



Fraunhofer
COMEDD

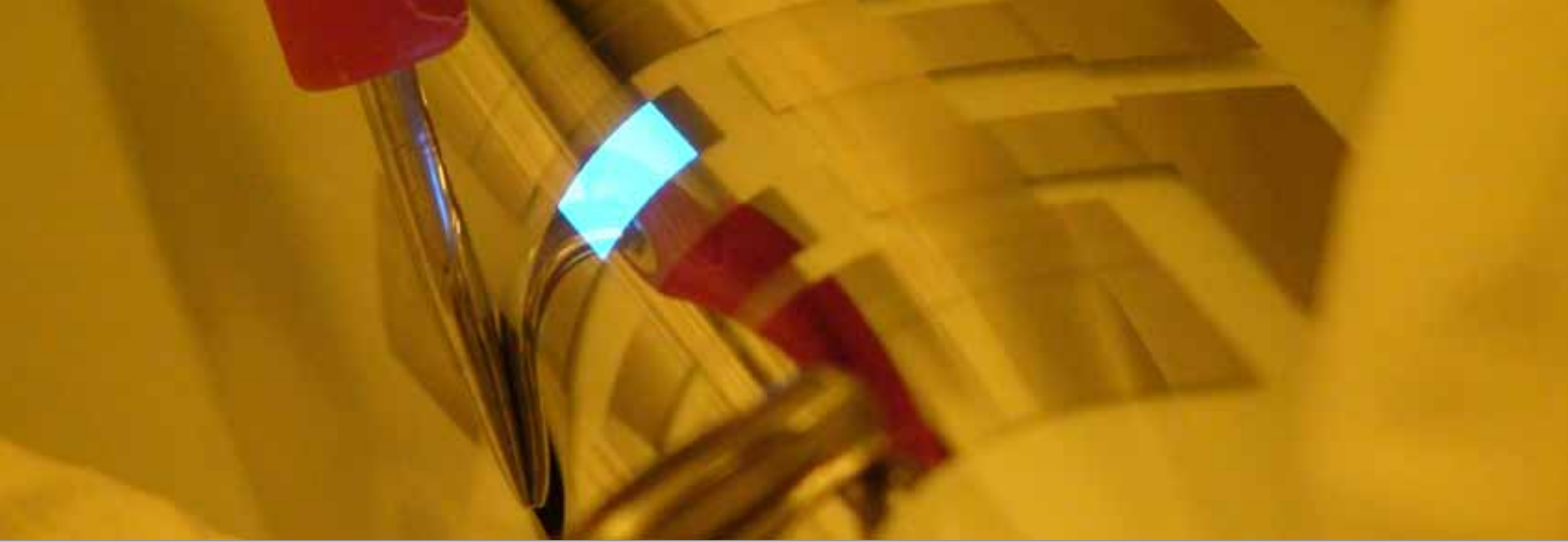
FRAUNHOFER RESEARCH INSTITUTION FOR
ORGANICS, MATERIALS AND ELECTRONIC DEVICES COMEDD

ANNUAL REPORT | JAHRESBERICHT 2013

Fraunhofer COMEDD



JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT
2013



◀ *OLED on transparent foil processed on a silicon wafer.*

Colored OLED lighting tablets TABOLA®. ▶



FRAUNHOFER-EINRICHTUNG FÜR ORGANIK, MATERIALIEN UND ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE COMEDD

Anschrift: Maria-Reiche-Straße 2
01109 Dresden
Telefon: +49 351 / 88 23 - 238
Fax: +49 351 / 88 23 - 394
E-Mail: info@comedd.fraunhofer.de
Internet: www.comedd.fraunhofer.de

FRAUNHOFER RESEARCH INSTITUTION FOR ORGANICS,
MATERIALS AND ELECTRONIC DEVICES COMEDD

address: Maria-Reiche-Strasse 2
01109 Dresden, Germany
phone: +49 351 / 88 23 - 238
fax: +49 351 / 88 23 - 394
e-mail: info@comedd.fraunhofer.de
internet: www.comedd.fraunhofer.de

VORWORT

FOREWORD



Prof. Dr. Waldemar Hermel

Dear readers, friends and partners of Fraunhofer COMEDD,

Following the foundation of Fraunhofer COMEDD as an independent institution of Fraunhofer Gesellschaft, 2013 started with the intensive development of a strategy that strongly aligns itself with customer requirements and market conditions, and includes new subjects to which we will devote more time in the future. In this context, a new matrix organization structure at Fraunhofer COMEDD was introduced. Complimentary to the five business units, it is comprised of five core competences, which, in close consultation, jointly process all technical requirements and new developments for our projects assigned by industry and public authorities, and develop new solutions.

During the first half of 2013, an expansion of the OLED-on-silicon pilot line was successfully completed in our microdisplay cleanroom. Since the system's start-up, a wide-ranging process selection under complete inert conditions is now available, and a multitude of new options is available for producing high-precision, customer-specific OLED-on-silicon components. As highlighted, in April the facility was officially opened by Prof. Sabine von Schorlemer, the Saxon State Minister for Science and Arts.

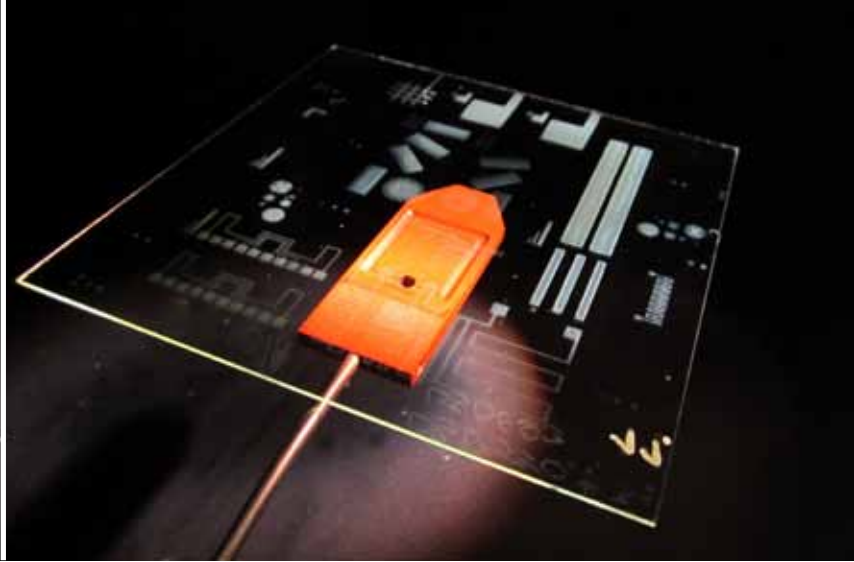
In addition, other outstanding developments were achieved in a large number of other projects, such as color-tunable OLEDs, which are infinitely variable between the various color points. Further progress also was achieved in the field of flexible OLED devices. With hybrid coating technologies, which become increasingly more important - that is, in connection with vacuum and non-vacuum-based layer deposition processes - initial successes were achieved on large surfaces. Moreover, interactive data eyeglasses with bidirectional OLED microdisplays continue to be of great interest in the industry and were awarded the IT Innovation Prize 2013 in the hardware category at the CeBIT.

Liebe Leserin, lieber Leser, liebe Freunde und Partner des Fraunhofer COMEDD,

nach Gründung des Fraunhofer COMEDD als eigene Einrichtung der Fraunhofer-Gesellschaft begann das Jahr 2013 mit der intensiven Erarbeitung einer Strategie, die sich stark auf die Kundenanforderungen und Marktgegebenheiten ausrichtet und neue Themengebiete einschließt, denen wir uns künftig verstärkt widmen wollen. Im Zuge dessen wurde eine neue Matrix-Organisationsstruktur am Fraunhofer COMEDD eingeführt. Diese umfasst nun komplementär zu den drei Geschäftsfeldern fünf Kernkompetenzen als Abteilungen, die in enger Abstimmung alle technischen Anforderungen und neue Entwicklungen für unsere Projekte aus Industrie und öffentlicher Hand gemeinsam be- und neue Lösungen erarbeiten.

Im ersten Halbjahr 2013 wurde die Erweiterung der OLED-auf-Silizium-Pilotlinie in unserem Mikrodisplay-Reinraum erfolgreich abgeschlossen. Nach dem Anfahren der Anlage steht nun eine breiter gefächerte Prozessauswahl unter komplett inerten Bedingungen zur Verfügung und es besteht eine Vielzahl von neuen Möglichkeiten für die Fertigung von hochpräzisen kundenspezifischen OLED-auf-Silizium-Komponenten. Als Höhepunkt wurde die Anlage im April von der Sächsischen Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Frau Prof. Sabine von Schorlemer, feierlich eingeweiht.

Daneben wurden in einer Vielzahl anderer Projekte weitere herausragende Entwicklungen erzielt, wie z. B. eine farbsteuere OLED, die zwischen den unterschiedlichen Farborten stufenlos regelbar ist. Auch auf dem Gebiet der Prozessierung flexibler OLED-Bauelemente wurden weitere Fortschritte erzielt. Bei den immer wichtiger werdenden hybriden Beschichtungstechnologien, also der Verbindung von vakuum- und nicht vakuumbasierten Schichtabscheidepro-



zessen, konnten erste Erfolge auf größeren Flächen erzielt werden. Auch die interaktive Datenbrille mit bidirektionalen OLED-Mikrodisplays ist weiterhin auf großes Interesse in der Industrie gestoßen und wurde im Rahmen der CeBIT mit dem Innovationspreis IT 2013 in der Kategorie Hardware ausgezeichnet.

Nach dem Weggang des früheren Leiters, Professor Leo, wurde Professor Hermel, ehemals Leiter des Fraunhofer IKTS, ab dem 01.08.2013 zum kommissarischen Institutsleiter des Fraunhofer COMEDD bestellt. Während seiner Amtszeit wurde bei laufenden F&E-Arbeiten der Strategieentwicklungsprozess mit einem Strategieplan zum Abschluss gebracht. Parallel dazu erfolgten die wissenschaftlich-organisatorischen Vorbereitungen und schließlich der Vorstandsbeschluss am 09.12.2013, der eine Fusion des Fraunhofer COMEDD mit dem ebenfalls in Dresden angesiedelten Fraunhofer FEP ab Mitte 2014 vorsieht. Der derzeitige Leiter des Fraunhofer FEP, Herr Professor Kirchhoff, wurde damit ab 01.01.2014 zum geschäftsführenden Leiter des Fraunhofer COMEDD bestellt. Professor Kirchhoff ist verantwortlich für den mit der Fusion verbundenen Integrationsprozess und wird dabei von Professor Hermel als Mitglied der Institutsleitung unterstützt.

Fraunhofer COMEDD und Fraunhofer FEP Dresden werden nun ihren Partnern und Kunden gemeinsam mit einem synergetisch erweiterten Angebot für Forschungsleistungen zur Verfügung stehen.

Für die hervorragenden Arbeitsergebnisse und ihr Engagement unter den Belastungen der Neuorganisation gilt allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von Fraunhofer COMEDD unser besonderer Dank.

Wir danken unseren Kunden und Zuwendungsgebern für die Unterstützung und das entgegengebrachte Vertrauen und hoffen auch weiterhin auf eine erfolgreiche Zusammenarbeit.

Following the departure of director Prof. Leo, Prof. Hermel, the former director of Fraunhofer IKTS, was appointed as Acting Director of Fraunhofer COMEDD as of 01.08.2013. During his term of office, in the course of continuous F&E work, the strategic development process in accordance with a strategic plan was brought to a conclusion. Parallel to the scientific-organizational preparations being made, ultimately a resolution was adopted by the Board on 09.12.2013, which schedules a merger by mid-2014 of Fraunhofer COMEDD and Fraunhofer FEP, also headquartered in Dresden. The current director of Fraunhofer FEP, Prof. Kirchhoff, was appointed Director of Institution of Fraunhofer COMEDD as of 01.01.2014. Prof. Kirchhoff is responsible for the merger-related integration process, in which he will be supported by Prof. Hermel as member of the institute's management.

Fraunhofer COMEDD and Fraunhofer FEP Dresden will be able to support their partners and customers jointly with a synergistically expanded range of services.

Our special thanks go to all Fraunhofer COMEDD employees for their excellent work and commitment under this stressful re-organization.

We thank our customers and sponsors for their support and trust, and we look forward to continued successful cooperation.

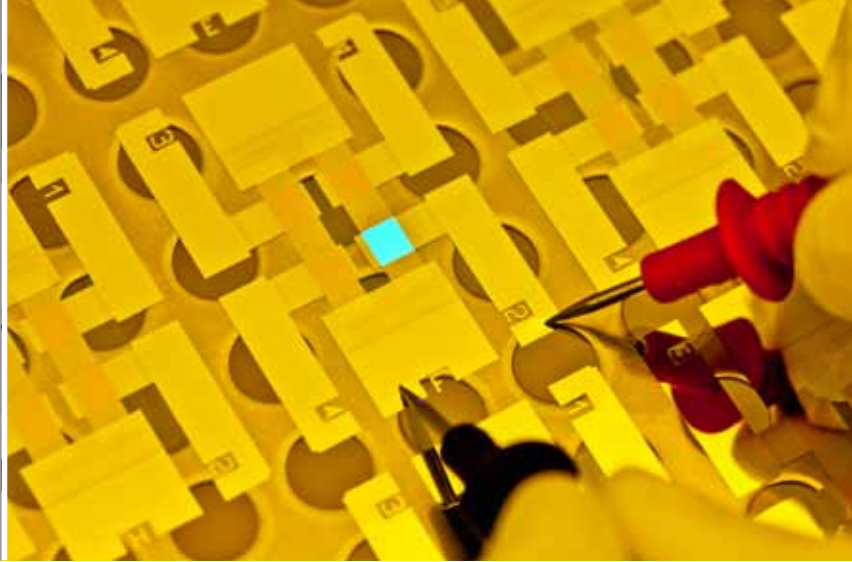
Prof. Kirchhoff
(Director temp.)

Prof. Hermel
(Director temp.)



CONTENTS

Fraunhofer Research Institution for Organics, Materials and Electronic Devices COMEDD.	1
Foreword	2
Fraunhofer COMEDD in profile	6
Profile, Structure, Facts & Figures.	7
Fraunhofer COMEDD Equipment.	8
Advisory board	10
Fraunhofer-Gesellschaft.	11
Fraunhofer COMEDD - Innovation by cooperation	12
Applications and Markets	14
Process Technologies & Photovoltaics.	16
Lighting & Flexible Integration	18
Microdisplays & Sensorics	20
Core Competences	22
Sheet2Sheet Process Technology	24
Roll2Roll Process Technology	26
Heterointegration CMOS+X	28
Characterization and Analytics	30
IC and System Design	32
Highlights	34
Innovations at exhibitions and conferences	36
Innovation Award IT 2013	37
1. Industry Partners Day.	38
Practical Training on OLED and OPV technologies	39
Knowledge Management	40
Patents	41
Publications.	44
Academic theses	46
How to reach us	47
Contact information	48



INHALT

Fraunhofer-Einrichtung für Organik, Materialien und Elektronische Bauelemente COMEDD	1
Vorwort	2
Fraunhofer COMEDD im Profil	6
Profil, Einrichtungsstruktur, Zahlen und Fakten	7
Fraunhofer COMEDD Infrastruktur	8
Kuratorium	10
Fraunhofer-Gesellschaft	11
Zusammenarbeit mit Fraunhofer COMEDD	12
Anwendungen und Märkte	14
Prozesstechnologien & Photovoltaik	16
Beleuchtung & Flexible Integration	18
Mikrodisplays & Sensoren	20
Kernkompetenzen	22
Sheet2Sheet-Prozesstechnologie	24
Rolle-zu-Rolle-Prozesstechnologie	26
Heterointegration CMOS+X	28
Charakterisierung und Analyse	30
IC & Systemdesign	32
Höhepunkte	34
Neuheiten auf Fachmessen und Konferenzen	36
Innovationspreis IT 2013	37
1. Industry Partners Day	38
Praxisworkshops zu OLED und OPV-Technologien	39
Wissensmanagement	40
Patente	41
Publikationen	44
Wissenschaftliche Arbeiten	46
Anfahrt	47
Kontakt	48



FRAUNHOFER COMEDD IN PROFILE

Fraunhofer COMEDD is an independent institution of the Fraunhofer-Gesellschaft in order to apply the research results of organic materials and systems into production. The Institution combines research and development activities for the manufacture, integration and technology development of electronic components, based on organic semiconductors. The Institution embodies a leading European production-related research and development center for organic semiconductors with focus on organic light emitting diodes, OLED microdisplays and vacuum technologies. Our infrastructure is composed of different pilot lines in several clean rooms with a unique vacuum coating line for the production of OLED and OLED integration on silicon substrates as well as a research line for a roll-to-roll production on flexible substrates.

