

P 20: Plasmatechnologie II

Zeit: Donnerstag 16:30–19:00

Raum: HS 5

Hauptvortrag

P 20.1 Do 16:30 HS 5

Nichtthermische Plasma-Anwendung für saubere, nachhaltige Verbrennungsprozesse — •THOMAS HAMMER — Siemens AG, Corporate Technology, CT RTC ENC, Erlangen

Verbrennungsprozesse gehören auch heute noch zu den am häufigsten eingesetzten Prozessen zur Energiewandlung: Sie finden Einsatz in Gas-, Öl-, oder Kohle befeuerten thermischen Kraftwerken mit Leistungen $> 500 \text{ MW}_{el}$, in dezentralen, mit fossilen Brennstoffen oder Biomasse betriebenen Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung im 100 kW bis 10 MW Bereich, in industriellen Prozessen wie der Zementherstellung, und für den Betrieb von Kraftmaschinen in Kraftfahrzeugen, Lokomotiven und Schiffen. Die steigenden Anforderungen hinsichtlich Wirkungsgrad, Schadstoff-Emissionen und Brennstoff-Flexibilität erfordern konditionierten Brennstoff, zuverlässige Zündung, und stabile, kontrolliert ablaufende Verbrennungsprozesse. Gegenwärtig wird der Einsatz elektrischer Energie aus erneuerbaren Quellen für die Erzeugung von Kraftstoffen unter Nutzung von CO_2 diskutiert.

Dieser Vortrag befasst sich mit dem Einsatz von Plasmaverfahren in modernen Kraftmaschinen und Gasturbinen. Die Zündung und Steuerung mager betriebener Hochdruck-Verbrennungsprozesse mit Radiofrequenzplasmen, elektrischen Feldern, Barrieren-Entladungen und Gleichstromentladungen wird vorgestellt. Reaktorkonzepte für die Reformierung von Brenngasen werden hinsichtlich ihrer plasmachemischen Wirkungsgrade verglichen, und ein Ausblick auf den Einsatz dieser Konzepte für die Nutzung von CO_2 wird gegeben.

Hauptvortrag

P 20.2 Do 17:00 HS 5

An efficient procedure to identify and quantify new molecules for insulating gas mixtures — •CHRISTIAN M. FRANCK, DOMINIK A. DAHL, and MOHAMED RABIE — Institute for Power Systems and High Voltage Technology, ETH Zurich, Switzerland

In this contribution, a new program to systematically identify and quantify new gas molecules with low global warming potential for application in high voltage insulation as gas mixtures is presented. The main attention is on highly efficient procedures to be able to scan a large number of candidate gases.

To identify new molecules, an empirical correlation between the electric strength and certain molecular properties, like polarizability or dipole moment, which can be calculated by means of density functional theory (DFT) is derived. This correlation function is used to screen further gases from available molecule libraries. The electric strength of these pre-selected molecules in mixtures with buffer gases is then quantified using a newly set-up Pulsed Townsend (PT) experiment. In particular the transport coefficients, as well as attachment and ionization rates can be determined with high precision. The setup operates with a high degree of automation to enable systematic evaluation of different gas mixtures not to miss possible synergistic effects between buffer and attaching gas.

P 20.3 Do 17:30 HS 5

Beeinflussung der Cold-Spot-Temperatur in HID-Lampen — •CORNELIA RUHRMANN¹, SVEN GRÖGER¹, THOMAS HÖBING¹, ANDRE BERGNER¹, JOS SUIJKER², JÜRGEN MENTEL¹ und PETER AWAKOWICZ¹ — ¹Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Bochum, Deutschland — ²Category Prof. Lamps, Philips Lighting, Eindhoven, Niederlande

Die Erhöhung der Lebensdauer von Hochdruckgasentladungslampen (HID-Lampen) kann durch eine Reduktion der Temperatur der Wolfram-Elektroden anhand des Gasphasen-Emitter-Effekts erreicht werden. Dabei entsteht auf der Elektrodenoberfläche eine Monolage elektropositiver Atome verschiedenster Emitter-Elemente, welche die effektive Austrittsarbeit von Wolfram reduziert. Die Strahlung von Heizwendeln erhöht die Cold-Spot-Temperatur berührungslos. Dies zieht einen Anstieg des Partialdrucks der Emitter-Atome und Ionen und somit eine Erhöhung der jeweiligen Dichten nach sich. Die Bedeckung der Elektrodenoberfläche mit dem jeweiligen Emitter-Element wird unabhängig von dem Leistungseintrag in die Lampe auf Basis von spektroskopischen Dichte- und pyrometrischen Elektrodentemperaturmessungen an speziellen Forschungslampen untersucht.

