

Elektrochemische Korrosion auf keramischen Substraten für leistungselektronische Module



Elektrochemische Migration (ECM), eine Form der Korrosion, reduziert die Zuverlässigkeit und Lebensdauer elektronischer Baugruppen. Bei diesem Prozess wachsen, wie im Bild gezeigt, baumartige Strukturen, beispielsweise in den Isoliergräben zwischen Metallpads auf keramischen Substraten. Mit ständig steigenden Packungsdichten und fortschreitender Miniaturisierung rückt die Problematik der elektrochemischen Korrosion im Bereich der Elektronik immer mehr in den Fokus. Am IISB werden daher verschiedene Test- und Analyseverfahren eingesetzt, um Korrosion und Korrosionsschutz an leistungselektronischen Modulen zu erforschen.

[Bitte lesen Sie weiter auf Seite 2](#)

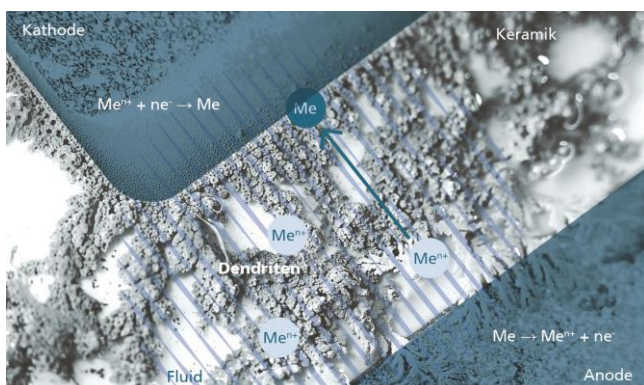
Elektrochemische Korrosion

Aufgrund steigender Packungsdichten und fortschreitender Miniaturisierung wird die Erforschung der elektrochemischen Korrosion immer wichtiger, um eine hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer leistungselektronischer Module zu gewährleisten.

Die Betrachtung der Korrosionsproblematik ist insbesondere für Anwendungen von leistungselektronischen Modulen unter stark belastenden Umweltbedingungen erforderlich. Beispiele sind Umrichter in Windrädern (vor allem in Offshore-Windparks) und Photovoltaikanlagen oder in Zügen verbaute Leistungselektronik. Extreme Umweltbedingungen finden sich im Bereich der Luft- und Raumfahrt: ausgeprägte Klimaänderungen, Strahlung sowie mechanische Belastungen. Unter diesen Bedingungen kann – beispielsweise durch Kondensation bei Temperaturabfall – Feuchte im Modul entstehen.

Elektrochemische Migration (ECM) tritt unter folgenden Voraussetzungen auf: delaminiertes Vergussmaterial, Metalle/Metallkombinationen, die zu Korrosion neigen, eine anliegende Spannung und Feuchtigkeit. Bei dem Prozess gehen positiv geladene Metallionen im Elektrolyten in Lösung und wandern von der Anode zur Kathode, wo sie sich abscheiden (**Bild unten**). Dadurch entstehen Dendriten, die zu Kurzschlüssen führen können.

Am IISB werden Korrosion und Korrosionsschutz an leistungselektronischen Modulen erforscht. Dazu führen die Wissenschaftler und Techniker verschiedene Korrosionstests durch, beispielsweise Schadgastests, Feuchte-Wärme-Prüfungen, Salzsprühnebeltests, Temperaturschockprüfungen sowie weitere spezielle Laborexperimente. Die Schadensanalyse erfolgt unter anderem mittels Mikroskop-Untersuchungen, bei denen Dendriten festgestellt werden können, deren Zusammensetzung durch REM/EDX- oder XPS-Analysen bestimmt werden kann. Da es sich bei Korrosion bzw. Korrosionsbeständigkeit um eine Systemeigenschaft handelt, muss immer das Modulkonzept als Ganzes betrachtet werden.



Kontakt: Dr. Christoph F. Bayer
christoph.bayer@iisb.fraunhofer.de, Tel. -215

22nd International Conference on Ion Implantation Technology

Die 22nd International Conference on Ion Implantation Technology (IIT 2018) fand vom 16. bis 21. September 2018 im Congress Centrum Würzburg statt. Mehr als 200 Teilnehmer aus über 20 Ländern besuchten diese auf dem Gebiet der Ionenimplantation weltweit bedeutendste Konferenz. Die IIT 2018 wurde gemeinsam vom Fraunhofer IISB und Infineon Technologies organisiert (Conference Chair: Prof. Lothar Frey†, IISB, Conference Co-Chair: Dr. Reinhard Ploss, Infineon, Program Chair: Dr. Volker Häublein, IISB, Chair Local Organizing Committee: Prof. Heiner Ryssel, IISB).

