

Projekt

Funktionalisierung von Oberflächen durch maßgeschneiderte Nano-Dipole für optimalen Ladungs- Transfer (FONDOLT)

Koordinator:

Dr. Holger Kalisch
GaN-Bauelementtechnologie RWTH Aachen
Sommerfeldstr. 24
52074 Aachen
Tel.: +49 241 80 23250
E-Mail: mailbox@gan.rwth-aachen.de

Projektvolumen:

1,6 Mio. € (100% Förderanteil durch das BMBF)

Projektlaufzeit:

01.10.2015 – 31.12.2018

Projektpartner:

- ➔ RWTH Aachen
- ➔ Technische Universität Darmstadt

Organische Elektronik – Bauelemente einer neuen Generation

Die Organische Elektronik ist ein junges und sehr innovatives Technologiefeld, das funktionalisierte Polymere oder kleine organische Moleküle nutzt, um vielfältige technische Anwendungen zu realisieren. Neben Bausteinen für elektronische Schaltung können auch neuartige Leuchtdioden und Solarzellen aus Kunststoff, mit teilweise ganz neuen Eigenschaften (Transparenz, Flexibilität), realisiert werden. Gerade im Bereich der Organischen Leuchtdioden (OLEDs) und der Organischen Photovoltaik (OPV) sind in den letzten zehn Jahren große Fortschritte erzielt worden. Effizienzen und Wirkungsgrade konnten jeweils um ein Vielfaches gesteigert werden. Das ermöglichte die Inbetriebnahme erster Pilotfertigungsanlagen deutscher Firmen, die damit die Technologieführerschaft in diesen Bereichen gegenüber der asiatischen und amerikanischen Konkurrenz für sich beanspruchen.

Dennoch bestehen bislang Hemmnisse für die Technologie, die den Eintritt in den breiten Markt verhindern. Neben den hohen Kosten für die bisher verwendeten Materialien, sind insbesondere viele grundlegende Fragestellungen bezüglich der Physik von Bauteilen der Organischen Elektronik ungeklärt und grundlegende Effekte noch nicht verstanden. Daraus ergibt sich weiterhin ein hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Mit der vorliegenden Maßnahme unterstützt das BMBF die Forschung im Bereich der Organischen Elektronik, um die gute Ausgangsposition deutscher Unternehmen zu festigen und die internationale Wettbewerbsfähigkeit mittel- und langfristig zu sichern.



Bild 1: Forscher am Clustertool des InnovationLabs in Heidelberg (Quelle: InnovationLab GmbH)

Grenzflächen im Fokus der Forschung

Organische Leuchtdioden (OLEDs) haben in den letzten fünf Jahren bereits Märkte erobert, insbesondere im Bereich der Smartphone-Displays und OLED-Fernseher. Ähnliche Entwicklungen sind auch für Anwendungen im Feld der Sensorik, Photovoltaik und allgemein der Elektronik zu erwarten. Der Fokus von Forschung und Entwicklung lag in den letzten Jahren auf der Optimierung der Eigenschaften der organischen Schichten, was durch intensive Verbesserung sowohl der organischen Materialien an sich als auch der Herstellungsverfahren erfolgreich umgesetzt wurde. Die Kombination von organischen Halbleitermaterialien mit Elementen der etablierten anorganischen Halbleitertechnik verspricht neuartige Bauelemente und Anwendungsmöglichkeiten, da die spezifischen Vorteile beider Materialklassen auf den Gebieten Effizienz, Herstellungskosten, Umweltverträglichkeit, Stabilität und Flexibilität neuartige Freiheitsgrade und Konzepte erlaubt. Der Übergang von Ladungsträgern zwischen organischen Molekülfilmen und anorganischen Materialien wie Metallen und Halbleitern (z. B. Silizium) ist bisher jedoch relativ wenig erforscht worden, gleichzeitig aber von hohem wissenschaftlichen Interesse, da an der Grenzfläche zwei Festkörper mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften aufeinander treffen.

