



**JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT
2018/19**

INHALT

JAHRESBERICHT 2018 / 19

Vorwort	2
Organigramm	4
Kuratorium	5
Zahlen und Fakten	6

AUS DER FORSCHUNG

Flache und flexible Produkte	10
Beschichtung von metallischen Platten und Bändern	12
Elektronenstrahl-Anwendungen	14
Beschichtung von Bauteilen	16
Präzisionsbeschichtung	18
Flexible organische Elektronik	20
Mikrodisplays und Sensorik	22
Medizinische Applikationen	24
Werkstoffkunde/Analytik	26
Systeme	28

ANHANG

Die Fraunhofer-Gesellschaft	32
Mitgliedschaften	33
Fraunhofer Verbund Light & Surfaces	34
Namen, Daten und Ereignisse	36
Rückblick	40
Förderprojekte	42
Kontakt	45
Impressum	46

CONTENT

ANNUAL REPORT 2018 / 19

Foreword	3
Organizational structure	4
Advisory board	5
Facts and figures	6

RESEARCH NEWS

Flat and flexible products	11
Coating of metal sheets and strips	13
Electron beam applications	15
Coating of components	17
Precision coating	19
Flexible organic electronics	21
Microdisplays and sensors	23
Medical applications	25
Materials analysis	27
Systems	29

APPENDIX

The Fraunhofer-Gesellschaft	32
Memberships	33
Fraunhofer Group for Light & Surfaces	34
Names, dates and events	36
Highlights	40
Funded projects	42
Contact	45
Imprint	46

Titelfoto: Neubau Gebäude S des Fraunhofer FEP auf der Winterbergstraße 31f in Dresden
Titel photo: New building of the Fraunhofer FEP at Winterbergstraße 31f in Dresden

70 JAHRE
FRAUNHOFER
70 JAHRE
ZUKUNFT
#WHATSNEXT

Deutschland
Land der Ideen



Ausgezeichneter Ort 2018



JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT

2018/19

VORWORT

Geschätzte Partner des Fraunhofer FEP,
geschätzte Leserinnen und Leser,

gern nehmen wir den Jahresbericht 2018 zum Anlass für Rückschau und Ausblick auf die wesentlichen Entwicklungen in unserem Institut. Dank des fortwährenden großen Engagements unserer Mitarbeiter stand das letzte Jahr erneut im Zeichen guter Erträge im öffentlichen Sektor sowie in der Industrie.

Das Fraunhofer FEP hat sich über viele Jahre ein umfangreiches Know-how in der Elektronenstrahltechnologie erarbeitet und konnte hier die diesjährig größten Industrieerträge erzielen. Hervorzuheben ist die nicht-thermische Elektronenbehandlung von Saatgut. Als eine der Technologien mit der längsten Historie an unserem Institut ist sie nach wie vor aktuell und zukunftsweisend – im Sommer 2018 wurden dazu neu entwickelte Anlagen bei unseren Partnern eingeweiht.

Ein Höhepunkt 2018 im Geschäftsfeld „Flache und Flexible Produkte“ war die Technologieüberführung der Aluminiumoxid-Beschichtung von Verpackungen zu Industriepartnern. Ziel ist es, die Prozesse so weiterzuentwickeln, dass neuartige und nachhaltige Verpackungen geschaffen werden.

Der Bereich Flexible Organische Elektronik blickt ebenfalls auf ein erfolgreiches Geschäftsjahr zurück. Organische Leuchtdioden (OLED) als neuartige und stilvolle Lichtquellen haben ihren Weg in die Automobilbranche gefunden und werden stark von Automobilzulieferern als Designmerkmal nachgefragt. Um den Weg der OLED auch zum Endverbraucher zu ebnen, wurde das OLED Licht Forum e. V. gegründet. Das Fraunhofer FEP ist die einzige Forschungs- und Entwicklungseinrichtung unter den zehn Gründungsmitgliedern. Nach wie vor ist auch das Interesse an kundenspezifischen Entwicklungen im Bereich Mikrodisplays und Sensorik

groß. Die neuesten Generationen OLED-Mikrodisplays für Augmented-Reality- und Virtual-Reality-Anwendungen erweckten national und international Interesse. Um die Forschung weiterhin auf höchstem Niveau zu halten, sind nun strategische Investitionen geplant mit dem Ziel, eine effizientere Verkapselungstechnologie der Mikrodisplays zu entwickeln. Überdies wird der Bereich künftig im Exzellenzcluster CeTI (Center for Tactile Internet with Human-in-the-Loop) der TU Dresden Beiträge zur Entwicklung von tragbaren Sensoren und Displays mit multimodalem Feedback für die effiziente Mensch-Maschine-Interaktion leisten.

Besonders hervorzuheben sind die weiterhin beachtlichen Entwicklungen in der Abteilung „Medizinische und Biotechnologische Applikationen“. Zusammen mit dem Fraunhofer IZI wurden im Projekt ELVIRA die Grundlagen geschaffen, Viren und Bakterien in flüssigen Medien zu inaktivieren, um beispielsweise Impfstoffe schneller und mit einer verbesserten Wirksamkeit als bisher herstellen zu können.

Das Fraunhofer FEP leistet federführend einen wichtigen Beitrag zum Erhalt des Kulturerbes und ist Partner in einem der größten derzeit laufenden deutschen Forschungsprojekte auf diesem Gebiet. Im Herbst 2018 wurden unsere analytischen Untersuchungen zur Restaurierung von Originalhandschriften aus dem 15. Jahrhundert vorgestellt.

Für das Jahr 2019 zeichnet sich bereits jetzt eine stabile Entwicklung des Instituts ab.

Wir danken unseren Kunden, Partnern und Zuwendungsgebern herzlich für das Interesse an unserem Institut sowie das entgegengebrachte Vertrauen und die Zusammenarbeit!



Prof. Dr. Volker Kirchhoff



FOREWORD

Valued partners and esteemed readers,

we are pleased to take the opportunity with this our 2018 Annual Report to look back over to the key developments at our institute, and to look ahead. Thanks to the continued strong commitment of our employees, the last year saw again good earnings in the public sector as well as in the industry.

The Fraunhofer FEP has accumulated extensive know-how in electron-beam technology over many years and achieved this past year its highest ever income from industry. The non-thermal electron-beam dressing of seeds deserves special mention. As one of the technologies with the longest history at our institute, it continues to be state-of-art and pioneering – newly developed systems were inaugurated at our partners' facilities in the summer of 2018.

A highlight in 2018 in the Flat and Flexible Products business unit was the transfer of aluminium-oxide coating technology for packaging to industrial partners. The goal is to further develop the processes in such a way that novel and sustainable packaging is created.

The Flexible Organic Electronics division can also look back on a successful fiscal year. Organic light-emitting diodes (OLEDs) as novel and stylish lighting sources have found their way into the automotive sector and as a design feature are in high demand among automotive suppliers. The OLED Light Forum e. V. was founded to pave the way for OLEDs to reach the end consumer as well. The Fraunhofer FEP is the sole research and development institution among the ten founding members.

The interest in customer-specific developments in the field of microdisplays and sensor technology continues to be

high. The latest generations of OLED microdisplays for augmented-reality and virtual-reality applications have aroused national and international interest. In order to maintain research at the highest level, strategic investments are now planned with the goal of developing more-efficient encapsulation technology for microdisplays. In addition, the division will in future contribute to the CeTI (Center for Tactile Internet with Human-in-the-Loop) Excellence Cluster at TU Dresden by developing wearable sensors and displays with multimodal feedback for efficient human-machine interaction.

Particularly noteworthy are the continued considerable developments in the Medical and Biotechnological Applications department. Together with Fraunhofer IZI, the ELVIRA project has created the basis for inactivating viruses and bacteria in liquid media to be able to produce vaccines faster than before yet with improved efficacy.

The Fraunhofer FEP plays a lead role in important contributions to the preservation of cultural heritage and is a partner in one of the largest German research projects in this field. Our analytical studies on the restoration of original manuscripts from the 15th century were presented in autumn 2018.

Continued growth of the Institute is already evident in 2019. We would like to warmly thank our customers, our partners, and our funding agencies for their interest in our institute as well as their cooperation and the trust they have placed in us!

Prof. Dr. Volker Kirchhoff

ORGANIGRAMM

ORGANIZATIONAL STRUCTURE

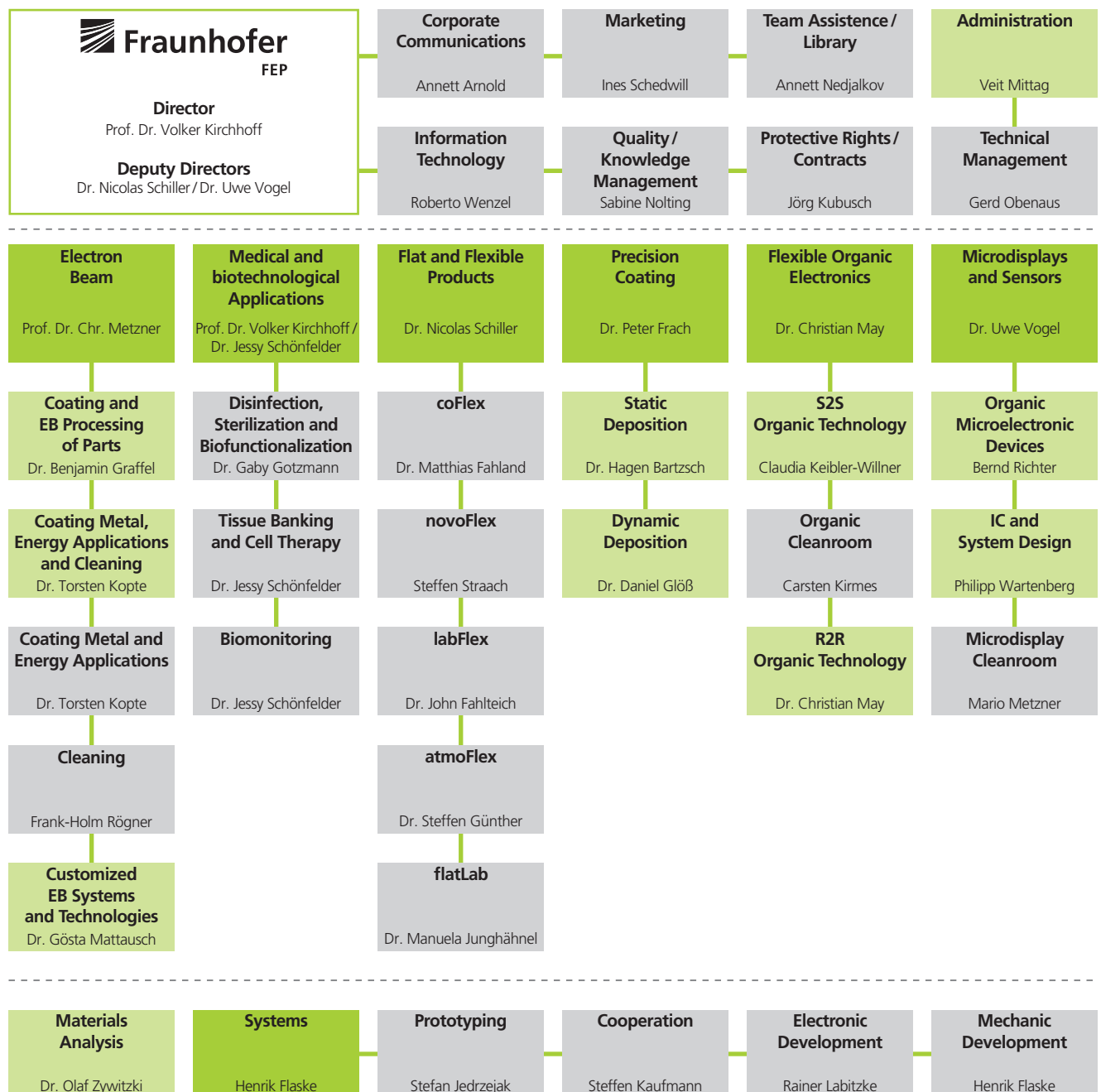




Foto: 29. Kuratoriumssitzung am 15. Mai 2018
 Photo: 29th Advisory Board Meeting on May 15, 2018

KURATORIUM ADVISORY BOARD

MITGLIEDER DES KURATORIUMS

Prof. Dr. Herwig Buchholz	Merck KGaA, Global Head R&D – OLED Chemistry/Strategic Developments Kuratoriumsvorsitzender
Dipl.-Ing. Ralf Kretzschmar	Pharmatec GmbH – A Bosch Packaging Technology Company, General Manager Stellvertretender Kuratoriumsvorsitzender ab 01.07.2018
MRin Dr. Annerose Beck	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst Leitung Referat 43: Bund-Länder-Forschungseinrichtungen
Dr. Ulrich Engel	Stellvertretender Kuratoriumsvorsitzender bis 30.06.2018, ab 01.07.2018 Gast des Kuratoriums
Dr. Gunter Erfurt	Meyer Burger (Germany) AG, Chief Executive Officer
MdL Aline Fiedler	Sächsischer Landtag, CDU-Fraktion
Dr. Bernd Fischer	DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, Leiter Anlagenbau Teilungen
Prof. Dr. med. Richard Funk	TU Dresden, Medizinische Fakultät, Institut für Anatomie, Direktor (Mitglied des Kuratoriums bis 31.12.2018)
Prof. Dr.-Ing. habil. Gerald Gerlach	TU Dresden, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Festkörperelektronik, Direktor
Dr. Leonore Glanz	Robert Bosch GmbH
Dipl.-Phys. Hans-Christian Hecht	VON ARDENNE GmbH, Chief Technology Officer (Mitglied des Kuratoriums bis 31.12.2018)
Dipl.-Ing. Konrad Herre	Organic Electronics Saxony e.V., Vorstand (Mitglied des Kuratoriums bis 31.12.2018)
Dipl.-Ing. Dirk Hilbert	Landeshauptstadt Dresden, Oberbürgermeister (Mitglied des Kuratoriums bis 31.12.2018)
Prof. Dr. Markus Holz	ALD Vacuum Technologies GmbH, Vorsitzender der Geschäftsleitung
Dipl.-Ing. Peter G. Nothnagel	Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Tino Petsch	3D-Micromac AG, Vorstandsvorsitzender
Prof. Dr. Michaela Schulz-Siegmund	Medizinische Fakultät der Universität Leipzig, Institut für Pharmazie Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie
Dr. Norbert Thyssen	Infineon Technologies Dresden GmbH, Senior Director R&D
MR Christoph Zimmer-Conrad	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Leitung Referat 36: Industrie

GÄSTE DES KURATORIUMS

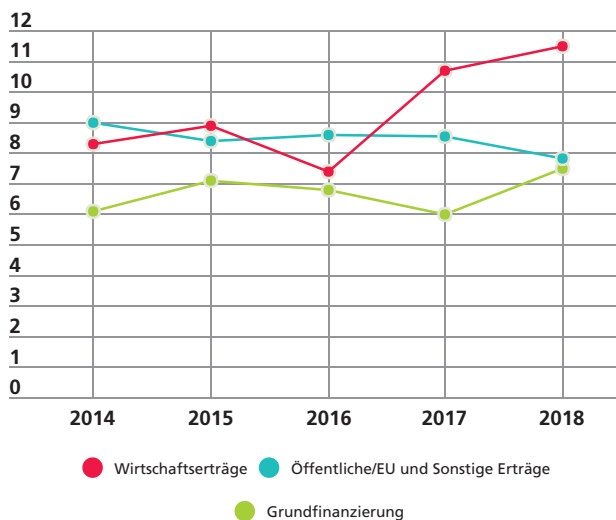
Dr. Patrick Hoyer	Fraunhofer-Gesellschaft Institutsbetreuer
Dr. Hans-Ulrich Wiese	Fraunhofer-Gesellschaft Vorstand a.D.

