

B5: Mikrochemomechanische fluidische Bauelemente A. Richter (IHM) in Kooperation mit T. Wallmersperger (IFKM)

Motivation:

Fluidische aktive Bauelemente auf Basis stimuli-sensitiver Hydrogele besitzen ein ganz besonderes Potenzial: durch ihre kombinierten aktorischen und sensorischen Eigenschaften verbinden sie bidirektional die fluidischen und chemischen Domänen. Die daraus resultierende Möglichkeit, chemische Steuer- oder Datensignale bauelementebasiert auf fluidischen integrierten Schaltkreisen aktiv zu verarbeiten, würde der Lab-on-Chip-Technologie ein völlig neues Spektrum an systemischen und applikativen Methoden bereitstellen. In der ersten Förderperiode des Graduiertenkollegs wurden Konzepte aktiver fluidischer Bauelemente adressiert, die nicht nur eine definierte fluidische Funktion besitzen, sondern auch einer Integration in fluidische Schaltkreise entsprechen sollten.

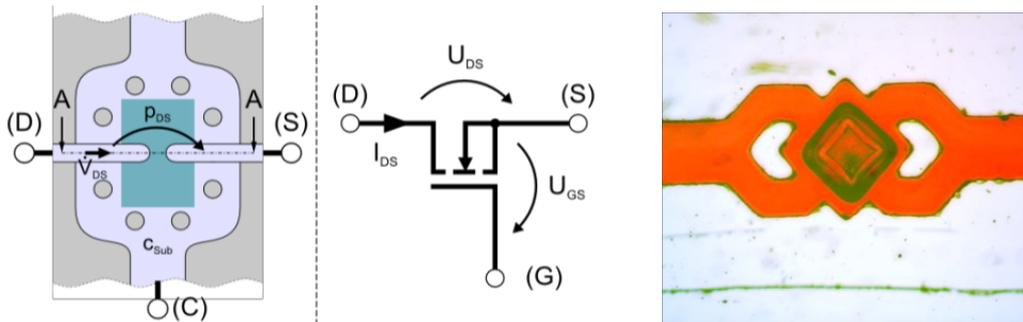


Abbildung 1: Chemofluidische Transistoren. Links: Membranisolierter chemofluidischer Volumenphasenübergangstristor (MIS-CVPT), Mitte: Schaltbild des MIS-CVPT, Rechts: Chemofluidischer Volumenphasenübergangstristor (CVPT) [1].

Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten:

Als Resultat liegen die Konzepte zweier chemofluidischer Transistorbauelemente vor, den chemofluidischen Volumenphasenübergangs-Transistoren (CVPT) sowie den Membranisolierten chemofluidischen Volumenphasenübergangs-Transistoren (MIS-CVPT) [1]. Es konnten die technologischen Grundlagen für on-Chip-integrationsfähige Bauelemente gelegt werden. Zudem entstanden Kompaktmodelle basierend auf physikalischen Modellen, Experimenten und FEM-Simulationen, mit denen die Bauelemente simuliert und optimiert werden können. Als erste Implementierung konnte eine chemofluidische Oszillatorschaltung realisiert werden [2]. Darüber hinaus erwies sich der Einsatz von hydrogelbasierten Bauelementen in der segmentflussbasierten Mikrofluidik als sehr potent [3]. Im Unterschied zu ventilartigen Komponenten wird hier das Material Hydrogel gänzlich anders genutzt. Viele neue Funktionen lassen sich damit potenziell realisieren.

Wissenschaftliche Fragestellung und Projektziele:

Ziele des Projektes sind das Verständnis der Natur von hydrogelbasierten Bauelementen mit Speicher- und Diskretisierungsfunktionen in diskontinuierlichen mikrofluidischen Systemen. Welche grundsätzlichen Effekte beim diskontinuierlichen Volumenphasenübergang von Hydrogelen lassen sich für Bauelementefunktionen nutzen? Welche Eigenschaften und welches Anwendungspotenzial ist zu erwarten? Die Arbeiten umfassen einen signifikanten theoretischen Teil inklusive Kompaktmodellbildung mit verschiedenen Ansätzen, FEM-Untersuchungen der Hydrogel-Bauelemente und bei entsprechendem Projektfortschritt die Implementierung in erste Grundschaltungen. Die Arbeiten umfassen zudem den Aufbau und die Realisierung der Bauelemente und Baugruppen sowie deren Charakterisierung.

Literatur:

- [1] P. Frank (2016), Integrated microfluidic membrane transistor utilizing chemical information for on-chip flow control, submitted.
- [2] P. Frank, S. Haefner, G. Paschew, A. Richter (2015), Rounding of negative dry film resist by diffusive backside exposure creating rounded channels for pneumatic membrane valves. *Micromachines*, **6**, 1588–1596.
- [3] G. Paschew et al. (2016), Autonomous chemical oscillator circuit based on bidirectional chemical-microfluidic coupling, *Adv. Mater. Technol.*, **1** (1), 1600005.
- [4] S. Häfner, P. Frank, M. Elstner, A. Richter (2016), Smart hydrogels as storage elements with dispensing functionality in discontinuous microfluidic systems, submitted.