Ziel des grundlagenorientierten Projekts FONDOLT ist nicht nur die Untersuchung der Charakteristika dieser Grenzflächen, sondern auch die Entwicklung von speziellen Molekülen zu ihrer gezielten Funktionalisierung und somit Kontrolle. Diese Moleküle sollen in einem Produktions-kompatiblen Gasphasenprozess an die Oberflächen andocken. Maßgeschneiderte anorganische Oberflächen sollen somit zu besseren und neuartigen organischen und hybriden Bauelementen führen. Die Herstellung von Demonstrator-Bauelementen ist ein weiterer wichtiger Bestandteil des Projektes FONDOLT, um die Einsatzfähigkeit und die Vorteile der Oberflächenfunktionalisierung zu belegen. Für die Kommerzialisierung der Bauelemente und Komponenten der organischen Elektronik besitzt dies sehr große wirtschaftliche Relevanz.

Modifikation und Kontrolle der Austrittsarbeit

Eine zentrale Kenngröße von Elektroden organischer Halbleiterbauelemente ist die Austrittsarbeit – die Energiebarriere, die überwunden werden muss, um ein Elektron aus der Elektrodenoberfläche ins Vakuum zu befördern. Wir wollen in diesem Projekt einen Baukasten für die präzise Kontrolle der Grenzfläche zwischen den Elektroden und dem organischen Halbleiter entwickeln, um die Austrittsarbeit gezielt einstellen und stabilisieren zu können.

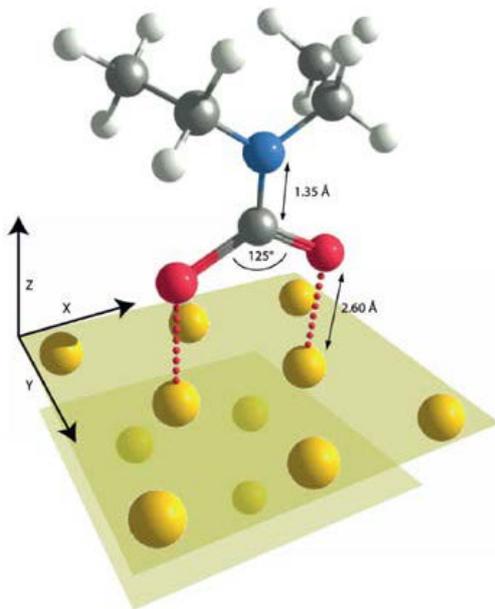


Bild 2: Anorganische Oberfläche mit einem andockenden polaren Molekül (Quelle: afdös lddl)

Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es eines tiefer gehenden Verständnisses dieser Materialien sowie der im Betrieb eines organischen Bauelements an der Anorganik/Organik-Grenzfläche ablaufenden Vorgänge. Dazu werden im Verbund speziell entwickelte und synthetisierte selbstorganisierte Moleküle (SADM engl.: self-assembled dipolar molecules) mit permanentem elektrischem Dipol eingesetzt, die starke chemische Bindungen zu den darunter liegenden anorganischen Materialien eingehen. Das technologische Ziel des Projekts vereint somit eine fundamentale wissenschaftliche Fragestellung mit einer technologischen Herausforderung von hoher wirtschaftlicher Relevanz. Bei erfolgreicher Projektbearbeitung werden bisherige Grenzen erweitert und Einschränkungen organischer Bauelemente deutlich verringert. Dadurch eröffnet sich eine Vielzahl neuer Optionen und Freiheitsgrade für neuartige Bauelemente und Systeme.

Für den Themenkomplex der Gasphasenprozesse konnte zudem die Herzogenrather Firma AIXTRON SE, ein führender Hersteller von Beschichtungsanlagen für die Halbleiterfertigung, als Berater für das Projekt gewonnen werden.