

Einfluß des Barrierenmaterials und der Barrieren-Kontaktierung auf homogene Atmosphärendruck-Barrierentladungen

Peng Li

Die vielseitig zur Oberflächenbehandlung oder für Reaktionen im Gasvolumen einsetzbaren Barrierenplasmen sind dynamische Entladungen zwischen hochspannungsgespeisten Elektroden, bei welchen das Verhalten wesentlich durch mindestens eine Isolierstoffbarriere bestimmt wird. Gegenstand dieses Vorhabens sind besondere homogene Entladungsformen, die im Unterschied zu den herkömmlichen filamentierten Barrierentladungen unter bestimmten Bedingungen entstehen und die ein gleichmäßigeres und schonenderes Behandlungsergebnis implizieren. Es zeigt sich, daß sich der Stabilitätsbereich dieser homogenen Entladungen teilweise beträchtlich erweitert, wenn die Kontaktierung der Barrierenrückseite nicht direkt, sondern über Drahtgitter oder resistive Schichten erfolgt. Die bisherige Arbeitshypothese, daß hierdurch einer im Entstehen befindlichen lokalen Einschnürung des Plasmakanals entgegenwirkt wird, soll durch systematische Versuche und ergänzende Simulationen geklärt werden. Weiteres Augenmerk gilt dem Einfluß des Barrierenmaterials auf den Homogenitätsbereich. Erwartet wird in diesem DFG-geförderten Vorhaben einerseits die Erweiterung der Kenntnisse der Entladungsmechanismen, andererseits konkrete technisch umsetzbare Erkenntnisse. In einer Vorgängerarbeit (Dissertation Tepper) konnten zwei unterschiedliche Varianten homogener Entladungen differenziert werden: Typ 1, erstmals von Okazaki beschrieben, ist eine sehr kurzzeitige (μs -Bruchteile), stromstarke Entladung (Ampere-Bereich), während Typ 2, intensiv von Massines untersucht, typische Dauern im zig- μs -Bereich und Ströme im Milliampere-Bereich aufweist. Bild 1 zeigt den Existenzbereich der letztgenannten Entladungsart bei zahlreichen unterschiedlichen Barrierenmaterialien und -Kombinationen. Neben massiven Barrieren wurden Zweischicht-Barrieren untersucht, wobei die Permittivität der der Entladung zugewandten Seite („Oberflächenpermittivität“) variiert wurde. Bei Erhöhung des Spaltabstandes unter sonst gleichbleibenden Versuchsparametern existiert eine obere Grenzspaltweite, jenseits welcher keine homogenen Entladungen mehr existieren. Bild 1a zeigt diese Grenzspaltweite als Funktion der resultierenden Barrierenkapazität. Entgegen ersten Erwartungen besteht keinerlei Zusammenhang zwischen dieser und der Homogenitätsgrenze. Ein anderes Bild erhält man, wenn die Grenzspaltweite als Funktion der Oberflächenpermittivität aufgetragen wird (Bild 1b). Die Grenze hängt dann direkt von der Oberflächenpermittivität ab, und zwar dergestalt, daß mit geringerer Permittivität der Homogenitätsbereich weiter wird.

Für diese zunächst unerwartete Abhängigkeit konnte, gestützt durch vereinfachte 3DSimulationen, ein erster Erklärungsansatz gefunden werden: Bei beginnender Filamentierung, d.h. der Bildung enger Streamer, die im Nanosekundenmaßstab abläuft, hängt dieser Vorgang sicherlich von der durch dielektrische Verschiebung in die Streamerfußpunkte eingekoppelten Leistung ab. Diese wird in lokaler Fußpunktumgebung

direkt durch die Permittivität der dem Entladungsraum zugewandten Barrierenoberfläche beeinflusst.

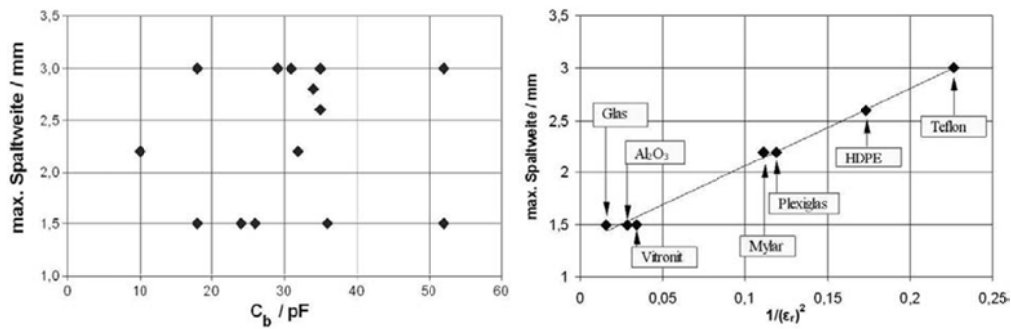


Bild 1: Grenzspaltweite für homogene Typ 2-Entladungen bei 16 l/min Stickstoff, 7 kHz
 a) als Funktion der Barrierenkapazität
 b) als Funktion der Oberflächenpermittivität

Andere Versuchsreihen gelten der Wirkung verschiedener Kontaktierungsarten auf der Barrierenrückseite (Drahtgitter, direkte Kontaktierung mit Leitlack, verschiedene resistive Kontaktierungen) auf die Entladungshomogenität. Bei 50 Hz und einigen Kontaktierungen wurden erstmals Entladungen festgestellt, die aus einer homogenen, stromschwachen Typ 2- Entladung in eine stromstarke homogene Typ 1-Entladung übergehen, während bei direkter Kontaktierung überwiegend nur filamentierte Entladungen auftreten.