ZAHLEN UND FAKTEN FACTS AND FIGURES

FINANZIERUNG

FINANCING

(in Mio. €)

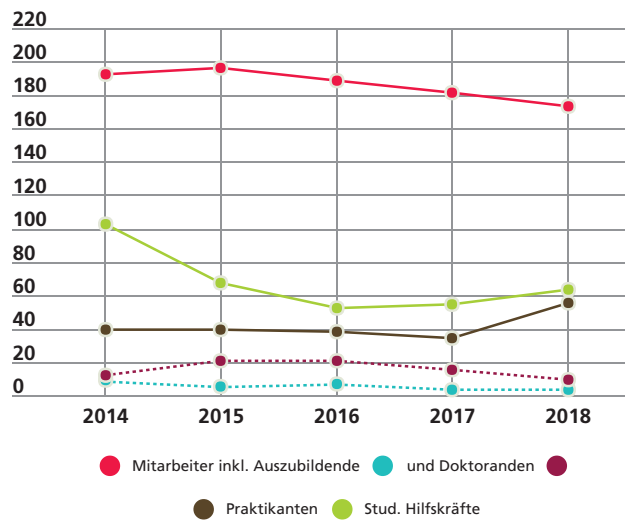


Das Fraunhofer FEP konnte durch direkte Aufträge aus der Industrie 11,5 Mio. € erwirtschaften. Aus öffentlichen Projekten, gefördert von EU, Bund und Ländern, wurden Erträge in Höhe von 7,8 Mio. € erzielt. Davon konnte ein Anteil in Höhe von 3,0 Mio. € durch öffentlich geförderte Projekte gemeinsam mit mittelständigen Unternehmen eingeworben werden. Der Grundfinanzungsverbrauch lag bei 7,5 Mio. €, davon im 5,4 Mio. € im Betriebshaushalt.

Fraunhofer FEP was able to bring in 11.5 million € of new business from industry through direct contracts. Proceeds of 7.8 million € were obtained from public projects funded by the federal and state governments. A portion of these, amounting to 3.0 million €, was attracted through joint publicly funded projects with mid-cap companies. The expenditure of institutional capital ran to 7.5 million €, thereof 5.4 million € in the operating budget.

MITARBEITERENTWICKLUNG

EMPLOYEE DEVELOPMENT



Im vergangenen Jahr waren 174 Mitarbeiter, davon 4 Auszubildende, und zusätzlich 56 Praktikanten sowie 64 wissenschaftliche Hilfskräfte im Institut tätig. Von den 75 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die als Wissenschaftler beschäftigt waren, arbeiteten 10 Wissenschaftler zusätzlich an ihren Promotionsthemen. Der Frauenanteil im Wissenschaftlerbereich betrug 23 Prozent.

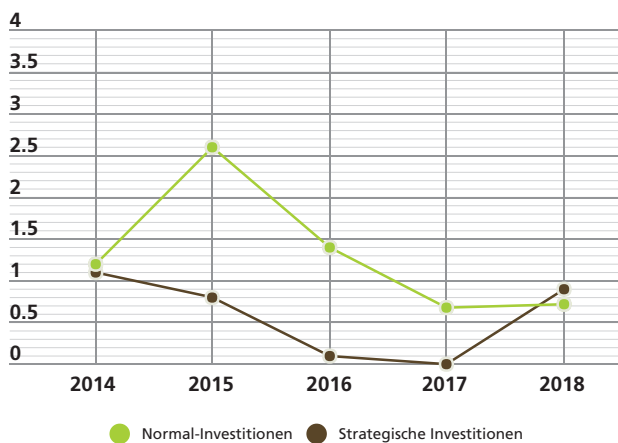
174 staff members were employed at the institute during the past year, of which 4 were trainees, along with 56 student trainees as well as 64 scientific assistants. Of the 75 staff members that were employed as scientists, 10 were additionally working on their doctoral degrees. The proportion of females in the scientific area amounted to 23 percent.



INVESTITIONSAUFWAND

INVESTMENT COSTS

(in Mio. €)



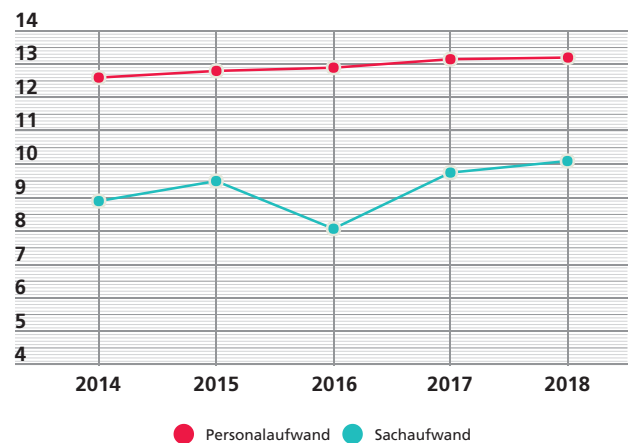
Der Gesamtaufwand aus Betriebs- und Investitionshaushalt betrug 26,8 Mio. €. Im Betrachtungszeitraum wurden 1,6 Mio. € in Gerätetechnik und Infrastruktur investiert.

Total expenditures from the operating and investment budget amounted to 26.8 million €. 1.6 million € was invested in equipment and infrastructure during the period.

PERSONAL- UND SACHAUFWAND

STAFF AND MATERIAL COSTS

(in Mio. €)



Der Anteil der Personalaufwendungen belief sich auf 13,2 Mio. €, dies entspricht 52 Prozent des Betriebshaushalts in Höhe von 25,2 Mio. €. Der Sachaufwand betrug 10,1 Mio. €.

Personnel expenditures totaled 13.2 million €, representing 52 percent of the operating budget (25.2 million €). Material costs amounted to 10.1 million €.

70 JAHRE
FRAUNHOFER
70 JAHRE
ZUKUNFT
#WHATSNEXT

AUS DER FORSCHUNG

FLACHE UND FLEXIBLE PRODUKTE

BESCHICHTUNG VON METALLISCHEN PLATTEN UND BÄNDERN

ELEKTRONENSTRAHL-ANWENDUNGEN

BESCHICHTUNG VON BAUTEILEN

PRÄZISIONSBESCHICHTUNG

FLEXIBLE ORGANISCHE ELEKTRONIK

MIKRODISPLAYS UND SENSORIK

MEDIZINISCHE APPLIKATIONEN

WERKSTOFFKUNDE / ANALYTIK

SYSTEME



FLACHE UND FLEXIBLE PRODUKTE

„Flache und Flexible Produkte“: Darunter verstehen wir flache Materialien wie Glas- und Kunststoffplatten und flexible Materialien wie Kunststofffolien, dünne Metallfolien und Membranen. Wir entwickeln Technologien zur Veredelung der Oberflächen dieser Materialien um sie für innovative Anwendungen nutzbar zu machen.

Substratmaterialien

Glas- und Kunststoffplatten, Kunststofffolien, dünne Metallfolien und Membranen: Die Oberflächen dieser Materialien mit maßgeschneiderten Funktionen zu versehen ist das Ziel unserer Arbeit. Glas weist eine hohe Transparenz auf und ist außerordentlich witterungsbeständig. Durch optische oder transparente leitfähige Schichten kann Glas im Architektur-, Display- oder Photovoltaikbereich eingesetzt werden. Kunststofffolien sind flexibel und bieten eine große Oberfläche bei gleichzeitig geringem Gewicht. Eine Schicht mit einer geringen Wasserdampfpermeation macht aus Kunststofffolien Barrierefolien für die Verpackung oder die flexible Elektronik. Dünne Metallfolien finden zunehmend Einsatz in elektrischen Energiespeichern als Träger von Speicherschichten. Ultradünnes, flexibles Glas verbindet viele hervorragende Eigenschaften des Glases mit denen dünner, flexibler Materialien und entwickelt zunehmend Potenzial für elektronische als auch dekorative Anwendungen.

Technologische Plattform

Die technologische Plattform bildet das Werkzeug unserer Arbeit und wird ständig weiterentwickelt. Wir verfügen über eine Reihe von Technologien zum Aufbringen dünner Schichten. Dazu zählen die Vakuumbeschichtungsverfahren Magnetron-Sputtern, plasmagestütztes Aufdampfen und die plasmagestützte chemische Dampfphasenabscheidung (PECVD). Neu hinzugekommen ist der Flüssigphasenauftrag mittels Schlitzdüsen unter Atmosphärendruck. Neben die-

sen Beschichtungsverfahren entwickeln wir auch Verfahren der Oberflächenbehandlung mit dem Elektronenstrahl, mit Plasmen oder Ionen und mit Blitzlampen.

All die genannten Technologien werden in Rolle-zu-Rolle-Anlagen oder in In-line-Anlagen eingesetzt. Unsere Pilotanlagen ermöglichen es zudem, in Entwicklungsprojekten auch Fragen der technologischen Aufskalierung bis hin zur Pilotproduktion zu untersuchen.

Anwendungen

Die mit den genannten Technologien erzielbaren Oberflächeneigenschaften sind sehr vielfältiger Natur. Noch vielfältiger ist die Zahl der Anwendungen, wir möchten daher hier nur einige Höhepunkte des letzten Jahres nennen:

- Transparente Barrierefolien werden für die Verkapselung von flexiblen Solarzellen und flexibler Elektronik benötigt. In mehreren Projekten wurden der Magnetron-Sputter-Prozess und die Prozessierung von Barrierefolien in Rolle-zu-Rolle Anlagen weiterentwickelt. Eine Bewertung durch einen Hersteller von organischer Photovoltaik (OPV) ist erfolgt und die Gespräche über eine Technologieüberführung in die Industrie haben begonnen.
- Spiegelschichten für historische Spiegel
- optische Schichten auf Glas und Kunststofffolien für Anwendungen in der Fahrzeugindustrie
- Elektroden für elektrochrome Ausrüstungen
- Batterieanoden auf polymeren Trägern
- Barrierschichten auf Biopolymeren für nachhaltige Verpackungsfolien



CONTACT

Dr. Nicolas Schiller

Phone +49 351 2586 131

nicolas.schiller@fep.fraunhofer.de

FLAT AND FLEXIBLE PRODUCTS

Flat and flexible products: by these we mean flat materials such as plate glass and plastic sheet, and flexible materials such as plastic film, thin metallic foils, and membranes. We develop technologies for enhancing the surfaces of these materials in order to make them suitable for innovative applications.

Substrate Materials

Glass and plastic sheet, plastic films, thin metallic foil and film, and membranes. The goal of our work is to provide the surfaces of these materials with customized functionality. Glass exhibits high transparency and is extraordinarily weather resistant. If optical, visual, or transparent conductive coatings are applied, it can be employed in architectural, display, and photovoltaic applications. Plastic films are flexible and simultaneously offer large surface areas yet very low weight. A layer with low water permeability turns plastic films into barrier films for packaging and flexible electronics. Thin metal foils are increasingly used in electrical energy storage devices as substrates for storage layers. Ultra-thin, flexible glass combines many of the outstanding properties of glass with those of thinner, more flexible materials and its potential utilization in electronic as well as decorative applications is increasing.

Technological Platform

Our technology platform is the main tool for our work and is continuously evolving. We have a range of technologies at our disposal for applying thin coatings. These include vacuum coating processes such as magnetron sputtering, plasma-assisted deposition and plasma-assisted chemical vapor deposition (PECVD). Liquid-phase application by means of slot-die coating at atmospheric pressure has recently been added. Besides these coating processes, we also develop surface treatment processes utilizing electron

beams, plasmas, and ions along with flash-lamp annealing. All these technologies are used in roll-to-roll or in-line systems. In addition, our pilot plants facilitate investigating technological scale-up issues from development projects all the way up to pilot-scale production.

Applications

The surface properties that can be achieved with these technologies are very diverse in nature. The number of applications is even more diverse, so we would like to mention just a few of last year's highlights here:

- Transparent barrier film is required for encapsulating flexible solar cells and flexible electronics. Magnetron sputtering and the processing of barrier film in roll-to-roll facilities were further developed in several projects. An evaluation has been carried out by a manufacturer of organic photovoltaics (OPV) and talks have begun on the transfer of technology to industry.
- Reflective layers for historical mirrors
- Optical layers on glass and plastic foils for applications in the automotive industry
- Electrodes for electrochromic equipment
- Battery anodes on polymer substrates
- Barrier coatings on biopolymers for sustainable packaging films



BESCHICHTUNG VON METALLISCHEN PLATTEN UND BÄNDERN

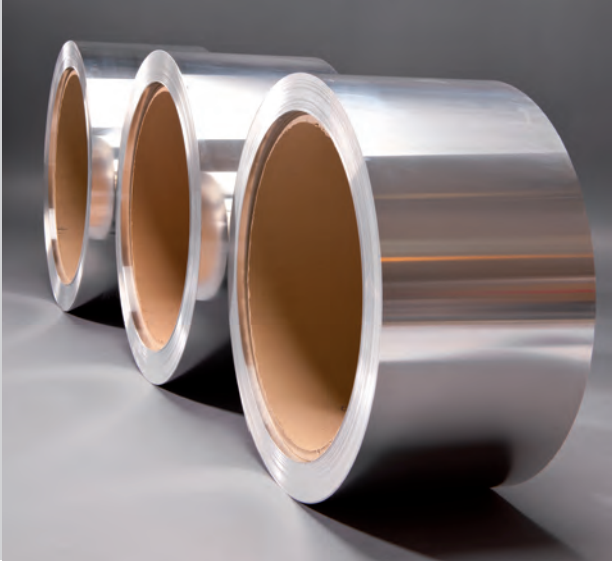
Das Geschäftsfeld umfasst die Vakuumbeschichtung von Platten und metallischen Bändern für die verschiedensten Anwendungen in den Feldern Maschinenbau, Solarenergie, Architektur, Verpackung, Transport, Beleuchtung sowie Umwelt und Energie. Von herausragender Bedeutung sind hierbei komplexe Gesamtlösungen für unsere Kunden aus einer Hand. Im Geschäftsfeld werden überwiegend Bedampfungsprozesse eingesetzt, da für die Beschichtung von Platten und metallischen Bändern meist ein hoher Flächendurchsatz und sehr wirtschaftliche Verfahren mit hoher Abscheiderate gefragt sind. Zur Verbesserung der Schichteigenschaften wurden spezielle Plasmaaktivierungsverfahren für die Bedampfung entwickelt, die für die Beschichtung großer Flächen mit hoher Abscheiderate angepasst wurden. Als Versuchs- und Pilotanlage steht die In-line-Vakuumbeschichtungsanlage für Platten und Metallbänder „MAXI“ zur Verfügung.

Unsere Arbeit im Jahr 2018 soll im Folgenden anhand von zwei Projektbeispielen illustriert werden:

Metallband mit dünnen Beschichtungen aus ReBCO ist das moderne Material zur Herstellung supraleitender Kabel oder Wicklungen für vielfältige Anwendungen in der Elektrotechnik. ReBCO steht dabei für „Rare earth-Barium-Kupfer-Oxid“ – als das Schlüsselmaterial für die supraleitende Schicht. Solche Supraleiter werden bereits im industriellen Maßstab gefertigt. Dennoch gilt die Herstellung solcher mit einem komplexen Schichtsystem versehenen Metallbänder nach wie vor als große Herausforderung hinsichtlich der Qualität und Stabilität der Herstellungsprozesse. Der Markt für supraleitende Kabel ist wachsend und mit fallenden Preisen wird sich die Vielfalt der Anwendungen beträchtlich erweitern. Es ist absehbar, dass die Fertigungskapazitäten der Hersteller in naher Zukunft aufgestockt werden

müssen. Die Herstellungsprozesse müssen dementsprechend weiterentwickelt werden. Im Auftrag eines deutschen Unternehmens beschäftigen wir uns aktuell mit der plasmaaktivierten quantitativen Elektronenstrahlverdampfung von ReBCO. Ein Ziel hierbei ist, durch die Plasmaaktivierung die bisher notwendigen sehr hohen Prozesstemperaturen senken zu können. So sollen die Herstellungsprozesse vereinfacht und deren Stabilität gesteigert werden. Im Jahr 2018 wurden die anlagentechnischen Voraussetzungen hierfür geschaffen. Insbesondere entstand ein neuer speziell für die quantitative Verdampfung angepasster Tiegel. Erste Beschichtungsexperimente demonstrierten die Funktionsfähigkeit der neuen Verdampfungseinrichtung. Somit wurde erfolgreich der Grundstein für die Weiterentwicklung der Prozesse zur Abscheidung von ReBCo gelegt.