Fraunhofer COMEDD thus offers a variety of research, development and pilot production options, especially for OLED lighting, organic solar cells, OLED microdisplays and sensors. Therefore the complete service package is offered - from system design to technology development, pilot production of small series including substrate patterning, OLED deposition, encapsulation and system integration.

FRAUNHOFER COMEDD IM PROFIL

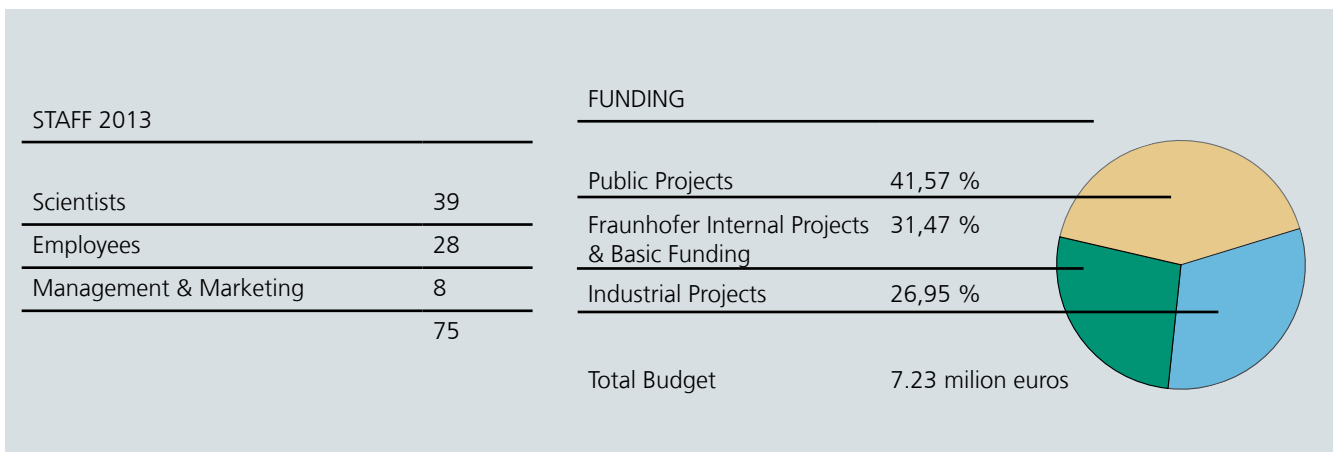
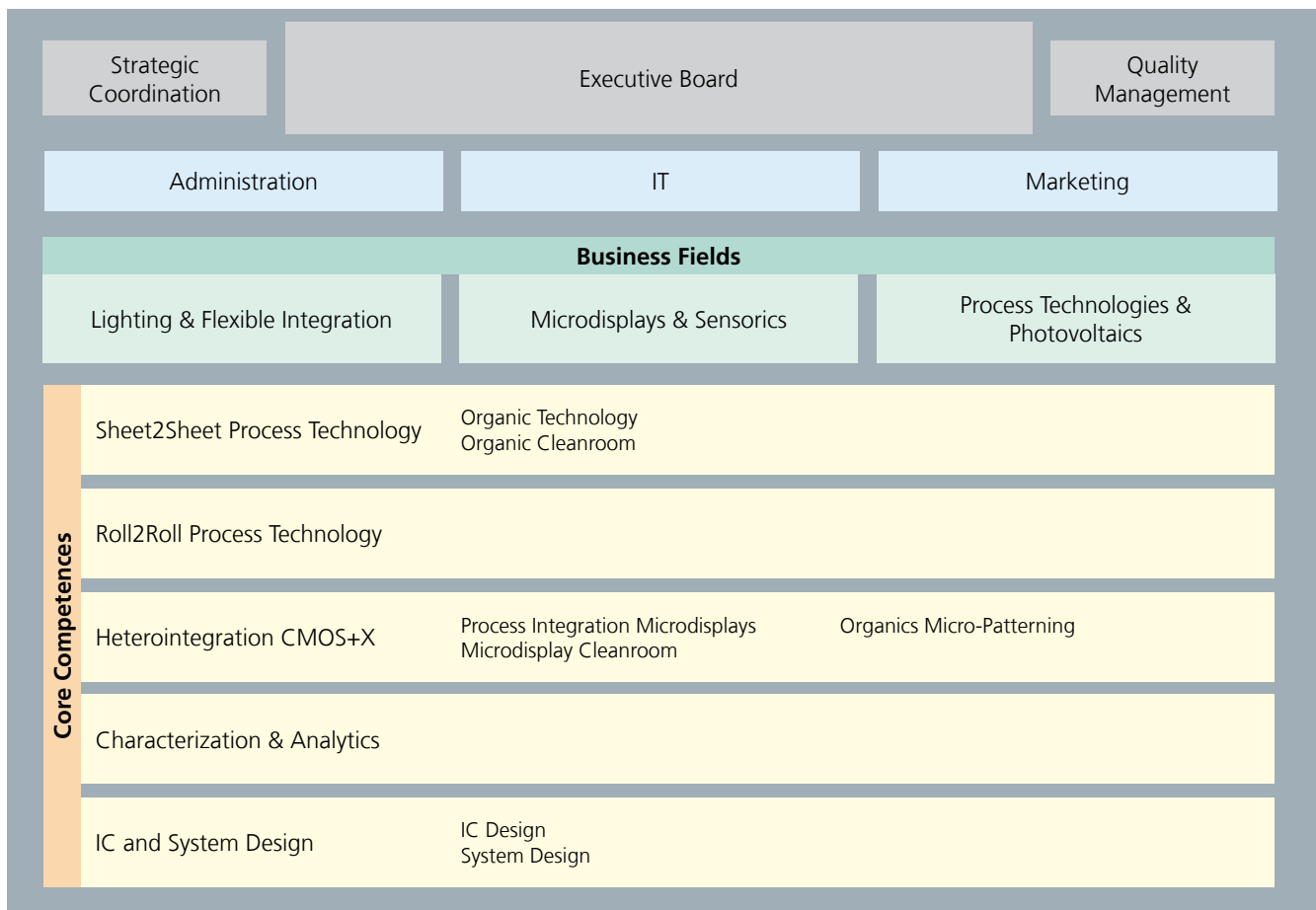
Fraunhofer COMEDD wurde als Einrichtung von der Fraunhofer-Gesellschaft gegründet, um die Ergebnisse der Forschung an organischen Halbleitermaterialien und Systemen in die Produktion zu überführen. Die Einrichtung kombiniert Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Herstellung, Integration und Technologieentwicklung von elektronischen Bauelementen basierend auf organischen Halbleitern. Die Einrichtung verkörpert ein in Europa führendes fertigungsnahes Forschungs- und Entwicklungszentrum für organische Halbleiter mit thematischer Fokussierung auf organische Leuchtdioden, OLED Mikrodisplays und Vakuumtechnologien. In Reinräumen mit weltweit einzigartigen Vakuumbeschichtungsanlagen besteht unsere Infrastruktur aus verschiedenen Pilotlinien zur Herstellung von OLED und zur OLED-Integration auf Silizium-Substraten sowie aus einer Forschungslinie für eine Rolle-zu-Rolle-Fertigung auf flexiblen Substraten.

Fraunhofer COMEDD bietet damit vielfältige F&E- sowie Pilotfertigungsmöglichkeiten, u.a. für OLED-Beleuchtung, organische Solarzellen, OLED-Mikrodisplays und Sensoren. Dafür wird der komplette Service vom Systementwurf über Technologieentwicklung bis zur Pilotproduktion von Kleinserien inklusive Substratstrukturierung, OLED-Beschichtung, Verkapselung und Systemintegration angeboten.

Fraunhofer COMEDD: services at a glance

Consulting services	Feasibility and market studies	Trainings
Pilot fabrication	Simulations	Device & system development
Characterization & test	Complete process development	Prototypes & demonstrators

PROFILE, STRUCTURE, FACTS & FIGURES





EQUIPMENT

Fraunhofer COMEDD uses a wide range of research and pilot production lines for producing innovative, organic semiconductor devices. Facilities are available for small and large, as well as rigid and flexible substrates, for sheet-to-sheet and roll-to-roll processing, and for depositions from the vacuum or liquid phase.

For the powerful pilot plants on substrate sizes of 200 x 200 mm² and 370 x 470 mm² a line concept is implemented, which allows the operation of different methods of thermal evaporation in vacuum (e. g. point, linear sources or carrier gas evaporation OVPD®) by comparison and, above all, combination of their advantages.

In 2013, significant progress in stabilizing individual processes, foil encapsulation and characterization of metal and plastic foils was achieved with the roll-to-roll research line, such that white OLEDs were produced on metal conveyors.

After it was possible to produce and deliver additional microdisplay series on production lines for polymer OLEDs, the expansion of the line by additional chambers for vacuum deposition of small molecules was concluded in April 2013 and commissioned ceremoniously. Since then, a large number of new production process options for producing customer-specific OLED-on-silicon components have been available.

INFRASTRUKTUR

Für die Herstellung neuartiger organischer Halbleiterbauelemente nutzt das Fraunhofer COMEDD ein breites Spektrum an Forschungs- und Pilotfertigungslinien. Es stehen Anlagen für kleine und große sowie starre und flexible Substrate, für Sheet-to-Sheet- und Roll-to-Roll-Prozessierungen sowie für Abscheidungen aus dem Vakuum oder aus der Flüssigphase zur Verfügung.

Für die leistungsstarken Pilotanlagen mit Substratgrößen von 200 x 200 mm² und 370 x 470 mm² besteht ein Anlagenkonzept, das es erlaubt, verschiedene Verfahren der thermischen Verdampfung im Vakuum (z. B. mit Punkt-, Linearquellen oder Trägergasverdampfung OVPD®) im Vergleich zu betreiben und vor allem deren Vorteile zu kombinieren.

An der Rolle-zu-Rolle-Forschungslinie konnten im Jahr 2013 große Fortschritte bei der Stabilisierung der Einzelprozesse, Folienverkapselung sowie in der Charakterisierung von Metall- und Kunststofffolien erreicht werden, sodass weiße OLED auf Metallbändern hergestellt werden konnten.

Nachdem auf der Fertigungslinie für polymere OLED weitere Mikrodisplayserien gefertigt und ausgeliefert werden konnten, wurde eine Erweiterung der Linie um zusätzliche Kammern zur Vakuumabscheidung von kleinen Molekülen im April 2013 abgeschlossen und feierlich in Betrieb genommen. Seitdem steht eine Vielzahl an neuen Fertigungsprozessmöglichkeiten zur Herstellung von kundenspezifischen OLED-auf-Silizium-Bauelementen zur Verfügung.

EQUIPMENT

Pilot line for organic devices on sheet level (rigid or flexible)



- Vacuum thermal evaporation systems
- Organic vapor phase deposition system
- Slot die coater
- Atomic layer deposition tool
- Magnetron sputter source
- Automated screen and stencil printer
- Laserablation system
- Wet cleaning tools
- Glass scribe & break tool
- Glass lid encapsulation system
- Foil lamination systems (ambient or inert)
- Automated optical inspection

Production line OLED on Silicon — wafer 200 mm



- Etching/Sputtering
- Spin coating
- Nitrogen oven
- Deposition by thermal evaporation and Barix™ thinfilm encapsulation
- Full-automated wafer bonding system
- Wafer prober
- Microscopes
- Ellipsometer

Research line Roll-to-Roll — metal strips and polymer webs 300 mm



- Deposition by thermal linear evaporation
- Reactive sputter magnetron and plasma pre-treatment
- Rewinding unit with integrated optical inspection system
- Coating and printing unit under inert atmosphere
- Barrier film encapsulation under inert atmosphere



Kuratorium

Advisory Board

Dr. Gunnar Brink — Fraunhofer-Gesellschaft, Supervisor of Institution

Prof. Dr. Herwig Buchholz — Merck KGaA, Senior Director, Performance Materials Division

Dr. Hans Eggers — Bundesministerium für Bildung und Forschung, Division Photonics, Optical Technologies

Konrad Herre — Plastic Logic GmbH, Chief Operating Officer, Chairman of the advisory board

Dirk Hilbert — Landeshauptstadt Dresden, Deputy Mayor, Head of Department of Economic Development

Prof. Dr. Thomas Mikolajick — Nanoelectronic Materials Laboratory NaMLab gGmbH, Scientific Director

Peter G. Nothnagel — Saxony Economic Development Corporation, Managing Director

Tino Petsch — 3D Micromac AG, Chief Executive Officer

Dr. Bernd Schulte — Aixtron SE, Chief Operating Officer

Dr. Norbert Thyssen — Infineon Technologies Dresden GmbH & Co. OHG, Director

Christoph Zimmer-Conrad — Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Head of division technology politics, technology funding

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT



FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 67 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Research of practical utility lies at the heart of all activities pursued by the Fraunhofer-Gesellschaft. Founded in 1949, the research organization undertakes applied research that drives economic development and serves the wider benefit of society. Its services are solicited by customers and contractual partners in industry, the service sector and public administration.

At present, the Fraunhofer-Gesellschaft maintains 67 institutes and research units. The majority of the more than 23,000 staff are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of 2 billion euros. Of this sum, more than 1.7 billion euros is generated through contract research. More than 70 percent of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. Almost 30 percent is contributed by the German federal and Länder governments in the form of base funding, enabling the institutes to work ahead on solutions to problems that will not become acutely relevant to industry and society until five or ten years from now.

With its clearly defined mission of application-oriented research and its focus on key technologies of relevance to the future, the Fraunhofer-Gesellschaft plays a prominent role in the German and European innovation process. Applied research has a knock-on effect that extends beyond the direct benefits perceived by the customer: Through their research and development work, the Fraunhofer Institutes help to reinforce the competitive strength of the economy in their local region, and throughout Germany and Europe. They do so by promoting innovation, strengthening the technological base, improving the acceptance of new technologies, and helping to train the urgently needed future generation of scientists and engineers.

FRAUNHOFER COMEDD INNOVATION BY COOPERATION

FRAUNHOFER COMEDD NETWORKING FOR INNOVATIONS

The Free State of Saxony and especially the region of Dresden are one of the biggest cluster for organic semiconductors in Europe in research and development as well as in production. More than 40 companies and 20 research institutions with more than 1800 employees (2012) are working in the field of organic electronics and cover the whole value chain starting at the basic research at universities up to complete high-technology products.

Next to this cluster in Saxony, Fraunhofer COMEDD is also involved in German and worldwide acting science- and competence networking clusters. International collaborations of Fraunhofer-Gesellschaft with excellent research partners and innovative companies around the world ensure direct access to regions of the greatest importance to present and future scientific progress and economic development.

FRAUNHOFER COMEDD IM NETZWERK FÜR INNOVATIONEN

Das Land Sachsen und insbesondere die Region Dresden sind sowohl in der Forschung und Entwicklung als auch in der Produktion Europas größtes Cluster für organische Halbleiter. Mehr als 40 Firmen und 20 Forschungseinrichtungen mit insgesamt 1800 Mitarbeitern (Stand 2012) befassen sich auf dem Gebiet der organischen Elektronik und decken die gesamte Wertschöpfungskette von der universitären Grundlagenforschung bis hin zu den fertigen Hochtechnologieprodukten ab.

Innerhalb dieses Clusters in Sachsen als auch darüber hinaus engagiert sich Fraunhofer COMEDD deutschland- und weltweit in Wissenschafts- und Kompetenznetzwerken. Internationale Kooperationen der Fraunhofer-Gesellschaft mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.





WARUM FRAUNHOFER FÜR IHRE FORSCHUNG?

- ✓ Anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und Gesellschaft sind Hauptgeschäft von Fraunhofer
- ✓ Wichtige Basis: garantierte Vertraulichkeit, verlässliches Projektmanagement, professionelle Ausführung der Nutzungsrechte
- ✓ Hohe Professionalität in Kooperation, traditionell nah an der Industrie, hohe Kundenzufriedenheit

WHY WORK WITH FRAUNHOFER?

