

Zusammenfassung der Dissertation von Roland Schwefel: „Stationäre und gepulste induktiv gekoppelte Plasmen: Diagnostik und Deposition von Diamantschichten“

Diese Dissertation beschreibt einen planaren, induktiv gekoppelten 27,12 MHz HF-Plasma-Reaktor mit Faraday-Abschirmung, geeignet zur Deposition von Diamantschichten mittels Ar/H₂/CH₄-Plasmen.

Die zur Diamantdeposition benötigten Prozesse zur Nukleation und Schichtdeposition werden vorgestellt. Für den Prozessschritt der Nukleation wird ein mechanisches und ein plasmatechnisches Verfahren gezeigt.

Die abgeschiedenen Diamantschichten werden mittels Lichtmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie und Ramanspektroskopie analysiert.

Diese Arbeit zeigt, wie stationäre und gepulste Plasmen mittels Langmuirsondendiagnostik, Energie- und Massenspektroskopie, sowie Emissionsspektroskopie im sichtbaren Wellenlängenbereich diagnostiziert werden können und wie die internen Plasmaparameter von den außen einstellbaren Größen abhängen.

Die Sondenmessung liefert Energien und Dichten der Elektronen, sowie Plasma- und Floatingpotential. Diese Größen können orts aufgelöst ermittelt werden. Für gepulste Plasmen wird die zeitliche Entwicklung dieser Parameter ermittelt.

Die Energie- und Massenspektroskopie liefert Neutralteilchendichten, sowie energieaufgelöste Ionenflüsse. Flüsse negativer H⁻-Ionen werden ebenso untersucht.

Ein Multichannelskaler wird benutzt um zeitaufgelöste Ionenflüsse zu messen.

Ionisationsschwellenmassenspektroskopie erlaubt den Nachweis des CH₃-Radikals.

Zur Analyse des von den Plasmen emittierten Lichtes ist ein Spex 1702 (1m) Spektrometer in das Experiment integriert. Hochauflösende Messungen werden mit einem 1,5m Echelle-Spektrometer mit Prismenprämonochromator durchgeführt.

Die Emissionsspektroskopie liefert relative Dichten von strahlenden Spezies. Gastemperaturen werden über die Analyse von Molekülrotationsbanden und Dopplerverbreiterung von Emissionslinien bestimmt.

Die elektrischen Parameter (Strom, Spannung und Phasenwinkel) der HF-Einkopplung an verschiedensten stationären Plasmen mit und ohne Faraday-Abschirmung werden ermittelt und deren Abhängigkeiten von den externen Parametern untersucht.

Eine Elektrodynamik- und Hydrodynamiksimulation (2-D MHP Code) liefert konsistent zur Plasmadiagnostik orts aufgelöste Plasmaparameter für stationäre Argon- und Heliumplasmen. Der Vergleich von den Ergebnissen der Modellierung mit experimentell ermittelten Daten liefert den Wirkungsgrad des Plasmareaktors.

Die Gasphasenzusammensetzung des Diamantpositionsplasmas wird mit der Aurora-Applikation des ChemkinIII Plasmachemiesimulators modelliert. Die Modellierungsergebnisse enthalten auch den Einfluß verschiedenster Parameter auf die Gasphasenzusammensetzung.

Die Eingangsparameter des Chemiemodells sind hierbei die aus der Diagnostik vorliegenden Werte für Elektronendichten und -temperaturen, sowie die spektroskopisch ermittelte Gastemperatur. Validiert werden die Simulationsergebnisse durch einen Vergleich mit experimentell ermittelten Methan- und Azetylendichten.