

Selected Topics of Electronics and Micromechatronics
Ausgewählte Probleme der Elektronik und Mikromechatronik

Volume 44

Philipp Kruppa

**Entwicklung eines chronocoulometrischen
hoch integrierten CMOS-DNA-Wasseranalysesystems**

Shaker Verlag
Aachen 2013

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2013

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1995-7

ISSN 1618-7539

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Es wurde ein hoch integriertes CMOS-DNA-Wasseranalyse-System entwickelt, das über 6 Anschlusspins digital betrieben werden kann.

Das zu Grunde liegende elektrochemische Nachweisverfahren EDDA (engl. electrically detected displacement assay) zeichnet sich durch eine hohe Sensitivität und einen hohen dynamischen Bereich aus. Das Nachweisverfahren wurde in der Analyseplattform für Sensorchip-Messungen verwendet und diente als Grundlage für das Sensordesign.

Der mit 396 Sensorelektroden realisierte DNA-Sensorchip basiert auf dem chronocoulometrischen Detektionsverfahren.

Vorteilhaft wirkte sich die durch EDDA zur Verfügung stehende Chronocoulometrie auf die vereinfachte Auslegung der Transducer aus. So wurden für dieses Messprinzip flächige Elektrodenstrukturen mit CMOS-kompatiblen Fertigungsprozessen realisiert, die im Vergleich zu anderen Elektrodenstrukturen (Kamm-/Fingerelektroden) unter Verwendung der Photolithographie sehr einfach zu strukturieren sind. Das angewandte elektrochemische Transducerverfahren des CMOS-Chips ist durch die immanente Aufintegration des Messsignals (Ladungsumsetzung – „Coulomb“ als Funktion über die Zeit – „Chrono“) und die durch die monolithische Integration ermöglichte Signalverstärkung direkt unter der Sensorelektrode sehr sensitiv. Die Sensorelektroden wurden dafür mit auf die zu detektierenden Mikroorganismen abgestimmten Fängermoleküle funktionalisiert.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden anwendungsspezifische Schaltungsblöcke für den Betrieb der elektrochemischen Sensoren und die Auswertung des analogen Signals entwickelt. Die Realisierung umfasst die Optimierung der Sensor-/Rasterschaltung, die Entwicklung eines monolithisch integrierten Potentiostaten, die Implementierung eines 12 Bit A/D-Wandlers, die Arrayschaltungen und die serielle Schnittstelle für den Betrieb des Sensorchips unter den komplexen Randbedingungen aus dem Analysesystem. Mittels elektrischen, elektrochemischen und DNA-Messungen wurde die Funktion des Sensorchips systematisch nachgewiesen.

Es wurde eine innerhalb weniger Millisekunden individuell ablaufende vollautomatisierte elektrochemische DNA-Detektion gezeigt. Verschiedene elektrochemische Analyseverfahren wie Zyklovoltammetrie und Chronocoulometrie wurden durchgeführt, und der Nachweis eines flexiblen und multifunktionalen Sensorchips erbracht.