- ✓ Applied research of direct utility to private and public enterprises is the main business of Fraunhofer.
- ✓ Important basis: confidentiality guaranteed, reliable project management, professional handling of rights of use
- ✓ High professionalism in cooperation, traditionally close to the industry, high customer satisfaction

How to cooperate with Fraunhofer *Zusammenarbeit mit Fraunhofer*

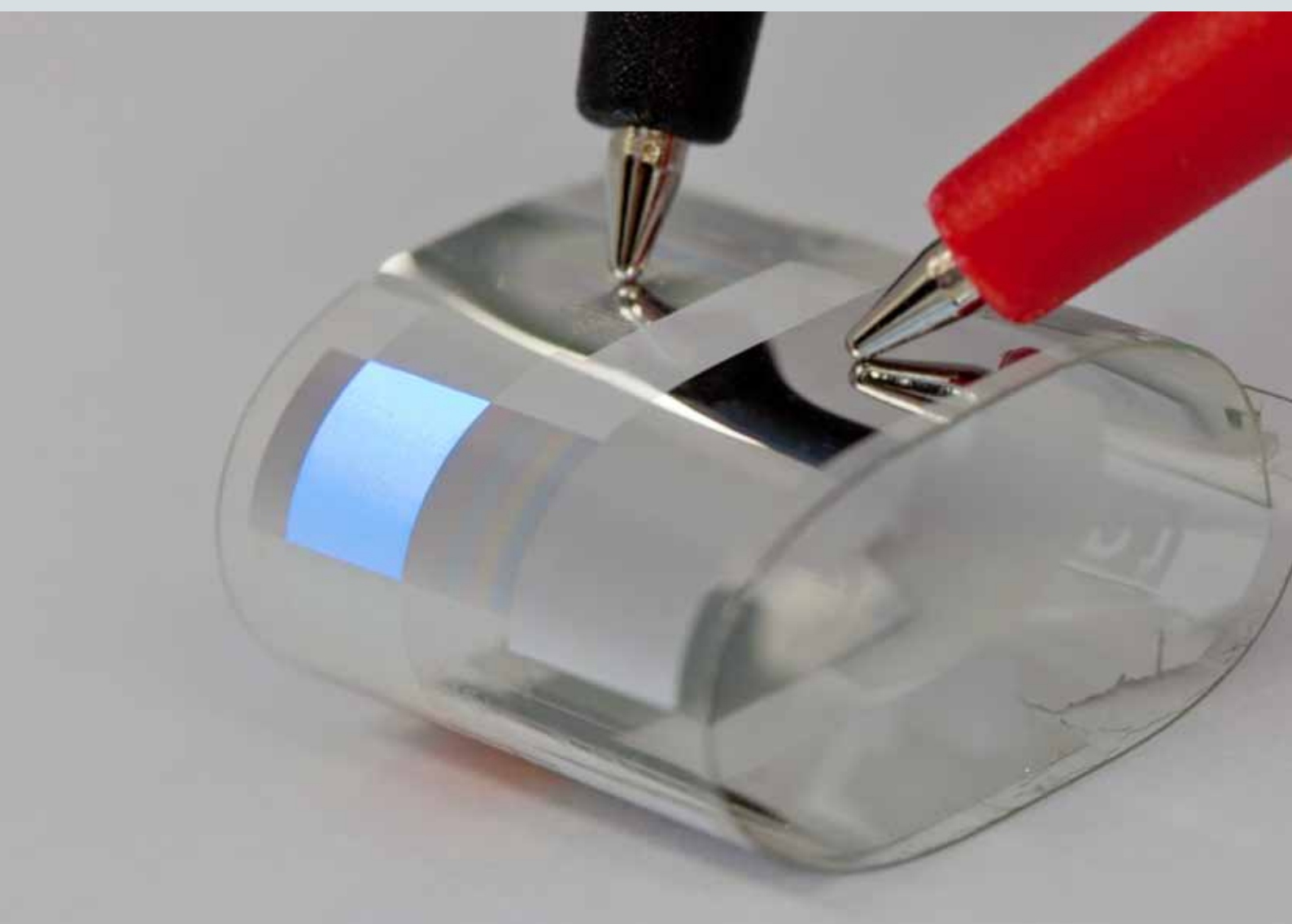
one-Off contracts	large scale projects with multiple partners	international cooperations
⇒ Solve the problem ⇒ Launch the innovation in the business or marketplace	⇒ Cooperation between multiple Fraunhofer institutions, external partners and companies	⇒ Solution and cooperation together with Fraunhofer representative offices abroad
strategic alliances	innovation cluster	spin-offs
⇒ long-term partnerships that evolve from non-contract, pre-competitive research	⇒ Regional partners from research, industry and universities	⇒ Fraunhofer researchers branch out on their own, often with the customer taking a stake

Together we develop your ideas with our technology *Gemeinsam setzen wir Ihre Ideen mit unseren Technologien um*



ANWENDUNGEN UND MÄRKTE

APPLICATIONS AND MARKETS



PROCESS TECHNOLOGIES & PHOTOVOLTAICS

The business unit Process Technologies and Photovoltaics, among other things, is involved in the development of processes in the field of organic electronics. The processes can be of a very basic nature; for example, an encapsulation layer can be applied without damaging the underlying layers. But product-oriented problem solutions, such as integration of user-specific sensor elements in an existing product, are also being developed.

Our great strength is the availability of numerous processes and facilities, as well as a cleanroom, thus enabling product development and innovation by means of a skillful combination of methods and processes. Various coating options are available, such as vacuum evaporation of organic and inorganic materials, Atomic Layer Deposition (ALD), exactly like pressure and elimination processes, as well as laser ablation. Many of these processes can be performed without vacuum break or under inert conditions. The preparatory technologies are flanked by efficient measuring and characterization devices optimized to the electrical and optical analysis of OLEDs, solar cells and photodiodes.

The principal fields of application result from this:

- Development of processes and methods for structured, application-specific OLEDs, such as OLED-microstructures, OLEDs for medical applications
- Development of processes and methods for use in photovoltaics, in particular organic photovoltaics
- Development of processes and methods for organic photodiodes

In all cases, rigid (e. g. glass) or flexible (e. g. foils) substrates may be used.

Das Geschäftsfeld Process Technologies and Photovoltaics beschäftigt sich u.a. mit der Entwicklung von Prozessen im Bereich der organischen Elektronik. Die Prozesse können sehr grundlegender Natur sein, wie beispielsweise eine Verkapselungsschicht appliziert werden kann, ohne darunter liegende Schichten zu schädigen. Aber auch produktnahe Problemlösungen, wie die Integration von anwendungsspezifischen Sensorelementen in ein bestehendes Produkt, werden erarbeitet.

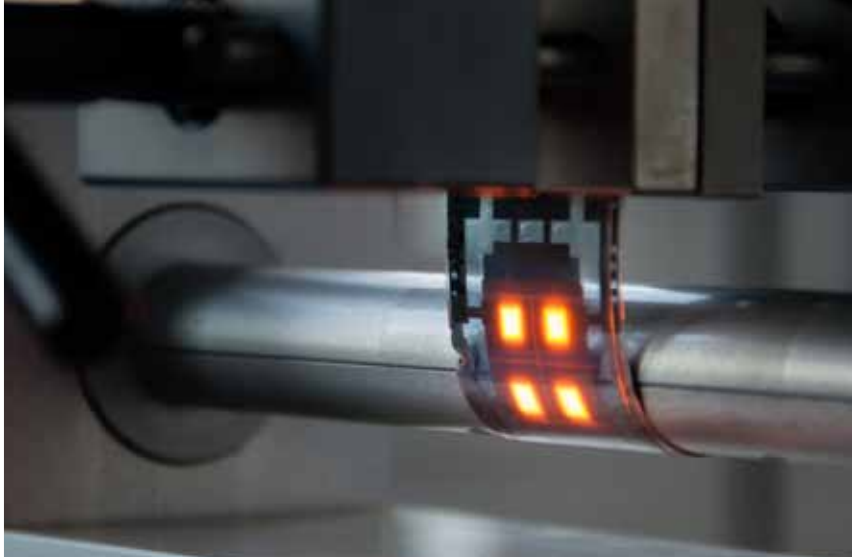
Die große Stärke ist die Verfügbarkeit zahlreicher Prozesse und Anlagen, sowie eines Reinraums, wodurch Produktentwicklungen und -innovationen durch geschickte Kombination der Verfahren und Prozesse ermöglicht werden. Es stehen verschiedene Beschichtungsmöglichkeiten, wie die Vakuumverdampfung von organischen und anorganischen Materialien, die Atomic Layer Deposition (ALD), genauso wie Druck- und Laminationsverfahren sowie Laser-Ablation zu Verfügung. Viele dieser Prozesse können ohne Vakuumbruch oder unter Inertbedingungen durchgeführt und kombiniert werden. Flankiert werden die präparativen Technologien durch leistungsfähige Mess- und Charakterisierungseinrichtungen, die auf die elektrische und optische Analyse von OLED, Solarzellen und Photodioden optimiert sind. Daraus ergeben sich die Hauptanwendungsfelder:

- Entwicklung von Prozessen und Verfahren für strukturierte, anwendungsspezifische OLED, z. B. OLED-Mikrostrukturen, OLED für Medizinanwendungen
- Entwicklung von Prozessen und Verfahren für die Nutzung in der Photovoltaik, insbesondere der organischen Photovoltaik
- Entwicklung von Prozessen und Verfahren für organische Photodioden

In allen Fällen können sowohl starre (z. B. Glas) oder flexible (z. B. Folien) Substrate zum Einsatz kommen.



Dr. Olaf Rüdiger Hild



GEDRUCKTE TRANSPARENTE ELEKTRODEN FÜR FLEXIBLE OLED UND SOLARZELLEN

Nach 3-jähriger Projektlaufzeit konnte das im Rahmen des Inter Carnot Fraunhofer-Programms geförderte Projekt »IMAGE« (Innovative printable electrode materials for high performance organic lighting devices and solar cells) erfolgreich abgeschlossen werden. In einer deutsch-französischen Kooperation zwischen Fraunhofer COMEDD und mehreren Carnot MIB-Instituten der Universität Bordeaux wurden Latex:PEDOT-basierte transparente und flexible Elektroden zum Einsatz in OLED und organischen Solarzellen entwickelt.

Ziel war die Entwicklung von transparenten Elektroden, die auf ITO (Indium-Zinn-Oxid) verzichten. Motiviert war das Projekt durch steigende Preise von Indium und der unzureichenden Flexibilität von ITO-Elektroden.

Während die französischen Chemiker immer neue und bessere Formulierungen entwickelten und daraus mittels Drucktechniken dünne Filme auf Polymerfolien herstellten, wurden am Fraunhofer COMEDD geeignete Strukturierungsprozesse erarbeitet und mittels PVD-Technik OLED und organische Solarzellen auf die flexiblen Substrate integriert. Dabei waren zahlreiche Herausforderungen zu meistern, z. B. die Einstellung der Schichthaftung oder die Entwicklung von Verkapselungsprozessen, bei denen die Bauelemente nicht geschädigt werden. Die erreichten Ergebnisse sind mit kommerziellen Produkten auf PEDOT:PSS Basis vergleichbar, haben jedoch den großen Vorteil auf Polystyrolsulfonsäure (PSS) verzichten zu können, deren Azidität an Metallkontakten oder Metallhilfselektroden häufig problematisch ist.

Finanziert wurde das Projekt gemeinsam vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und der französischen Agence Nationale de la Recherche (ANR).

PRINTED TRANSPARENT ELECTRODES FOR FLEXIBLE OLED AND SOLAR CELLS

Following a three-year project, the »IMAGE« (innovative printable electrode materials for high-performance organic lighting devices and solar cells) project, which was promoted within the Inter Carnot Fraunhofer program, was concluded successfully. In a German-French cooperation between Fraunhofer COMEDD and several Carnot MIB institutions of Bordeaux University, Latex: PEDOT-based transparent and flexible electrodes were developed for use in OLEDs and organic solar cells.

The objective was the development of transparent electrodes without using ITO (indium tin oxide). The project had been motivated by the rise in indium prices and the insufficient flexibility of ITO electrodes.

While French chemists have continuously developed new and improved formulations, as a result of which thin films on polymer foil were produced, Fraunhofer COMEDD developed suitable structuring processes, and, by means of PVD technology, OLEDs and organic solar cells were integrated into flexible substrates. Further, numerous challenges were to be mastered, e.g. setting the layer adhesion or the development of encapsulation processes, during which components are not damaged. The achieved results are comparable with commercial products based on PEDOT:PS, but they have the great advantage of being able to dispense with polystyrene sulfonic acid (PSS), the acidity of which is frequently problematic with metal contacts or metal auxiliary electrodes.

The project was jointly financed by the German Ministry of Education, Science, Research and Technology (BMBF) and the French Agence Nationale de la Recherche (ANR).

LIGHTING & FLEXIBLE INTEGRATION

The business unit Lighting and Flexible Integration acquires and guides customer-specific R&D projects for future-oriented lighting solutions, primarily in the field of OLED technology. Moreover, R&D services are offered along the entire value-added chain for (OLED) lighting. The development of flexible OLED modules takes place both on individual substrates (sheet-to-sheet) and rolls (roll-to-roll). The development of the »flexible integration« concept and the OLED function integration in the future-oriented lightweight application creates another focus. The segment cooperates with the core competencies »Sheet2Sheet Process Technology« and »Roll2Roll Process Technology« as well as »Characterization & Analytics« in »IC and System Design«.

The business unit offers its customers the option to create processes and technologies for the use and development of OLED lighting solutions. Typical enquiries, among other things, relate to layout and production of OLED demonstrators for developing new fields of application, layer stack development and increase in efficiency for flexible OLEDs, and the evaluation of barrier foils for flexible OLEDs.

The following services are offered:

- Process and technology development of OLED lighting on rigid and flexible substrates
- Application integration
- Demonstrator development and production
- Feasibility studies, consultation, training
- Outlook for the pilot production option of small lot production in-house and/or transfer to other producers

In 2013, a large number of projects for industrial customers, as well as publicly supported projects, such as the BMBF project »R2Flex« and the »Manucloud« project, were successfully developed and completed, and new projects were acquired.

Das Geschäftsfeld »Lighting & Flexible Integration« akquiriert und leitet kundenspezifische F&E-Projekte für zukunftsweisende Beleuchtungslösungen, vorrangig auf dem Gebiet der OLED-Technologie. Dabei werden F&E-Dienstleistungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette für (OLED-) Beleuchtung angeboten. Die Entwicklung für flexible OLED-Module findet sowohl auf Einzelsubstraten (sheet-to-sheet) als auch auf Rollenware (roll-to-roll) statt. Einen weiteren Fokus bildet die Konzeptentwicklung für das Themenfeld »Flexible Integration«, bspw. für die OLED-Funktionsintegration im zukunftssträchtigen Anwendungsfeld Leichtbau. Das Geschäftsfeld kooperiert mit den Kernkompetenzen »Sheet2Sheet Prozess Technologie« und »Rolle-zu-Rolle-Prozesstechnologie« sowie mit »Charakterisierung und Analyse« und »IC und Systemdesign«.

Das Geschäftsfeld bietet seinen Kunden die Erarbeitung von Prozessen und Technologien zur Entwicklung und Verwendung von OLED-Beleuchtungslösungen. Typische Anfragen betreffen u.a. Layout und Herstellung von OLED-Demonstratoren zur Erschließung neuer Anwendungsfelder, Schichtstapel-Entwicklung und Effizienzsteigerung für OLED sowie Evaluierung von Barrierefolien für flexible OLED.

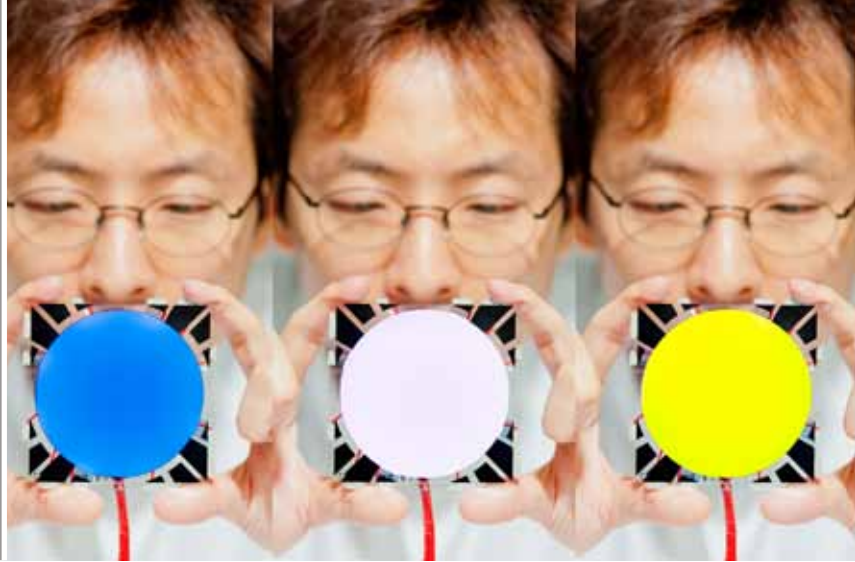
Folgende Leistungen werden angeboten:

- Prozess- und Technologieentwicklung von OLED-Beleuchtung auf starren und flexiblen Substraten
- Applikationsintegration
- Demonstratorentwicklung und -fertigung
- Machbarkeitsstudien, Beratung, Schulung
- Ausblick auf Pilotfertigungsmöglichkeit für Kleinserien bzw. Transfer zu Fertigungsfirmen

2013 konnte eine Vielzahl von Projekten mit industriellen Auftraggebern als auch öffentlich geförderte Projekte wie z. B. das BMBF-Projekt »R2Flex« und das Projekt »Manucloud« erfolgreich bearbeitet und abgeschlossen und neue Projekte akquiriert werden.