Im Rahmen des von der Europäischen Union und dem Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr geförderten Verbundvorhabens „Neue technologische Schritte für Hocheffizienz-Solarzellen (Neo-Sol*)“ arbeiten wir mit der Meyer Burger (Germany) AG zusammen. In diesem Projekt befassen wir uns mit der besonders schonenden Abscheidung transparenter leitfähiger Oxide. Als Abscheideverfahren kommt die anodische Bogenentladung zum Einsatz. Hierfür wurde ein neuartiges Sublimations-Modul mit Materialnachführung entwickelt und gebaut. Das Verfahren zeichnet sich einerseits durch einen hohen Ionisierungsgrad des Dampfes (>50 %) aus. Andererseits sind die Energien der Dampfteilchen gering, was eine Schädigung bereits auf dem Substrat vorhandener empfindlicher Schichten deutlich reduziert. Das Verfahren konnte für Indium-Zinn-Oxid, Indium-Zink-Oxid und aluminiumdotiertes Zink-Oxid erfolgreich getestet werden.



CONTACT

Dr. Torsten Kopte

Phone +49 351 2586 120

torsten.kopte@fep.fraunhofer.de

COATING OF METAL SHEETS AND STRIPS

This business unit comprises vacuum coating of sheets and metal strips for a wide variety of applications in the fields of mechanical engineering, solar energy, architecture, packaging, transportation, lighting, environment, and energy. It is especially important to our customers in these fields that complex, complete solutions come from one source. The business unit mostly employs vapor deposition processes because high surface-area throughput and very economical processes characterized by high deposition rates are desirable for coating sheets and metal strips. To improve the layer properties, special plasma-activation processes have been developed for vapor deposition, which have been adapted for coating large surfaces at high deposition rates. The „MAXI“ in-line vacuum coater for sheets and metal strips is available as a prototyping and pilot plant.

Our work in 2018 can be illustrated by the two following projects:

Metal strip with thin coatings made of ReBCO (rare-earth barium copper oxide) is the modern key material of the superconducting layer in the production of superconducting cables and windings for a wide range of applications in electrical engineering. These kinds of superconductors are already being manufactured on an industrial scale. Nevertheless, the quality and consistency of the production processes in the manufacture of these types of metal strips with their complex layer system continues to be regarded as a major challenge. The market for superconducting cables is growing and the variety of applications will increase considerably as prices fall. It is foreseeable that manufacturers' production capacities will have to be increased in the near future. Accordingly, the manufacturing processes must be further developed. We are currently working on

plasma-activated quantitative electron-beam evaporation of ReBCO on behalf of a German company. One goal here is to use plasma activation to reduce the previous very high processing temperatures. In this way, the manufacturing processes should be simplified and their consistency increased. The technical requirements in the facility for this were achieved in 2018. In particular, a new crucible was developed that is specially adapted for the quantitative evaporation. First coating experiments demonstrated the capability of the new evaporation system. This successfully laid the foundation for further development of the process for depositing ReBCO.

We are collaborating with Meyer Burger (Germany) AG under the "Neue technologische Schritte für Hocheffizienz-Solarzellen (Neo-Sol)" joint project on new advanced technology for high-efficiency solar cells funded by the European Union and the Free State of Saxony. The focus of this project is particularly on gentle deposition of transparent conductive oxides. Anodic arc discharge is used as the deposition process. A novel sublimation module with material feeding was developed and built for this purpose. The process is characterized by a high degree of vapor ionization (>50%), yet the energy of the vapor particles is low, which considerably reduces damage to sensitive layers already present on the substrate. The process was able to be successfully tested with indium tin oxide, indium zinc oxide, and aluminum-doped zinc oxide.

* Further information on the funded projects see page 42



ELEKTRONENSTRAHL-ANWENDUNGEN

Unter „Elektronenstrahl-Anwendungen“ verstehen wir die technologische Nutzung physikalischer und strahlenchemischer Effekte, die beschleunigte Elektronen beim Eindringen in Materie hervorrufen. Wir entwickeln Technologien und die dazugehörigen technischen Komponenten zur Material- und Oberflächenbearbeitung mit beschleunigten Elektronen für eine außerordentliche Anwendungsbreite.

Technologische Plattform

Kern jeder Elektronenstrahl-Technologie sind für den jeweiligen Nutzeffekt zugeschnittene Elektronenquellen. Sie bilden das Basiswerkzeug unserer Arbeit und werden ständig weiterentwickelt. Wir verfügen über eine Reihe von Elektronenquellen, die sich entsprechend dem Anwendungszweck in drei Gruppen einteilen lassen:

- Axialstrahlquellen (fokussierter Strahl, Material wird erwärmt)
- Formstrahlquellen (flächige Bestrahlung, strahlenchemische oder biozide Reaktionen)
- Röntgenquellen (Röntgenstrahlung für analytische Verfahren oder biozide Effekte).

Auf Grundlage dieser Basiswerkzeuge können wir auf eine Vielzahl an Technologien zurückgreifen. Dazu zählen Vakuum-Umschmelzverfahren, Vakuumbeschichtungsverfahren (Physikalische Dampfabscheidung mit und ohne Plasmaunterstützung), Schweißen, Löten, das Oberflächenhärten von Metallen, die Mikrostrukturierung von Oberflächen und Schichten, das Härten von Lacken und Druckfarben, die Polymernetzung, Polymer-Pfropfverfahren, die Desinfektion, Sterilisation und Inaktivierung von Oberflächen und Flüssigkeiten.

Untrennbar gehören auch Verfahren zur Reinigung und Vorbehandlung der zu bearbeitenden Oberflächen dazu, um die Anforderungen an das Gesamtsystem abbilden zu können.

Anwendungsabhängig werden die Technologien in Batch-Prozessen oder In-line Anlagen eingesetzt. Unsere Versuchs- und Pilotanlagen ermöglichen es, Aufgabenstellungen von der Machbarkeitsstudie bis zur technologischen Aufskalierung im industrienahen Maßstab zu bearbeiten.

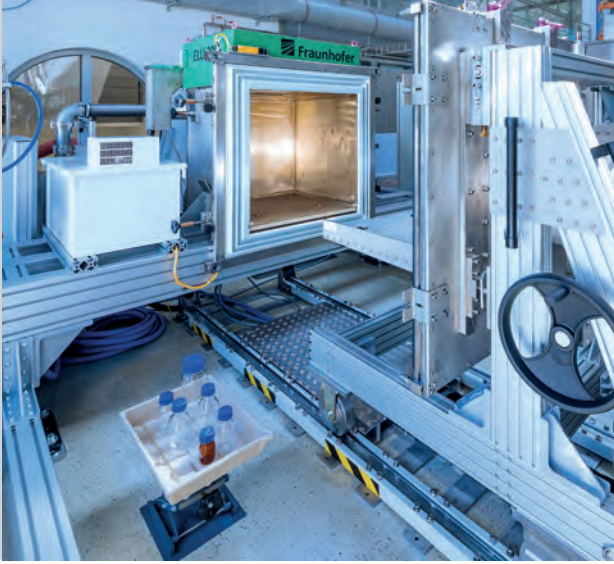
Anwendungen

Mit dem genannten breiten Spektrum an Technologien lassen sich eine Vielzahl an Material- und Oberflächeneigenschaften erzielen. Entsprechend vielfältig sind die industriellen Einsatzmöglichkeiten. Deshalb kann hier nur auszugsweise auf einige interessante Anwendungen aufmerksam gemacht werden:

- Mehrere kundenspezifisch entwickelte Axialstrahlquellen hoher Leistung für die PVD-Beschichtung von 3D-Bauteilen unter extremen Prozessbedingungen konnten erfolgreich in die laufende Produktion des Kunden überführt werden.
- Für die Stabilisierung fragiler historischer Papierdokumente wurde ein Verfahren zur Modifizierung von Cellulose entwickelt, welches das darauf basierende Stabilisierungsmedium deutlich verbessert. Der beteiligte Industriepartner beabsichtigt nun, auf dieser Basis eine Behandlungsanlage für den Erhalt wertvoller Kulturgüter zu errichten*.
- Die Vermeidung von Pflanzenkrankheiten ist ein grundlegender Bestandteil des Pflanzenschutzes. Seit 2011 wird unsere Technologie zur Elektronenbehandlung von Saatgut als umweltfreundliche Alternative zur chemischen Beizung erfolgreich von der Ceravis AG und der BayWa AG eingesetzt. Wir konnten nun zeigen, dass mit unserer neuentwickelten, kompakten Elektronenquelle diese Technologie auch für kleinere Saatgut-Produzenten effektiv einsetzbar ist*.
- Pathogen-kontaminierte Flüssigkeiten in einer GMP¹-Umgebung kontinuierlich zu inaktivieren, ermöglicht erstmals unsere neue Bestrahlungsanlage ELLI 300. Zusammen mit Fraunhofer-Partnern wurde diese Technologie für die Produktion von Impfstoffen entwickelt.

* Weitere Informationen zu den Förderprojekten siehe Seite 42

¹ Good Manufacturing Practice



CONTACT

Frank-Holm Rögner

Phone +49 351 2586 242

frank-holm.roegner@fep.fraunhofer.de

ELECTRON BEAM APPLICATIONS

By „electron-beam applications“ we mean the technological use of physical and radiation-induced chemical effects brought about by accelerated electrons penetrating matter. We develop technologies and the corresponding technical components for processing surfaces and bulk material with accelerated electrons serving an extraordinary range of applications.

Technological Platform

At the core of each different electron beam technology are electron sources tailored to each desired effect. They constitute the basic tool of our work and are constantly being improved. We have a number of electron sources available that can be divided into three groups according to the application:

- Axial-beam sources (focused beam, target material is heated)
- Shaped beam sources (surface irradiation, electron-induced chemical and biocidal reactions)
- X-ray sources (X-rays for analytical procedures or biocidal effects).

Based on these tools, we can apply a variety of technologies. These include vacuum remelting processes, vacuum coating processes (physical vapor deposition with and without plasma assist), welding, joining, surface hardening of metals, micro-machining of surfaces and layers, curing and hardening of lacquers and printing inks, polymer cross-linking, polymer grafting processes, disinfection, sterilization and inactivation of surfaces and liquids.

Inextricable processes include those for cleaning and pre-treatment of the target surfaces in order to be able to define and meet the requirements for the overall system. Depending on the application, this range of technologies is employed in batch processing or continuous in-line systems.

Our development and pilot plants make it possible to address

challenges ranging from feasibility studies to scaling technological solutions up to industrial levels.

Applications

With the broad spectrum of technologies mentioned above, a number of bulk-material and surface properties can be achieved. The industrial applications are correspondingly diverse. Therefore, only a few examples of interesting and important applications can be mentioned here:

- Several customer-specific high-power axial-beam sources have been developed to meet extreme processing parameters for PVD coating of 3D components and been successfully transferred to the customer's current production operations.
- A process for modification of cellulose was developed for stabilizing fragile historical paper documents, one that considerably improves the cellulose-based stabilizing medium used. The industrial partner in this project now intends to build a treatment facility based on this process for preservation of valuable cultural heritage objects*.
- The prevention of plant diseases is a fundamental component of plant protection. The companies Ceravis AG and BayWa AG have been successfully using our technology since 2011 for electron treatment of seed as an environmentally friendly alternative to chemical dressing. We have now been able to demonstrate that this technology can also be employed effectively by smaller seed producers through use of our newly developed compact electron source*.
- For the first time, our new ELLI 300 irradiation system provides continuous inactivation of pathogen-contaminated liquids in a GMP¹ environment. This technology was developed by a joint Fraunhofer project for vaccine manufacturing.

* Further information on the funded projects see page 42

¹ Good Manufacturing Practice



BESCHICHTUNG VON BAUTEILEN

Die Anwendungsfelder beschichteter Komponenten sind äußerst vielfältig. Traditionell stellt die PVD-Beschichtung von Werkzeugen und Maschinenbaukomponenten mit reibungs- und verschleißmindernden Schichten eine zentrale Aufgabe der Bauteilbeschichtung dar. Weitere Anwendungen z. B. in der Gebrauchsgüterindustrie, in der Energiegewinnung und in der Medizintechnik erfordern Schichten mit spezifischen optischen Eigenschaften, Biokompatibilität, chemischer Beständigkeit sowie Kratz- und Abriebbeständigkeit – häufig auch in Kombination. Dies stellt hohe Anforderungen an die Schicht- und Prozessentwicklung, bei denen stets auch die durch das zu beschichtende Objekt (Substrat) vorgegebenen Randbedingungen berücksichtigt werden müssen, etwa die geforderte Gleichmäßigkeit auf der Oberfläche, eine begrenzte thermische Belastbarkeit und andere mehr. Beispielhafte Projekte sind spektral selektive Absorberschichtsysteme für solarthermische Hochleistungskollektoren und breitbandig hochtransparente Kratzschuttschichten auf Sensor- und Displaykomponenten. Ein weiterer Entwicklungsschwerpunkt sind Schichten mit Barrierefunktion sowohl im elektrischen und elektrochemischen (Isolation, Korrosionsschutz) als auch im rein chemischen Sinne (Behinderung der Permeation in Kunststoffbauteile).

Neue Anwendungsfelder für die Bauteilbeschichtung ergeben sich durch die Einführung additiver Fertigungsverfahren für Kunststoff- sowie für Metallbauteile. Verfahrensbedingt ist es hier bei vielen Applikationen notwendig, Oberflächen nachzubearbeiten und zu beschichten. Beispiele dafür sind die elektromagnetische Abschirmung bei Kunststoffteilen sowie dekorative Schichten. Bedingt durch die meist komplexen Bauteilgeometrien werden spezielle Anforderungen an die Vakuum-Beschichtungstechnologien gestellt. Diese werden aktuell im Rahmen eines von der EU und dem Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und

Verkehr geförderten Verbundprojektes „PVD-Direkt“ mit den Firmen Adenso GmbH und CREAVAC-Creative Vakuumbeschichtung GmbH (Förderkennzeichen 100276002/3363) am Fraunhofer FEP untersucht.

Die Beschichtung von Kleinteilen als Schüttgut durch die physikalische Dampfabscheidung bringt bei Massengütern wesentliche Vorteile, wenn diese im Einzelstückhandling nicht wirtschaftlich zu beschichten sind. Ein Beispiel hierfür sind Beschichtungen höchstfester Fügelemente für den automobilen Leicht- und Mischbau, die mit einer leistungsfähigen Korrosionsschutzschicht versehen werden. Am Fraunhofer FEP wurde ein Verfahren aus plasmaaktivierter Aluminium-Drahtverdampfung und Puls-Magnetron-Sputtern entwickelt. Die erfolgreiche Anwendung dieses Kombinationsverfahrens auf Kleinteilen führt zu einer signifikanten Steigerung der Korrosionsschutzwirkung gegenüber den mit den Einzelverfahren realisierbaren Schichten. Die im Geschäftsfeld „Beschichtung von Bauteilen“ entwickelten Kombinations- und Hybridverfahren sind richtungsweisend, um das gesamte Potenzial der Vakuumbeschichtung auszuschöpfen und damit auch ganz neue Anwendungen zu erschließen. Der Kombination verschiedener PVD- und PECVD-Verfahren wird in diesem Sinne zukünftig auch bei der Stückgutbeschichtung eine größere Rolle zugeordnet.

Das Fraunhofer FEP möchte auch in der Bauteilbeschichtung eine Vorreiterrolle gegenüber den am Markt etablierten Verfahren des reinen Magnetron-Sputterns bzw. der Lichtbogenverdampfung einnehmen. Mit der Kombination der Verfahren der plasmaaktivierten Hochrate-Elektronenstrahlverdampfung, der plasmaaktivierten chemischen Dampfabscheidung und des Puls-Magnetron-Sputterns eröffnen sich in der Versuchsanlage NOVELLA neue Perspektiven für die Vakuumbeschichtung.

