

Simulation von Gasentladungsprozessen mit Modellen für poröse Medien

Michael Hilbert

Tag der mündlichen Prüfung: 13.11.2014

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

2. Prüfer: Prof. Dr. Claus-Peter Klages

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit inneren Teilentladungen als einer Ursache der Degradation von festen Isolierstoffen. Es wird Bezug genommen auf diskrete Schichtdielektrika und poröse Medien als Isolierstoffe. Hierzu werden die Teilentladung sowie deren Entstehung betrachtet.

Die Gasentladungsprozesse von Teilentladungen werden ihren Mechanismen sowie Anwendungsbereichen entsprechend beschrieben. Es wird dazu auf den Townsend- und den Streamer-Mechanismus eingegangen. Auf die grundsätzliche Plasmabeschreibung wird ebenfalls verwiesen.

Zur Simulation von Teilentladungsausbreitungsprozessen wird über Plasmasimulationsmethoden hin zum Particle-In-Cell-Monte-Carlo-Simulationsverfahren geführt. Dies wird zur Betrachtung der Gasentladungsvorgänge an modellhaften Elementarzellen genutzt. Nach einer Vorstellung der Randbedingungen und gewählten Parameter wird das Simulationsprogramm über eine Entladung eines Einzelhohlraums verifiziert. Als weitere wichtige Größe zur Charakterisierung von Teilentladungen wird kurz die wahre Ladung betrachtet.

Die Modellbildung sowie Diskussion der Entladungsvorgänge erfolgt über die vier grundlegenden Elementarzellen für Anordnungen mit zwei Mikrohohlräumen. Hierzu werden in Richtung des elektrischen Feldes parallele sowie serielle Elementarzellen jeweils mit und ohne Verbindungsöffnung untersucht und charakterisiert. Einer Diskussion der Ergebnisse folgt schließlich eine Detektion der kritischen und unkritischen Geometrien anhand der Feldkopplung und Plasmakopplung.

Simulations of gas discharge processes with models of porous media

The present work deals with inner partial discharges as origin of degradation of solid insulations. It is referenced to discrete layer dielectrics and porous media as insulations. Therefore, partial discharges and their formation is considered.

Gas discharge processes of partial discharges, their mechanisms and areas of application are described. Therefore, the Townsend mechanism and the streamer mechanism are presented. It is also referred to basic plasma description.

For simulation of partial discharge propagation processes several plasma simulation methods are introduced. This leads to the Particle-In-Cell Monte Carlo simulation method which is used for consideration of gas discharge process with modelbased fundamental cells. After an introduction of the boundary conditions and the chosen parameters, the simulation program is verified through a discharge in a single microcavity. As main value for characterisation of partial discharges the charge is shortly presented.

Modelling and discussion of the discharge processes are carried out regarding four fundamental cells of arrangements with two microcavities. Therefore, parallel and serial fundamental cells regarding to the electric field with and without opening are determined and characterised. After a discussion of the results, critical and less critical geometries regarding to field coupling and plasma coupling are detected.