

## 12. Zusammenfassung

Die Fragestellung, ob es möglich sein könnte, Diamant mit Phosphor n-Typ zu dotieren, sollte in dieser Arbeit unter dem Aspekt der Gitterplatzbesetzung von Phosphor untersucht werden.

Es wurde  $^{32}\text{P}$  mit einer Ionendosis von  $10^{10}/\text{cm}^2$  und  $^{33}\text{P}$  mit  $10^{11}/\text{cm}^2$  in natürliche IIA-Diamanten implantiert, 5 Minuten bei  $1200^\circ\text{C}$  angelassen und bei Raumtemperatur ausgemessen.

Da das Dechanneling zu einer exponentiellen Abnahme des Channelingeffektes in Abhängigkeit der Implantationstiefe führt, wurde Phosphor mit der an dem Schwerionenbeschleuniger kleinstmöglichen Implantationsenergie von 30 keV implantiert. Hierzu wurde ein spezieller Implantationsflansch konstruiert und direkt nach dem Massenseparationsmagneten an den Schwerionenbeschleuniger angebracht. Es wurden Ionenquellen konstruiert, mit denen es möglich ist, radioaktiv  $^{32}\text{P}$  und  $^{33}\text{P}$  zu implantieren.

Die Gitterführungseffekte der  $\beta$ -Elektronen der Sonden wurden mit dem Manybeam-Formalismus simuliert, und durch eine Anpassung an die experimentellen Daten wurde der substitutionelle Anteil der Sonden bestimmt. Wir konnten zeigen, daß Phosphor zu ca. 70% auf substitutionellen Gitterplätzen eingebaut wird. Somit ist uns der experimentelle Nachweis für einen wesentlich substitutionellen Einbau des Phosphors in Diamant gelungen. Der substitutionelle Anteil der Messung von Arsen in Diamant von  $55 \pm 5\%$  [BHAR95] konnte sogar noch auf  $65 \pm 5\%$  angehoben werden.

Wenn man nur den substitutionellen Anteil des Phosphors in Diamant betrachtet, der eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Dotierung ist, scheint es möglich, Diamant mit Phosphor n-Typ zu dotieren, jedoch zeigt die  $e^- - \gamma$  Messung Defekte in der unmittelbaren Umgebung der Sondenatome, die der n-Typ Leitfähigkeit entgegenstehen können.

Welchen Effekt die Gitterschäden genau auf die elektrische Leitfähigkeit haben, ist bis dato noch nicht geklärt, da sich die Effekte der Dotierung und der Gitterschäden nur schwer trennen lassen und Gitterschäden je nachdem welchen Leitfähigkeitstyp sie bewirken, die Leitfähigkeit vergrößern oder verkleinern können.

Auch noch nicht geklärt ist die Lage der Donatorniveaus des Phosphors. Hier sollen Kathodolumineszenzmessungen zusammen mit H. Sternschulte an der Universität Ulm Abhilfe schaffen.

Man kann seine Zweifel haben, ob es möglich sein wird, aus natürlichen Diamanten n-Typ Halbleiter herzustellen, oder ob dies erst möglich sein wird, wenn man in der Lage ist, die Donatoren beim Kristallwachstum direkt und ohne unerwünschte Verunreinigungen in das Diamantgitter einzubauen. Da man das Problem der Gitterschäden bei der Ionenimplantation nicht umgehen kann, wäre eine andere Möglichkeit, die Donatoren als Ionen spannungsunterstützt mit großen Feldern und bei Temperaturen um die 1000°C in den Diamanten einzudiffundieren [POPO95].