

Zusammenfassung der Dissertation

Dipl.-Phys. Stefan Wilfert:

Grundlagenuntersuchungen zur Entwicklung eines langzeitstabilen Kaltkathoden-Ionisationsmanometers vom inversen Magnetron-Typ

Wenn ein Kaltkathoden-Ionisationsmanometer in einer kohlenwasserstoffhaltigen Gasatmosphäre bei hohen Drücken im Vakuumbereich betrieben wird, dann wird die mittlere Lebensdauer des Manometers durch eine Kontamination seiner Entladungselektroden und damit durch eine starke Veränderung der Entladungsstrom-Druck-Kennlinie begrenzt. Infolgedessen liefert das Messgerät nach einer gewissen Betriebszeit entweder keine verlässliche Druckanzeige mehr oder kann im ungünstigsten Fall sogar ganz ausfallen. In der vorliegenden Arbeit wird über die Entwicklung, den Aufbau und die Erprobung eines verbesserten Kaltkathoden-Ionisationsmanometers für Druckmessungen im Vakuumbereich berichtet, welches insbesondere für den Langzeiteinsatz in stark kohlenwasserstoffhaltigen Restgasatmosphären bei höheren Drücken konzipiert wurde. Ausgangspunkt für die Überlegungen waren einerseits intensive Voruntersuchungen zum Langzeitmessverhalten kommerziell erhältlicher Kaltkathoden-Ionisationsmanometer und andererseits die genaue Analyse des in den Messköpfen ablaufenden Kontaminationsprozesses. Für die Kontamination sind hauptsächlich zwei physikalische Effekte verantwortlich: einerseits bewirkt die Zerstäubung des Kathodenmaterials durch die in der Entladung gebildeten Ionen eine Abscheidung dieses abgesputterten Materials auf Wandungen und elektrischen Isolierstrecken der Entladungskammer, andererseits laufen aber in Gasentladungsstrecken auch Polymerisations- und plasmachemische Reaktionen ab, bei denen kohlenwasserstoffhaltige Gase oder Dämpfe gekrackt oder polymerisiert werden. Die Produkte dieser Prozesse lagern sich ebenfalls als dünne Schichten auf den Elektroden ab, so dass sich die Entladungsbedingungen nachhaltig verändern können.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde versucht, eine Messröhre zu entwickeln, bei der dieser Verschmutzungseffekt zeitlich stark verzögert abläuft, so dass man eine deutlich höhere Standzeit des Messgerätetyps erzielt. Das Resultat dieser Entwicklungsarbeiten ist eine neue, patentierte und langzeitstabile Kaltkathoden-Messröhre vom inversen Magnetrontyp, die bei konstanter Messgenauigkeit eine mindestens 3-fach höhere Lebensdauer aufweist als kommerziell erhältliche Kaltkathoden-Messröhren. Erreicht wurde dies durch eine Modifikation der klassischen inversen Magnetron-Messröhrenstruktur, wobei zwei getrennte Entladungskammern in einem gemeinsamen Messröhrengehäuse angeordnet sind. Das Wirkprinzip dieses speziellen Messröhrenaufbaus besteht darin, dass die am Röhreneingang positionierte Entladungszone lediglich als Ionenbaffle wirkt, während nur die weiter innen brennende Entladung als Messgrundlage fungiert. Diese spezielle Doppelplasma-Konfiguration hat den entscheidenden Vorteil, dass in die Messröhre eintretende kohlenwasserstoffhaltige Gase oder Dämpfe bereits in der vorderen Entladungszone effektiv gekrackt werden, so dass die in der hinteren Messkammer lokalisierte Entladung unter nahezu sauberen Vakuumbedingungen brennen kann.

In der Arbeit werden die einzelnen Entwicklungsschritte zum fertigen Prototypenbau erörtert und Untersuchungsergebnisse zum grundlegenden Betriebsverhalten sowie Studien zum Langzeitmessverhalten des Sensorkopfes präsentiert. Die Auswertung dieser Messergebnisse bestätigen die Richtigkeit der Überlegungen zum Messröhrenaufbau mit zwei getrennten Entladungskammern in Hinblick auf eine erhöhte Lebensdauer.