* Weitere Informationen zu den Förderprojekten siehe Seite 42



CONTACT

Dr. Benjamin Graffel

Phone +49 351 2586 212

benjamin.graffel@fep.fraunhofer.de

Foto: Am Fraunhofer FEP beschichtete, vom Fraunhofer IFAM additiv gefertigte Bauteile
Photo: Additively manufactured components (Fraunhofer IFAM) coated by Fraunhofer FEP

COATING OF COMPONENTS

The application fields for coated components are extremely diverse. Traditionally, PVD coating of tools and machine components to reduce friction and wear has been a chief task for component coating. Further uses, such as in the consumer goods industry, in power generation, and in medical engineering require coatings with specific optical properties, biocompatibility, chemical resistance as well as scratch and abrasion resistance - often in combination. This places high demands on the development of coatings and processes. Boundary conditions specified for the object to be coated (substrate) must always be taken into account, such as limited thermal load capacity, coating uniformity, and more. Examples of projects include spectrally selective absorptive layer systems for high-performance solar thermal collectors, and scratch resistant layers on sensor and display components that must be highly transparent over a wide bandwidth. Further development focuses on layers with barrier functions in electrical applications (insulation), in electrochemical applications (corrosion protection) as well as in purely chemical applications (inhibiting permeation in plastic components).

The advent of additive manufacturing processes for plastic as well as metal components has resulted in a new field of application for component coating. Additively manufactured parts need a surface finish and subsequent coating can add functional properties. Examples include electromagnetic shielding of plastic parts as well as decorative finishes. Special demands are placed on vacuum coating technologies due to highly complex component geometries. These are currently being investigated by the Fraunhofer FEP with the companies Adenso GmbH and CREAVAC-Creative Vakuumbeschichtung GmbH under the „PVD-Direkt“ joint project (grant agreement no. 100276002/3363) funded by the EU and the Saxony State

Ministry for Economy, Employment and Transportation (Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr/SMWA).

The coating of small parts in bulk by physical vapor deposition offers significant advantages for bulk goods that cannot be coated economically as individual pieces. One example of this is a coating on high-strength fasteners for lightweight hybrid automotive construction that are provided with an effective anti-corrosion layer. The Fraunhofer FEP has developed a process consisting of plasma-activated aluminum wire evaporation and pulse magnetron sputtering. The successful application of this hybrid process to small fasteners leads to a significant increase in corrosion protection compared to single process coatings. The combination or hybrid processes developed in the Coating of Components business unit are trend-setting in their exploitation of the full potential of vacuum coating to open up completely new applications. The combination of different PVD and PECVD processes are likewise anticipated to play a greater role in the future in all domains of vacuum coating.

The Fraunhofer FEP would like to play a pioneering role in component coating in competition with magnetron sputtering or arc deposition techniques that are already established in the market. The combination of high-rate plasma-activated electron beam evaporation, plasma-activated chemical vapor deposition, and pulse magnetron sputtering in the NOVELLA pilot plant opens up new prospects for vacuum coating. All these techniques are ready for use in customer specific R&D projects.

* Further information on the funded projects see page 42



PRÄZISIONSBESCHICHTUNG

Beschichtungstechnik und -technologie

Die Entwicklungsarbeiten sind darauf gerichtet, kosteneffiziente Technologien und deren Aufskalierung für die Präzisionsbeschichtung in der Herstellung von Produkten aus sehr verschiedenen Branchen, insbesondere der Optik, Sensorik und Elektronik bereitzustellen. Daher liegt ein Fokus unserer Technologieentwicklungen auf dem reaktiven Puls-Magnetron-Sputtern (PMS), das die Abscheidung von Verbindungsschichten sehr guter Qualität mit hoher Beschichtungsrate erlaubt. Die Nutzung verschiedener Reaktivgase (z. B. O₂, N₂, F₂, NH₃) oder Reaktivgasgemische erlaubt neben Standardmaterialien auch die Abscheidung von Verbindungen, die als Targetmaterial nicht oder nur zu hohen Kosten verfügbar sind. Vorteilhaft sind darüber hinaus die meist um eine Größenordnung höhere Beschichtungsrate (typisch 1 bis 4 nm/s stationär bzw. 30 bis 120 nm·m/min dynamisch) gegenüber dem Hochfrequenz-Sputtern vom Verbindungstarget sowie die Möglichkeit der Einstellung von Schichteigenschaften über den reaktiven Arbeitspunkt der Entladung. Durch die mit unseren Systemen gegebene technologische Möglichkeit Gradientschichten mit variabler Zusammensetzung über die Schichtdicke oder lateral auf der Substratoberfläche abzuscheiden, ergeben sich weitere Ansätze für neue Produkte. Beim Magnetron-PECVD-Prozess wird ein Precursor (z. B. SiH₄, HMDSO) in die Magnetron-Entladung eingelassen und anorganisch-organisch-hybride Schichten abgeschieden, die eine gute Anpassung an organische Substratmaterialien erlauben.

Neue Freiheitsgrade für anspruchsvolle Schichteigenschaftsportfolios

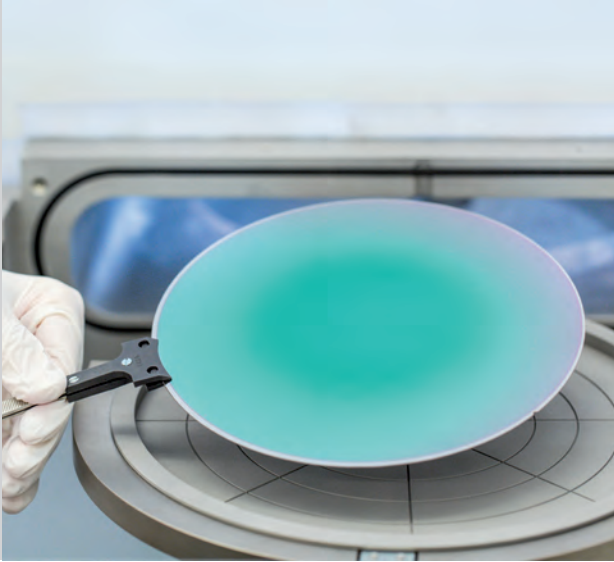
Ein Schwerpunkt der Arbeiten im Bereich Präzisionsbeschichtung ist die Entwicklung von Schlüsselkomponenten: Magnetrons, gepulste Energieeinspeisung, Gasregelung und Prozesssteuerung inkl. Schnittstellen zur Beschichtungsan-

lage. Mit dieser Technik und Technologie „aus einem Guss“ können hochgenaue und komplexe Anforderungen an die Schichtabscheidung erfüllt werden, wie sie aus vielen neuen und anspruchsvollen Anwendungen resultieren. Neben klassischen Optimierungsparametern wie Druck, Temperatur und Bias wurden am Fraunhofer FEP neue Freiheitsgrade erschlossen und die dafür notwendige Pulstechnik (Pulseinheit UBS-C2) entwickelt. Durch Einstellung von Pulsmodus (unipolar, bipolar, unipolar/bipolar hybrid) und Pulsparameter (Tastverhältnis) der Energieeinspeisung in das Plasma können der Energieeintrag in die wachsenden Schichten gesteuert und bisher nicht zugängliche Schichteigenschaften bzw. Eigenschaftskombinationen eingestellt werden – bei gleichzeitig hoher Beschichtungsrate. Integrierte prozessnahe Mess- und Regeltechnik für die Reaktivgaszufuhr sowie die Nachführung des Magnetfeldes im Verlauf der Targetstandzeit sichern zudem eine hohe Reproduzierbarkeit der Plasmabedingungen und damit der Schichteigenschaften im Dauerbetrieb.

Anwendungsbeispiele

- Optische Multilagen- oder Gradienten-Interferenzschichtsysteme hoher Schichtqualität z. B. für Laseroptiken und für autostereoskopische 3D-Displays
- Piezoelektrische Schichten mit hohen Piezokoeffizienten für Mikrosysteme (MEMS), Hochfrequenzfilter (BAW), die Ultraschallmikroskopie sowie Mikroenergiegewinnung
- Elektrische Isolationsschichten für Sensoren (u. a. bauteilintegriert), für die Mikroelektronik und Photovoltaik
- Funktionelle Schichten für Oberflächenwellen-Bauelemente, elektronische und MEMS-Komponenten
- Passivierungs-, Schutz- und Barrierschichten für Sensorik und Elektronik
- TiO₂-Schichten für Produkte mit photokatalytischen, antimikrobiellen und photo-induzierten superhydrophilen Eigenschaften sowie für die Gas- und Feuchtesensorik

Weitere Informationen zu den Förderprojekten siehe Seite 42



CONTACT

Dr. Peter Frach

Phone +49 351 2586 370

peter.frach@fep.fraunhofer.de

PRECISION COATING

Coating engineering and technology

The development work is aimed at providing scalable, cost-effective technologies for precision coating in the manufacture of products from various sectors, particularly in optics, sensors, and electronics. For this reason, one focus of our technological development work lies on reactive pulse magnetron sputtering (PMS) that allows very high-quality deposition of layers of compounds at high coating rates. In addition to standard materials, the use of various reactive gases (e.g. O_2 , N_2 , F_2 , NH_3) and mixtures of reactive gases also allows deposition of compounds that are either not available or too expensive as target materials. Moreover, the higher coating rates – usually an order of magnitude greater (typically 1 to 4 nm/s stationary and 30 to 120 nm·m/min dynamic) than high-frequency sputtering of the target compound – are advantageous, as is the possibility of setting the characteristics of the layers via the reactive operating point of the discharge. The technological ability provided by our systems to deposit gradient layers of variable composition vs. applied coating thickness and to deposit gradient layers laterally onto a substrate surface opens up novel approaches for new products. In the magnetron PECVD process, a precursor (e.g. SiH_4 or HMDSO) is introduced into the magnetron discharge and inorganic-organic-hybrid layers are deposited that can be well adapted to organic substrate materials.

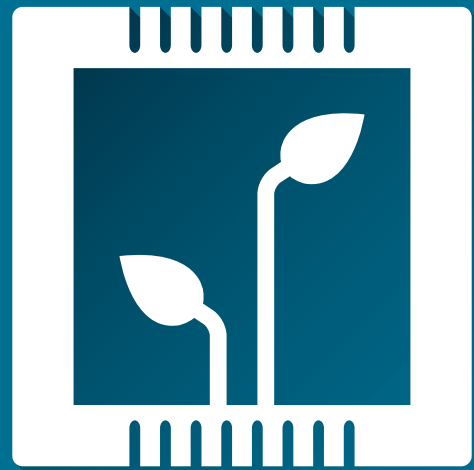
New degrees of freedom to meet a demanding portfolio of layer properties

One focus of work in the Precision Coating division is the development of key components: magnetrons, pulsed power supply, gas regulation, and process control including interfaces to the coating equipment. With the engineering and technology coordinated and developed under one roof, requirements for complex and highly accurate layer deposi-

tion resulting from many new and demanding applications can be satisfied. In addition to the conventional optimizing parameters like pressure, temperature, and bias, the Fraunhofer FEP developed new degrees of freedom in deposition and the necessary pulse engineering for them (external high-speed UBS-C2 pulse controller). By setting the pulse mode (unipolar, bipolar, or unipolar/bipolar hybrid) and duty cycle of the pulsed power supply to the plasma, the energy input to the accumulating layers can be controlled to select and produce layer properties and combinations of properties not previously obtainable – while at the same time at high coating rates. Integrated measurement and control engineering for the supply of reactive gas as well as tracking the magnetic field during the target erosion period additionally ensure high reproducibility of the plasma conditions and thus layer properties under continuous operation.

Application examples

- Optical interference multi-layer or gradient-layer systems with high quality for laser optics and stereoscopic 3D displays
- Piezoelectric layers with high piezo coefficients for micro-electromechanical systems (MEMS), high frequency electronic components (BAW), ultrasonic microscopy as well as systems for micro-energy harvesting
- Electrical insulation layers for sensors (incl. integrated components), microelectronics, and photovoltaics
- Active layers for surface-wave components, and for electronic and MEMS components
- Passivation, barrier, and protective layers for sensors and electronics
- TiO_2 layers for products with photocatalytic, antimicrobial, and photo-induced superhydrophilic properties as well as for gas and moisture sensing



FLEXIBLE ORGANISCHE ELEKTRONIK

Technologien, Prozesse und Applikationen für Bauelemente mit organischen Halbleitern auf flexiblen Substraten stehen im Fokus der Entwicklungsarbeiten. Für kundenspezifische Forschungsprojekte zu OLED-basierten Beleuchtungslösungen bietet das Geschäftsfeld ein umfassendes Leistungsangebot entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Es stehen verschiedene Beschichtungstechnologien, wie die Vakuumverdampfung, die Atomlagenabscheidung (ALD), genauso wie Druck- und Laminationsverfahren sowie Laserablation zu Verfügung. Die Entwicklung für flexible OLED-Module findet sowohl auf Einzelsubstraten (Bögen, S2S) als auch Rollenware (Rolle-zu-Rolle, R2R) statt. Typische Entwicklungsaufgaben betreffen u. a. das kundenspezifische Layout und Herstellung von OLED-Demonstratoren zur Erschließung neuer Anwendungsfelder aber auch die Evaluierung von Materialien und Prozessen.

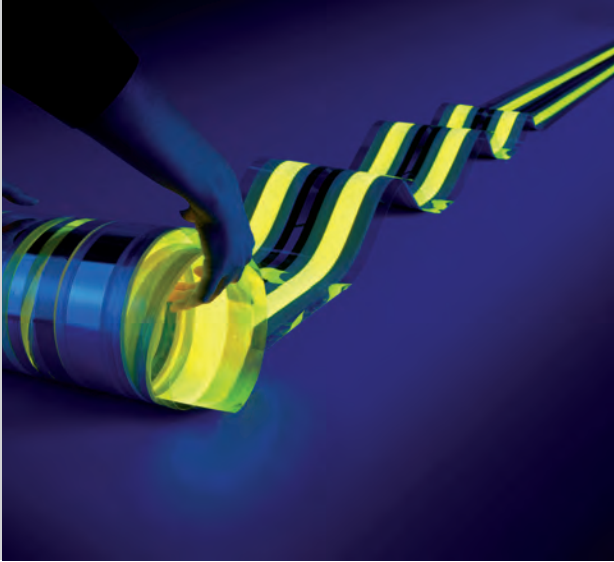
Zur Umsetzung unserer Forschungsschwerpunkte in der Segmentierung und Modularisierung von großflächigen OLED-Modulen konnte die existierende Laserablationsanlage in der S2S-Prozesslinie um einen Infrarot-Laser erweitert werden. Damit stehen jetzt neue Möglichkeiten zur Bauelementestrukturierung auch auf Barrierefolien zu Verfügung.

Ultraflexibles Dünnglas steht im Zentrum des 2018 gestarteten Projekts LAOLA* (Großflächige OLED Beleuchtungsanwendungen auf dünnen flexiblen Substraten, gefördert vom BMBF im Rahmen der Internationalisierung von Spitzenclustern). Im Projekt wird die R2R-Vakuumbeschichtungsanlage entsprechend für das Wickeln von Dünnglas qualifiziert. Ein Teil der Technologien wird in Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern aus dem japanischen Partnercluster in Yonezawa erforscht.