Dr. Christian May



FARBSTEUERBARE OLED

Die OLED-Technologie ermöglicht die Herstellung ultra-dünner Flächenlichtquellen mit hoher Effizienz und sehr guter Lichtqualität, woraus sich viele neuartige Anwendungsmöglichkeiten ergeben. Ziel des Fraunhofer COMEDD ist es, ein noch breiteres Spektrum an Einsatzmöglichkeiten für OLED-Flächenlichtquellen zu bieten und es ist nun gelungen, eine »farb-steuerbare OLED« zu entwickeln.

Das Grundprinzip dieser Technologie besteht darin, einzeln ansteuerbare OLED in-situ übereinander abzuscheiden. Eine laterale Strukturierung, wie üblicherweise bei Displays verwendet, ist nicht erforderlich. Durch die Ansteuerung jeder einzelnen OLED kann so je nach Anzahl der Primär-OLED ein Farbwechsel realisiert werden und ermöglicht ein stufenloses Mischen der Farben. Je nach Anwendungsfall lassen sich Kombinationen von zwei oder drei Primärfarben umsetzen. Fraunhofer COMEDD ist es gelungen, mithilfe verschiedener Prozesstechnologien die passende Schichtarchitektur zu entwickeln und die Schichtdicke der einzelnen OLED für eine angemessene Effizienz zu optimieren. Erste Demonstratoren wurden der Öffentlichkeit auf der LOPE-C 2013 in München vorgestellt.

Mit dieser Entwicklung ist die Erschließung völlig neuer Marktbereiche möglich, denn für zahlreiche Anwendungen ist eine farblich stufenlos steuerbare OLED wünschenswert. So. z. B. die Nachbildung der Lichtverhältnisse jeder Tageszeit mit einem hohen Blauanteil am Morgen, weiß am Mittag und rötlichen oder gelblichen Farbtönen am Abend.

Diese Ergebnisse wurden innerhalb eines Fraunhofer-intern geförderten Projekts sowie innerhalb des durch die Sächsische Aufbaubank geförderten Projekts »LED- und OLED – Integration in Glas- und Kunststoffverbände zum Einsatz in Beleuchtungssystemen elektrischer Bahnen und für daraus ableitbare andere Anwendungen (LOIGB2)« erzielt.

COLOR-TUNABLE OLED

OLED technology enables the production of ultra-thin area light sources with high-level of efficiency and good light quality, from which arise many novel applications. Fraunhofer COMEDD's objective is to offer an even wider range of applications for OLED area light sources, and we now have succeeded in developing a »color-tunable OLED«.

The basic principle of this technology is to deposit individually controllable OLEDs above one another in situ. A lateral structuring, which is normally used with displays, is not required. By selecting each individual OLED, depending on the number of primary OLEDs, a color change can be realized and enables a continuous mixing of colors. Depending on the application, combinations of two or three primary colors can be implemented. Fraunhofer COMEDD, by applying various process technologies, has been able to develop a suitable layer architecture and optimize individual OLEDs for appropriate efficiency. The first demonstrators were introduced to the public at the 2013 LOPE-C in Munich.

This development has created the possibility of opening up completely new markets, as continuous color-tunable OLED is desirable for numerous applications. For example, the imitation of light conditions at any time during the day with a high content of blue in the morning, white at lunchtime, and red or yellow shades in the evening.

These results were achieved within an internally supported Fraunhofer project and the »LED and OLED project – integrated glass and plastic compounds for use in lighting systems of electric trains and other applications (LOIGB2)« supported by Sächsische Aufbaubank (Free State of Saxony).

MIKRODISPLAYS & SENSOREN

MICRODISPLAYS & SENSORICS

MICRODISPLAYS & SENSORS: MOVING TOWARDS COMMERCIALIZATION

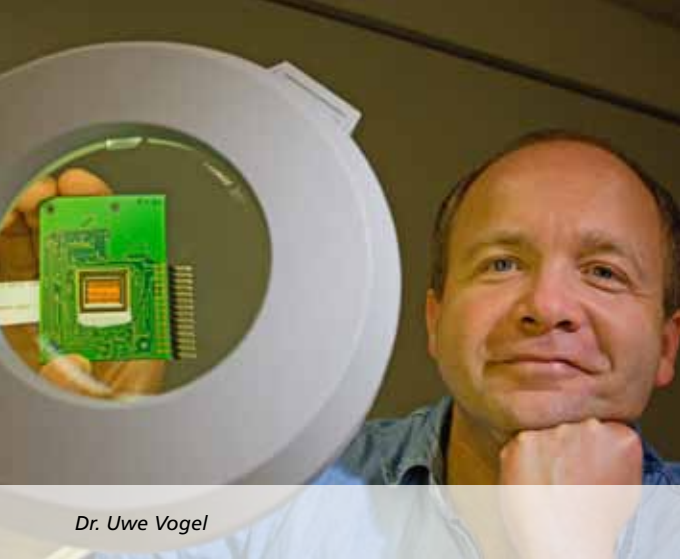
2013 has been a quite successful year in commercializing the activities in OLED-on-Silicon technology and R&D of devices and applications at Fraunhofer COMEDD's business unit Microdisplays & Sensors. This has mainly been accomplished by the acquisition of significant commissions from international industry customers. Those are individually covering both microdisplay and sensor applications, and therefore contribute to consolidate the unit's progress. Such achievement has proven a nice exploitation of previous publicly funded collaborative projects in the field, e.g., at regional (Saxony), national (Germany) and European levels. Those past projects (e.g., »HYPOLED« funded by European Commission (2008..2010), »ISEMO« funded by German Federal Ministry of Education and Science (2008..2012), »iSTAR« funded by Fraunhofer Society (2008..2011)) have paved the way for today's Fraunhofer COMEDD capabilities in OLED-on-Silicon technology, devices and applications, and opened up various industrial exploitation opportunities.

That road has been continued by participating in and coordinating the collaborative project »CoolProjektor«, funded by the Free State of Saxony (2011..2014). Together with its strong local partners Infineon Technologies Dresden, Micro-electronic Packaging Dresden, Aspect Systems Dresden and Von Ardenne Dresden Fraunhofer COMEDD is investigating new approaches towards efficient OLED microdisplays for high-luminance applications. That comprises new approaches for OLED micropatterning, enabling full-color OLED microdisplays by RGB sub-patterning, and therefore elimination of today's color-filters. Inside this project OLED micro-patterning is performed by partner VON ARDENNE Dresden, applying their innovative Flash Mask Transfer Lithography (FMTL) approach. There is a general trend in OLED displays to achieve true color-by-mono RGB, based

MIKRODISPLAYS UND SENSOREN: AUF DEM WEG ZUR KOMMERZIALISIERUNG

Für das Geschäftsfeld Mikrodisplays und Sensoren war 2013 ein recht erfolgreiches Jahr hinsichtlich der Vermarktung der Aktivitäten im Bereich OLED-auf-Silizium-Technologie und Forschung und Entwicklung von Anwendungen. Dies wurde im Wesentlichen durch die Akquise wichtiger Aufträge von internationalen Industriekunden ermöglicht. Diese decken im Einzelnen sowohl Anwendungen im Mikrodisplay- als auch Sensorbereich ab und tragen somit zur Konsolidierung der Fortschritte des Geschäftsfeldes bei. Solche Erfolge erweisen sich als gute Ausnutzung vorangegangener und öffentlich finanzierter Gemeinschaftsprojekte in diesem Bereich sowohl auf regionaler (Sachsen), nationaler und europäischer Ebene. Diese abgeschlossenen Projekte (z. B. »HYPOLED« finanziert mit Mitteln der Europäischen Kommission (2008..2010), »ISEMO« finanziert durch Bundesministerium für Bildung und Forschung (2008..2012), »iSTAR« finanziert durch die Fraunhofer Gesellschaft (2008..2011)) waren die Wegbereiter für die heutigen Fähigkeiten von Fraunhofer COMEDD im Bereich der OLED-auf-Silizium-Technologie sowie diesbezüglichen Geräten und Anwendungen und haben die unterschiedlichsten industriellen Nutzungsmöglichkeiten eröffnet.

Durch die Teilnahme und Koordinierung des Gemeinschaftsprojekts »CoolProjektor«, welches vom Freistaat Sachsen gefördert wird (2011..2014), wurde dieser Weg konsequent weiter beschritten. Zusammen mit starken ortsansässigen Partnern wie Infineon Technologies Dresden, Micro-electronic Packaging Dresden, Aspect Systems Dresden und VON ARDENNE Dresden untersuchen wir neue Ansätze hinsichtlich effizienterer OLED-Mikrodisplays für Anwendungen mit hoher Leuchtdichte. Dies umfasst neue Ansätze zur OLED-Mikrostrukturierung, wodurch vollfarbige OLED-Mikrodisplays durch RGB-Unterstrukturierung ermöglicht



Dr. Uwe Vogel

und heutige Farbfilter überflüssig würden. Im Rahmen dieses Projektes wird die OLED-Mikrostrukturierung von unserem Partner VON ARDENNE Dresden übernommen, der hier seine innovative Technologie »Flash Mask Transfer Lithography (FMTL)« anwendet. Im Bereich OLED-Displays gibt es einen allgemeinen Trend, durch verschiedene technische Ansätze echte Color-by-Mono-RGBs zu erzielen. Dieser Trend stellt immer höhere Ansprüche an die Technologie bei der zukünftigen Pixeldichte von hochauflösenden mobilen Displays (mit kleinen/mittleren Abmessungen). OLED-Mikrodisplays verfügen über die ultimative Pixeldichte/Auflösung und Größenvorgabe bei der Strukturierung. Wir freuen uns, mit VON ARDENNE einen Partner zu haben, der die FMTL Technologie in farbfilterfreie OLED-Mikrodisplays mit potenziell höherer Effizienz, Helligkeit, Lebensdauer und größerem Farbumfang umsetzen kann.

Ein wichtiger Meilenstein 2013 war die Modernisierung der Fertigungslinie für 8-Zoll-OLED-auf-Silizium-Wafer. Diese neue Fertigungslinie stellt für uns einen wichtigen strategischen Schritt dar: Fraunhofer COMEDD ist es nun möglich, zum Beispiel eine Kombination aus Flüssigphasen und Vakuumprozessen anzubieten, um neue Materialkombinationen auf produktionsfähigen Anlagen zu evaluieren und bis hin zur Kleinserienfertigung zu optimieren. Diese organischen Bauelemente können dann in schneller Abfolge mit hoher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit hergestellt werden. Dank der Unterstützung dieser Investition durch den Freistaat Sachsen und die Europäische Union (EFRE) können wir somit einzigartiges Know-How mit weltweit modernstem Equipment verbinden. Insbesondere für bidirektionale OLED-Mikrodisplays in interaktiven Datenbrillen und künftige integrierte OLED-auf-Silizium-Opto-Sensoren für Industrie, Medizin oder Biotechnologie wird die Anlage bislang unerreichte Performance für Forschung und Entwicklung sowie Pilotfertigung bieten.

on various technology approaches. That trend gets more demanding at upcoming pixel densities in high-definition mobile (small/medium size) displays. OLED microdisplays exhibit the ultimate pixel density/resolution and patterning feature size specification. We are pleased to have partnered with VON ARDENNE to implement FMTL in color-filterless OLED microdisplays with potentially improved efficiency, brightness, lifetime and color gamut.

An important 2013 milestone has been the upgrade of the OLED-on-Silicon 8" wafer manufacturing line. The new line extension is an important strategic step for us: Now we are able to offer a combination of liquid phase and ultra-high vacuum processes, which enables us to evaluate new combinations of materials on manufacturing lines and to optimize them up to batch production. Thus the organic devices can be manufactured in fast sequences with high precision and reproducibility. We will be able to connect unique know-how with state-of-the-art equipment – thanks to the Free State of Saxony and the European Union (EFRE) for supporting this investment. Especially for bidirectional OLED microdisplays in interactive data eyeglasses and future integrated OLED-on-Silicon opto-sensors for the industry, medicine or biotechnology branches, the line extension will provide a performance for research and development as well as pilot production, which has not been achieved so far.

KERNKOMPETENZEN

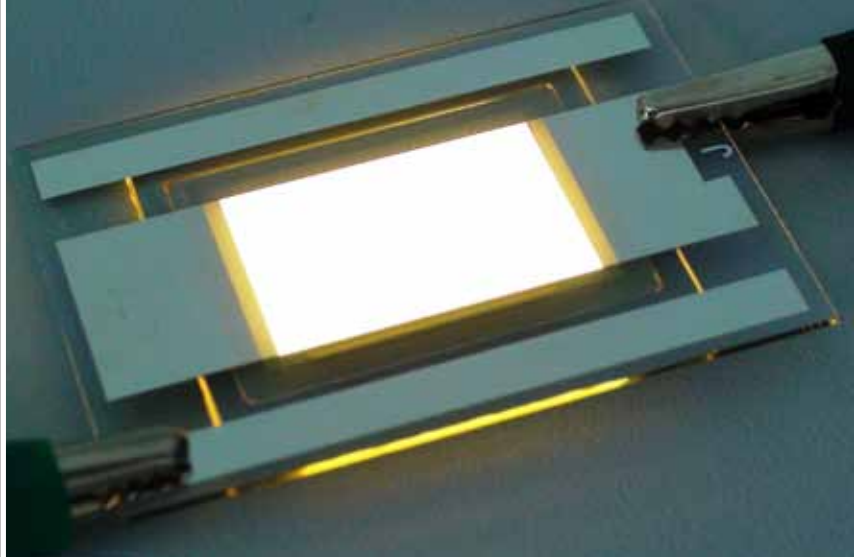
CORE COMPETENCES



SHEET2SHEET PROCESS TECHNOLOGY

In the Sheet2Sheet core competency, technology development continues in the fields »organic light-emitting diodes (OLED)«, »organic for photodiodes (OPD)« and »organic photovoltaics (OPV)« and has a 910 m² cleanroom. The processing is performed either on rigid or flexible substrates fixed on rigid carriers. Our strength lies in the multitude of technical options with respect to the type of substrate (square, round, various dimensions), substrate material (glass, plastic, metal, paper, rigid, flexible, PCB), substrate structuring (laser ablation, screen printing, dispensers), layer deposition (thermal evaporation in vacuum, organic gas phase deposition, slot-die coating, sputtering), substrate purification (ultrasound, megasound, brush cleaning, spin-rinse drying, quick dump-rinse drying) and encapsulation (glass encapsulation, fine-layer encapsulation by means of atomic layer deposition (ALD), film lamination). This flexibility enables dealing with a multitude of questions ranging from the development of complex processes or customer-specific prototypes to the production of OLED small series. Industrial partners are able to cooperate with us in the further development of their products. For example, organic semiconductor materials can be integrated into complex OLED layer structures and/or OLED layer structures can be adapted to customer materials. A further example is the evaluation of film substrates with respect to suitability for OLED, OPD and OPV. In our work, special importance is attached to cooperation with end-users. By producing prototypes, industrial partners are able to sound out the potential of the corresponding products in the respective field of application. Currently, there is a strong focus on the development of flexible OLEDs. In this field, we closely cooperate with the Roll2Roll core competency. While a multitude of variation options exists with sheet-to-sheet processing, roll-to-roll technology creates the opportunity for more cost-effective production at the same time.

