

ecoFluor – Innovative und umweltfreundliche, auf Fluor basierte Reinigungsprozesse als Ersatz für Stickstofftrifluorid und perfluorierte Kohlenwasserstoffe in der Halbleiterindustrie

»ecoFluor« setzt auf Klimaschutz im internationalen Maßstab. Es wurde ein Reinigungsgas entwickelt, das den Treibhauswert bisher üblicher Gase in der Halbleiterbranche um das 17.000-Fache senkt. Das Mittel mit dem Klimabonus spart zudem Ressourcen, weil es effizient im Verbrauch ist.



Perfluorierte Kohlenwasserstoffe ▪ Stickstofftrifluorid

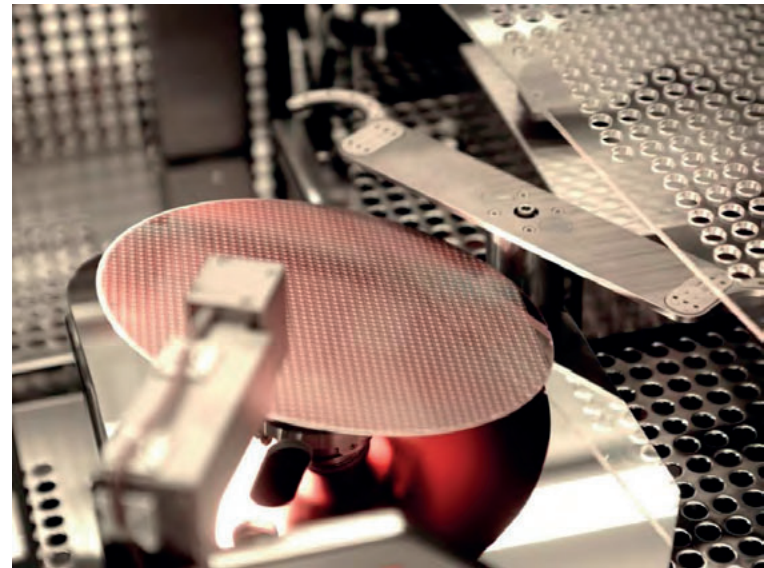
Innovation auf fundierter Basis

Mikrochips für Handys, Laptops oder Taschenrechner werden in Maschinen der Halbleiterindustrie gefertigt, die nach jedem Arbeitsschritt gründlich gereinigt werden müssen. Bisher geschieht dies mit perfluorierten Kohlenwasserstoffen (PFC) und Stickstofftrifluorid (NF_3). Diese Gase sind für die Umwelt bis zu 17.000-mal schädlicher als das bekannte Treibhausgas Kohlendioxid, da sie besonders stabil sind und daher lange in der Atmosphäre verbleiben.

Die Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT untersucht seit mehreren Jahren gemeinsam mit Partnern des Chemieunternehmens Solvay verschiedene Fluorgasmischungen auf Umweltfreundlichkeit. Das Projekt »ecoFluor« setzt auf einen alternativen Gasmix aus Fluor, Stickstoff und Argon, wodurch die Fluormenge um bis zu 20 Prozent verringert werden kann. Damit ist sein Treibhauspotenzial vergleichbar mit dem des Kohlenstoffdioxids. Zudem ist die Nutzung dieser Fluorgasmischungen sehr zeit- und kosteneffizient. Im Projekt wurde die vielversprechende Gasmischung in der industriellen Anwendung getestet.

Cleantech für Hightech

Der Markt für das neue Reinigungsgas ist groß, denn jegliche Informationstechnologie und damit viele Bereiche unseres öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens basieren auf Silizium-Mikrochips. Die kleinen Elektronikteile



Mit Gasen werden wichtige Maschinen für die Chipherstellung gereinigt. Ein neuer Gasmix soll bisher verwendete, sehr umweltschädliche Gase ersetzen.

