

Zusammenfassung der Dissertation

von

Dipl.-Phys. Peter Meßerer

Untersuchung und Entwicklung von Plasmaoberflächenprozessen: Ätzen von Halbleitern und Sterilisation von Polymeren

Diese Arbeit untersucht den Einfluss von Plasmen auf Materialien. Die Untersuchung der Plasmaparameter wird durch Langmuir-Sonden, SEERS, Aktinometrie, UV-Spektroskopie und energieaufgelöster Massenspektroskopie an zwei verschiedenen Plasmareaktoren durchgeführt. Zum einen an einem CCP-Reaktor, der zur Bearbeitung von Halbleiterwafern benutzt wird, zum anderen an einem neu entwickelten DICP-Reaktor, welcher zum Sterilisieren von thermolabilen Materialien entwickelt wurde.

Der CCP-Reaktor war ein industrieller Plasmareaktor zur Entwicklung von state-of-the-art Prozessen besonders im Bereich III-V Halbleiter für Hochleistungs-LEDs und LASER Dioden.

Der DICP-Reaktor war eine vollkommene Neuentwicklung, die zuvor entworfen und im Rahmen dieser Arbeit aufgebaut wurde um die Nachfrage nach neuen Prozesse zu befriedigen, welche für die Sterilisation von Materialien im Lebensmittel- und im medizinischen Bereich sich auftraten. Neu Materialien aus diesen Bereichen sind oft schwierig zu handhaben, wie etwas Polylactid, welches nicht in Berührung mit Wasser kommen darf. Außerdem sollten keine giftigen Stoffe bei den Behandlungen benutzt werden, da im Fall von medizinischen Implantaten, diese von großem Nachteil ist.

Die Messungen an reaktiven Plasmen am CCP Reaktor wurden mit einer Langmuir-Sonde und einem SEERS Sensor durchgeführt. Diese Messungen wurden durch REM Untersuchungen und optischen Messungen komplettiert.

Während der CCP Reaktor seine Ätzeigenschaften durch hoch-energetische Teilchen erhält, wird beim Betrieb des DICP Reaktor hauptsächlich das im Plasma entstehende UV Licht für die Sterilisation der Materialien benutzt. Die Plasmaparameter wurden hier durch eine Kombination von verschiedenen sich überlappenden Messmethoden in Verbindung mit einem Simulationsprogramm ermittelt. Einige der gemessenen Parameter wurden als Eingabe in das Programm genommen und die Ergebnisse mit mehreren gemessenen Parametern verglichen. Dabei wurde eine sehr gute Übereinstimmung gefunden.

Dies führte zur Entwicklung eines Gasgemisches, welches sich als sehr effektiv zur Sterilisation von Materialien herausstellte. Zudem wurden durch diese Messungen die Wirkmechanismen der Sterilisation aufgefunden. Da die UV-Strahlung im Bereich einer Wellenlänge unter 230 nm als der Hauptmechanismus herausstellte, konnte gezielt ein neues Gasgemisch gefunden werden ($\text{Ar}/\text{N}_2/\text{O}_2$) welches eine sehr gute und reproduzierbare Sterilisation erreichen sollte. Ein weiter Prozess ist das Abtragen von Schichten von Keimen durch Ionen welche mit einem energieauflösenden Massenspektrometer gemessen wurden.

Da UV-Strahlung als Hauptprozess der Sterilisation gefunden wurde kann nun beim Auffinden neuer, möglicherweise noch besserer Plasmaprozesse, bei der Vorauswahl auf die teuren und zeitraubenden Sterilisationsversuche zu Gunsten von Massenspektroskopie und UV-Spektroskopie verzichtet werden.

Die Experimente an beiden Reaktoren führten zu einem tieferen Verständnis der Vorgänge bei der Bearbeitung von Materialien in Plasmareaktoren. Im Fall des DICP konnte dies durch Simulationsrechnungen unterstützt werden.

In beiden Fällen konnte die benötigte Zeit zur Entwicklung zukünftiger Plasmaprozesse verkürzt werden indem nun Messmethoden zur Verfügung stehen, welche direkt aus den gemessenen Werten auf die Güte des Prozesses Rückschlüsse machen lassen.