

Forschungsberichte aus der Stiftung  
Institut für Werkstofftechnik Bremen

Band 6

**Arnim Küper**

**Der Einsatz von bororganischen Precursoren  
zum Gasborieren und Plasmaborieren**

D 46 (Diss. Universität Bremen)

Shaker Verlag  
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

*Küper, Arnim:*

Der Einsatz von bororganischen Precursoren zum  
Gasborieren und Plasmaborieren / Arnim Küper.

Aachen : Shaker, 2001

(Forschungsberichte aus der Stiftung  
Institut für Werkstofftechnik Bremen ; Bd. 6)

Zugl.: Bremen, Univ., Diss., 2001

ISBN3-8265-9103-8

Copyright Shaker Verlag 2001

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-9103-8

ISSN 1437-7659

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

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

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## DER EINSATZ VON BORORGANISCHEN PRECURSOREN ZUM GASBORIEREN UND PLASMABORIEREN

Das Ziel der Untersuchungen war es, Eisenboridschichten in einem Gasverfahren unter Einsatz von bororganischen Precursoren zu erzeugen. Die hier vorgestellten bororganischen Precursoren unterscheiden sich dabei von dem aus der Literatur bekannten Diboran, Bortrifluorid und Bortrichlorid durch ein signifikant geringeres Gefahrenpotential.

Für das rein thermische Gasborieren kamen N-Pyrrolidinyldiethylboran sowie Triethylboranamin, Borandiethylamin und Borantriethylamin zur Anwendung. Es zeigte sich, daß N-Pyrrolidinyldiethylboran und Triethylboranamin bei den untersuchten Randbedingungen nicht zum Borieren von Eisenbasiswerkstoffen geeignet sind. Es konnten lediglich eine geringe Bor-diffusion und nur vereinzelte Boride nachgewiesen werden. Dominant ist bei den genannten Verbindungen die Deposition einer Schicht bestehend aus den Elementen Bor, Kohlenstoff, Stickstoff (B-C-N-Schicht). Auch bei Borandiethyl- und Borantriethylamin wurde zunächst die Bildung einer B-C-N-Schicht beobachtet. Diese konnte aber durch das Absenken des Prozeßdrucks vermieden werden, was auch mittels thermodynamischer Berechnungen untermauert wurde. Bei einem Prozeßdruck von 2 mbar konnten monphasige Boridschichten erzeugt werden. Spektroskopische, röntgenographische und metallographische Untersuchungen bestätigen, daß es sich bei den Boridschichten um  $\text{Fe}_2\text{B}$ -Schichten handelt.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der plasmaunterstützten Verfahrensführung mit Triethylboran und Trimethylborat. Unter Einsatz von Triethylboran führte die plasma-induzierte Zersetzung des Precursors bevorzugt zu der Abscheidung einer Bor-Kohlenstoff-haltigen Schicht (BC-Schicht). Als aussichtsreicher Precursor zum Plasmaborieren von Stählen stellte sich Trimethylborat heraus, das neben Bor, Kohlenstoff und Wasserstoff zusätzlich auch Sauerstoff enthält. Je nach Parameterwahl konnten mit Trimethylborat monphasige, geschlossene  $\text{Fe}_2\text{B}$ -Schichten erzeugt werden. Die Morphologie der mit Trimethylborat plasmaborierten Schichten unterscheidet sich jedoch von pulverpackborierten Schichten durch einen mehrere Mikrometer breiten Porensaum in der Boridschicht. Als Ursache für die Porenbildung wird der oxidative Angriff der Eisenboridschicht durch den in Trimethylborat enthaltenen Sauerstoff angenommen.

Die Porenbildung kann vermieden werden, wenn die Diffusion des Sauerstoffs in das Substrat verhindert wird. Es konnte gezeigt werden, daß dies durch eine wenige Mikrometer dünne Nickel-Barrierschicht – die vor dem Plasmaborieren auf der Substratoberfläche abge-schieden wird – möglich ist. Beim Borieren bildet sich dann zunächst eine Nickelboridschicht ( $\text{Ni}_2\text{B}$ ), die mit zunehmender Tiefe in eine porenfreie  $\text{Fe}_2\text{B}$ -Schicht übergeht.

Die Härte der durch Gas- und Plasmaborieren erzeugten monphasigen  $\text{Fe}_2\text{B}$ -Schichten ist erwartungsgemäß hoch und beträgt bis zu 1890 HV 0,05. Noch höhere Härten weisen die durch Plasmaborieren mit Nickel-Barrierschichten erzeugten Boridschichten mit 2150 HV 0,025 auf.

Modellverschleißuntersuchungen mit dem Stift-Scheibe-Test konnten zeigen, daß die durch Gas- und Plasmaborieren erzeugten Boridschichten einen vergleichbar hohen Verschleißwiderstand wie konventionell pulverpackborierte Substrate aufweisen. Die ebenfalls ermittelten Reibwerte der Schichten liegen sogar z. T. unter den Werten der pulverpackborierten Substrate.