

Mikroplasma in Kanälen bei Atmosphärendruck

Arkadiusz Milan Dziubek

Tag der mündlichen Prüfung: 18.09.2009

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

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

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Achim Enders

In der vorliegenden Arbeit wird über den Einsatz von Mikroplasma beim atmosphärischen Druck zur Behandlung der inneren Oberflächen von geschlossenen Mikrofluidik-Produkten berichtet. Diese Produkte werden auf vielen Gebieten, wie der medizinischen Diagnostik und der Wirkstoffforschung eingesetzt. Die Querschnittsabmessungen der Transportkanäle (Kapillaren) liegen bei einigen hundert Mikrometern. Es soll ein Verfahren entwickelt werden, das gezielte, kostengünstige Veränderungen der Kanaloberflächen ermöglicht. Als Behandlungsmethoden kommen die kalten Barrierentladungen innerhalb von Transportkanälen der Komponenten zum Einsatz.

Der theoretische Teil der Arbeit befasst sich mit den Grundlagen der Gasentladungsmechanismen unter besonderer Berücksichtigung von physikalischen Phänomenen bei Barrierentladungen. Im Weiteren werden die Mechanismen der Entladung in Edelgasen, die in dieser Arbeit eine wichtige Rolle spielen, mit dem Schwerpunkt auf die Metastabilen erläutert.

Darauf folgt eine Beschreibung der Versuchseinrichtungen, aufgeteilt in Hochspannungs- und Gasversorgung sowie elektrische und nichtelektrische Messmethoden zur Erfassung der Entladungen. Zum Schluss werden die Methoden zur Auswertung der Behandlungseffekte erörtert.

Die Möglichkeiten zur lokalen und globalen Behandlung der Mikrofluidik-Produkte stehen im Vordergrund der nachfolgenden, experimentellen Kapitel. Diese befassen sich mit der Entwicklung, Optimierung und Erprobung von Reaktoren, die für diese Behandlung geeignet sind. Die Untersuchungen werden den Einfluss von verschiedenen Parametern, wie Gasdruck und Gasart auf das Entladungsverhalten veranschaulichen. Abschließend werden anhand der Ergebnisse die Einsatzmöglichkeiten der vorgestellten Reaktoren diskutiert.

Microplasma in Channels at Atmospheric Pressure

The present work deals with application of atmospheric pressure microplasma to the treatment of the internal surfaces of closed microfluidic components. These components will be used in many fields of activity, like the medical diagnostics and in the pharmacy research. The cross sections of the transport channels (capillary) in the microfluidic components are about some hundred micrometers. A procedure which allows a selective and cost-effective modifying of the channel surfaces is to be developed. The treatment method using the cold dielectric barrier discharges (DBD) within transport channels of the component is chosen.

The theoretical part of the work presents the basics of gas discharge mechanisms, under the special consideration of physical phenomena of barrier discharges. Further the mechanisms of the discharges in the noble gases, which play an important role in this work, are explained. This division focuses on the metastable states of the noble gases.

It follows a description of the test equipment, split in high voltage and gas supply, electric and non-electric measuring methods to capture the discharge. At the end the techniques of evaluation of the treatment-effects are discussed.

Possibilities of the local and global treatment of the microfluidic components stay in the foreground of the following, experimental chapters. These deal with the development, optimisation and investigation of reactors which are for this kind of treatment suitable. The investigations demonstrate the influence of different parameters like gas mixture and pressure

at the behaviour of the discharge. Finally, basing on the test results, the application possibilities of the introduced reactors are discussed.