Der im EU-Projekt Pi-Scale aufgebaute Open-Access-Pilotlinienservice LYTEUS hat mit weiteren neuen Demonstratoren sein Leistungsangebot deutlich unter Beweis gestellt. So konnte gemeinsam mit den Partnern Holst Centre aus den Niederlanden und VTT Technical Research Centre aus Finnland erstmals ein OLED-Armband, das auf dieser Pilotlinie als erstes tragbares Produkt gefertigt wurde, präsentiert werden. Fraunhofer FEP war hierbei für die Anodenabscheidung auf Barrierefolien des Holst Centre sowie für die OLED-Abscheidung mittels Verdampfungsprozessen verantwortlich. Die Entwickler von VTT integrierten die fertige OLED in ein neuartiges Armband. Die Kunststoffspritztechnik von Elektronik mit Thermoplastik eröffnet die Möglichkeit einer kosteneffizienten, vollintegrierten und nahtlosen Fertigung von hochfunktionalen 3D-Strukturen. Ebenso konnte in Zusammenarbeit mit dem Holst Centre der weltweit längste OLED-Streifen demonstriert werden. Möglich wurde das durch die Herstellung einer sogenannten hybriden OLED, bei der zunächst eine erste Organikschicht über eine strukturierte Nassbeschichtung am Holst Centre aufgetragen wurde. Die weitere Prozessierung erfolgte dann am Fraunhofer FEP durch die Vakuumabscheidung hocheffizienter Emittermaterialien und weiterer Schichten, sowie der abschließenden Lamination mit Barrierefolie.

Auf dem Gebiet der biologisch abbaubaren Elektronik konnten weitere Fortschritte erzielt werden. So wurden insbesondere biodegradierbare Leiterbahnen und Elektrodenkontakte für die elektrische Signalableitung oder Stimulation, Dünnschichttransistoren und Schaltungen entwickelt. Diese Arbeiten, die international auf große Resonanz stoßen und für Anwendungsfelder wie z. B. resorbierbare aktive medizinische Implantate, Smart Farming oder der Einwegdiagnostik wirksam sein werden, wurden 2018 mehrfach durch Auszeichnungen, wie „Ausgezeichneter Ort im Land der Ideen“ und „Innovator des Jahres“ gewürdigt.

* Weitere Informationen zu den Förderprojekten siehe Seite 42



CONTACT

Dr. Christian May

Phone +49 351 8823 309

christian.may@fep.fraunhofer.de

FLEXIBLE ORGANIC ELECTRONICS

Our development work is focused on technologies, processes, and applications for devices that use organic semiconductors on flexible substrates. For customer-specific research projects on OLED-based lighting solutions, the Flexible Organic Electronics business unit offers comprehensive capabilities along the entire value chain.

Various coating technologies are available, such as vacuum evaporation, atomic layer deposition (ALD), and laser ablation as well as printing and lamination processes. The development of flexible OLED modules takes place on single substrates (sheets/S2S) as well as on rolls (roll-to-roll/R2R). Typical development tasks include customer-specific layout and manufacture of OLED demonstrators to open up new fields of application, as well as evaluation of materials and processes.

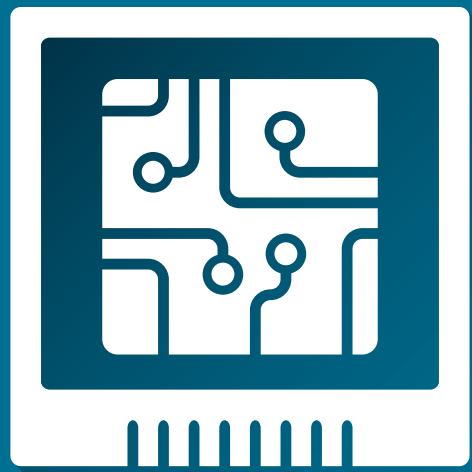
To support our research activities in segmentation and modularization of large area OLED modules, the existing laser ablation system in the S2S process line could be extended by an infrared laser. This opens up new possibilities for component structuring also on barrier films.

Ultra-flexible thin glass is at the heart of the LAOLA* project for large-area OLED lighting applications on thin flexible substrates launched in 2018 ("Großflächige OLED Beleuchtungsanwendungen auf dünnen flexiblen Substraten", funded by the German Federal Ministry of Education and Research / BMBF as part of the programme for internationalization of clusters and networks). The R2R vacuum coating system will be upgraded accordingly for the winding of ultra-thin glass as part of the project. Some of the technologies are being researched in collaboration with members of the Japanese partner cluster in Yonezawa.

LYTEUS, the Open-Access pilot line service set up in the EU-funded Pi-Scale project, has clearly demonstrated its range of capabilities with further new demonstrators. The first wearable product to be manufactured on this pilot line, an OLED wristband, was presented for the debut with project partners from the Holst Centre (Netherlands) and VTT Technical Research Centre (Finland). Fraunhofer FEP was responsible for the anode deposition on barrier films developed by the Holst Centre as well as for the OLED deposition by means of evaporative processes. The developers at VTT then integrated the finished OLED into a novel wristband. Thermoplastic injection molding of electronics opens up the possibility of cost-efficient, fully integrated and seamless production of highly functional 3D structures. The longest OLED strip in the world could also be demonstrated in cooperation with the Holst Centre. This was made possible by the manufacture of a hybrid OLED, in which a first organic layer was applied to a structured wet coating at the Holst Centre. Further processing then took place at the Fraunhofer FEP by vacuum deposition of highly efficient emitter materials and other layers, as well as the final lamination with barrier film.

Further progress has been achieved in the field of biodegradable electronics. In particular, biodegradable conductor structures and electrical contacts for electrical signal conduction or stimulation, thin-film transistors, and circuits were developed. This work, which has met with enthusiasm internationally and will have impact in fields such as resorbable active medical implants, smart farming, and disposable diagnostic devices, was honored several times in 2018 with awards such as „Awarded Landmark in the Land of Ideas“ and „Innovator of the Year“.

* Further information on the funded projects see page 42



MIKRODISPLAYS UND SENSORIK

Virtual-Reality (VR) Brillen liegen stark im Trend. Bisher sind sie allerdings meist noch recht sperrig und groß. Großflächige Mikrodisplays sollen das ändern: Sie erlauben ergonomische und leichte VR-Brillen. Neue Mikrodisplays erreichen nun erstmals sehr hohe Taktraten und haben mit »full-HD extended« eine sehr gute Auflösung.

Im 2018 abgeschlossenen EU-Projekt LOMID (Large-area cost-efficient OLED microdisplays and their applications*) wurden durch Forscher des Bereiches „Mikrodisplays & Sensoren“ (MS) gemeinsam mit Industriepartnern neuartige OLED-Mikrodisplays entwickelt, die deutlich bessere Eigenschaften haben als die handelsüblichen. Ziel war es, eine neue Generation von OLED-Mikrodisplays zu entwickeln, die ein kompaktes Design der VR-Brillen erlauben und eine exzellente Bildqualität haben. Erreicht wurde das über ein spezielles Design des OLED-Mikrodisplays. Die MS-Abteilungen „IC- und Systemdesign“ sowie „Organisch-mikroelektronische Bauelemente“ waren für den Entwurf der integrierten Schaltung im Silizium-Chip, das OLED-Prototyping sowie die Gesamtprojektkoordination zuständig. Die herausragenden Besonderheiten des Displays sind ihre exzellente Auflösung, die Bildschirmdiagonale und hohe Bildwiederholraten. In Zahlen heißt dies: Bei extended full-HD Auflösung verteilen sich 1920 x 1200 Pixel (WUXGA) über eine Fläche mit einem Zoll Diagonale bei 120 Hertz. Bewegungen in virtuellen Welten wirken durch die Einblendung von 120 Bildern pro Sekunde sehr flüssig.

Das Mikrodisplay besteht aus dem Silizium-Chip zur Ansteuerung der Pixel sowie der OLED. Diese besteht aus mehreren organischen Schichten, welche monolithisch auf Silizium-Wafern integriert werden. Der Chip gibt durch seine integrierte Schaltung die Auflösung und Bildrate des Mikrodisplays vor. Die Art der Schaltung ist hierbei besonders.

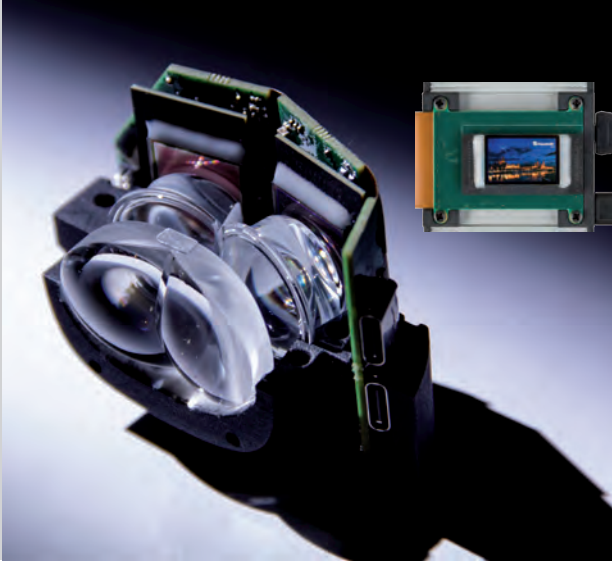
Dank eines ausgefeilten Systemkonzepts, moderner Designmethodik und großem Entwurfs-Know-How für integrierte Schaltungen gelang die geschickte Kombination aus hoher Auflösung und Bildwiederholrate bei gleichzeitig geringem Stromverbrauch des Displays.

Unsere Prototypen wurden mit dem spanischen Partner Limbak in VR-Brillen integriert und erfolgreich auf der Augmented-World Expo (AWE) Europe im Oktober 2018 in München sowie der Consumer Electronics Show (CES) Anfang Januar 2019 in Las Vegas präsentiert. Für die zeitnahe Überführung dieses Mikrodisplays in ein Produkt haben die beteiligten Industriepartner bereits Interesse signalisiert. Neben der Anwendung in VR-Brillen eignen sich die OLED-Mikrodisplays auch für andere Produkte, etwa Augmented-Reality (AR) Brillen oder View-Finder in Kameras. Die Basis-Technologie CMOS-integrierter Lichtemitter (und ggf. -detektoren) bietet jedoch auch Anwendungspotenzial in anderen Marktsegmenten, z. B. der optischen Messtechnik, Identifikation oder Optogenetik.

Für Mikrodisplays in consumer-tauglichen Augmented-Reality (AR) Brillen existieren noch bislang ungelöste Herausforderungen, die wir künftig lösen wollen. Diese umfassen u. a. sehr hohe Helligkeiten und Effizienz, gute Ausbeute bei großer (Chip-)Fläche, gekrümmte Oberflächen, kreisförmige Leuchtflächen, irreguläre Pixel-Matrizen bei noch höherer Pixeldichte, integrierte Augenverfolgung und transparente Substrate.

Im Dezember 2018 wurden unsere Mikrodisplay-Aktivitäten im Rahmen des Dresden Congress Award in der Kategorie „Fokus Dresden“ geehrt. Konkret wurde die Organisation des 2017er Chapter Symposiums der Society for Information Display Mid-Europe (SID-ME) zu „Wearable and Projection Displays“ mit seinem positiven Beitrag zum Dresden-Marketing als Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort ausgezeichnet.

* Weitere Informationen zu den Förderprojekten siehe Seite 42



CONTACT

Dr. Uwe Vogel

Phone +49 351 8823 282

uwe.vogel@fep.fraunhofer.de

MICRODISPLAYS AND SENSORS

Virtual-reality (VR) glasses are increasingly popular, but they have usually been heavy and oversized – until now. Large-area microdisplays are expected to change that, they offer the possibility to produce ergonomic and lightweight VR glasses. New OLED microdisplays now reach very high frame rates and achieve extremely high resolutions with “extended full HD”.

As part of the EU’s LOMID project (large cost-effective OLED microdisplays and their applications*) completed in 2018 – researchers at our Microdisplays & Sensors (MS) division have been collaborating with partners from industry to develop innovative OLED microdisplays that significantly outperform others currently on the market. The aim was to create a new generation of OLED microdisplays that provide outstanding image quality and allow a compact design of VR glasses. We have aimed to achieve that by means of a specially designed OLED microdisplay. Within LOMID, MS and its two departments IC and System Design as well as Organic Microelectronic Devices were responsible for design of the integrated circuit on the silicon chip, OLED prototyping and overall project coordination. The outstanding features of the display are its excellent resolution, screen diagonal and high frame rates. In numbers this means: At extended full-HD resolution, 1920 × 1200 pixels (WUXGA) are distributed over an area with one inch screen diagonal at 120 Hertz. By this, movements in virtual worlds appear very fluid indeed due to the display of 120 images per second.

The microdisplay consists of the silicon chip for controlling the pixels and the OLED. This consists of several organic layers, which are monolithically integrated on silicon wafers. The microdisplay’s resolution and frame rate are set by the chip with the help of its integrated circuit. However, the really innovative feature is the type of circuit that is

used. Thanks to a sophisticated system concept, modern design methodology and extensive design know-how for integrated circuits, the clever combination of high resolution and refresh rate with low power consumption of the display was achieved.

Our microdisplay prototypes have been integrated with Spanish partner Limbak’s VR headsets, which were presented successfully during Augmented World Expo (AWE Europe in Munich in October 2018 as well as during Consumer Electronics Show (CES) in Las Vegas in early 2019. Industry partners involved in the project have already indicated their interest in transferring this microdisplay into a marketable product in the near future. In addition to their use in VR glasses, OLED microdisplays are also suitable for other products, such as augmented reality (AR) glasses or view finders in cameras. The underlying technology of CMOS-integrated light emitters (and detectors) has potential uses in other market segments such as optical metrology and identification, or optogenetics.

Especially with regard to microdisplays in consumer-facing augmented-reality (AR) glasses, the researchers still see some as yet unresolved challenges that they wish to tackle in the future. These challenges include: very high levels of luminance and efficiency; a high yield for a large (chip) area; curved surfaces; circular light panels; irregular pixel matrices at even higher pixel density; integrated eye-tracking; and transparent substrates.

Finally, in December 2018 our microdisplay dissemination activities also contributing to foster the city of Dresden’s reputation in science and business have been recognized by a prize in the Dresden Congress Award (category “Dresden Focus”), for the 2017 organization of the Society for Information Display Mid-Europe Chapter (SID-ME) event “Wearable and Projection Displays”.

* Further information on the funded projects see page 42



MEDIZINISCHE APPLIKATIONEN

Medizinische Applikationen haben auch in 2018 eine zunehmende Rolle gespielt. Die Themen Sterilisation, Hygienisierung und Inaktivierung sowie Aufbereitung von Gewebetransplantaten erfuhren durch die Ausweitung auf weiterführende Anwendungen deutlichen inhaltlichen Zuwachs.

Besonders die Inaktivierung von Viren zur Impfstoffherstellung mittels Elektronenbehandlung machte im vergangenen Jahr weitere große Fortschritte. Die bisher erzielten Forschungsergebnisse stoßen bereits auf Interesse in der Impfstoffindustrie. Nachdem die Behandlung kleiner Flüssigkeitsmengen in kompakten Anlagen erfolgreich umgesetzt werden konnte, wurde nun an der Überführung zu industrietauglichen Technologien gearbeitet. Im Ergebnis wurde ein von den Fraunhofer-Instituten IZI, IPA und IGB gemeinsam entwickeltes Anlagenkonzept für eine kontinuierliche Flüssigkeitsbehandlung am Partnerinstitut Fraunhofer IZI Ende 2018 in Betrieb genommen. In der Anlage können Erreger kontrolliert mit der notwendigen Zieldosis behandelt und daraus maßgeschneiderte Impfstoffe gegen verschiedene Infektionskrankheiten entwickelt werden.

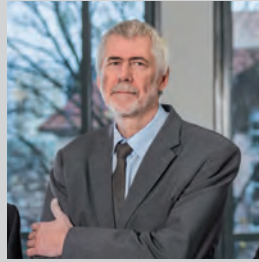
Daneben startete unlängst ein weiteres medizinisches Großprojekt* für die Krebstherapie. Mittels Einbau spezifischer CAR-Moleküle (chimäre Antigenrezeptoren, chimeric antigen receptors) und durch Behandlung mit Elektronen wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Fraunhofer Institute IZI, FEP, IPA und ITEM dabei die Optimierung zum bestmöglichen Erhalt der antitumoralen Effektorfunktion der natürlichen Killerzellen (NK) erarbeiten. Die im Labor modifizierten NKs wachsen allerdings ungebremst und können so auch schädlich sein. Wenn sie mit Elektronenstrahlen behandelt werden, kann deren Wachstum gezielt gebremst werden, ohne die DNA der Zellen zu zerstören. Erste gemeinsame Patente wurden dazu angemeldet.