Die IIT bietet ein offenes Forum für die Vorstellung und Diskussion von Herausforderungen auf dem Gebiet der Ionenimplantation und deren Lösungen. Die Themenfelder sind: Anlagen für Ionenimplantation, Ausheilprozesse und Messtechnik – Ionenimplantation und Ausheilen von Halbleitern, aber zunehmend auch von anderen, teils exotischen Materialien – Ionenimplantation für Bauelemente – Modellierung und Simulation. Das Teilnehmerspektrum umfasst Wissenschaftler und Ingenieure aus Industrie und Forschung. Mit großem Engagement sorgten die Kolleginnen und Kollegen des IISB-Organisationsteams für einen in jeder Hinsicht gelungenen Ablauf der diesjährigen Konferenz.

Begleitend zur Konferenz fanden eine Schule für Ionenimplantation (13. bis 15. September) und eine Industrieausstellung (parallel zur Konferenz) statt. Das wissenschaftliche Konferenzprogramm bestand aus 58 Vorträgen, darunter 10 eingeladenen, sowie 58 Postern. Der Konferenzband mit den wissenschaftlichen Veröffentlichungen wird Anfang 2019 bei IEEE erscheinen.



Dr. Reinhard Ploss, Infineon Technologies, bei der Eröffnung der IIT 2018. Bild: Petra Winkelhardt / IISB

Weitere Informationen: www.iit2018.org

Wissenschaftspreis für die „Messung des Unsichtbaren“

Der erste Preis der diesjährigen Wissenschaftspreise der Stiftung Industrieforschung ging an Dr. Alexander Tobisch für seine am IISB angefertigte Dissertation „Telezentrische Deflektometrie zur Nanotopographiemessung von Halbleiterscheiben“. In seiner Arbeit hat er ein innovatives optisches Messverfahren entwickelt, das kleinste Unebenheiten auf spiegelnden Oberflächen erkennt. Die Technologie ermöglicht eine einfache und umfassende Qualitätskontrolle in der Halbleiterindustrie und kann helfen, die Ausbeute bei der Herstellung von Mikrochips zu erhöhen.

Alexander Tobisch stand vor der Herausforderung, kleinste Unebenheiten auf Siliziumwafern zu vermessen, denn bereits Unebenheiten im Bereich weniger hundert Atomlagen reduzieren die Ausbeute an funktionierenden Mikrochips deutlich. Zielsetzung seiner Promotion war die Entwicklung eines neuartigen, preisgünstigen und gegenüber äußeren Einflüssen robusten Messverfahrens.

Für die Erfassung spiegelnder Oberflächen sind zwei Messprinzipien verbreitet: die Makyoh-Methode und die Deflektometrie. Alexander Tobisch hat die wesentlichen Elemente beider Prinzipien in einem neuen Messverfahren kombiniert: Die „telezentrische Deflektometrie“ nutzt ein Beleuchtungsmuster, das auf die Halbleiterscheibe projiziert wird. Die Verzerrung des gespiegelten Musters ist dabei abhängig von der Form der Oberfläche, die sich anschließend aus dem Spiegelbild berechnen lässt. Gegenüber herkömmlichen Deflektometern ergeben sich wesentliche Vorteile wie beispielsweise ein erheblich reduzierter Kalibrieraufwand, geringere systematische Messabweichungen und eine verbesserte Robustheit gegenüber externen Störungen. Ein besonderer Vorteil für die Halbleiterindustrie ist zudem die Möglichkeit, auch große Siliziumwafer mit einer einzigen Aufnahme vollflächig zu vermessen.

Die Entwicklung der theoretischen Grundlagen sowie die Demonstration der technischen Machbarkeit anhand zweier Prototypen erfolgten im Rahmen europäischer Verbundprojekte mit Partnern aus der Halbleiterfertigungs- und Zuliefererindustrie. Des Weiteren kooperiert das IISB mit einem etablierten Hersteller, der ein marktfähiges Messgerät entwickelt.

Auch außerhalb der Halbleiterfertigung eröffnet die neue Messtechnik in vielen Anwendungsbereichen eine kostengünstige und einfache Erfassung von Unebenheiten im Bereich weniger Nanometer. Zu nennen sind hier

beispielsweise die hochgenaue und großflächige Vermessung hochreflektiver Oberflächen in der Optikindustrie oder die Riss- und Defekterkennung beim Polieren, Lackieren und Beschichten.



Jochen Kortmann (links), Kurator der Stiftung Industrieforschung, überreicht Dr. Alexander Tobisch den Wissenschaftspreis (erster Preis) der Stiftung Industrieforschung. Bild: Johannes Hempel / Stiftung Industrieforschung

IISB-Jahrestagung 2018

Die diesjährige IISB-Jahrestagung hatte den Themenschwerpunkt „Dezentrale Energiesysteme für die Industrie“: Am IISB wurde eine industrienah Test- und Demonstrationsplattform für intelligente Energieversorgungskonzepte als Modell für dezentrale Energiesysteme in der Industrie entwickelt. Beispiele für innovative Komponenten in diesem Gesamtsystem sind die freie Kühlung mit einem Kältespeicher, Power-to-Chemistry, die Lastspitzenreduzierung mit elektrischen Speichern, DC-Netze zur effizienten Verknüpfung von Erzeugern, Speichern und Verbrauchern sowie DC-Schnellladen als Schnittstelle zur Elektromobilität.

