

In den nächsten fünf Kapiteln wird die rasante Entwicklung der Organometallchemie der Übergangselemente nach dem zweiten Weltkrieg am Beispiel der wichtigsten Verbindungsklassen aufgezeigt. So ist das fünfte Kapitel der Chemie der Sandwich-Komplexe gewidmet. Das sechste Kapitel liefert einen Überblick über die Chemie der Tripeldecker- und Multidecker-Komplexe, während sich das siebte Kapitel mit der Entwicklung der Chemie der Alken-Komplexe befasst. Es folgt das umfangreichste Kapitel des Buches mit der Chemie der Übergangsmetall-Carben- und Carbin-Komplexe (achttes Kapitel). Den Abschluss bilden im neunten Kapitel die Übergangsmetallalkyle und -aryle. Alle fünf Kapitel zeichnen sich durch eine präzise, und zugleich spannende, chronologische Schilderung der wichtigsten Entdeckungen aus, die das über Jahrzehnte gewachsene, fundierte Wissen des Autors erkennen lassen. Als vortreffliche Beispiele hierfür seien an dieser Stelle erwähnt: die Strukturaufklärung des Ferrocens durch E. O. Fischer, G. Wilkinson und R. B. Woodward (Kapitel 5.1); die Isolierung des Bis(benzol)chroms (Kapitel 5.3); die Entschlüsselung der Struktur der Heinischen „Polyphenylchrom-Verbindungen“ (Kapitel 5.4 und 5.5); der bahnbrechende Beitrag von M. Dewar und J. Chatt zum Verständnis der Metall-Olefin-Bindung, der zur Formulierung des Dewar-Chatt-Duncanson-Modells führte (Kapitel 7.3 und 7.4); G. Wilkes Meisterwerk über homoleptische Nickel(0)-Olefin-Komplexe (Kapitel 7.7); die Suche nach Verbindungen des divalenten Kohlenstoffs (Kapitel 8.1 und 8.2); die Isolierung der Übergangsmetall-Carben- und Carbin-Komplexe durch E. O. Fischer (Kapitel 8.3 und 8.4) und R. R. Schrock (Kapitel 8.7) und die Entwicklung der Chemie der Übergangsmetallalkyle und -aryle (Kapitel 9.2–9.6).

Es sind jedoch keineswegs nur die umfassenden Ausführungen des Autors über die historische Entwicklung der wichtigsten Organometallverbindungen der Übergangselemente, die dieses Buch so empfehlenswert für Chemiker und fortgeschrittene Studenten machen. Vielmehr sind es die umfangreichen Verweise auf Originalveröffentlichungen, die anschaulichen Abbildungen und die zahlreichen Bilder und Biographien der Protagonisten, die das Buch von Werner so wertvoll, lesenswert und einmalig machen.

Im Epilog seines Buches (zehntes Kapitel) spricht der Autor ein Plädoyer für die grundlagenorientierte, von der reinen Neugierde getriebene Forschung aus, und blickt auf eine fünfzigjährige erfolgreiche Laufbahn als Forscher und Hochschullehrer zurück. Hierzu kann man Helmut Werner in aller Bescheidenheit gratulieren und für das vorliegende, seine Leistungen krönende, Werk über die Meilensteine eines aktuellen Gebiets der Chemie danken, das die Grenzen zwischen anor-

ganischer und organischer Chemie verschwimmen ließ.

Alexander Filippou

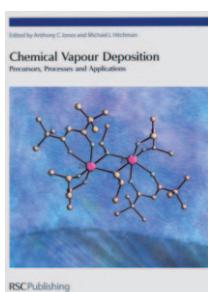
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Chemical Vapor Deposition

 Die chemische Abscheidung aus der Gasphase (CVD) ist eine wichtige Methode für die Herstellung von dünnen Filmen. Bereits seit Jahrzehnten wird dieses Verfahren in der Mikroelektronik angewendet. Weitere bedeutende Anwendungsgebiete der CVD sind beispielsweise die funktionelle Beschichtung von Gläsern sowie die Herstellung von Leuchtdioden (LEDs) und III/V-Halbleiterbauteilen für die Hochfrequenztechnik, die Photovoltaik, die Produktion oxidkeramischer Brennstoffzellen und die Synthese von Nanostrukturen. Zahlreiche Bücher über CVD und durch CVD hergestellte Materialien sind heute auf dem Markt. Fast alle beschäftigen sich speziell mit einem abgegrenzten Thema wie Grundlagen, Herstellung von Oxidschichten oder Metallabscheidung.

In dem vorliegenden Buch berichten insgesamt 27 Autoren – die meisten mit langjähriger Erfahrung auf ihrem Fachgebiet – in 13 Kapiteln umfassend über CVD-Prozesse. Die Herausgeber präsentieren im Vorwort ihr Werk als: „written with the CVD practitioner in mind, such as chemist who wishes to learn more about CVD process technology, or CVD technologist who wish to increase their knowledge of precursor chemistry. This book should prove useful to those who have recently entered the field and certain aspects of the text may also be used in chemistry and materials science lecture courses at undergraduate and postgraduate level.“

Meines Erachtens haben A. Jones und M. Hitchman ihr Ziel erreicht. Das Buch ist eine wertvolle Informationsquelle für jeden Wissenschaftler an einer Hochschule oder führenden Mitarbeiter einer industriellen Forschungs- und Entwicklungsabteilung, der sich mit CVD beschäftigt oder beschäftigen will. Es enthält eine Fülle von Verweisen auf wichtige Arbeiten. In einem dynamischen Forschungsgebiet, das in den letzten Jahrzehnten so viele Entwicklungen erlebt hat, ist dieses Werk ein hilfreicher Markstein. Da die CVD und verwandte Gebiete hier unter verschiedenen Aspekten, von den Grundlagen bis hin zu speziellen Prozessen und Anwendungen, be-