Die Hygienisierung und Sterilisation von Medizinprodukten,

aber auch von Alltagsgegenständen erfährt eine weiterhin kontinuierliche Nachfrage. Viele neuartige Materialentwicklungen und Beschichtungen, aber auch elektronische Komponenten in Medizinprodukten und Biosensoren müssen bei der klinischen Anwendung sterilisiert werden. Die Behandlung mit niederenergetischen Elektronen bietet hier eine Alternative. Das von der Fraunhofer-Gesellschaft geförderte Projekt „BiClean“ zielt auf diese Problematik ab. Biofilme stellen in vielen Bereichen des täglichen Lebens ein ungelöstes Problem dar, verringern die Leistungsfähigkeit von Solaranlagen oder führen zu Verstopfung von Rohrsystemen und können in der Medizin die Patientensicherheit gefährden, wenn pathogene Keime in den Körper eindringen oder sich auf Implantaten anlagern. Aktuell können Biofilme nicht verhindert oder effektiv inaktiviert und entfernt werden. Im Projekt sollen Fingerprint-Sensoren ein innovatives technisches Hilfsmittel zur Erkennung und Beseitigung von Biofilmen bieten und damit die Gefahr der Keimübertragung unterbinden. Der Biofilmbewuchs bzw. die Verschmutzung wird dabei mittels Detektorfunktion analysiert. Liegt eine (biologische) Verschmutzung vor, wird dann durch UV-Emission gezielt, nur nach Bedarf, die Photokatalyse einer TiO₂-Beschichtung aktiviert und der Biofilm damit inaktiviert. Die Kombination von bidirektionaler Displaytechnologie und Hygienisierung ist gemessen an bisherigen Lösungen der photokatalytischen Selbstreinigung unkonventionell, da die Photokatalyse „von unten“, d.h. aus der Beschichtung heraus ausgelöst wird und zusätzlich Informationen über den Verschmutzungsgrad abgerufen werden können.

Weitere Synergien sollen im kommenden Jahr im Haus genutzt werden, um zum Beispiel mit OLED-auf-Silizium-Technologien miniaturisierte Sensoren zu entwickeln, die kompakte Lösungen für den Einsatz in Bioreaktoren bieten sollen.

* Weitere Informationen zu den Förderprojekten siehe Seite 42



CONTACT

Prof. Dr. Volker Kirchhoff

Phone +49 351 2586 0

volker.kirchhoff@fep.fraunhofer.de

MEDICAL APPLICATIONS

Medical applications also played an increased role in 2018. The research areas of sterilization, hygienization, and inactivation as well as the preparation of tissue transplants experienced substantive growth thanks to expansion of advanced applications.

In particular, the inactivation of viruses for vaccine manufacturing by means of electron beam treatment made further major progress last year. The research results achieved so far are already attracting interest in the vaccine industry. After treatment of small quantities of liquid was able to be successfully accomplished in compact facilities, work was carried out on the transfer of technologies suitable for industrial use. As a result, a product facility design for continuous liquid treatment jointly developed by the Fraunhofer Institutes IZI, IPA, and IGB was put into operation at the Fraunhofer IZI near the end of 2018. Pathogens can be treated within the facility in a controlled manner with the required target dose, enabling tailor-made vaccines against various infectious diseases to be developed.

In addition, another major medical project* for cancer therapy was recently launched. By incorporating specific CAR molecules (chimeric antigen receptors) and treating them with an electron beam, scientists at the Fraunhofer Institutes IZI, FEP, IPA, and ITEM are seeking to improve on the preservation of antitumor behavior in natural killer cells (NK). NKs modified in the laboratory grow unchecked and can therefore be harmful as well. If they are treated with electron beams, their growth can be slowed in a controlled manner without destroying the DNA of the cells. The first joint patents have been applied for.

The hygienization and sterilization of medical devices as well as everyday objects continue to experience uninterrupted

demand. Many novel coatings and materials as well as electronic components in medical devices and biosensors require sterilization for clinical use. Treatment with low-energy electrons offers an alternative here. The BioClean project, funded by the Fraunhofer Gesellschaft, addresses this problem. Biofilms also represent an unsolved problem in many areas of daily life. They reduce the efficiency of solar systems, lead to blockages in pipe and duct systems, and can endanger the safety of medical patients if pathogenic germs penetrate the body or attach themselves to implants. Currently, biofilms cannot be prevented or effectively inactivated and removed. In the Bioclean project, fingerprint sensors will offer an innovative technical aid for recognition and removal of biofilms, thus preventing the danger of germ transmission. Biofilm growth or contamination will be analysed by means of a detector. If a biological contamination is present, photocatalysis of a TiO_2 coating is then activated by UV emission when needed to inactivate the biofilm. The combination of bidirectional display technology and hygienization is unconventional compared to previous solutions of photocatalytic self-cleaning, as the photocatalytic process is triggered „from below“, i.e. by the coating, and additional information about the degree of contamination can be acquired remotely.

Further synergies will be exploited in-house in the coming year, such as development of miniaturized sensors with OLED-on-silicon technologies that offer compact solutions for use in bioreactors.

* Further information on the funded projects see page 42



WERKSTOFFKUNDE / ANALYTIK

Die Abteilung Werkstoffkunde/Analytik verfügt über vielfältige Methoden zur Charakterisierung von Struktur und Eigenschaften dünner Schichten. Die Analysemethoden und das vorhandene Know-How zur Charakterisierung werden von uns als Dienstleistung angeboten. Als Abteilung Werkstoffkunde/Analytik sind wir an vielen Entwicklungsprojekten zur Abscheidung von Schichtsystemen mit maßgeschneiderten Eigenschaften beteiligt. Außerdem führen wir Untersuchungen zur Qualitätskontrolle und zur Fehleranalyse durch.

Wir haben besonders umfangreiche Erfahrungen auf dem Gebiet der Untersuchung von dünnen Schichten durch hochauflösende Feldemissions-Rasterelektronenmikroskopie (FE-REM). Die meisten Proben werden dazu als Querschnitte mit einer sehr leistungsstarken Ionenstrahltechnik präpariert, welche die Untersuchung von verschiedensten Schicht- und Substratkombinationen ermöglicht. Mit Hilfe der Ionenstrahl-Präparationstechnik können Schichten von wenigen Nanometern bis zu mehreren 100 µm Schichtdicke untersucht werden. Durch umfangreiche Detektionsmöglichkeiten können FE-REM Abbildungen im hochauflösenden Topographiekontrast, im Materialkontrast und im kristallographischen Orientierungskontrast erfolgen.

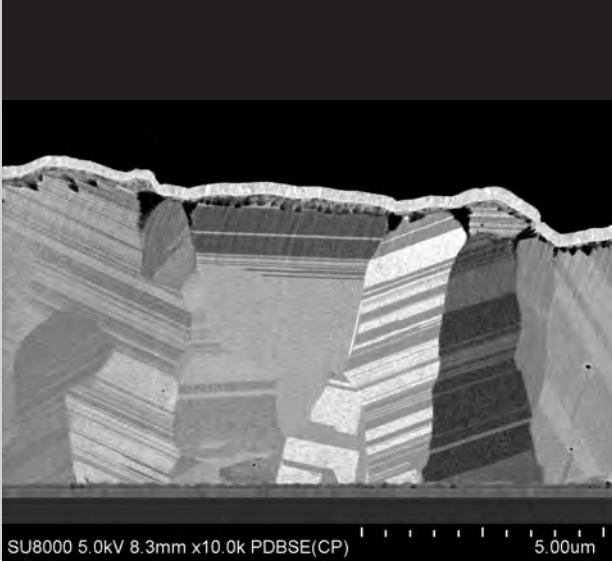
Für Analysen der chemischen Zusammensetzung werden am Fraunhofer FEP die energiedispersive Spektrometrie von Röntgenstrahlung (EDS) und die optische Glimmentladungsspektrometrie (GD-OES) eingesetzt. EDS-Analysen ermöglichen in Kombination mit der rasterelektronenmikroskopischen Abbildung eine hohe laterale Auflösung und eine sehr schnelle Quantifizierung der Ergebnisse. Ergänzt werden die chemischen EDS-Analysen durch die GD-OES, welche neben ihrer hohen Nachweisempfindlichkeit von wenigen ppm bis zu 100 % gleichzeitig eine hohe Tiefenauflösung im Nanometerbereich bietet. Mit GD-OES können alle chemischen

Elemente inklusive Wasserstoff nachgewiesen werden. Aus dem gemessenen qualitativen Intensitäts-Zeit-Profilen der optischen Emissionslinien können mit Hilfe von zertifizierten Referenzmaterialien quantitative Konzentrations-Tiefenprofile berechnet werden.

Für die Bestimmung von optischen, mechanischen und elektrischen Eigenschaften dünner Schichten verfügen wir über eine Vielzahl von Messmethoden. Optische Schichten werden unter anderen durch UV-VIS-NIR-Spektroskopie, spektroskopische Ellipsometrie und verschiedene Klimatests charakterisiert. An Dünnschichtsolarzellen untersuchen wir neben den I-U-Kennlinien und Quanteneffizienzen auch die elektronenstrahlinduzierte Leitfähigkeit (EBIC). Für verschleiß- und abrasionsbeständige Schichten werden als mechanische Eigenschaften Härte und Elastizitätsmodul durch Nanoindentation, die Haftfestigkeit durch Scratchtest und die Abrasionsbeständigkeit mit dem Taber Abraser Test bestimmt.

Langjährige und sehr umfangreiche Erfahrungen bestehen am Fraunhofer FEP auf dem Gebiet der Permeationsbarriermessungen beschichteter Polymerfolien gegenüber Wasserdampf und Sauerstoff. Für die Untersuchung der Permeation von Wasserdampf im Messbereich von 1×10^{-3} g/m²d bis 10 g/m²d wird das Elektrolyseverfahren verwendet. Für den Bereich der Ultrahochbarrierschichten mit sehr geringen Wasserdampfdurchlässigkeiten von 1×10^{-6} bis 1×10^{-3} g/m²d erfolgt der Nachweis des permeierten Wasserdampfes durch Laserdiodenspektroskopie. Neben der sehr guten Nachweisempfindlichkeit können mit dieser Methode Wasserdampf-Permeationsmessungen auch bei erhöhten Temperaturen von bis zu 85 °C durchgeführt werden. Dadurch ist es möglich sehr niedrige Wasserdampfpermeationen und deren Aktivierungsenergie zu bestimmen.

Weitere Informationen zu den Förderprojekten siehe Seite 42



CONTACT

Dr. Olaf Zywitzki

Phone +49 351 2586 180

olaf.zywitzki@fep.fraunhofer.de

MATERIALS ANALYSIS

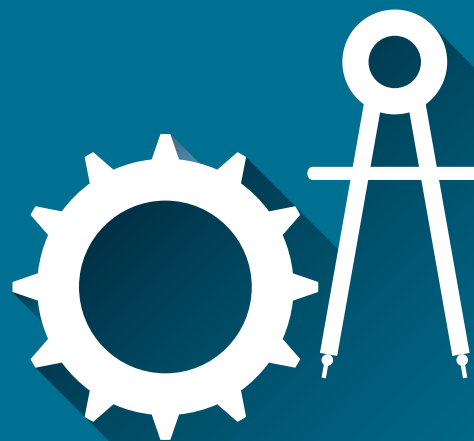
The Materials Analysis department has a wide range of methods at its disposal for characterizing structure and properties of thin films. Our analysis methods and the characterization know how are offered as a service. The Materials Analysis department is involved in many development projects for depositing coating systems with tailor-made properties. We also carry out quality-control and fault-analysis studies.

We have particularly extensive experience in the investigation of thin films using high-resolution field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM). Most samples are prepared as cross sections using a very powerful ion-beam technique that allows the investigation of diverse layers and substrates combinations. With the help of ion-beam preparation technology, layers from a few nanometers up to several hundred microns thick can be studied. FE-SEM images in high-resolution topographic contrast, material contrast, and crystallographic-orientation contrast can be obtained using versatile detection methods.

Energy-dispersive spectrometry of X-rays (EDS) and optical glow-discharge spectrometry (GD-OES) are used at Fraunhofer FEP for analyses of chemical composition. EDS analyses in combination with scanning electron microscope imaging (SEM) deliver high lateral resolution and very fast quantification of the results. The chemical EDS analyses are supplemented by GD-OES that in addition to its high detection sensitivity from a few ppm up to 100% also offers high depth resolution in the nanometer range. All chemical elements can be detected with GD-OES, including hydrogen. Quantitative depth profiles of concentrations can be calculated from the measured qualitative intensity time profiles with the use of certified reference materials.

We have a variety of measuring methods at our disposal for determining the optical, mechanical, and electrical properties of thin films. Optical layers are characterized by UV-VIS-NIR spectroscopy, spectroscopic ellipsometry, and various climate tests. In thin-film solar cells, we investigate not only I-V characteristics and quantum efficiencies, but also electron-beam-induced conductivity (EBIC). For wear- and abrasion-resistant coatings, we determine the mechanical properties of hardness and modulus of elasticity by nanoindentation, the adhesive strength by scratch test, and the abrasion resistance by the Taber Abraser Test.

The Fraunhofer FEP has many years of extensive experience in measuring coated polymer barrier films for water vapor and oxygen permeation. The electrolytic detection sensor is used to investigate the permeation of water vapor in the range of 1×10^{-3} g/m²d to 10 g/m²d. For ultra-high barrier coatings with very low water-vapor permeabilities from 1×10^{-6} to 1×10^{-3} g/m²d, water vapor permeation is detected by laser-diode spectroscopy. In addition to excellent detection sensitivity, water vapor permeation measurements can also be carried out using this method at elevated temperatures up to 85°C. This makes it feasible to determine very low water-vapor permeation and its activation energy.



SYSTEME

Entwicklung eines neuen Hochspannungsversorgungskonzeptes mit Komponenten

Das Fraunhofer FEP entwickelt seit Jahrzehnten erfolgreich kundenspezifische Elektronenquellen, die applikations-spezifische Hochspannungsversorgungen benötigen. Deren Eigenschaften und Parameter variieren hinsichtlich der maximalen Beschleunigungsspannung, der erforderlichen Leistung, der zur Elektronenerzeugung und Leistungssteuerung benötigten Hilfsspannungen (Filament, Stoßspannung, Gitterspannung), der Überschlagerkennung und der Überschlagsbehandlung.

Die an Atmosphäre betriebene Elektronenbehandlung von Pharmaabwässern erfordert Beschleunigungsspannungen von größer 300 kV. Die Vereinigung von Elektronenquelle und Hochspannungserzeuger in einem innovativen Gerätekonzept bietet dabei wesentliche Vorteile hinsichtlich kompakter Bauart und Betriebssicherheit. Der Entfall von kostenintensiven Hochspannungsdurchführungen und Hochspannungskabeln führt auch zu einer Kostenreduktion, auf deren Grundlage ein wirtschaftlicher Kundenvorteil generiert werden kann.

Aus diesen Gründen wurde in der Gruppe Elektronikentwicklung des Bereiches Systeme in Zusammenarbeit mit dem Bereich Elektronenstrahl ein neues Konzept für eine skalierbare Hochspannungsversorgung entwickelt. Diese soll für die erwähnte neue Gerätegeneration der Elektronenquellen zum Einsatz kommen.

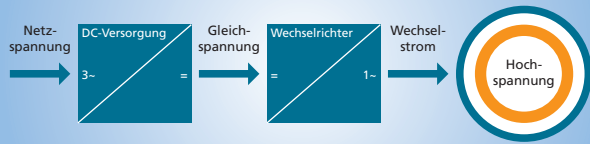
Dabei werden eine außenliegende Primärwicklung und mehrere innenliegende, stapelbare Sekundärwicklungen als Transformator aufgebaut. Pro Sekundärwicklungsmodul werden 40 kV erzeugt. Die Dimensionierung der Sekundär-

wicklungsmodul berücksichtigt den notwendigen Freiraum für die konzentrische Strahlführung des Elektronenstrahls.