Diese Arbeit wurde gefördert durch Philips Lighting, NL, und die Research School der Ruhr-Universität Bochum.

P 20.4 Do 17:45 HS 5

2D-2 λ -Pyrometry - a reliable method for electrode temperature measurement — •ALEXANDER ALEXEJEV, THOMAS BAROWSKI, STEPHAN HOLTRUP, JÜRGEN MENTEL, and PETER AWAKOWICZ — Ruhr Universität Bochum, Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik

A reliable measurement of electrode temperatures within high intensity discharge lamps (HID-lamps) is becoming ever more imperative. Measurements on commercial HID-Lamps are difficult due to a non cylindrical shape of the electrode and a distorted view by the curvature of the tube. Especially the temperature at the electrode tip is hard to access with sufficient precision due to uncontrollable surface roughening. Surface roughening influences the emission properties of the electrode, thus making pyrometric measurements doubtful.

A reduction of such an influence can be achieved by measuring emission of a whole electrode surface at different wavelengths simultaneously. This can be done either by dividing the light beam and measuring each wavelength with a different camera, or by filtering the divided beams and focusing them back on a single camera. By forming a ratio from two measurements the effects of surface roughening on the temperature determination can be reduced significantly. Mathematically, the surface dependent emission coefficients ratio hardly contributes to the results.

The authors present the method of 2D-2 λ -Pyrometry. The results from measurements on the Bochum model lamp will be presented to point out the advantages of the method.

P 20.5 Do 18:00 HS 5

Elektrische und optische Untersuchung der DBD-Zündhilfe in Xe-HID-Lampen für Autoscheinwerfer — ANDRE BERGNER, •SVEN GRÖGER, THOMAS HÖBING, CORNELIA RUHRMANN, JÜRGEN MENTEL und PETER AWAKOWICZ — Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Bochum, Deutschland

Der hohe Xenon-Kaltfülldruck von 15 bar in den untersuchten HID-Lampen hat eine hohe Zündspannung zur Folge. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich daher mit einer speziellen Zündhilfe für diese Lampen. Bei den untersuchten Lampen wird nicht nur das eigentliche Entladungsvolumen für den Lichtbogen mit Gas gefüllt, sondern auch der Außenkolben der Lampe. Dadurch bildet sich bei der Zündung der Lampe zunächst eine DBD im Außenkolben aus, die die Zündspannung des Innenkolbens senkt. Zur Untersuchung dieser Außenkolbenentladung wurde ein spezieller Modellaußenkolben entwickelt, der auf der einen Seite den geometrischen Abmessungen des realen Lampenkolbens sehr nahe kommt und auf der anderen Seite die Möglichkeit bietet, die Gasart und den Druck im Außenkolben zu variieren. Der Zündprozess der Lampe und speziell die Außenkolbenentladung wurde mit verschiedenen optischen und elektrischen Methoden untersucht und die Ergebnisse miteinander korreliert. Die Autoren möchten dem CATRENE SEEL project (CA502), dem BMBF (FKZ: 13N11265/16N11265) und der RUB Research School für die finanzielle Unterstützung danken. Außerdem danken die Autoren U. Hechtfisher und G. Tochadse (Philips Aachen) für die fachliche Unterstützung.

P 20.6 Do 18:15 HS 5

Molekulare Strahlung mikrowellenangeregter Indiumiodid-entladungen — •CHRISTOPH KAISER, CELAL MOHAN ÖGÜN, RAINER KLING und WOLFGANG HEERING — Engesserstr. 13, 76131 Karlsruhe

Die Steigerung der Effizienz, sowie die Erhöhung der Lebensdauer von Hochdrucklampen (HID-Lampen) ist Gegenstand aktueller Forschung. Die Elektroden der Lampen ermöglichen einen Wärmetransport zur Außenseite der Lampe und reduzieren so den Wirkungsgrad. Zudem limitiert die Erosion der Elektroden die Lebensdauer. Beide Mechanismen können unterbunden werden, wenn der Leistungseintrag in die Lampe ohne Elektroden durchgeführt wird. Eine Möglichkeit hierfür ist die Anregung mittels plasmageführter Mikrowellen. Indiumiodid-haltige Entladungen zeichnen sich hierbei bereits bei niedrigen Lampendrücken durch eine stark ausgeprägte Untergrundstrahlung aus.