Chemical Vapour Deposition
Precursors, Processes and Applications.
Herausgegeben von Anthony C. Jones und Michael L. Hitchman. Royal Society of Chemistry, Cambridge 2008. 600 S., geb., 199,95 £.—ISBN 978-0854044658

leuchtet wird, ist dieses Buch auch für interessierte Studierende sehr reizvoll. Neulingen auf dem Gebiet CVD bieten die ausführlichen, sorgfältig recherchierten Bibliographien am Ende jedes Kapitels eine ausgezeichnete Gelegenheit, sich mit einem Thema intensiver zu befassen. Sowohl die Grundlagen der CVD als auch spezifische Abscheidungsverfahren für die Herstellung dünner Filme werden detailliert beschrieben.

Der Inhalt des Buchs lässt sich in zwei Abschnitte einteilen. Schwerpunktthemen im ersten Teil sind: grundlegende Prinzipien, verschiedene Arten von CVD-Prozessen, das Design von Reaktoren, Reaktionsmodellierung und die Chemie der molekularen Vorstufen für die CVD-Prozesse. In der von den Herausgebern verfassten Einleitung erhält der Leser einen allgemeinen Überblick über CVD-Prozesse wie die klassische CVD, die metallorganische Gasphasenabscheidung (MOCVD), die plasmaunterstützte Gasphasenabscheidung (PECVD), die Atomlagenabscheidung (ALD) und die Molekularstrahl-Orientierungskristallisation mit molekularen Vorstufen (CBE). In Kapitel 2 werden verschiedene CVD-Reaktortypen und -Systeme vorgestellt, wobei besonders auf die Zusammenhänge zwischen dynamischem Fließverhalten, apparativem Aufbau, Eigenschaften der Ausgangsstoffe und Filmqualität eingegangen wird. Probleme und kritische Fragen beim CVD-Modelling und bei der Prozessführung werden in Kapitel 3 erörtert. In Kapitel 4 steht die ALD im Mittelpunkt. Nicht nur der Prozess selbst und die molekularen Vorstufen für diese besondere Variante der CVD, sondern auch Anwendungen der ALD in der Industrie und auf dem Gebiet der Nanotechnologie werden detailliert behandelt. In Kapitel 5 wird über die Chemie der molekularen Vorstufen eingehend berichtet. Ein breites Spektrum maßgeschneiderter Vorstufen für die Erzeugung verschiedenster Materialschichten wird präsentiert.

Im zweiten Teil des Buchs folgt ein Überblick über CVD-Anwendungstechniken. Unter anderem wird die Abscheidung von Halbleitern, Metallen, Metalloxiden und -nitriden, Schutzschichten und funktionellen Filmen auf Glassubstraten beschrieben. Kapitel 6 vermittelt dem unerfahrenen Leser grundlegende Informationen über elektronische und optoelektronische Bauteile, um sich mit der Erzeugung von III/V-Halbleiterschichten für diese spezifischen Anwendungen näher beschäftigen zu

können. Der komplexe Bereich Metallabscheidung wird in Kapitel 7 unter den Aspekten CVD und ALD präsentiert. An ausgewählten Beispielen werden die Verfahren, ausgehend von den molekularen Vorstufen bis hin zum Mechanismus und zur Kinetik der Zersetzung, erklärt. In Kapitel 8 haben die Autoren die aus ihrer Sicht interessantesten Materialien aus der gewaltigen Menge von Oxiden unter dem Aspekt Verwendung ausgewählt. Sie beschreiben die Abscheidung dielektrischer binärer Oxide von Übergangsmetallen und Lanthanoiden sowie ferroelektrischer oder supraleitender Oxidschichten, die drei oder gar vier Metalle enthalten. Auf die Abscheidung von Metallnitriden wird in Kapitel 9 näher eingegangen, indem nach einer Einleitung, in der über Anwendungen und Eigenschaften der Nitridschichten informiert wird, entsprechende MOCVD- und ALD-Prozesse erörtert werden. Eine Diskussion über funktionelle Beschichtungen von Glas, ein sowohl an Hochschulen als auch in der Industrie wichtiges Forschungsgebiet, folgt in Kapitel 10. Die Eigenschaften der Filme und die Beziehungen zwischen der Prozesstechnik und den gewünschten Eigenschaften werden umfassend erläutert.

In den Kapiteln 11 und 12 werden spezielle photo- und plasmaaktivierte Prozesse vorgestellt, wobei vor allem auf die Mechanismen und die Vorteile und Nachteile der Verfahren eingegangen wird. Industrielle Anwendungen der CVD, beispielsweise auf dem klassischen Gebiet der Siliciumhalbleiter, in der Glasbeschichtung oder in der Solarzel lenindustrie werden im letzten Kapitel geschildert.

Chemical Vapor Deposition: Precursors, Processes and Applications ist ein ausgezeichnetes Buch, nicht nur wegen der klaren Ordnung und dem prägnanten Stil, sondern auch weil, meines Erachtens zum ersten Mal, die vielen Facetten des breitgefächerten und multidisziplinären Forschungsgebiets CVD zusammengefasst sind. Dieses Buch verdient es, von Neulingen auf dem Gebiet vom Anfang bis zum Ende gelesen zu werden. Außerdem ist es ein wertvolles Nachschlagewerk für Wissenschaftler, die mit dem Thema schon vertraut sind.

Graziella Malandrino
Dipartimento di Scienze Chimiche
Università di Catania (Italien)

DOI: 10.1002/ange.200903570