In der Kernkompetenz S2S erfolgt die Technologieentwicklung auf den Gebieten »Organische Leuchtdioden (OLED)«, »Organische Photodioden (OPD)« und »Organische Photovoltaik (OPV)« und verfügt über 910 m² Reinraumfläche. Die Prozessierung erfolgt entweder direkt auf starren oder auf flexiblen Substraten, die auf starren Trägern fixiert werden. Unsere Stärke besteht in der Vielfalt der technologischen Möglichkeiten bzgl. Substrattyp (quadratisch, rund, versch. Abmessungen), Substratmaterial (Glas, Kunststoff, Metall, Papier, starr, flexibel, PCB), Substratstrukturierung (Laserablation, Siebdruck, Dispensen), Schichtabscheidung (Thermisches Verdampfen im Vakuum, organische Gasphasenabscheidung, Slot-Die Coating, Sputtern), Substratreinigung (Ultraschall, Megaschall, Bürstenreinigung, Spin-Rinse-Drying, Quick-Dump-Rinse Reinigung) und Verkapselung (Glasverkapselung, Dünnschichtverkapselung mittels Atomlagenabscheidung (ALD), Folienlamination). Diese Flexibilität ermöglicht die Bearbeitung einer Vielzahl von Fragestellungen vom Test einzelner Ausgangsmaterialien über die Entwicklung komplexer Prozesse oder kundenspezifischer Prototypen bis zur Herstellung von OLED-Kleinstserien. Industriepartner können gemeinsam mit uns an der Weiterentwicklung ihrer Produkte arbeiten. Bspw. können organische Halbleitermaterialien in komplexe OLED-Schichtstrukturen eingebaut bzw. die OLED-Schichtstrukturen an Kundenmaterialien angepasst werden. Ein weiteres Beispiel ist die Bewertung von Folien substraten in Bezug auf Tauglichkeit für OLED, OPD und OPV. Einen besonderen Stellenwert in unserer Arbeit hat die Kooperation mit Endanwendern. Industriepartner können durch die Herstellung von Prototypen das Potenzial der entsprechenden Produkte in dem jeweiligen Anwendungsbereich ausloten. Eine starke Fokussierung liegt gegenwärtig auf der Entwicklung flexibler OLED. Auf diesem Gebiet arbeiten wir eng mit der Kernkompetenz R2R zusammen. Während in der S2S-Prozessierung eine Vielzahl von Variationsmöglichkeiten existieren, wird durch die Rolle-zu-Rolle-Technologie gleichzeitig eine Perspektive zur kostengünstigen Fertigung eröffnet.



Dr. Michael Törker

HYBRIDE OLED-ABSCHIEDUNG

Organische Halbleitermaterialien für OLED-Anwendungen können entweder aus der Lösung oder durch thermisches Verdampfen im Vakuum (VTE) hergestellt werden. Für die Abscheidung der Materialien aus Lösung können kostengünstige Druckprozesse eingesetzt werden. Mittels VTE können im Gegensatz dazu komplexere Schichtstapel realisiert werden, allerdings sind hierfür kostenintensivere Vakuumprozesse erforderlich. Am Fraunhofer COMEDD wurden beide Technologien miteinander zu einer Hybridtechnologie verknüpft. Unter einer hybriden OLED wird hier eine organische Leuchtdiode verstanden, bei welcher durch Integration von lösungsbasierten Prozessen in den VTE-Herstellungsprozess die Vorteile beider Technologien genutzt werden. Für den Gesamtprozess ist die Abscheidung der ersten organischen Schichten (Löcherinjektionsschicht HIL bzw. Löchertransportschicht HTL) von besonderer Bedeutung, da mit diesen Schichten eine Nivellierung der Anodentopografie erreicht werden kann. Diese Schichten sind typischerweise die dicksten organischen Halbleiterschichten. Können hier die Schichtdicke oder die spezifischen Materialkosten reduziert werden, wirkt sich das deutlich auf die Kostenstruktur des Endproduktes aus. Im Rahmen des Projektes wurden sowohl orange als auch weiß emittierende OLED hergestellt, bei denen jeweils die Löcherinjektionsschicht mittels Schlitzdüsenbeschichtung aus Lösung abgeschieden wurde. Die Kenndaten der Bauelemente wurden mit Daten verglichen, die an vollständig mittels VTE hergestellten Referenzproben erreicht wurden. Bei identischer Betriebsspannung (2,7 V bei 1000 cd/m²) wurde bei den hybriden Bauelementen sogar eine höhere Leistungseffizienz gemessen (25,5 lm/W vs. 22,5 lm/W). Es konnten mit dieser Technologie außerdem weiße OLED mit einer Leistungseffizienz von 27,9 lm/W hergestellt werden.

Die Arbeiten wurden teils durch den Freistaat Sachsen und die Europäische Union im Projekt »Next-O-Light« (FKZ 100135204) gefördert.

HYBRID OLED DEPOSITION

Organic semiconductor materials for OLED applications can be produced either from solution or by thermal evaporation in vacuum (VTE). Cost-effective pressure processes can be applied for deposition of materials from a solution. By contrast, more complex layer stacks can be realized by means of VTE, but in this case more cost-intensive vacuum processes are required. At Fraunhofer COMEDD, both technologies were combined into a hybrid technology during a research project. In this case, a hybrid OLED is an organic LED in which, by way of integration of solution-based processes during the VTE production process, the advantages of both technologies are used. The deposition of the initial organic layers (hole injection layer HIL and/or hole transport layer HTL) is of special significance for the overall process, as by means of these layers a leveling of the anode topography can be achieved. These layers are typically the thickest organic semiconductor layers. If the layer thickness or the specific material costs can be reduced, this will have a marked effect on the end product's cost structure.

Within the scope of the project, both orange- and white-emitting OLEDs were produced in which the hole injection layer was deposited from the solution by means of slot-nozzle coating in each case. The characteristics of the components were compared with data that was completely collected by means of VTE-produced reference specimens. With an identical operating voltage (2.7 V at 1000 cd/m²), the hybrid components even produced a higher efficiency (25.5 lm/W vs. 22.5 lm/W). Moreover, this technology enabled the production of a white OLED with an efficiency of 27.9 lm/W.

The work in the »Next-O-Light« (FKZ 100135204) project was supported in part by the Free State of Saxony and the European Union.

ROLL2ROLL PROCESS TECHNOLOGY

OLED FROM THE ROLL

The roll-to-roll process technology core competency drives the process and technological development of organic components on flexible substrates using filmstrips during the roll-to-roll process. Essentially, the entire value-added chain for industry-oriented roll-to-roll production processes can be illustrated.

In 2013, further progress was achieved in system reliability and reproducibility, and the initial OLED demonstrators with three-color fluorescent white OLED stack systems on several metering devices were supplied to customers.

Furthermore, we succeeded in integrating and demonstrating the bottom-emitting OLEDs on transparent barrier foils. At the same time, the activities for optical substrate inspection in combination with film cleaning processes were advanced even further. This enabled us to further establish the roll-to-roll production processes in 2013, which, in particular, focused on the following segments:

- *Evaluation of customer substrates:*
Benchmark of film substrates with respect to their suitability for OLED components to other substrate types. By combining roll-to-roll cleaning, inspection and thin-film depositions, specific statements with regard to target defects can be made.
- *Development of complex processes:*
The option of roll-to-roll production of complex OLED systems on flexible substrates enables targeted development of substrate specifications in combination with surface analysis (topography, defects). In particular, OLED components are an ideal sensitive component with respect to electro-optic characteristics.
- *Development of the film encapsulation method:*
Coated substrates (roller conveyors) may be conveyed

OLED AM LAUFENDEN BAND

Die Kernkompetenz Rolle-zu-Rolle-Prozesstechnologie betreibt Prozess- und Technologieentwicklung von organischen Bauelementen auf flexiblen Substraten, wie Folienbändern, im Rolle-zu-Rolle-Verfahren (RzR). Im Wesentlichen kann die gesamte Wertschöpfungskette für industriennahe Rolle-zu-Rolle-Fertigungsverfahren abgebildet werden.

Im Jahr 2013 konnten weitere Fortschritte in der Anlagenzuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit erreicht und erste OLED-Demonstratoren mit 3-farb-fluoreszierenden weißen OLED-Stack-Systemen auf mehreren Metern an Kunden ausgeliefert werden.

Weiterhin ist es gelungen, die bottom-emittierenden OLED-Bauelemente auf transparente Barrierefolien zu integrieren und zu demonstrieren. Parallel sind die Aktivitäten zur optischen Substratinspektion in Kombination mit Folienreinigungsprozessen weiter vorangetrieben worden. Damit konnte für Kunden Rolle-zu-Rolle-Fertigungs-Know-how in 2013 weiter etabliert werden, das insbesondere auf folgende Bereiche abzielt:

- *Evaluierung von Kundensubstraten:*
Benchmark von Foliensubstraten in Bezug auf Tauglichkeit für OLED-Bauelemente zu anderen Substrattypen. Durch die Kombination mit der RzR-Reinigung, Inspektion und Dünnschichtabscheidungen können gezielt defektspezifische Aussagen gemacht werden.
- *Entwicklung komplexer Prozesse:*
Durch die Möglichkeit komplexe OLED-Systeme auf flexiblen Substraten in Rolle-zu-Rolle zu fertigen, können in Kombination mit der Oberflächenanalytik (Topographie, Defekte) gezielt Substratspezifikationen weiterentwickelt werden. Insbesondere sind OLED-



Dr. Stefan Mogck



Bauelemente ein ideales sensitives Bauelement hinsichtlich elektro-optischer Kenngrößen.

- *Entwicklung der Folienverkapselungstechnik:* Aus der Rolle-zu-Rolle Vakuumanlage können beschichtete Substrate (Rollenbänder) unter Schutzgasatmosphäre zur inerten Laminationsanlage transferiert werden. Dabei können OLED-Lagerungstests und Lebensdauerermessung direkte Aussagen über Verkapselungstechnologien liefern.
- *Entwicklung kundenspezifischer Demonstratoren:* Entwicklung von OLED-Bauelementen auf Kunden-substraten unterschiedlicher Materialklassen, wie Metall, Kunststoff und flexibles Glas.

WICHTIGE PROJEKTE UND ERREICHTE ERGEBNISSE IM JAHR 2013

Basierend auf den Erfolgen im BMBF-geförderten Verbundprojektes »R2flex« konnte das EU Projekt »TREASORES« (FoF-ICT-2011.7.2) gestartet werden, welches den Rolle-zu-Rolle-Prozesstransfer von OLED auf Barrierefolien und neuartige transparente und leitfähige Elektroden umfasst. Ziel des Projektes bis Ende 2015 ist es, höhere Lebensdauer und Leuchteffizienzen zu erreichen, die einen Markteintritt von flexibler OLED-Beleuchtung durch erste Produkte ermöglichen. Als erstes Ergebnis konnten auf der Plastic Electronic Konferenz 2013 in Dresden bottom-emittierende OLED auf Barrierefolie von 15 lm/W gezeigt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt im Jahr 2013 war die OLED-Rolle-zu-Rolle-Prozessintegration auf Edelstahlfolien im Rahmen von Industrie- und internen Projekten. Der Fokus lag auf der Optimierung des OLED-Schichtstapels auf nicht geglätteten Metalloberflächen. Mit dieser Entwicklung ist es nun möglich, auf nicht zusätzlich geglätteten Edelstahlbändern stabile OLED-Demonstratoren von 10 lm/W zu realisieren.

from the roll-to-roll vacuum system to the internal lamination position under inert gas. Further, storage tests and OLED lifetime measuring may provide direct information on encapsulation technologies.

- *Development of customer-specific demonstrators:* Development of OLED devices in various material classes, such as metal, plastic and flexible glass, on customer substrates.

MAJOR PROJECTS AND RESULTS ACHIEVED IN 2013

Based on the successes of the »R2flex« joint project within the BMBF, the EU project »TREASORES« (FoF-ICT-2011.7.2) was started, which comprises the roll-to-roll process transfer of OLED on barrier film and innovative transparent and conductive electrodes. The project's objective is to achieve higher lifetime and luminous efficiencies, enabling a market entry of flexible OLED lighting through first products. Bottom-emitting OLEDs on barrier foil with 15 lm/W were shown at the 2013 Plastic Electronic Conference in Dresden as initial results.

A further focus in 2013 was the OLED roll-to-roll process integration on stainless steel foil within the scope of industrial and internal projects. The focus was based on the optimization of the OLED layer stack of non-smoothed metal surfaces. By means of this development it now is possible to realize stable 10 lm/W OLED demonstrators on stainless steel foil, which is not additionally smoothed.

HETEROINTEGRATION CMOS+X

EXPANSION OF PROCESS VARIETY IN ORGANIC-ON-SILICON PILOT LINE

Fraunhofer COMEDD has completed the expansion of the Helisys cluster system by adding new processes, and it now offers the unique option of structuring organic materials from the fluid and vapor phase on a single wafer. The combination of both material classes and their respective advantages opens new research opportunities in the field of displays and sensor mechanisms. A combination of smaller molecules and polymers can be deposited on a wafer as highly efficient components and encapsulated against oxygen and water by means of thin-layer encapsulation. Silicon and glass wafers can be coated. Moreover, flexible components can be coated and encapsulated by means of foils and carrier wafers.

In addition to the Helisys cluster system, the wafer pilot line offers a multitude of additional processes. Complete lithographic structuring by means of 1:1 exposure devices and spin coaters enables the application of various photo resists and organic layers for customer-specific layouts and demonstrators. In addition, wafers may be aligned against one another and bonded with a precision accuracy of $<1 \mu\text{m}$. Electro-optic measuring on a needle probe rounds off the technology package in the wafer by pilot line and enables extremely fast development periods by combining layer creation and characterization in a cleanroom. Combining the following processes in a cluster system on 200-mm-wafers offers:

- Thermal organic evaporation of small molecules
- Electronbeam evaporation of metals, oxides, nitrites
- Sputter processes
- Structuring organic compounds by argon etching
- Thermal evaporation of metals
- Structured deposition of layers by means of shadow masks (precision +/- 10 μm)
- Inert transport between all chambers
- Encapsulation against oxygen and water

ERWEITERUNG DER PROZESSVIELFALT IN DER ORGANIK-AUF-SILIZIUM PILOTLINE

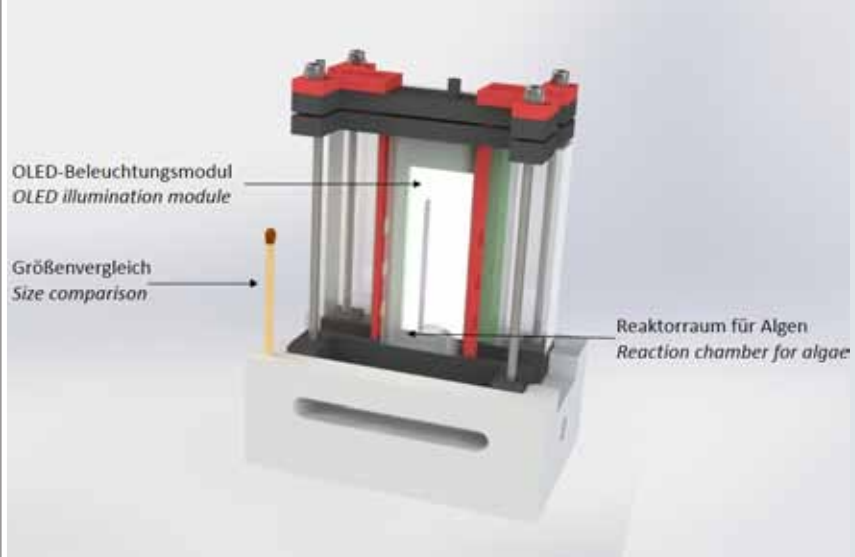
Fraunhofer COMEDD hat der Helisys-Clusteranlage um weitere neue Prozesse erweitert und bietet nun die einzigartige Möglichkeit organische Materialien aus der Flüssig- und Dampfphase auf einem Wafer zu strukturieren. Die Kombination der beiden Materialklassen und ihrer jeweiligen Vorteile eröffnet neue Forschungsmöglichkeiten im Bereich der Displays und Sensorik. Es können nun Kombinationen aus kleinen Molekülen und Polymeren auf einem Wafer zu hocheffizienten Bauelementen abgeschieden und mittels Dünnschichtverkapselung gegen Sauerstoff und Wasser verkapselt werden. Es können Silizium- und Glaswafer beschichtet werden. Außerdem ist die Beschichtung und Verkapselung von flexiblen Bauelementen durch Folien auf Trägerwafern möglich.