Die Emissionskoeffizienten sowie die Absorptionskoeffizienten der Entladung wurden durch semiklassische quantenmechanische Betrachtungen der Strahlung der $^3\Pi_0^+ \rightarrow ^1\Sigma^+$ und $^1\Pi_1 \rightarrow ^1\Sigma^+$ Übergänge

des Indiumiodidmoleküls bestimmt, und denen der druckverbreiterten Linienstrahlung gegenübergestellt.

Durch eine Zwei-Parameter-Näherung wurde eine gute Übereinstimmung zwischen Experiment und Theorie erreicht. Dabei können wesentliche Strahlungsbeiträge auf die molekulare Emission zurückgeführt werden.

P 20.7 Do 18:30 HS 5

Der Einfluss von Antennen auf die Heißzündung von HID-Lampen — •THOMAS HÖBING¹, ALEXANDER ALEXEJEV¹, ANDRE BERGNER¹, BERND KOCH², FREDDY MANDERS³, CORNELIA RUHRMANN¹, JÜRGEN MENTEL¹ und PETER AWAKOWICZ¹ — ¹Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Ruhr-Universität Bochum — ²OSRAM AG, Nonnendammallee 44, 13269 Berlin — ³Philips Lighting, Steenweg op Gierle 417, 2300 Turnhout, Belgium

Eine zuverlässige Zündung von heißen HID-Lampen ist für einen breit gefächerten Einsatzbereich existenziell. Eine Reduktion der Zündspannung kann durch die Verwendung von Antennenanordnungen erzielt werden. Durch die elektrische Kontaktierung von einer Antenne (aktive Antenne) mit einer der beiden Elektroden der HID-Lampe wird das Potential der kontaktierten Elektrode an die Gegenelektrode herangetragen. Der erhöhte Potentialgradient verursacht ein hohes elektrisches Feld zwischen Antenne und gegenüberliegender Elektrode. Dieses induziert im Brenner eine dielektrisch behinderte Entladung (DBD). Die Ausbildung eines Entladungskanals bei der Zündung wird durch die erhöhte Anzahl freier Elektronen positiv beeinflusst. Die Autoren präsentieren Messungen der Zündspannung von heißen HID-Lampen als Funktion der Abkühldauer für verschiedene Antennenanordnungen. Die DBD wurde mit einer ICCD-Kamera und einer Photodiode zeitlich und räumlich aufgelöst registriert. Dadurch konnte gezeigt werden,

dass die Zündspannung mit steigender Intensität der Vorentladung abnimmt. Die Autoren möchten dem CATRENE SEEL project (CA502) und dem BMBF (FKZ: 13N11265/16N11265) danken.

P 20.8 Do 18:45 HS 5

Untersuchung der transienten Prozesse bei der Erzeugung von elektrodenlosen mikrowellenangeregten Niederdruckentladungen — •CELAL MOHAN ÖGÜN, CHRISTOPH KAISER und RAINER KLING — Lichttechnisches Institut des Karlsruher Instituts für Technologie, Karlsruhe, Deutschland

Die UV-Blitzlampen gewinnen heutzutage für die Sterilisation der Lebensmittelverpackung oder der medizinischen Werkzeuge mehr an Bedeutung. Dadurch entstehen Vorteile wie zum Verhindern des Überhitzens der Verpackung. Im Vergleich zu kommerziellen Lösungen lässt sich anhand einer gepulsten Quecksilber-Niederdruckentladung eine höhere Effizienz erreichen.

Die gepulsten Plasmen, angeregt elektrodenlos durch Oberflächenwellen, wurden wegen ihrer Stabilität und Reproduzierbarkeit für diese Arbeit eingesetzt. Im gepulsten Betrieb lassen sich hohe Spitzenleistungen erzielen, während die mittlere Leistung klein bleibt, was eine höhere Elektronendichte und intensivere Strahlung erlaubt.

Um die optimalen Entladungsparameter zu erhalten, wurden die transienten Prozesse bei der Erzeugung und Stabilisierung des Plasmas bei einer Frequenz von 2,45 GHz untersucht. Die Geschwindigkeit der Ionisationsfront, das Temperaturverhalten der Lampe und die Dauer der Nachleuchten wurde axial entlang der Lampe aufgelöst und anhand spektroskopischer Methoden bei variiertem Leistungsdichte und variiertem Argon-Startgasdruck bestimmt. Es konnte gezeigt werden, dass der gepulste Betrieb für quecksilberhaltige Niederdruckentladungen mit Pulsdauern < 1 ms realisierbar sind.