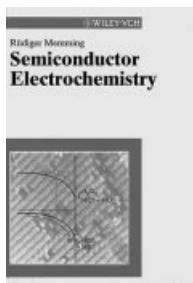


Keine halben Sachen

Semiconductor Electrochemistry.
Von *Rüdiger Memming*. Wiley-VCH, Weinheim 2000. X + 399 S., geb. 298.00 DM. (ca. 152 €).—ISBN 3-527-40147-X

Die Elektrochemie und Photoelektrochemie der Halbleiter hat in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine seltsame Entwicklung genommen. Die Entdeckung des Transistors auf der Basis von Silicium- und Germanium-Einkristallen führte Mitte der fünfziger Jahre zu Untersuchungen von Ge- und Si-Elektroden in wässrigen Elektrolytlösungen. Auch ein Dioden-Aufbau war mit Halbleiter-elektroden möglich. Bald wurde erkannt, dass die Ladungsübertragungen in der Grenzschicht mit chemischen Prozessen gekoppelt waren: Diese Halbleiter/Elektrolyt-Dioden waren komplexe Gebilde als ihre allein aus Festkörpern aufgebauten Pendants. Zudem waren damals wichtige *In-situ*-Untersuchungen von chemischen Prozessen an Oberflächen noch nicht möglich. Das Wissen über anodischen Ladungstransfer und Oberflächenchemie wuchs in den folgenden Jahrzehnten beträchtlich, und zahlreiche industrielle Verfahren zur Herstellung von Silicium- und III-



V-Halbleitern in flüssiger Phase an Oberflächen wurden entwickelt.

Ein weiterer bemerkenswerter Zeitpunkt in der Geschichte der Halbleiter-Elektrochemie ist das Jahr 1972, als Fujishima und Honda feststellten, dass thermodynamisch ungünstige elektrochemische Reaktionen wie die Zersetzung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff bei Raumtemperatur durch photoangeregte Elektronen und Löcher in Halbleitern gefördert werden können. Somit können Halbleiter/Elektrolyt-Bauteile zur Umwandlung von Sonnenenergie in chemische Energie in Form von Brennstoffen genutzt werden. Außerdem kann die elektrochemische Spannung von photoangeregten Elektronen und Löchern in einem Halbleiter dazu verwendet werden, in einem externen Stromkreis elektrische Arbeit zu verrichten.

Die Energiekrise in den siebziger Jahren führte zu einem gewaltigen Anstieg der Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der photochemischen und photoelektrochemischen Reaktionen an Einkristall-Halbleiterelektroden. Wissenschaftler der unterschiedlichsten Fachgebiete, von der Festkörperphysik bis zur Katalyse, zog es in die massiv geförderte Forschung der Halbleiter-Photoelektrochemie. Die Forschung in diesem interdisziplinären Zweig der Halbleiter-Elektrochemie war sicherlich erfolgreich, führte aber auch zu vielen mäßigen Ergebnissen und Verwirrungen, sogar als die ersten Prinzipien aufgestellt wurden. In den achtziger Jahren ließen die Forschungsaktivitäten allmählich nach und die Halbleiter-Elektrochemie wurde zu einer „normalen“ wissenschaftlichen Disziplin.

Einige Jahre später wurde entdeckt, dass aus Silicium-Einkristallen durch anodische Ätzung nanoporöse Netzwerke mit überraschenden optischen Eigenschaften erhalten werden können. Die Folge war wiederum ein Ansturm vieler Forschungsgruppen auf die Halb-

leiter-Elektrochemie. Bis zur heutigen Zeit wurde eine Reihe von nanostrukturierten Halbleitern und Nanokristallen mit außergewöhnlichen optischen und elektrischen Eigenschaften hergestellt. Die Photoelektrochemie nimmt in diesem faszinierenden und multidisziplinären Forschungsgebiet einen besonderen Platz ein.

Rüdiger Memming will in dem vorliegenden Buch die grundlegenden Prinzipien vermitteln, die zum Verständnis der Halbleiter-Elektrochemie und zum Einstieg in dieses Forschungsgebiet notwendig sind. Der Autor veranschaulicht diese Grundlagen ausführlich anhand wissenschaftlicher Arbeiten aus den Jahren 1960 bis 1990, dem Zeitraum, in dem er selbst als Forscher aktiv war. Ange-sichts der verschiedenen wissenschaftlichen Behandlungen und Betrachtungsweisen des Themas ist dies keine leichte Aufgabe.