Ein Wechselrichter erzeugt den Wechselstrom fester Frequenz und variabler Amplitude, mit dem die Primärspule erregt wird. Zur Untersuchung des Funktionsprinzips wurden die in der Abbildung dargestellten Komponenten entworfen und aufgebaut.

Es erfolgten Funktionserprobungen der Einzelkomponenten, des Gesamtsystems und Untersuchungen zum Übertragungsverhalten des Wicklungssystems. Diese führten zu dem Ergebnis, dass die entwickelten Komponenten erwartungsgemäß arbeiten. Das Funktionsprinzip konnte bereits erfolgreich nachgewiesen werden.

Das Fraunhofer FEP treibt diese Weiterentwicklung der Hochspannungsversorgung voran, um neue Anwendungsmöglichkeiten von Elektronenstrahlquellen für den Markt zu erschließen.



CONTACT

Rainer Labitzke

Phone +49 351 2586 328

rainer.labitzke@fep.fraunhofer.de

SYSTEMS

Development of a new high-voltage supply design with components

The Fraunhofer FEP has been successfully developing customer-specific electron sources for decades that require application-specific high-voltage supplies. The properties and parameters of these supplies vary with regard to the maximum accelerating voltage, the required power, the auxiliary voltages required for electron generation and power control (filament power, surge voltages, and grid voltage), flashover detection, and flashover management.

Electron-beam treatment of pharmaceutical wastewater in open air requires acceleration voltages of more than 300 kV. The combination of an electron source and high-voltage generator in an innovatively designed device offers significant advantages in terms of compactness and operational safety. The elimination of costly high-voltage feedthroughs and cables also leads to a reduction in costs, producing an economic advantage for the customer.

For these reasons, a new design for a scalable high-voltage supply was developed in the Electronics Development group of the Systems division in collaboration with the Electron Beam division. This will be employed with the new generation of electron sources mentioned above.

An external primary winding and several stackable internal secondary coils are used to construct the transformer, generating 40 kV per secondary winding module. The dimensioning of the secondary winding modules takes into account the necessary clearance space for the concentric beam guide of the electron beam.

An inverter generates the fixed-frequency, variable-amplitude alternating current with which the primary coil is excited. The components shown in the illustration were designed and constructed to investigate the operating behavior.

Operational testing of the individual components and the overall system was carried out along with investigations of the inductive coupling behavior of the windings. These led to the conclusion that the components developed are working as expected. The operating principle had already been successfully proven.

The Fraunhofer FEP is conducting this advanced development of a high-voltage supply in order to pioneer new applications for electron-beam sources in the market.

70 JAHRE
FRAUNHOFER
70 JAHRE
ZUKUNFT
#WHATSNEXT

ANHANG

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

MITGLIEDSCHAFTEN

FRAUNHOFER-VERBUND LIGHT & SURFACES

NAMEN, DATEN UND EREIGNISSE

RÜCKBLICK

FÖRDERPROJEKTE

KONTAKT

IMPRESSUM



DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

THE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 72 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 26 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,6 Milliarden Euro. Davon fallen mehr als 2,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Unsere Vertragspartner und Auftraggeber sind:

- Industrieunternehmen
- Dienstleistungsunternehmen
- Öffentliche Hand

Die wichtigsten Kennzahlen auf einen Blick

- 72 Institute und Forschungseinrichtungen
- Rund 26 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- 2,6 Milliarden Euro Forschungsvolumen jährlich
- Rund 70 Prozent werden mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten erwirtschaftet
- Internationale Zusammenarbeit durch weltweite Niederlassungen

www.fraunhofer.de

The Fraunhofer-Gesellschaft is the leading organization for applied research in Europe. Its research activities are conducted by 72 institutes and research units at locations throughout Germany. The Fraunhofer-Gesellschaft employs a staff of more than 26,600, who work with an annual research budget totaling more than 2.6 billion euros. Of this sum, more than 2.2 billion euros is generated through contract research. Around 70 percent of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. International collaborations 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.

Customers and contractual partners are:

- Industry
- Service sector
- Public administration

Key figures at a glance

- 72 institutes and research units
- 26,600 staff
- 2.6 billion euros annual research budget totaling
- About 70 percent of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects
- International cooperation through affiliated research centers and worldwide representative offices

www.fraunhofer.de



MITGLIEDSCHAFTEN

MEMBERSHIPS

- 3D-Netzwerk (Initiative der Wirtschaftsförderung Solingen GmbH & Co. KG)
- AMA Fachverband für Sensorik e. V.
- AK Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe
- Bundesverband mittelständische Wirtschaft (BVMW)
- Deutsche Glastechnische Gesellschaft
- Dresden-concept e. V.
- Energy Saxony e. V.
- Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS)
- European Association for the Promotion of UV and EB curing
- Fachverband für Mikrotechnik
- Forum MedTech Pharma e. V.
- Forschungsallianz Kulturerbe
- Fraunhofer-Allianz Batterien
- Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik
- Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces
- Informationsdienst Wissenschaft
- International Council for Coatings on Glass ICCG e. V.
- International Electrotechnical Commission IEC, TC 110 Electronic display devices, WG 12 Eyewear display
- International Irradiation Association
- Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik INPLAS e. V.
- Netzwerk »Dresden - Stadt der Wissenschaft«
- Organic Electronics Saxony e. V. (OES)
- Photonics 21
- Plasma Germany
- Silicon Saxony e. V.
- Verband der Elektrotechnik - Bezirksverein Dresden e. V. (VDE)
- Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA)
- Verband Deutsches Reisemanagement e. V. (VDR)
- Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen

FRAUNHOFER VERBUND LIGHT & SURFACES

FRAUNHOFER GROUP FOR LIGHT & SURFACES

Competence by Networking

Six Fraunhofer institutes cooperate in the Fraunhofer Group Light & Surfaces. Co-ordinated competences allow quick and flexible alignment of research work in the field of optics, laser and thin film technology as well as material on the requirements of different fields of application. Coordinated activities are carried out to answer actual and future challenges, especially in the fields of energy, environment, production, information and security.

Core Competences of the Group

- Surface and coating functionalization
- Laser-based manufacturing processes
- Laser development and nonlinear optics
- Materials in optics and photonics
- Microassembly and system integration
- Micro and nano technology
- Carbon technology
- Measurement methods and characterization
- Ultra precision engineering
- Material technology
- Plasma and electron beam sources

Business Areas

- Ablation and cutting
- Imaging and illumination
- Additive manufacturing
- Light sources and laser systems
- Lithography
- Material testing and analytics
- Medical engineering and biophotonics
- Micro systems and sensors
- Optical systems and instrumentation
- Tooling and mold making

Fraunhofer Institute for Organic Electronics, Electron Beam and Plasma Technology FEP

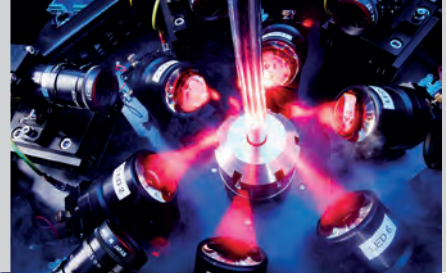
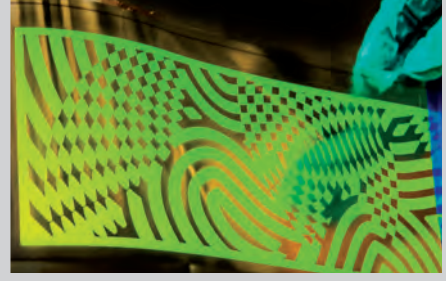
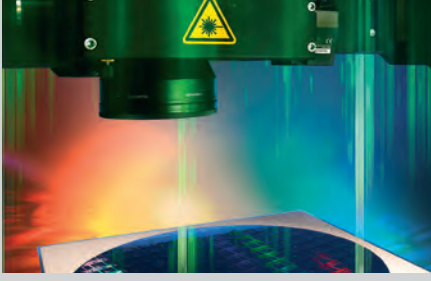
The Fraunhofer FEP works on innovative solutions in the fields of vacuum coating, surface treatment as well as organic semiconductors. The core competences electron beam technology, sputtering, plasma-activated deposition and high-rate PECVD as well as technologies for organic electronics and IC/system design provide a basis for these activities. Fraunhofer FEP continuously enhances them and makes them available to a wide range of industries: mechanical engineering, transport, biomedical engineering, architecture and preservation, packaging, environment and energy, optics, sensor technology and electronics as well as agriculture.

 www.fep.fraunhofer.de

Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT

With more than 400 employees the Fraunhofer ILT develops innovative laser beam sources, laser technologies, and laser systems for its partners from the industry. Our technology areas cover the following topics: laser and optics, medical technology and biophotonics, laser measurement technology and laser material processing. This includes laser cutting, caving, drilling, welding and soldering as well as surface treatment, micro processing and additive manufacturing. Furthermore, the Fraunhofer ILT is engaged in laser plant technology, process control, modeling as well as in the entire system technology.

 www.ilt.fraunhofer.de



Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering IOF

The Fraunhofer IOF develops innovative optical systems to control light from the generation to the application. Our service range covers the entire photonic process chain from optomechanical and opto-electrical system design to the manufacturing of customized solutions and prototypes. The institute works in the five business fields of Optical Components and Systems, Precision Engineering Components and Systems, Functional Surfaces and Layers, Photonic Sensors and Measuring Systems and Laser Technology.

www.iof.fraunhofer.de

Fraunhofer Institute for Physical Measurement Techniques IPM

The Fraunhofer IPM develops tailor-made measuring techniques, systems and materials for industry. In this way we enable our customers to minimize their use of energy and resources while at the same time maximizing quality and reliability. Fraunhofer IPM makes processes more ecological and at the same time more economical. Many years of experience with optical technologies and functional materials form the basis for high-tech solutions in the fields of production control, materials characterization and testing, object and shape detection, gas and process technology as well as functional materials and systems.

www.ipm.fraunhofer.de

Fraunhofer Institute for Surface Engineering and Thin Films IST

As an innovative R&D partner the Fraunhofer IST offers complete solutions in surface engineering which are developed in cooperation with customers from industry and research. The IST's »product« is the surface, optimized by modification, patterning, and/or coating for applications in the business units mechanical engineering, tools and automotive technology, aerospace, energy and electronics, optics, and also life science and ecology. The extensive experience of the Fraunhofer IST with thin film deposition and film applications is complemented by excellent capabilities in surface analysis and in simulating vacuum-based processes.

www.ist.fraunhofer.de

Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology IWS

The Fraunhofer IWS is known for its innovations in the business units joining and cutting as well as in the surface and coating technology. Across all business units our interdisciplinary topics include energy storage systems, energy efficiency, additive manufacturing, lightweight construction and big data. Our special feature is the expertise of our scientists in combining the profound know-how in materials engineering with the extensive experience in developing system technologies. Every year, numerous solutions with regard to laser material processing and coating technology have been developed and have found their way into industrial applications.

www.iws.fraunhofer.de

Contact

Group Chairman
Prof. Dr. Reinhart Poprawe
Phone +49 241 8906-110

Group Managing Director
Dr. Arnold Gillner
Phone +49 241 8906-148

NAMEN, DATEN UND EREIGNISSE

NAMES, DATES AND EVENTS

PATENTE

PATENTS

FEP 301 / US 9,875,874 B2

Apparatus for Suppression of Arcs in an Electron Beam Generator

R. Labitzke, S. Dominok, G. Mattausch, S. Weiss

FEP 324 / CN 106029215 B

Apparatus for Impinging Bulk Material with Accelerated Electrons

A. Weidauer, F.-H. Rögner, G. Mattausch, J. Kubusch

FEP 343 / US 9,909,208 B2

Method for Developing a Coating having a high Light Transmission and/or a low Light Reflection

M. Junghähnel, T. Preussner, U. Hartung

FEP 311 / JP 6 290 417 B2

Method for Forming an Electrically Conductive Structure on a Synthetic Material

S. Weiss, M. Fahland, G. Mattausch, B. Graffel, F. Winckler, R. Jurk, S. Mosch

FEP 324 / US 9,949,425 B2

Apparatus for Impinging Bulk Material with Accelerated Electrons

F.-H. Rögner, A. Weidauer, G. Mattausch, J. Kubusch

FEP 324 / RU 2 646 065 C2

Apparatus for Impinging Bulk Material with Accelerated Electrons

F.-H. Rögner, A. Weidauer, G. Mattausch, J. Kubusch

F52278 / KR 10 1852477

Interactive Display and Control Method Thereof

B. Richter, R. Herold, U. Vogel

F54530 / EP 3 084 776 B1

Transparent Nanowire Electrode with Functional Organic Layer

L. Müller-Meskamp, F. Selzer, J. Bormann, N. Weiß, C. Sachse, N. Gaponik, A. Eychmüller

FEP 347 / AT 518441 B1

Vorrichtung zum Unterstützen des Sprach- und/oder Hörtrainings nach einer Cochlear Implantation

U. Vogel, T. Zahnert

F55255 / DE 10 2014 117 096 B4

Fotolithografieverfahren zum Herstellen organischer Leuchtdioden

D. Kasemann, S. Hofmann, M.-C. Gather, S. Krotkus, F. Vemtsch, A. Zakhidov

FEP 317 / US 9,994,950 B2

Method for Depositing a Piezoelectric Film Containing AlN and a Piezoelectric Film Containing AlN

H. Bartzsch, D. Glöb, P. Frach, S. Barth

FEP 343 / DE 10 2015 113 542 B4

Verfahren zur Ausbildung einer Schicht mit hoher Lichttransmission und/oder niedriger Lichtreflexion

M. Junghähnel, T. Preußner, U. Hartung

FEP 301 / UA 117402 C2

Apparatus for Suppression of Arcs in an Electron Beam Generator

R. Labitzke, S. Dominok, G. Mattausch, S. Weiss

FEP 338 / DE 10 2015 117 833 B4

Verfahren zur Herstellung einer feldförmigen, homogenen Rod-Anordnung und deren Verwendung

L. Eng, S. Derenko, F. Patrovsky, M. Böhm, V. Hoffmann, A. Hille, R. Raupach, S. Barth, H. Bartzsch, P. Frach

FEP 323 / US 10,080,795 B2

Method for Inactivating Viruses using Electron Beams

S. Ulbert, C. Wetzell

FEP 290 / EP 2 686 371 B1

Method for Modifying a Surface of a Substrate using Ion Bombardment

U. Schulz, P. Munzert, R. Thielsch, W. Schönberger, M. Fahland, R. Kleinhempel

FEP 317 / JP 6407273 B2

Method for Depositing a Piezoelectric Film Containing AlN and a Piezoelectric Film Containing AlN

H. Bartzsch, D. Glöb, P. Frach, S. Barth

F54530 / US 10,109,387 B2

Transparent Nanowire Electrode with Functional Organic Layer

L. Müller-Meskamp, F. Selzer, J. Bormann, N. Weiß, C. Sachse, N. Gaponik, A. Eychmüller

FEP 267 / EP 2 795 657 B1

Device for Producing a Hollow Cathode Arc Discharge Plasma

H. Morgner, G. Mattausch, C. Metzner, M. Junghähnel, R. Labitzke, L. Klose, T. Werner, J. Kubusch

DISSERTATIONEN

DISSERTATIONS

G. Gotzmann
Elektronenstrahlmodifizierung von diamantähnlichen Kohlenstoffschichten zur biofunktionalen Beschichtung von Implantatmaterialien
 TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

C. Steiner
Plasmagestützte Nanostrukturierung von ETFE-Folie
 TU Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau

D. Hirsch
Plasmagestützte CSS-Abscheidung von CdS-Fensterschichten für CdTe Solarzellen
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftlichen Fakultät II, Chemie, Physik und Mathematik

M. Top
Functional properties of plasma polymer coatings deposited using a hollow cathode arc discharge based PECVD process
 Rijksuniversiteit Groningen