Neben der Helisys-Clusteranlage bietet die Wafer-Pilotline eine Vielzahl weiterer Prozesse. Eine vollständige lithographische Strukturierung mittels 1:1 Belichter und Spincoater ermöglicht das Aufbringen von verschiedenen Lacken und Organikschichten für kundenspezifische Layouts und Demonstratoren. Zusätzlich können auch Wafer hochpräzise $<1 \mu\text{m}$ gegeneinander ausgerichtet und gebondet werden. Die elektro-optische Vermessung auf einem Nadelprober rundet das Technologiepaket in der Wafer-Pilotlinie ab und ermöglicht äußerst schnelle Entwicklungszeiträume durch die Kombination von Schichterzeugung und Charakterisierung in einem Reinraum. Die Kombination der folgenden Prozesse an einer Clusteranlage auf 200 mm-Wafern bietet:

- Thermische Organikverdampfung kleiner Moleküle
- Elektronenstrahlverdampfung Metalle, Oxide, Nitride
- Sputterprozesse
- Strukturierung von Organika mittels Argonätzung
- Thermische Verdampfung von Metallen
- Strukturiertes Abscheiden von Schichten mittels Schattenmasken (Genauigkeit +/- 10 μm)
- Inerter Transport zwischen allen Kammern
- Verkapselung gegen Sauerstoff und Wasser



Dr. Karsten Fehse



----- BIOREAKTOREN IN KOMBINATION MIT OLED -----

Einer der größten industriellen Abfälle ist Kohlendioxid. Warum diesen Klimakiller Kohlendioxid nicht nutzen, um daraus hochwertige Produkte herzustellen? Der dafür benötigte Prozess ist einer der ältesten in der Geschichte unseres Planeten: die Photosynthese. Wissenschaftler der TU Dresden und des Fraunhofer COMEDD entwickeln in einem vom Sächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK) geförderten, weltweit einzigartigen Pilotprojekt Bioreaktoren zur Kultivierung von Mikroalgen unter Verwendung von organischen Leuchtdioden. Im dem Projekt wird ein Reaktorsystem entwickelt, das OLED-Technologie und Bioverfahrenstechnik mittels phototropher Mikroorganismen vereint und somit den Grundstein für neue innovative Algenreaktoren legt. Es handelt sich dabei um miniaturisierte Kunststoff-Photobioreaktoren im Zigarettenschachtelformat. Die kleinen Allrounder liefern umfangreiche Informationen über verfahrenstechnische Prozessparameter, den physiologischen Zustand der Algenzellen und die Bildung der Zielprodukte – alles mittels optischer Messtechnik.

Fraunhofer COMEDD entwickelt für dieses neue Reaktor-konzept weiße organische Leuchtdioden, welche über einen weiten Helligkeitsbereich zur Anregung der Mikroalgen genutzt werden. Je nach verwendetem Algenstamm kann das Spektrum der OLED modifiziert werden, um die phototrophen Prozesse effizient zu aktivieren. Ein weiterer großer Vorteil ist die sehr homogene Lichtemission der OLED auf Flächen von $>1 \text{ cm}^2$ im Vergleich zu anorganischen LEDs. Damit im miniaturisierten Bioreaktoren durch inhomogene Beleuchtung im kleinen Reaktorraum keine falschen Messsignale oder lokal begrenzten biologischen Reaktionen auftreten, ist die homogene Lichtemission der OLED ein Kernaspekt dieses Bioreaktors. Fraunhofer COMEDD entwickelt für dieses Projekt ein spezielles OLED-Design, welches auf die geringe Bauform, Kontaktierung und Wärmeentwicklung des Reaktors angepasst wird.

----- BIOREACTORS IN COMBINATION WITH OLEDs -----

Carbon dioxide is one of the largest industrial wastes. Why not use this climate killer and produce high-quality products from it? The required process is one of the oldest in the history of our planet: photosynthesis. In a globally unique pilot project supported by the Saxony State Ministry for Science and Arts (SMWK), scientists at the Technical University Dresden and Fraunhofer COMEDD are developing bioreactors for cultivating microalgae using organic LEDs. In this project, a reactor system is being developed that combines OLED technology and bioprocess engineering by means of phototrophic microorganisms and thus lays the foundation for new innovative algae reactors. These are miniaturized plastic photo bioreactors the size of a cigarette pack. The small all-rounders provide extensive information on procedural process parameters, the physiological condition of algae cells and the formation of target products – all by means of optical measuring technology.

Fraunhofer COMEDD is developing white organic LEDs for this new reactor concept, which are used over a wide brightness range for stimulating microalgae. Depending on the applied algae strain, the spectrum of the OLED can be modified to activate phototrophic processes more efficiently. Another great advantage is the highly homogenous light emission of OLEDs on surfaces of $>1 \text{ cm}^2$ compared with inorganic LEDs. The homogenous light emission of OLEDs is a core aspect of these bioreactors, to ensure that no incorrect measuring signals or locally limited biological reactions occur in miniaturized bioreactors as a result of inhomogeneous lighting in the small reactor space. Fraunhofer COMEDD is in the process of developing a special OLED design for this project, which will be adapted to the reactor's small size, contacting and thermal development.

CHARACTERIZATION & ANALYTICS

TAILOR-MADE OLED

The core competency Characterization and Analysis (ChA) combines the characterization of electro-optical components and the measuring of technological parameters.

The main focus is on the characterization tasks that arise from the processes of other core competencies at Fraunhofer COMEDD. The team, consisting of scientific and technical staff members, develops and services measuring methods and performs routine measurements.

The methodic focus is on:

- Photometric measurements (e.g. luminous flux with integrating sphere, luminance with display measuring devices, ZIV characteristic curve recording)
- Photoresponse measurements (e.g. solar simulator and photometric current mapper for solar cell characterization)
- OLED lifetime tests (operating time, durability under climatic chamber conditions, development of lifetime models)
- Optical thin layer analysis (optical characterization and modeling of thin layers and layer systems by means of ellipsometry, spectral photometer and fluorescence spectroscopy)
- Optical defect inspection (automated image capture and processing for determining the defect densities on substrates or OLED components)
- Measuring permeation barriers by means of optical and electrical levels of calcium methods
- Atomic force microscopy (AFM)

OLED NACH MASS

In der Kernkompetenz Charakterisierung und Analytik (ChA) werden die Charakterisierung von elektrooptischen Bauteilen und die Messung von technologischen Parametern gebündelt.

Schwerpunkt sind dabei die Charakterisierungsaufgaben, die sich aus den Prozessen der anderen Kernkompetenzen am Fraunhofer COMEDD ergeben. Das Team aus wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern entwickelt und betreut die Messmethoden und führt Routinemessungen durch.

Die methodischen Schwerpunkte liegen auf:

- Photometrische Messungen (z. B. Lichtstrom mit Ulbrichtkugel, Leuchtdichte mit Display-Messgeräten, ZIV-Kennlinienaufnahme)
- Photoresponse-Messungen (z. B. Solarsimulator und Photostrom-Mapper zur Solarzellencharakterisierung)
- OLED Lebensdauertests (Betriebslebensdauer, Lagerlebensdauer unter Klimaschrank-Bedingungen, Entwicklung von Lebensdauermodellen)
- Optische Dünnschichtanalyse (optische Charakterisierung und Modellierung von Dünnschichten und Schichtsystemen mittels Ellipsometrie, Spektralphotometrie und Fluoreszenzspektroskopie)
- Optische Defektinspektion (automatisierte Bildaufnahme und Bildverarbeitung zur Bestimmung der Defektdichten auf Substraten oder OLED-Bauteilen)
- Messung von Permeationsbarrieren mittels optischen und elektrischen Kalzium-Spiegel-Methoden
- Rasterkraftmikroskopie (AFM)



Dr. Michael Hoffmann



ALTERNATIVE ELEKTRODENMATERIALIEN FÜR OLED UND OPV

Innerhalb des EU Projekts »TREASORES« wurden alternative Elektrodenmaterialien für OLED und OPV Anwendungen untersucht. Dabei wurden die am Fraunhofer COMEDD aufgebauten Methoden der automatisierten optischen Defektinspektion sowohl auf Substrate als auch auf die darauf hergestellten OLED-Bauteile angewendet und Korrelationen zu elektrooptischen Messungen und Lebensdauerdaten hergestellt.

Bei der optischen Defektinspektion werden die Substrate oder Bauteile mit einem Lichtmikroskop stückweise abgerastert und die Mikroskopbilder mit einer CCD-Kamera aufgenommen. Bei einer nachfolgenden automatisierten Bildverarbeitung werden Defekte (z. B. Partikel oder Kratzer auf einem Substrat oder sogenannte »Dark Spots« in der leuchtenden Fläche einer OLED) erkannt und bezüglich ihrer Anzahl und Fläche ausgewertet.

Als Beispiel wurden zwei konkrete Substrattypen basierend auf PET-Folie mit alternativen Elektrodenmaterialien für die Tests ausgewählt: (1) ITO und (2) AZO/Ag/AZO. Die optische Inspektion der Ausgangssubstrate zeigt, dass für diese speziellen Substrate der ITO-Typ eine etwa zehnmal niedrigere Substrat-Defektdichte als der AZO/Ag/AZO-Typ hat. Die Leckströme der OLED-Bauteile sind auf den ITO-Substraten (mit kleiner Defektdichte) systematisch um ca. zwei Größenordnungen geringer als auf den AZO/Ag/AZO-Substraten.

Die Entwicklung der OLED-Defektdichte bei Lagerlebensdauer tests (1400 h) zeigt einen konstanten Verlauf für die ITO-Substrate, aber einen deutlichen Anstieg für die AZO/Ag/AZO-Substrate. Damit konnte an einem konkretem Beispiel die Substratinspektion als Mittel zur Vorhersage von Bauteileigenschaften etabliert werden.

ALTERNATIVE ELECTRODE MATERIALS FOR OLED AND OPV

Within the EU project »TREASORES«, alternative electrode materials were examined for OLED and OPV applications. Further, the methods of automated optical defect inspection developed by Fraunhofer COMEDD were applied both on substrates and the OLED components produced as a result thereof, as well as correlations of two electro-optic measuring stand lifetime data.

During the optic defect inspection, substrates or components are scanned with a light microscope piece by piece, and microscopic images are taken with a CCD camera. During the subsequent automatic image processing, defects (e.g. particle scratches on a substrate or so-called »dark spots« in the luminous area of an OLED) are identified and evaluated in terms of their quantity and surface.

As an example, two concrete substrate types based on PET foil with alternative electrode materials were selected for the tests: (1) ITO and (2) AZO/Ag/AZO. The optical inspection of the initial substrate shows that for these special substrates the ITO type has a substrate defect density that is ten times lower than the AZO/Ag/AZO type. On the ITO substrates (with lower defect density), the leak flows of the OLED components are systematically lower than on AZO/Ag/AZO substrates by approximately two orders of magnitude.

The development of the defect density during the durability test (1400 h) indicates a constant course for the ITO substrates, but a clear increase for AZO/Ag/AZO substrates. Therefore, by applying a concrete example, the substrate inspection was established as means for predicting device characteristics.

IC & SYSTEM DESIGN

The core competency »IC and system design« researches and develops integrated circuits and electro-optic systems. The portfolio ranges from the layout design of OLEDs via the development of electronic components, e.g. to intelligent driving of OLEDs and microdisplays, to complex design of high-resolution OLED microdisplays with embedded image sensors in CMOS technology. Another subject presents the system integration of individual components (e.g. interactive data eye-glasses) and the development of the related software.

Design of integrated circuits

- Analog, digital, mixed signal
- Typical CMOS processes: 0.13 μm / 0.18 μm / 0.35 μm
- Conception, system design, schematics, simulation, layout, verification
- Coordination of external CMOS wafer production, test, start-up
- Typical uses: backplane development for microdisplays and sensors

Electronics development

- Based on commercialized ICs, FPGAs, microcontrollers etc.
- Conception, system design, schematics, PCB layout
- Coordination of external production, test, start-up
- Typical uses: driving of OLEDs, microdisplays and sensors

Software development

- C, C++, VHDL
- Microcontroller firmware, embedded systems, application software
- Image processing with focus on eye-tracking with hardware support

Die Kernkompetenz »IC and System Design« erforscht und entwickelt integrierte Schaltkreise und elektrooptische Systeme. Das Portfolio reicht dabei vom Layoutdesign von OLED über die Entwicklung von elektronischen Baugruppen, z. B. zur intelligenten Ansteuerung von OLED und Mikrodisplays, bis hin zum komplexen Entwurf von hochauflösenden OLED-Mikrodisplays mit eingebetteten Bildsensoren in CMOS-Technologie. Ein weiteres Thema stellt die Systemintegration der Einzelkomponenten (z. B. interaktive Datenbrille) sowie die Entwicklung der zugehörigen Software dar.

Folgende Schwerpunkte werden bearbeitet:

Entwurf von integrierten Schaltkreisen

- Analog, digital, mixed-signal
- Typische CMOS-Prozesse: 0.13 μm / 0.18 μm / 0.35 μm
- Konzeption, Sytementwurf, Schematic, Simulation, Layout, Verifikation
- Koordinierung der externen CMOS-Waferfertigung, Test, Inbetriebnahme
- Typische Anwendungen: Backplane-Entwicklung für Mikrodisplays und Sensoren

Elektronikentwicklung

- Basierend auf kommerziellen ICs, FPGA, Mikrocontrollern
- Konzeption, Sytementwurf, Schematic, PCB-Layout
- Koordinierung der externen Fertigung, Test, Inbetriebnahme
- Typische Anwendungen: Ansteuerung von OLED, Mikrodisplays und Sensoren

Softwareentwicklung

- C, C++, VHDL
- Mikrocontroller Firmware, Embedded Systems Anwendungssoftware
- Bildverarbeitung mit dem Fokus auf Eye-Tracking mit Hardwareunterstützung



Bernd Richter

ANWENDUNGSSZENARIEN INTERAKTIVER OLED-DATENBRILLEN

Bidirektionale OLED-Mikrodisplays bilden das Herzstück von interaktiven Datenbrillen. Die Möglichkeit, Dateninhalte per Blick mit den Augen zu steuern, ohne Hände oder Sprache zu benutzen, fasziniert eine Vielzahl potenzieller Anwender aus unterschiedlichsten Lebens- und Arbeitsbereichen. Das Ziel der Arbeiten am Fraunhofer COMEDD ist es, diese revolutionäre Technologie gemeinsam mit Partnern in möglichst viele Produkte zu überführen. So können kunden- und anwendungsspezifische OLED-Mikrodisplays mit passenden Farben und entsprechender Auflösung der Display- und Kamerafunktion entwickelt werden.

Doch ein Chip macht noch keine Brille! Bis zu einem fertigen Produkt sind noch viele weitere Komponenten zu entwickeln. Um dies voranzutreiben, wurde das vom BMBF geförderte Verbundprojekt »FAIR« mit den Partnern Interactive Minds, Trivisio, Fraunhofer COMEDD, Mecotec, dem Universitätsklinikum Dresden und der TU Dresden gestartet. Es widmet sich konkret der Unterstützung körperlicher Funktionen durch »hand-free Anwendungen in Erweiterter Realität« – kurz »FAIR«.

Innerhalb des Verbundprojektes werden Demonstratoren für neuartige Mensch-Maschine-Interaktion entwickelt. Bei dieser visionären Schnittstelle erfolgt die Steuerung und Interaktion des Displays über Blickbewegungen. Auf diese Weise lassen sich dargestellte Anzeigeelemente nicht nur anschauen sondern bieten gleichzeitig Möglichkeiten zur Interaktion. Die Arbeiten in »FAIR« konzentrieren sich zunächst auf drei spezielle Szenarien: ein Assistenzsystem für Menschen mit Behinderungen, der Entertainment-Bereich sowie industrielle Wartungsszenarien. Fraunhofer COMEDD arbeitet an der Entwicklung von Hardware und Software der grundlegenden Display- und Eyetracking-Funktionen.

APPLICATION SCENARIOS FOR INTERACTIVE OLED DATA EYEGLASSES

Bidirectional OLED microdisplays form the core of interactive data eyeglasses. The option of being able to control data contents by eye movement, of using it without hands or language, fascinates a large number of potential users in a variety of areas of life and work. The objective of the work engaged in by Fraunhofer COMEDD is transferring this revolutionary technology together with partners to as many products as possible. So customer and application-specific OLED microdisplays can be developed with suitable colors and appropriate resolution of the display and camera functions.

But a chip is not a pair of glasses! Many additional components still need to be developed to produce a finished product. To expedite matters, the FAIR joint project supported by BMBF was initiated with the partners Interactive Minds, Trivisio, Fraunhofer COMEDD, Mecotec, Dresden University Hospital and TU Dresden. It specifically dedicates itself to supporting physical functions by »hands-free applications in augmented reality« – »FAIR« for short.

Within the joint project, demonstrators are developed for novel man-machine interaction. With this visionary interface, the control and interaction of the display is performed by eye movements. By this method, the presented display elements can not only be viewed, but also offer the option of interaction. The work done in »FAIR« initially concentrates on three specific scenarios: an assistance system for physically disabled persons, the entertainment segment and industrial maintenance scenarios. Fraunhofer COMEDD is working on developing basic display and eye-tracking functions.