Der Leser erfährt in den Kapiteln 1 und 2, wie sich Elektronen in Festkörpern, an Oberflächen und in Grenzschichten verhalten. In den Kapiteln 3 und 5 werden flüssige Lösungen mit Ionen und ein Redoxsystem vorgestellt. Außerdem erfolgt hier eine detaillierte Beschreibung der Halbleiter-Elektrolyt-Grenzschicht. Die Thermodynamik des Elektronenübergangs und des Elektronentransports in einer elektrochemischen Zelle mit einem mit Licht bestrahlten Halbleiter als Arbeitselektrode wird in mehreren Kapiteln eingehend behandelt.

Die Kinetik des Elektronenübergangs zwischen einem Halbleiter und einem Redoxsystem ist ein Schwerpunktthema in der Halbleiter-Elektrochemie. Für ein grundlegendes Verständnis sind hier die Kenntnisse der klassischen Näherungen von Marcus und Gerischer, die die Reorganisation eines Redoxsystems vor dem Elektronenübergang beschreiben, und der anspruchsvolleren quantenmechanischen Methoden notwendig, die von Levich und Doganatze eingeführt

Diese Rubrik enthält Buchbesprechungen und Hinweise auf neue Bücher. Buchbesprechungen werden auf Einladung der Redaktion geschrieben. Vorschläge für zu besprechende Bücher und für Rezessenten sind willkommen. Verlage sollten Buchankündigungen oder (besser) Bücher an die Redaktion Angewandte Chemie, Postfach 101161, D-69451 Weinheim, Bundesrepublik Deutschland senden. Die Redaktion behält sich bei der Besprechung von Büchern, die unverlangt zur Rezension eingehen, eine Auswahl vor. Nicht rezensierte Bücher werden nicht zurückgesandt.

und von zahlreichen anderen Theoretikern verfeinert wurden. Memming geht in Kapitel 6 auf diese Theorien näher ein, wobei es unvermeidlich zu Vereinfachungen kommt. Der interessierte Leser sollte dieses Kapitel nur als Einstieg in die Theorie des Elektronenübergangs sehen und sollte nicht zögern, verstärkt die Originalliteratur zum weiteren Studium heranzuziehen. Außerdem wäre es von Vorteil, wenn ein Wissenschaftler, dessen Spezialgebiet Elektronentransferprozesse sind, das Kapitel redigieren und nebenbei die Druckfehler in den Gleichungen korrigieren würde. Leider kommen auch in anderen Kapiteln Druckfehler in Gleichungen und Nachlässigkeiten beim Zitieren vor.

In Kapitel 7 wird ein Überblick über die Grundlagenforschung zu einstufigen Elektronenübergängen zwischen einem Halbleiter und einem Redoxsystem gegeben. Prozesse, die ohne und mit Bestrahlung ablaufen, werden vorgestellt. Komplexere Ladungstransferprozesse, die zu einer Auflösung des Halbleitermaterials führen, werden in Kapitel 8 diskutiert. Dieses Kapitel ist ebenfalls sehr kompakt, sodass Leser, die sich genauer über solche Prozesse informieren möchten, auf die Originalliteratur zurückgreifen müssen, z.B. über elektrochemische Oberflächenbehandlungen. Eine ausführlichere Liste mit Originallarbeiten wäre in diesem Zusammenhang wünschenswert.

Das Kapitel 9 gibt einen Einblick in die photoelektrochemischen Reaktionen mit Halbleiterpartikeln, deren Größe im Nanometerbereich liegt und bei denen Größen-Quantisierungseffekte auftreten können. Die folgenden Kapitel befassen sich mit dem photoinduzierten Elektronenübergang zwischen Farbstoffmolekülen und Halbleitern. Im letzten Kapitel werden mögliche Anwendungen von Halbleiter-Photoelektroden erörtert.

Wem nützt dieses Buch? Für Neueinsteiger in das Gebiet ist es ein nützliches Werkzeug bei der Koordination von Informationen aus allgemeinen Lehrbüchern der Elektrochemie und der Physikalischen Chemie sowie der Originalliteratur. Erfahrene Forscher finden eine umfassende Zusammenstellung der Theorien und experimentellen Ergebnisse aus vielen Teilbereichen der Halbleiter-Elektrochemie. *Semiconductor*

Electrochemistry vermittelt sowohl die Grundlagen als auch aktuelle Forschungsergebnisse; der Stoff wird ausführlicher behandelt als in vorhergehenden Büchern zu diesem Thema. Auch neue Entwicklungen wie großenquantierte photoelektrochemische Systeme und poröse Farbstoff-sensibilisierte photoelektrochemische Solarzellen werden vorgestellt.

