Mikrowellenunterstütztes Biegen von Quarzglas für die Mikrosystemtechnik

Der Einsatz von Mikrowellen zum Erwärmen ist eine bereits bei anderen Gläsern etablierte Methode. Im Unterschied dazu besteht das Gefüge von Quarzglas bei Raumtemperatur aus α-Quarz. Erst bei etwa 700°C konvertiert dieses α-Quarz zu β-Quarz mit entscheidender Bedeutung für die vorliegende Anwendung. Hier verändert das Quarzglas seine Transmissionseigenschaften, was einen starken Anstieg der Absorption von Mikrowellenstrahlung bedeutet. Im Projekt wurde deshalb ein Prototyp entwickelt, der die Möglichkeit eines zweistufigen Prozesses bietet. Der erste Schritt beinhaltet ein autogenes und dabei definiertes Erhitzen der Quarzplatte mit Linien-Gasbrennern. Die autogene Vorwärmung erfolgt mit einem Gasgemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff, um Adsorbate am Quarzglas für dessen spätere Verwendung zu vermeiden. Im zweiten Schritt erfolgt das Aufheizen mittels Mikrowellen bis zur Biegetemperatur. Kernelement für diesen Schritt ist der verwendete Mikrowellen-Generator, der ein Magnetron ansteuert. Dieses liefert Mikrowellen mit einer Frequenz von 2,45GHz und einer Mikrowellenleistung von bis zu 1250W. Um die Mikrowellen-Leistung an der Oberfläche des Quarzglases auch optimal einkoppeln zu können, erfolgte eine Simulation der Mikrowellen-Antenne mit der Software Comsol in einer Multiphysik-Simulationsumgebung. Diese Simulation brachte Aussagen zur Intensitäts-Verteilung des elektromagnetischen Feldes und letztlich für die Erwärmung der Quarzglasplatte. Es wurden drei Geometrien von Mikrowellen-Antennen mit am Antennenaustritt zunehmend steigender Mikrowellen-Leistung (Faktor 10 für eine Fächerhornantenne) erprobt. Ein weiterer Steigerungsfaktor 10 wird bei Einschnürung der Mikrowellen-Antenne auf den unmittelbaren Biegebereich erwartet. Die Temperaturmessung während der autogenen Vorwärmung des Quarzglases erfolgte strahlungs-pyrometrisch. Das beim Transfer in die Mikrowellen-Aufheizposition verstreichende Zeitfenster wird dabei genutzt, um die Mikrowellen im Innern der Quarzplatte absorbieren zu lassen.

Eckdaten

Kurztitel

MiWeBiQ

Forschungsschwerpunkt

Sustainable Production, Energy Technologies and Smart Materials

Laufzeit

01.11.2018 - 31.01.2018

Fördergeber

Bayerische Forschungsstiftung

Projektleitung

Prof. Raimund Förg

Ziele

In der Halbleiterindustrie zählen CVD und Ätz-Prozesse zu den teuersten Einzelschritten der gesamten Prozesskette. Die Hardware-Voraussetzung dafür sind aus Quarzglas bestehende Reaktoren. Deren Maßhaltigkeit und Herstellkosten stoßen mit wachsenden Waferabmessungen (300 – 450mm) bereits jetzt an die Grenzen des Machbaren. Im Projekt wurde deshalb ein neues Biegeverfahren unter Nutzung von Mikrowellen untersucht, um Quarzglasplatten mit deutlich höherer Präzision verformen zu können. Zusätzlich soll die dann mögliche maschinelle Fertigung zu kleineren Fertigungstoleranzen und damit zu höheren Ausbeuten führen.

Bayerische Forschungsstiftung

VOGELSBERGER quarzglastechnik Klaus-Dieter Kindl GmbH