HÖHEPUNKTE

HIGHLIGHTS





INNOVATIONS AT EXHIBITIONS AND CONFERENCES

In 2013, Fraunhofer COMEDD was also represented at numerous trade fairs and conferences to introduce the institutions latest developments. The color-tunable OLED was introduced for the first time at LOPE-C, and a bioreactor for cultivating microalgae by means of OLED lighting was introduced at IDW in Japan. At the LASER trade fair, new specialties in the field of image processing – especially for OLED-on-silicon sensors – were explained.

In addition to its annual stand at the SID, in 2013 Fraunhofer COMEDD was present at the AWE Augmented World Expo in Santa Clara/USA for the first time to introduce its interactive OLED data eyeglasses. A further highlight was the invitation to the Autumn Meeting of the German Federal Crime Office to present the possibilities offered by data eyeglasses.

Fraunhofer COMEDD's position in OLED-on-Silicon and microdisplays has been honoured by the chance to organize a »Microdisplay Session« at Plastic Electronics Conference in Dresden in October 2013, chaired by Dr. Uwe Vogel of Fraunhofer COMEDD and Prof. Ian Underwood of University of Edinburgh. This session featured seven speakers from microdisplay basics, technology, devices and application. Oral presentations had been contributed by Microoled (France), Forth Dimension Displays (UK), Holoeye (D), Interactive Minds (D), University of Edinburgh (UK) and Fraunhofer COMEDD and Fraunhofer IPMS (D). Specific audience attention had been gained by Interactive Mind's CEO Markus Joos' presentation on »Google Glass – what you could have done better«, discussing digital eyewear ergonomics, such as look-around vs. see-through optics, monocular vs. binocular, fixed focus vs. accommodation of virtual near-to-eye display or human-machine-interface, e.g., by eye-tracking/gaze-control.

NEUHEITEN AUF FACHMESSEN UND KONFERENZEN

Fraunhofer COMEDD präsentierte sich auch in 2013 auf einer Vielzahl an Messen und Konferenzen, um die neuesten Entwicklungen der Einrichtung vorzustellen. So wurden auf der LOPE-C erstmals farbsteuerebare OLED und auf der IDW in Japan ein Bioreaktor zur Kultivierung von Mikroalgen mittels OLED-Beleuchtung gezeigt. Zur Messe LASER wurden neue Kompetenzen im Bereich der Bildverarbeitung – speziell für OLED-auf-Silizium-Sensoren – erläutert.

Neben dem jährlichen Stand auf der SID war Fraunhofer COMEDD 2013 erstmals auch auf der AWE Augmented World Expo in Santa Clara/USA vertreten, um die interaktive OLED Datenbrille vorzustellen. Ein weiteres Highlight war die Einladung zur Herbsttagung des Bundeskriminalamtes, um auch dort Möglichkeiten der Datenbrille zu präsentieren.

Fraunhofer COMEDD's Rolle auf dem Gebiet der OLED-auf-Silizium Technologie und Mikrodisplays wurde bestärkt durch die Chance, eine Mikrodisplay Session auf der Plastic Electronics Konferenz im Oktober 2013 in Dresden zu organisieren. Vorsitzende waren Dr. Uwe Vogel vom Fraunhofer COMEDD und Prof. Ian Underwood von der Universität Edinburgh. Auf der Session wurden die Grundlagen zu Mikrodisplays, die Technologie, Bauelemente und Anwendungen durch sieben Speaker dargebracht. Weitere Präsentationen steuerten Microoled (Frankreich), Forth Dimension Displays (UK), die Universität Edinburgh (UK) und Interactive Minds, Fraunhofer COMEDD sowie Fraunhofer IPMS (alle D) bei. Besonders der Vortrag des CEO Markus Joos von Interactive Minds zum Thema »Google Glass - what you could have done better« gewann die Aufmerksamkeit des Publikums. Darin wurde die Ergonomie von Datenbrillen u.a. zu Rundumblick vs. Durchsichtoptiken, monokular vs. binokular, fester Fokus vs. Anbringung eines virtuellen near-to-eye Displays oder Mensch-Maschine-Interface z.B. durch Augen-oder Blicksteuerung diskutiert.

◀◀ *Fraunhofer COMEDD booth at LASER 2013.*

◀ *Speaker of Microdisplay Session at Plastic Electronics Conference 2013 in Dresden.*

Dr. Rigo Herold receives Innovation Award IT during the CeBIT 2013. ▶



INTERAKTIVE OLED-DATENBRILLE GEWINNT INNOVATIONSPREIS-IT 2013

Den diesjährigen Innovationspreis-IT der Initiative Mittelstand im Rahmen der CeBIT konnte die interaktive OLED-Datenbrille des Fraunhofer COMEDD in der Kategorie Hardware für sich entscheiden.

Dieser Preis zeigt insbesondere, dass neben Google auch in Deutschland intensiv an Datenbrillen geforscht wird und dass die Datenbrille demgegenüber mit der berührungslosen Augensteuerung ein sensationelles Alleinstellungsmerkmal besitzt. Die OLED-Datenbrille des Fraunhofer COMEDD hat eine Fachjury aus 100 Professoren, Wissenschaftlern, Branchenvertretern, IT-Experten und Fachjournalisten überzeugen können, denn sie wurde allen gestellten Anforderungen gerecht: sie ist innovativ, praxisrelevant und speziell für mittelständische Unternehmen geeignet. Seit inzwischen 10 Jahren werden die besten IT-Lösungen für den Mittelstand mit dem Innovationspreis-IT ausgezeichnet. In seinem Jubiläumsjahr stellt sich der Innovationspreis-IT 2013 mehr als je zuvor unter das Motto »We Share Innovation«. Insgesamt gab es 4.900 Einreichungen in 40 Kategorien.

Die blickgesteuerte interaktive AR-Datenbrille ermöglicht dem Nutzer die Sicht auf die reale Welt und gleichzeitig auf zusätzliche virtuelle Informationen. Die Kamerafunktion im Display erfasst die Blickbewegungen und der Nutzer kann so die angezeigten virtuellen Informationen per Blick steuern. Datenbrillen finden in vielen Bereichen Anwendung, in denen man freihändig arbeiten muss und gleichzeitig Informationen benötigt.

INTERAKTIVE OLED DATA EYEGLASSES WINS INNOVATION AWARD IT 2013

This year's IT Innovation Prize for the Small Business Initiative at the CeBIT was awarded to the interactive OLED data eyeglasses from Fraunhofer COMEDD in the hardware category.

In particular, the prize demonstrates that, apart from Google, there is also intensive research into data eyeglasses in Germany and that, compared with contactless eye control, data eyeglasses have a sensational unique characteristic. OLED data eyeglasses from Fraunhofer COMEDD were able to convince a jury consisting of 100 professors, economists, industry representatives, IT experts and specialist journalists that they met all requirements: innovative, practice-related, and especially suitable for medium-sized companies. For the past 10 years, the best IT solutions for medium-sized companies have been awarded the IT Innovation prize. In its anniversary year, the theme of the 2013 IT Innovation prize can be summed up under the motto »We Share Innovation« more than ever before. There was a total of 4,900 entries in 40 categories.

The eye-controlled interactive AR data eyeglasses enable the user to view the real world and at the same time focus on additional virtual information. The camera function in the display covers the eye movements, and the user is therefore able to control the displayed virtual information by eye movement. Eyeglasses are used for many applications in which freehand work and information are required at the same time.



1ST INDUSTRY PARTNERS DAY 2013

In April 2013, Fraunhofer COMEDD opened its doors to all interested partners and customers for the 1st Fraunhofer COMEDD Industry Partners Day and invited them to learn all about topical subjects relating to organic electronics.

In so doing, Fraunhofer COMEDD offered a platform for a lively exchange of ideas which proved to be a total success. Throughout the day, over 180 visitors were introduced to the latest developments in the field of OLED technology and related fields via 19 interesting, short presentations. For example, subjects like sensor concepts with OLED technology in medical technology were highlighted as well as taking a look at mass production in the roll-to-roll production of organic solar cells or OLED thin film encapsulation technologies. In addition, a large number of Fraunhofer COMEDD partners were gained which contributed to the forum's success through lectures, information stands in the accompanying exhibition and sponsoring actions.

At the same time, visitors were able to gain an insight into the current work of Fraunhofer COMEDD and take a look at our company and current exhibits, and the latest demonstrators via various guided tours through laboratories, the cleanroom and showroom.

At the end of the first Industry Partners Day, a get-together was sponsored which, in addition to the breaks between the presentations, many participants used for a direct exchange with company employees and visitors. Following its successful launch, the event will also be held in 2014.

1. INDUSTRY PARTNERS DAY 2013

Im April 2013 öffnete das Fraunhofer COMEDD seine Türen zum 1. Fraunhofer COMEDD Industry Partners Day für alle interessierten Partner und Kunden und lud ein, sich über aktuelle Themen rund um die organische Elektronik zu informieren.

Dabei sollte der Fraunhofer COMEDD Industry Partners Day eine Plattform zum regen Austausch bieten, was sich als großer Erfolg erwies. Den über 180 Besuchern wurden über den ganzen Tag verteilt, in insgesamt 19 interessanten Kurzpräsentationen die neuesten Entwicklungen im Bereich der OLED-Technologie und verwandten Gebieten vorgestellt. So wurden bspw. Themen wie Sensorkonzepte mit OLED-Technologie in der Medizintechnik ebenso wie Ausblicke auf Massenproduktion in der Rolle-zu-Rolle-Produktion von organischen Solarzellen oder OLED-Dünnschichtverkapselungstechnologien aufgezeigt. Es konnten eine Vielzahl an Partnern des Fraunhofer COMEDD gewonnen werden, die zum Gelingen des Forums durch Vorträge, Infostände in der begleitenden Ausstellung und Sponsorings beitrugen.

Parallel erhielten die Besucher einen Einblick in die derzeitigen Tätigkeiten des Fraunhofer COMEDD und konnten auf verschiedenen Labor-, Reinraum- und Schauraumführungen einen Blick in unser Haus und auf die aktuellen Exponate und neuesten Demonstratoren werfen.

Zum Abschluss des ersten Industry Partners Days wurde ein Get-Together gesponsert, das neben den Pausen zwischen den Vortragsblöcken von vielen Teilnehmern zum direkten Austausch mit den Mitarbeitern des Hauses und den Besuchern genutzt wurde. Nach dem gelungenen Auftakt ist eine Fortsetzung der Veranstaltung im Jahr 2014 vorgesehen.

◀◀ *Visitors during presentations at Industry Partners Day.*

◀ *Showroom-tour during Industry Partners Day.*

Participants of COLAE practical OLED Lighting and Displays training course at Fraunhofer COMEDD cleanroom. ▶



ERSTMALS PRAXIS-WORKSHOPS ZU DEN THEMEN OLED UND OPV DURCHGEFÜHRT

In jeweils 4-tägigen Workshops wurde dieses Jahr neben Theorie zu Grundlagen von OLED bzw. OPV erstmals auch Praxiswissen durch direkte Arbeiten von den Teilnehmern im Reinraum vermittelt. Die Teilnehmer wurden in kleinen Gruppen entsprechend ihres individuellen Wissensstandes über die Entwicklungsgeschichte bis zum Stand der Technik informiert. Darauf aufbauend wurden die Funktionsweise und die physikalischen Grundlagen der Bauteile, sowie die Beschreibung der Herstellungsprozesse vermittelt. Dies umfasste u. a. die Themen Substratstrukturierung, Reinigungs- und Abscheidemethoden und Bauelementverkapselung.

Insgesamt konnten die Teilnehmer je nach Workshop im Reinraum eine eigene OLED bzw. organische Solarzelle herstellen und verkapseln. Für die meisten Teilnehmer war die Arbeit im Reinraum, mit Gloveboxen und Vakuumbeschichtungsanlagen eine Premiere, die erfolgreich mit funktionierenden Bauelementen beendet wurde.

Nach einer Einweisung in das Messequipment bekamen die Teilnehmer auch Gelegenheit die entstandenen Bauelemente mit unterschiedlichen Analysemethoden zu charakterisieren. Hierzu standen neben Mikroskopen zur Defekt- und Partikelsuche auch thermo-elektrische und elektro-optische Messsysteme zur Verfügung. Die Solarzellen wurden an einem Sonnensimulator vermessen und an einem Solarzellen-Mapper flächig untersucht. Abschließend wurden die Messdaten analysiert und ausgewertet. Die persönlich gefertigten Bauelemente erhielten die Teilnehmer nebst Teilnahmezertifikat am Ende des Workshops.

Aufgrund des äußerst positiven Feedbacks aller Teilnehmer ist eine Wiederholung im Jahr 2014 geplant.

INITIAL WORKSHOP ON THE SUBJECTS OF OLED AND OPV WITH RESPECT TO THEORY AND PRACTICE

During this year's four-day workshop, apart from the theory on the basics of OLED and/or OPV, practical know-how was imparted by participants while working directly in the cleanroom for the first time. Depending on their individual level of knowledge, small group participants were informed on the history and the present state-of-the-art technology. On this basis, the functionality and physical basis of the components, as well as the description of production processes, were conveyed. This included, e. g. the subjects of substrate structuring, cleaning and deposition methods, as well as component encapsulation.

Overall participants were able to produce and encapsulate their own OLEDs and/or organic solar cells. For most of the participants, working in a cleanroom with glove boxes and vacuum coating systems was a first experience, which was successfully concluded with functioning components.

Following the introduction into measuring equipment, participants were also given the opportunity to characterize the creative components with various methods of analysis. As well as microscopes for defect and particle search, they also had electro-optical measuring systems at their disposal. Solar cells were measured extensively at a sun simulator and a solar cell mapper. Finally, the measuring data was analyzed and evaluated. At the end of the workshop, the participants received the components they had produced as well as a certificate of participation.

Due to the very positive feedback from all participants, the event will be repeated in 2014.

WISSENSMANAGEMENT

KNOWLEDGE MANAGEMENT



PATENTS

Organische Leuchtdioden für flächige Dünnschichtleuchtkörper, Signalleuchten und Warnsignalen auf Karosserien DE 10 2004 018 647.2	<input type="checkbox"/>
Leuchtdiode und Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode DE 11 2004 002 833.7	<input type="checkbox"/>
Optische Anordnung JP 2007-157089	<input type="checkbox"/>
Chip zum Analysieren eines Mediums mit integriertem organischem Lichtemitter EP 08020309.4-2204	<input type="checkbox"/>
Organisches elektronisches Bauelement mit trockenmittelhaltigem Passivierungsmaterial DE 10 2007 046 018.1	<input type="checkbox"/>
Elektronisches Bauelement und Verwendung von stickstoffhaltigen Makrozyklen als Dielektrikum in organischen elektronischen Bauteilen DE 10 2007 037 906.6	<input type="checkbox"/>
Microwave-assisted Synthesis of Fluorinated Phthalocyanines WO 2009/039068; EP 09747059.5	<input type="checkbox"/>
Flächige Leuchtkörper und ein Verfahren zum Kontaktieren flächiger Leuchtkörper DE 10 2008 027 519.0	<input type="checkbox"/>
Organisches opto-elektrisches Bauelement und ein Verfahren zu Herstellung eines organischen opto-elektrischen Bauelements DE 10 2008 049 057-1-33; EP 09 778 591.9-2203; US 13/071,604	<input type="checkbox"/>
Unterdrückung partieller Kurzschlussursachen bei elektrischen Bauelementen auf Basis organischer Materialien DE 10 2009 057 212.0-33	<input type="checkbox"/>
Organisches photoelektrisches Bauelement DE 10 2009 046 755.6-33; EP 10191333.3	<input type="checkbox"/>
Schaltungsanordnung für in einer zweidimensionalen Matrix angeordnete organische Leuchtdioden WO 2011/000464; KR 2012-7027676; CN 201180032087.5; US 13/643,188	<input type="checkbox"/>
Beleuchtungselement DE 10 2010 023 550.4-33; JP 2011-117192; US 13/067,343	<input type="checkbox"/>
Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Deckelektroden auf organischen elektronischen Elementen DE 10 2010 053 722.5-45; WO 2011/071300	<input type="checkbox"/>
Bidirektionales Display und Ansteuerung desselben US 14/122,970; EP 11 749 329.6-1562; KR 10-2013-7031770; TW 101119045	<input type="checkbox"/>
Elektrolumineszente Lichtemissionseinrichtung mit einer optischen Gitterstruktur und Verfahren zu Herstellung derselben EP 2 541 637 A1; WO 2013/001064	<input type="checkbox"/>
Organische Leuchtdioden oder organische photovoltaische Elemente sowie ein Herstellungsverfahren DE 10 2011 106 390.4	<input type="checkbox"/>

