Silizium numerisch gelöst. Dies geschieht für den stationären und zeitabhängigen Fall vor dem Hintergrund einer kontaktlosen Situation und wird im vierten Kapitel beschrieben. Am Ende erfolgt eine Übersicht der gewählten

Simulationsparameter. Der Vorteil eines solchen Programms liegt darin, daß das Konzept der Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeit nicht benötigt wird und somit ein besseres Verständnis der Rekombinationsprozesse möglich ist.

Im fünften Kapitel werden die Ergebnisse der Mikrowellenmessungen gezeigt und diskutiert. Um mit dem Simulationsprogramm eine detaillierte Interpretation der Daten geben zu können, findet eine Beschränkung auf eine n-dotierte Siliziumprobe (passiviert mit Siliziumnitrid) und eine p-dotierte Siliziumprobe (passiviert mit Siliziumdioxid) statt.

Eine Zusammenfassung der Arbeit wird im sechsten Kapitel gegeben.