Daniel Vanmaekelbergh

Universität Utrecht (Niederlande)

Lubricants and Lubrication. Herausgegeben von *Theo Mang* und *Wilfried Dresel*. Wiley-VCH, Weinheim 2001. XXXIX + 759 S., geb. 328.00 DM (ca. 167 €).—ISBN 3-527-29536-4

Die Verminderung von Reibungsverschleiß durch Schmierstoffe ist ein wichtiges und aktuelles Thema. Die Forderungen nach Energieeinsparung, Schutz der Rohstoffquellen und Emissionsreduzierung verlangen die Entwicklung neuer und die Verbesserung vorhandener Schmierstoffe, einschließlich synthetischer Grundöle, Additive und neuer Materialkombinationen. Zudem müssen neue tribologische Systeme konzipiert werden für Bereiche wie die Raumfahrt, die Halbleitertechnologie, wofür Ultra-reinstbedingungen erforderlich sind, oder die Miniaturisierung von Reibungspaaren, wo extreme spezifische Belastungen auftreten. Die bisher erschienenen Monographien beleuchten dieses zentrale Thema unter verschiedenen Gesichtspunkten, z.B. unter chemischen (die Herstellung von Grundölen und Additiven und ihre Eigenschaften), physikochemischen (Grenzschmierung), physikalischen (Reibung und Verschleiß) und technischen Aspekten (Tribologie als Systemeigenschaft).

Das vorliegende Buch vermittelt dem Leser einen aktuellen Überblick über die derzeitige Entwicklung und Verwendung von Schmierstoffen vermitteln. Neunzehn von siebzehn Autoren verfasste Kapitel wurden aufgenommen, die den gesamten Themenbereich „Reibung/Schmierstoff“ abdecken. Gemäß dem Zweck des Buches steht die Vielfalt von mineralischen und synthetischen

Grundölen und Schmierstoffadditiven und ihr Einsatz als Schmiermittel für Verbrennungsmotoren (33 Seiten), als Getriebeöle (39 Seiten), Hydrauliköle (55 Seiten), Verdichteröle (29 Seiten), Turbinenöle (16 Seiten), Arbeitsmedium bei der Metallverarbeitung (135 Seiten), Schmiermittel bei der Verformung (18 Seiten), Schmierfette (43 Seiten) und Festschmierstoffe (21 Seiten) im Mittelpunkt.

Weitere Kapitel beschäftigen sich mit Schmierstoffen in der Umwelt (50 Seiten) und der Beseitigung gebrauchter Schmieröle. Der Leser wird über die grundlegenden Gesetze und Richtlinien für die Verwendung von umweltschädigenden Komponenten („eco-labels“) verschiedener Länder informiert. Dies beinhaltet Transportregelungen und -bedingungen zur Verhinderung von Wasser- und Luftverschmutzung, Vorschriften beim Umgang mit Öl und die zugrundeliegenden nationalen und ISO-Normen.

Das 23 Seiten umfassende Inhaltsverzeichnis ist sehr ausführlich und erleichtert dem Leser das Auffinden bestimmter Themen außerordentlich. Im Gegensatz dazu ist das 10-seitige Stichwortverzeichnis sehr dürftig und der Stofffülle nicht angemessen.

Auf die Problematik der Schmierung neuer Reibungssysteme, die z.B. aus keramischen Werkstoffen bestehen, wurde leider nicht eingegangen. Zwar spielen diese Systeme in der Technik gegenüber den Systemen mit metallischen Reibungspartnern nur eine untergeordnete Rolle, aber ein Kapitel hätte man diesen keramischen Materialien schon widmen können. Die wichtigsten Anwendungen von Schmiermitteln werden in einer umfassenden Einleitung zusammengefasst. Die Autoren sind international anerkannte Experten vornehmlich aus der Industrie. Deshalb wird das Thema „Reibung/Schmierstoff“ schwerpunktmäßig unter dem Aspekt der Anwendung behandelt und die Beschreibung mechanistischer Effekte, insbesondere der Wirkung von Additiven auf Reibung und Verschleiß, tritt in den Hintergrund. Neuere Ergebnisse von Untersuchungen der Wirkmechanismen verschiedener Antioxidantien werden ebenso wenig beschrieben wie Modellsubstanzen von Grundölen und Additiven, die dem interessierten Forscher