PATENTE

PATENTS

Verfahren zur pin-pin Serienschaltung transparenter oder beidseitig funktionaler Bauelemente DE 10 2012 024 599.8	□
Verfahren zur Strukturierung von großflächigen Elektroden (Elektrodenseparatoren) DE 10 2012 016 377.0	□
Beleuchtungselement mit unregelmäßiger Strukturierung DE 10 2012 206 111.8	□
Organische Solarzelle EP 12 001 675.3	□
Elektrodenseparator DE 10 2012 021 691.2	□
Lichtkompositionssystem DE 10 2013 201 650.6	□
Verfahren zur Herstellung strukturierter OLED, OPV, OPD Bauelemente DE 10 2013 205 714.8	□
Funktionalisierung von flexiblen transparenten Silbernanodraht-Elektroden mit organischer Schicht PCT/EP2013/077358	□
Verfahren zum Ändern einer Umwandlungseinheit einer Spektrumwandlungsschicht für ein lichtemittierendes Bauelement und lichtemittierendes Bauelement DE 103 12 679 B4; TW I277362	■
Leuchtdiodenmatrix und Verfahren zum Herstellen einer Leuchtdiodenmatrix US 8,063,398 B2	■
Display aus organischen Leuchtdioden und Verfahren zu dessen Herstellung TW I248324	■
Vorrichtung und Verfahren zum Ansteuern einer organischen Leuchtdiode TW I326065	■
Vorrichtung zur Reinigung von Innenräumen in Vakuumkammern DE 10 2005 025 101 B3	■
Beleuchtungsvorrichtung DE 10 2005 029 431 B4; US 7,646,451 B2	■
Optische Anordnung DE 10 2006 030 541 B4; US 8,274,034 B2	■
Verfahren zur Herstellung flächiger elektromagnetische Strahlung emittierender Elemente mit organischen Leuchtdioden DE 10 2006 030 536 B3	■
Verfahren zur Ansteuerung einer Passiv-Matrix-Anordnung organischer Leuchtdioden DE 10 2006 030 539 B4	■
Integrierter Optokoppler mit organischem Lichtemitter und anorganischem Photodetektor US 7,626,207 B2; DE 10 2006 040 788.1	■

Reflexkoppler mit integriertem organischen Lichtemitter sowie Verwendung eines solchen Reflexkopplers	■
DE 10 2006 040 790 B4; US 7,897,961 B2; JP 2007-223398	
Selbstleuchtende Vorrichtung	■
DE 10 2005 057 699 B4	
Dotiertes Halbleitermaterial und dessen Verwendung	■
DE 10 2007 037 905 B4	
Chip zum Analysieren eines Mediums mit integriertem organischem Lichtemitter	■
DE 10 2007 056 275 B3	
Organisches elektronisches Bauelement mit trockenmittelhaltigem Passivierungsmaterial	■
US 7,928,434 B2	
Modul und Verfahren zu seiner Herstellung	■
DE 10 2007 034 252 B4; US 8,212,264 B2; JP 2010-516368	
Beleuchtungsanordnung und Verfahren zur Erzeugung einer flächigen Lichtausgabe	■
DE 10 2008 019 926 B4; JP 2009-101508; US 12/417,401	
Flächige Leuchtkörper und ein Verfahren zum Kontaktieren flächiger Leuchtkörper	■
US 8,071,999 B2; JP 2009-135779	
Organisches opto-elektrisches Bauelement und ein Verfahren zur Herstellung eines organischen opto-elektrischen Bauelements	■
JP 2001-528221	
Anzeige zur Darstellung eines Musters und ein Verfahren zum Herstellen einer Anzeige	■
DE 10 2008 059 214 B4	
Autostereoskopisches Display	■
DE 10 2009 052 653 B4	
Organisches photoelektrisches Bauelement	■
US 12/947,621	
Schaltungsanordnung für in einer zweidimensionalen Matrix angeordnete organische Leuchtdioden	■
DE 10 2010 019 667.3-32	
Verfahren zur pin-pin Serienschaltung transparenter oder beidseitig funktionaler Bauelemente	■
US 13/719,641	

PUBLICATIONS

Beyer, B.; Griese, D.; Schirrmann, C.; Pfeifer, R.; Kahmann, S.; Hild, O. R.; Leo, K.

Small molecules bulk heterojunction organic solar cells with coumarin-6 as donor material

In: Thin Solid Films, Vol. 536, 2013, S. 206-210

Fehse, K.; Zakhidov, A.; Schedwill, I.; Vogel, U.

New research and pilot fabrication line combining organic and inorganic processes

In: CMM International

Fischer, A.; Koprucki, T.; Gärtner, K.; Tietze, M.; Brückner, J.; Lüsse, B.; Leo, K.; Glitzky, A.; Scholz, R.

Feel the heat: Nonlinear electrothermal feedback in Organic LED

In: Advanced Functional Materials

Freitag, P.; Gil, T.-H.; Törker, M.; Hild, O. R.; Hesse, J.

Colorvariable OLEDs for novel concepts of area lighting

LOPE-C 2013, München

Hild, O. R.; Schlebusch, D.; Fehse, K.; Steglich, T.; George R.

Entwicklung von Strichplatten mit mikrostrukturierten OLEDs

In: Online-Zeitschrift Werkstattstechnik wt, 2013, Nr. 11/12, S. 858-859

Hild, O. R.

Organische Photovoltaik und ihr Beitrag zur Energiewende

4. PV-Symposium »PV und Energiewende«, 2013, Bitterfeld-Wolfen

Hoffmann, M.; Kristukat, C.; Diekmann, K.

OLED lifetime determination procedure and proposal for standardisation

In: Organic light-emitting diodes (OLEDs): materials, devices and applications, S. 601-634

Keibler, C.; Hild, O. R.; Leo, K.; Müller-Meskamp, L.

Direct encapsulation of OLEDs with different thin film methods

LOPE-C 2013, München

Lehmann, C.; Mogck, S.; Wanski, T.; May, C.

Roll-to-Roll inspection concepts for large area flexible organic devices

Plastic Electronics, 2013, Dresden

Leo, K.; May, C.

New functionalities in lightweight structures by flexible organic electronics

17th International Dresden Lightweight Engineering Symposium, 2013, Dresden

May, C.

Entwicklungstrends der OLED-Technologie

Grundlagen der OLED-Technologie

VDI-Spezialtag: »OLED in der Beleuchtung«, 2013, Düsseldorf

May, C.

Flexible OLED-Beleuchtungsmodule und ihre Anforderungen an transparente leitfähige Elektroden

EFDS-Workshop »Transparente leitfähige Materialien (TCO/TCM) – Festkörperphysikalische Grundlagen und Technologien«, 2013, Dresden

May, C.

Flexible OLED for lighting

Seminar, Sungkyunkwan University, 2013, Suwon, Korea and The 5th Int. Workshop on Flexible & Printable Electronics, 2013, Jeonju, Jeollabuk-do, Korea

May, C.

Flexible OLED for new functionalities in lightweight structures

Plastic Electronics, 2013, Dresden

May, C.

Flexible und transparente Beleuchtungslösungen mit OLED – Status und zukünftige Entwicklungen

Spectaris-Fachverband Photonik und Präzisionstechnik, Herbsttagung, 2013, Berlin

May C.; Mogck, S.

Future Lighting: Roll-to-roll fabrication for flexible OLED lighting

In: Flash – Das Tridonic Kundenmagazin

May, C.

Integration of flexible OLED devices

The 5th Int. Workshop on Flexible & Printable Electronics, 2013, Jeonju, Jeollabuk-do, Korea

May, C.

New trends in OLED lighting

Printed Electronics Europe, 2013, Berlin

May, C.

Next generation flexible lighting by OLED technology

LpS 2013 – 3rd LED professional Symposium + Expo, Bregenz, Austria

May, C.

OLED – a coming lighting technology in the automotive industry

Intelligent Automotiv Lighting, 2013, Wiesbaden

May, C.

OLED für Beleuchtung – Status und Möglichkeiten

LED Praxis Entwicklungsforum, 2013, Würzburg

May, C.; Hild, O. R.

Small Molecule Organic Photovoltaic (OPV)

Printed Electronics Europe, 2013, Berlin

May, C.

Vakuumbeschichtungsverfahren für großflächige organische Bauelemente

EFDS-Workshop »Beschichtungs- und Strukturierungsverfahren für die organische Elektronik«, 2013, Dresden

Pfeifer, R.; Fehse, K.; Vogel, U.; Leo, K.

Optimizing nanostructures to enhance optical outcoupling of OLED microdisplays

SID 2013, Display Week, 2013, Vancouver, Kanada

Philipp, A.; Hild, O. R.; Leo, K.; Baumann, R. R.

Optimization of screen printing processes for OLED substrate patterning

Printing Future Days 2013, Chemnitz, S. 25-30

Rahnfeld, C.

OLED – Die Flächenlichtquelle: Zum Entwicklungsstand der Organischen Leuchtdiode (OLED)

In: Laser und Photonik, 3/2013, S. 22-25 and In: Sonderheft »Elektro Special Project: LEDs 5«

Rahnfeld, C.

OLED – Schwester der LED?

In: DESIGN REPORT, 02/2013, S. 24-27

Thomschke, M.; Fehse, K.; Richter, B.; Wartenberg, P.; Pfeifer R.; Vogel, U.

Active Matrix OLED Microdisplay for augmented reality applications with improved color space

20th International Display Workshops IDW, 2013, Sapporo, Japan, S. 866-868

Vogel, U.; Richter, B.; Fehse, K.; Wartenberg, P.; Baumgarten, J.; Zakhidov, A.

OLED-on-Silicon: Microdisplays for Interactive Eyeglasses and beyond

Plastic Electronics Conference, 2013, Dresden

Zakhidov, A.; Vogel, U.

OLED-on-Silicon: Widenig the scope of silicon photonics

IEEE International Semiconductor Conference Dresden Grenoble, 2013, Dresden, Paper

ACADEMIC THESES

Dissertations	Dissertationen
Beyer, Beatrice	Architectural Approaches for the Absorption Layer and their Impact on Organic Solar Cells
Diploma Theses	Diplomarbeiten
Asche, Claudia	Algorithmische Verarbeitung von kontrastarmen Bildern eines Eyetracking-Systems Technische Universität Dresden Betreuer: Judith Baumgarten
Diesing, Martin	Entwicklung eines Kostenmodells für die Herstellung von OLED-Bauelementen Hochschule Mittweida (FH) Betreuer: Dr. Christian May
Hofmann, Stefan	Untersuchung zur Anbindung von OLED-Mikrodisplays mit bidirektionaler Datenschnittstelle an mobile Kommunikationsgeräte Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH) Betreuer: Dr. Rigo Herold
Rolle, Martin	Untersuchungen zur Auslagerung der Signalvorverarbeitung für bidirektionale OLED-Mikrodisplays auf einem System-on-Chip (SoC) Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH) Betreuer: Dr. Rigo Herold
Thiele, Toni	Entwicklung eines Streulichtpartikelmessgerätes unter Verwendung eines bidirektionalen OLED-Mikrodisplays Hochschule Anhalt (FH) Betreuer: Dr. Rigo Herold

ANFAHRT

HOW TO REACH US

MIT DEM AUTO

Über die Autobahn A4 an der Anschlussstelle »Dresden-Flughafen« abfahren und die Hermann-Reichelt-Straße in Richtung Hoyerswerda benutzen. Diese mündet in die Grenzstraße. Die Maria-Reiche-Straße ist die erste Abzweigung rechts nach dem Dörnichtweg.

ÖFFENTLICHE VERKEHRSMITTEL

Nach der Ankunft im Flughafen Dresden entweder den Bus 80 bis zur Haltestelle »Grenzstraße Mitte« am Anfang des Dörnichtwegs benutzen und noch 150 m der Grenzstraße folgen oder mit der S-Bahn eine Haltestelle bis Dresden-Grenzstraße fahren. Von dort der Grenzstraße in Fahrtrichtung etwa 400 m folgen und rechts in die Maria-Reiche-Straße abbiegen.

Aus Richtung Innenstadt Straßenbahn 7 bis Haltestelle »Arkonasstraße« benutzen. Dann nach links durch das Wohngebiet zur Grenzstraße laufen und dieser links folgen.

Alternativ fahren Sie mit der S-Bahn Linie 2 bis Dresden-Grenzstraße. Diese entgegengesetzt zur Fahrtrichtung ca. 400 m zurückgehen. Die Maria-Reiche-Straße zweigt rechts ab.

BY CAR:

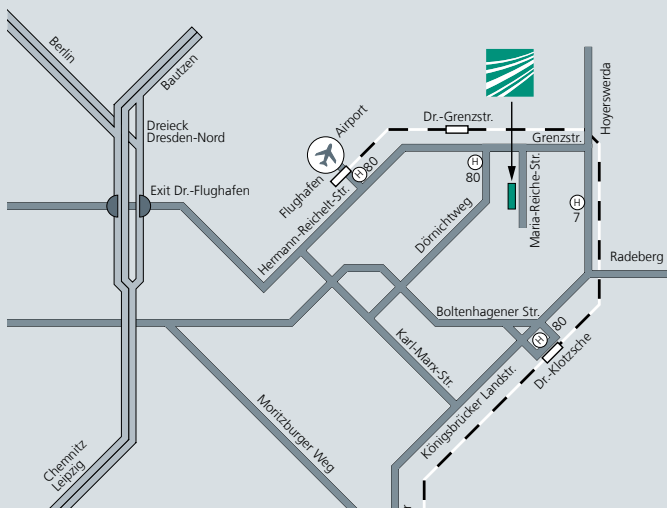
Follow motorway A4, exit at »Dresden-Flughafen« and drive in direction Hoyerswerda along Hermann-Reichelt-Straße, which leads into the Grenzstraße. Maria-Reiche-Straße is the first road to the right after Dörnichtweg.

BY PUBLIC TRANSPORT:

After arriving at airport Dresden use either bus 80 to bus stop »Grenzstraße Mitte« at the beginning of Dörnichtweg and follow Grenzstraße for 150 m or take city railway to station »Dresden-Grenzstraße« and walk about 400 m further along Grenzstraße.

From Dresden city take tram 7 to stop "Arkonasstraße", turn left and cross the residential area diagonally to Grenzstraße. Follow this road for about 10 min to the left and you will reach Maria-Reiche-Straße.

Alternatively take train S2 to »Dresden-Grenzstraße« and walk back on the street for about 400 m. Maria-Reiche-Straße is the first road to the right after Dörnichtweg.





KONTAKT

CONTACT INFORMATION

INES SCHEDWILL

Tel. +49 351 / 8823 - 238

Fax +49 351 / 8823 - 394

info@comedd.fraunhofer.de

SOCIAL MEDIA

www.comedd.fraunhofer.de



www.twitter.com/fhg_comedd



www.facebook.com → Fraunhofer COMEDD



www.plus.google.com → Fraunhofer COMEDD



www.youtube.com/FraunhoferCOMEDD



www.linkedin.com/company/fraunhofer-comedd



www.xing.com/companies/fraunhofercomedd



ISO 9001 CERTIFICATION



IMPRESSUM

EDITORIAL NOTES

© Fraunhofer-Einrichtung für Organik, Materialien und Elektronische Bauelemente COMEDD, Dresden 2014

RECHTE

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur mit Genehmigung der Institutsleitung.

GESTALTUNG

Fraunhofer COMEDD

ÜBERSETZUNG

Fraunhofer COMEDD; KERN AG, Dresden

DRUCK

Druckerei Wagner Verlag und Werbung GmbH,
Großschirma OT Siebenlehn

FOTOS

Fraunhofer COMEDD; Fraunhofer-Gesellschaft (S. 11);
Photographie Jürgen Lösel

© Fraunhofer Research Institution for Organics, Materials and Electronic Devices COMEDD, Dresden 2014

COPYRIGHTS

All rights reserved. Reproduction requires the permission of the Director of the Institution.

LAYOUT

Fraunhofer COMEDD

TRANSLATION

Fraunhofer COMEDD; KERN AG, Dresden

PRINT

Druckerei Wagner Verlag und Werbung GmbH,
Großschirma OT Siebenlehn

PHOTOS

Fraunhofer COMEDD; Fraunhofer-Gesellschaft (p. 11);
Photographie Jürgen Lösel

OLED-microdisplay

© Fraunhofer Research Institution for Organics, Materials and
Electronic Devices COMEDD, Dresden 2014