Auf der Jahrestagung stellten renommierte Experten aus Industrie und Wissenschaft den aktuellen Stand sowie Forschungsarbeiten zu dezentralen Energiesystemen vor. Im Rahmen von geführten Touren durch das IISB konnten die Teilnehmer der Jahrestagung mit Spezialisten an Demonstratoren und Exponaten diskutieren.



Prof. Martin März, komm. Leiter des IISB, begrüßt die Teilnehmer der Jahrestagung. Bild: Kurt Fuchs

Auszeichnung für IISB-Mikrotechnologin

Sarah Greger, die 2018 am IISB ihre Ausbildung zur Mikrotechnologin abgeschlossen hat, wurde von der IHK Nürnberg für Mittelfranken für ihre hervorragenden Prüfungsergebnisse und als beste Auszubildende im Beruf Mikrotechnologe des Prüfungsjahrganges 2017/2018 geehrt.

Bei einer Feierstunde am 23. Oktober in der IHK-Akademie in Nürnberg (siehe Bild) zeichnete IHK-Präsident Dirk von Vopelius 63 junge Kaufleute und Facharbeiter/innen aus, die ihre Ausbildung im Prüfungsjahrgang 2018 mit hervorragenden Ergebnissen abgeschlossen haben: Sie absolvierten die Ausbildung in ihren Berufen bzw. Fachrichtungen als Beste und mit der Gesamtnote „sehr gut“. Insgesamt hatten 9.600 Prüflinge in Mittelfranken an den IHK-Abschlussprüfungen im Winter 2017/2018 und im Sommer 2018 teilgenommen. Nach Worten von Dirk von Vopelius haben die „Einser-Azubis“ ihre Leistungsfähigkeit und ihr Engagement eindrucksvoll unter Beweis gestellt. Als Absolventen der dualen Ausbildung seien sie nun hoch geschätzte Mitarbeiter der Wirtschaft. Ausdrücklich dankte er den engagierten Berufsschulen sowie den ausbildenden Unternehmen.

Sarah Greger arbeitet jetzt in der Abteilung Technologie und Fertigung des IISB und hat parallel mit ihrer Weiterbildung zur Chemietechnikerin begonnen. Das IISB bildet seit 1999 äußerst erfolgreich und in enger Zusammenarbeit mit der Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) Mikrotechnologen aus.



Sarah Greger mit IHK-Präsident Dirk von Vopelius (rechts) und dem 2. Bürgermeister von Nürnberg Christian Vogel bei der Feierstunde am 23. Oktober in der IHK-Akademie. Bild: Kurt Fuchs

Auszeichnungen für wissenschaftliche Arbeiten

Für den Vortrag „Impact of Al-Ion Implantation on the Formation of Deep Defects in n-Type 4H-SiC“ auf der Konferenz IIT 2018 in Würzburg, erhielten **Julietta Weiße** (Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente LEB der FAU) und ihre Co-Autoren den „Best Student Presentation Award“. Die in Kooperation mit dem IISB und weiteren Partnern durchgeführten Arbeiten befassen sich mit der Berechnung der Kompensation in Aluminium-implantiertem n-Typ-SiC, wobei Kompensation in diesem Fall den Einfang freier Ladungsträger in Defektzentren bedeutet. In den Untersuchungen (unter anderem mittels Hall-Effekt- und DLTS-Messungen) wurden Kompensationsgrade von über 60 % ermittelt.

Den „Best Poster Award“ der Konferenz ECSCRM 2018 in Birmingham erhielt der Beitrag „Design of a 4H-SiC RESURF n-LDMOS Transistor for High Voltage Integrated Circuits“ von J. Weiße, H. Mitlehner, L. Frey und T. Erlbacher. Hierbei wurden Simulationsstudien zu einem n-LDMOS-Transistor durchgeführt, in welchem durch eine zusätzliche oberflächennahe Implantation eine Kompensationsstruktur integriert ist, sodass eine hohe Durchbruchspannung (1,3 kV) und ein geringer Durchlasswiderstand gewährleistet werden. Das Design wurde an einen am IISB entwickelten CMOS-Prozess angepasst. Aktuell findet am LEB und IISB die Herstellung des Bauelements statt. Angewendet wird das laterale Bauelement beispielsweise in integrierten Schaltkreisen für Logikschaltungen.

Beide ausgezeichneten Arbeiten wurden im Rahmen des DFG-Projekts ER755/1-1 gefördert.

Weitere Informationen

Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB

Schottkystraße 10, 91058 Erlangen

Tel. 09131 761-0

www.iisb.fraunhofer.de info@iisb.fraunhofer.de

Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.

Kontakt: IHK Nürnberg für Mittelfranken

Dipl.-Ing. (FH) Richard Dürr

richard.duerr@nuernberg.ihk.de

Impressum

Herausgeber: Fraunhofer IISB

Schottkystraße 10, 91058 Erlangen

Redaktion: Dr. Eberhard Bär

eberhard.baer@iisb.fraunhofer.de, Tel. -217