Kontakt

Michael Pittroff
Solvay Fluor GmbH
Hans-Böckler-Allee 20
30173 Hannover

Tel.: +49 511 857-3448

E-Mail:
michael.pittroff@solvay.com

entstehen mittels planarer Halbleitertechnologie: Schicht für Schicht werden dabei abwechselnd leitfähige und isolierende Schichten auf eine Siliziumscheibe aufgebracht. Anschließend erhält der Chip seine Strukturierung. All diese Arbeitsvorgänge finden in speziellen Vakuumkammern, sogenannten PECVD-Kammern, statt. Bei dieser Feinstarbeit – die einzelnen Schichten und Strukturen sind nur wenige Nanometer groß – ist höchste Sauberkeit bei Prozessen, Maschinen und eingesetzten Materialien notwendig. Deshalb müssen nach jeder aufgetragenen Schicht die Prozesskammern mit Gas gereinigt werden. Fluorchemische Mittel sind bewährte und effiziente Reinigungsgase. Ein diffiziler chemischer Vorgang ist nötig, um sie für das Säubern zu konditionieren.

Testlauf in Teamwork

Die Partner von »ecoFluor« haben den Einsatz ihres Gases in zwei Phasen verfolgt und arbeiteten während der dreijährigen Projektlaufzeit arbeitsteilig. Solvay, der Initiator aus der Chemieindustrie, lieferte die Cleangas-Mischung und schulte das Personal im sicheren Umgang damit. Die Fraunhofer EMFT sorgte für die fortlaufende Optimierung der Gasmischung. Die Firma Muegge lieferte eine mikrowellenbasierte Technologie zur bestmöglichen Minimierung der Gasmenge. Texas Instruments schließlich setzte die Mischung in seiner Halbleiterproduktion ein. Hierzu wurde am Produktionsstandort in Freising eine Gasversorgung aufgebaut, mit der die Gasmischung der Solvay Fluor GmbH an wenigen Produktionsanlagen zur Verfügung gestellt und getestet wurde. Mit dem Aufbau der Gasversorgung für die neuartige Fluor-Gasmischung waren die Voraussetzungen für Tests unter Produktionsbedingungen erfüllt.

Ergebnisse

Auf Basis der Erkenntnisse der Fraunhofer EMFT wurden für typische PECVD-Applikationen Reinigungsprozesse entwickelt. Diese wurden in die Halbleiterproduktion überführt, um die Langzeitperformance und -stabilität in der Produktion zu demonstrieren. Mittlerweile wurden an mehreren Industriestandorten verschiedene Langzeit-Tests mit den beiden zur Verfügung stehenden Gasmischungen, Solvaclean N und NO, erfolgreich abgeschlossen, um Schwefelhexafluorid (SF₆), Hexafluoräthan (C₂F₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃) zu ersetzen. Es konnte durch Messungen Dritter belegt werden, dass Plasma-Reinigung unter Verwendung von Fluor selbst ohne fossilen Brenner nur durch den Einsatz eines Abgaswäschers quasi emissionsfrei betrieben werden kann.

Für die Fraunhofer EMFT ergaben sich daraus weitere, vom BMBF geförderte Folgeprojekte, nämlich »GreenICTatFMD« sowie ein KMU-Projekt zum Ersatz von Schwefelhexafluorid beim DRIE-Plasmaätzprozess.

Nach der Freigabe für die industrielle Produktion gibt es mittlerweile in Deutschland industrielle Halbleiterfertigungsstätten, welche die Solvaclean-Mischung seit mehr als zwei Jahren produktiv nutzen und dadurch SF₆ und NF₃ ersetzen. Des Weiteren wurde Solvaclean auch in der Solarpanel-Fertigungsindustrie erfolgreich qualifiziert und wird ab 2023 NF₃ vollständig ersetzen, sodass im Jahr 2023 etwa fünf Tonnen NF₃ vermieden werden. Diese ökologische Innovation eröffnet derzeit auch Evaluierungen im amerikanischen Markt derart, dass Solvay eine exklusive Partnerschaft mit »Electrofluorocarbons« (EFC) geschlossen hat, um den Einsatz von Solvaclean auch in den USA ermöglichen zu können.