MASTERARBEITEN

MASTER THESES

S. Nolting
Konzeptentwicklung zur quantitativen Umweltbewertung von Produkten am Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP
 Hochschule Zittau-Görlitz, Studiengang Integrierte Managementsysteme

P. Saini
Implementation of Metal and Dielectric Layers in flexible OLED devices with Roll-to-Roll Flexographic Printing
 TU München, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

N. Hauf
Entwicklung eines Testmodells zur Sterilisation von Bändern und Sehnen unter besonderer Berücksichtigung der Biofunktionalität
 Hochschule Anhalt, Köthen

V. Schöne
Funktionalisierung und Charakterisierung von Parylene-Schichten mittels Polyethylenglykol zur Vermeidung unerwünschter Körperabwehrreaktionen bei der Anwendung als Verkapselungs- und Barrierschicht für medizinische Implantate
 Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

K. V. Kodandarama
Deposition with magnetron sputtering from Samarium monosulfide targets and properties of obtained Samarium monosulfide layers
 TU Chemnitz, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

DIPLOMARBEITEN

DIPLOMA THESES

M. Noß
Evaluierung von Releasefolien für die Entwicklung von Planarisierungsschichten
 TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen
 Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik

T. Großer
Leuchtdichteverteilung von Flexiblen Organischen Leuchtdioden
 TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen
 Institut für Werkstoffwissenschaft

V. Brackmann
Untersuchung eines Vakuumbeschichtungsverfahrens zur Abscheidung einer Feststoffelektrolytschicht
 Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
 Fakultät Maschinenbau / Verfahrenstechnik

M. Zeyliger
Untersuchung der Drehtrommelbeschichtung von Kleinteilen im Vakuumverfahren
 Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
 Fakultät Maschinenbau / Verfahrenstechnik

W. Walther
Untersuchungen des Einflusses der Blitzlampentemperatur auf die Eigenschaften verschiedener Gläser und Glas-Schichtsysteme
 TU Bergakademie Freiberg
 Fakultät Maschinenbau, Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik

S. Schreiber
Entwicklung und Charakterisierung biodegradierbarer Feldeffekttransistoren
 TU Dresden, Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik

VERÖFFENTLICHUNGEN

PUBLICATIONS

A detailed list of all publications from Fraunhofer FEP in the year 2018 can be found at:

<http://publica.fraunhofer.de/institute/FEP/2018>

M. Meško, G. Gotzmann, J. Bohovičová, P. Zacková, Lu. Čaplovič, F. Munnik, M. Čaplovičová, Lu. Vančo, V. Skákalová, M. Krause
A comparative biocompatibility study of graded TiC/a:C coatings prepared by dcMS and c-HiPIMS
 Proceedings of the 14th International Symposium on Sputtering and Plasma Processes (ISSP 2017), 05.-07. December 2017, Kanazawa, Japan, ISSN 2187-7637, 2018, p. 256-259

G. Gotzmann, C. Jorsch, C. Wetzel, R. H. W. Funk
Antimicrobial effects and dissolution properties of silver copper mixed layers
 Surface and Coatings Technology, Vol. 336, 2018, p. 22–28

G. Gotzmann, J. Beckmann, B. Scholz, U. Herrmann, C. Wetzel
Low-energy electron-beam modification of DLC coatings reduces cell count while maintaining biocompatibility
 Surface and Coatings Technology, Vol. 336, 2018, p. 34–38

B. Richter, P. Wartenberg, U. Vogel
Microdisplays for Smart Eyewear
 Optik & Photonik, Volume 13, Issue 1, p. 44–47

C. Steiner, J. Fichtner, J. Fahlteich
Nanostructuring on polymer surfaces by magnetron plasma treatment
 Surface and Coatings Technology, Vol. 336, 2018, p. 72–79

A. Himmler, M. Fahland, V. Linß
Roll-to-roll deposition of silicon oxynitride layers on polymer films using a rotatable dual magnetron system
 Surface and Coatings Technology, Vol. 336, 2018, p. 123–127

H. Bartzsch, S. Barth, D. Glöß, P. Frach, G. Suchaneck, G. Gerlach
Piezoelektrische AlN- und AlScN-Schichten für die energieautarke Sensorik
 Tagungsband 13. ThGOT Thementage Grenz- und Oberflächentechnik und 11. Biomaterial Kolloquium, 2018, p. 1–5

J. Schönfelder, J. Portillo, G. Gotzmann, F.-H. Rögner, J. Fertey, S. Ulbert, T. Grunwald, L. Bayer, M. Thoma, S. Rupp, S. M. Bailer, E. Hiller
Low Energy Electron Beam Irradiation of Liquids for Medical Applications
 Proceedings of 60th Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Providence, USA, 29. April–04. Mai 2017, 2018, p. 1–4

J. Portillo, G. Gotzmann, J. Schönfelder, F.-H. Rögner, S. Wronski, M. Müller, Y. Kohl, E. Gorjup, I. F. Chaberny
Low Energy Electron Beam Sterilization for Medical Technical Applications
 Proceedings of 60th Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Providence, USA, 29. April–04. Mai 2017, 2018, p. 1–7

G. Gotzmann, C. Jorsch, J. Schönfelder, C. Wetzel, R. H. W. Funk
Silver/Copper-mixed Layers as Antimicrobial Surface Coating
 Proceedings of 60th Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Providence, USA, 29. April–04. Mai 2017, 2018, p. 1–7

G. Gotzmann, J. Beckmann, J. Schönfelder, C. Wetzel, B. Scholz, U. Herrmann
DLC for Medical-Technical Applications Modified by Electron Beam
 Proceedings of 60th Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Providence, USA, 29. April–04. Mai 2017, 2018, p. 1–6

M. Fahland, T. Vogt, U. Meyer, N. Prager, J. Fahlteich
Roll-to-roll Deposition of Transparent Electrodes on Permeation Barrier Coatings
 Proceedings of 60th Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Providence, USA, 29. April–04. Mai 2017, 2018, p. 1–4

A. Himmler, M. Fahland, V. Linß
Roll-to-roll Deposition of Permeation Barrier Layers Using a Rotatable Dual Magnetron Sputtering System
 Proceedings of 60th Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Providence, USA, 29. April–04. Mai 2017, 2018, p. 1–6

C. Steiner, J. Fichtner, J. Fahlteich
Nanostructuring of Polymer Surfaces by Magnetron Plasma Treatment
 Proceedings of 60th Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Providence, USA, 29. April–04. Mai 2017, 2018, p. 1–8

P. Wartenberg, M. Buljan, B. Richter, G. Haas, S. Brenner, M. Thieme, U. Vogel, P. Benitez
High Frame-Rate 1 WUXGA OLED Microdisplay and Advanced Free-Form Optics for Ultra-Compact VR Headsets
 SID Symposium Digest of Technical Papers, Vol. 49, Issue 1, 2018, p. 514–517

J. Schönfelder
Elektronenstrahlen für die Sterilisation
 MEDengineering, Ausgabe 4, 2018, Seite 68–70

K. Hancock, J. Becherer, M. Hagen, M. Joos, M. Abert, D. Müller, P. Fanz, S. Straach, J. Tübke
Electrolyte Decomposition and Electrode Thickness Changes in Li-S Cells with Lithium Metal Anodes, Prelithiated Silicon Anodes and Hard Carbon Anodes
 Journal of The Electrochemical Society, Vol. 165, Issue 1, 2018, p. A6091-A6106

- H. Klostermann
Beschichtung von Verbindungselementen mittels Hochrate-Vakuumbeschichtung von Schüttgut
WOMAG, Vol. 5, 2018 p. 54–56
- S. Günther, M. Noß, J. Fichtner
Coating and protection of smoothing layers by means of smoothing webs
Onlineproceedings of AIMCAL R2R Conference Europe 2018, München, Germany, 04.–07. Juni 2018
- D. Wang, M. Stanel, P. Saini, C. Keibler-Willner, J. Hauptmann, K. Täschner, M. Junghähnel, S. Mogck
Segmented transparent OLED devices on ultra-thin glass
Proceedings of International Conference on Coatings on Glass and Plastics, ICCG 2018, Würzburg, Deutschland, 11.–15. Juni 2018, Session 4, p. 16–20
- T. Preußner, M. Junghähnel, J. Westphalen, K. Täschner
Modern coating and annealing technologies for advanced multifunctional layer stacks
Proceedings of International Conference on Coatings on Glass and Plastics, ICCG 2018, Würzburg, Deutschland, 11.–15. Juni 2018, Session 1, p. 38–40
- M. Fahland, T. Dietsch, C. Ottermann, O. Zywitzki, V. Linß
Roll-to-roll sputtering of oxide layers into ultrathin flexible glass
Proceedings of International Conference on Coatings on Glass and Plastics, ICCG 2018, Würzburg, Deutschland, 11.–15. Juni 2018, Session 1, p. 51–53
- K. Täschner, M. Junghähnel, M. Stanel, D. Wang, S. Mogck
Sputtered coatings on ultrathin glass for flexible display application
Proceedings of International Conference on Coatings on Glass and Plastics, ICCG 2018, Würzburg, Deutschland, 11.–15. Juni 2018, Session 4, p. 30–32
- C. Steiner, J. Fahlteich, M. Fahland
Vacuum coating on polymer films for outdoor applications
Proceedings of International Conference on Coatings on Glass and Plastics, ICCG 2018, Würzburg, Deutschland, 11.–15. Juni 2018, Session 6, p. 20–25
- K. Täschner, J. Hildisch, H. Bartzsch, T. Modes, O. Zywitzki
Influence of rf substrate bias on density and mechanical properties of sputtered SiO₂ thin films for SAW applications
Proceedings of International Conference on Coatings on Glass and Plastics, ICCG 2018, Würzburg, Deutschland, 11.–15. Juni 2018, Session 1, p. 18–22
- D. Glöß, H. Bartzsch, T. Goschurny, A. Drescher, U. Hartung, P. Frach
Coating technology for locally varying optical function on 2D and 3D elements
Proceedings of International Conference on Coatings on Glass and Plastics, ICCG 2018, Würzburg, Deutschland, 11.–15. Juni 2018, Session 5, p. 37–38
- M. Top, G. Mulder, N. Prager, J. Fahlteich, J. De Hosson
Effect of humidity on the residual stress in silicon-containing plasma polymeric coatings
Surface and Coatings Technology, Vol. 347, 2018, p. 46–53
- G. Gotzmann, J. Portillo, S. Wronski, Y. Kohl, E. Gorjup, H. Schuck, F.-H. Rögner, M. Müller, I.F. Chaberny, J. Schönfelder, C. Wetzel
Low-energy electron-beam treatment as alternative for on-site sterilization of highly functionalized medical products – A feasibility study
Radiation Physics and Chemistry, Vol. 150, 2018, p. 9–19
- S. Saager, B. Scheffel
Homogeneous deposition of high purity silicon thin films with highest rates above 30 µm/min
Proceedings of EU PVSEC, Brüssel, Belgien, 24.–26. September 2018, p. 707–710
- V. Utochnikova, E. Latipov, A. I. Dalinger, Y. V. Nelyubina, A. A. Vashchenko, M. Hoffmann, A. S. Kalyakina, S. Z. Vatsadze, U. Schepers, S. Bräse, N. P. Kuzmina
Lanthanide pyrazolecarboxylates for OLEDs and bioimaging
Journal of Luminescence, Vol. 202, 2018, p. 38–46
- C. Luber, B. Scheffel, S. Saager, S. Straach, N. Schiller
Lithium-Ionen-Batterien: Potenzial von Vakuumdünnschichtprozessen in der Herstellung
Vakuum in Forschung und Praxis, Vol. 30, Issue 4, 2018, S. 39–45
- E. Bodenstern, M. Schober, M. Hoffmann, C. Metzner, U. Vogel
Realization of RGB colors from top-emitting white OLED by electron beam patterning
Journal of the Society for Information Display, Vol. 26, Issue 9, 2018 p. 555–560
- C. Kästner, C. Resagk, J. Westphalen, M. Junghähnel, C. Cierpka, J. Schumacher
Assessment of horizontal velocity fields in square thermal convection cells with large aspect ratio
Experimental in Fluids, Volume 59, Issue 11, 2018, Article 171
- S. Walker, J. Schönfelder, S.-M. Tugtekin, C. Wetzel, M.-C. Hacker, M. Schulz-Siegmund
Stabilization and sterilization of pericardial scaffolds by UV and low-energy electron irradiation
Tissue Engineering Part C Methods, Vol. 24, Issue 12, 2018, p. 717–729
- S. Saager, B. Scheffel, O. Zywitzki, T. Modes, M. Piwko, S. Dörfler, H. Althues, C. Metzner
Porous Silicon Thin Films as Anodes for Lithium Ion Batteries Deposited by Co-Evaporation of Silicon and Zinc
Proceedings of 61th Annual SVC – Society of Vacuum Coaters – Technical Conference, Orlando, USA, 05.–10. Mai 2018, p. 1–8

J.-P. Heinß, H. Klostermann, O. Zywitzki

Plasma activated electron beam evaporation for high-rate coating of 3D-parts

Proceedings of 61th Annual SVC – Society of Vacuum Coaters – Technical Conference, Orlando, USA, 05. – 10. Mai 2018, p. 1 – 6

S. Barth, P. Frach, H. Bartzsch, D. Glöß

Sputter deposition of AlN and AlScN films for actuator, transducer and energy harvesting applications

Proceedings of 61th Annual SVC – Society of Vacuum Coaters – Technical Conference, Orlando, USA, 05. – 10. Mai 2018, p. 1 – 6

S. Kleinmann, W. Haag, A. Weidauer

Effect of Low-Energy e-Beam Irradiation on Presterilized COC Packaging

Pharmazeutical Engineering, Vol 38, Nr. 1, 2018, p. 60 – 64

J. Fahlteich, N. Schiller, S. Günther, S. Straach

Gas Barrier Coatings for Packaging and Flexible Electronics

Coating International, Vol. 51, Issue 8, 2018, Pages 10 -15

A. Aslandukov, V. Utochnikova, D. Goryachii, A. Vashchenko, D. Tsybarenko, M. Hoffmann, M. Pietraszkiewicz, N. Kuzmina

The Development of the New Approach Toward Lanthanide-Based OLED Fabrication: New Host Materials for Tb-Based Emitters

Dalton Transactions, Vol. 47, 2018, p. 16350 – 16357

M. Jungphaehnel, T. Preussner, J. Westphalen, S. Mogck

Fabrication of thin-film coatings on large size Ultra-thin glass for flexible devices

Proceedings of 23rd International Display Workshops in conjunction with Asia Display, IDW/AD 2016, Volume 4, 2018, Pages 2068-2070

N. Schiller, S. Günther

Pilot production as a bridge between R&D and contract coating

Coating International, Volume 51, Issue 9, 2018, Pages 16-18

U. Vogel, P. Wartenberg, B. Richter, S. Brenner, K. Fehse, M. Schober

OLED-on-Silicon Microdisplays: Technology, Devices, Applications

IEEE Xplore, Proceedings of 48th European Solid-State Device Research Conference (ESSDERC), Artikel 8486920, p. 90 – 93

E. Bodenstern, U. Vogel

Electron Beam Patterning for High-Resolution Full-Color OLED Displays

UVEB Technology, Issue 4, 2018, p. 23 – 26

RÜCKBLICK HIGHLIGHTS

Ausgezeichneter Ort im Land der Ideen

4. Juni 2018, Berlin



Seit 2006 werden von der Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ Orte, Projekte und Menschen ausgezeichnet, die Ideen für Innovationen haben, die einen positiven Beitrag zu aktuellen gesellschaftlichen Herausforderungen leisten. Projekte, die Lebenswelten verbinden, quer denken und Bekanntes auf den Prüfstand stellen. Mit der Forschung an biodegradierbarer Elektronik wurde das Fraunhofer Verbundprojekt bioElektron unter der Federführung des Fraunhofer FEP als einer der 100 Orte im Land der Ideen 2018 ausgezeichnet.

Im Rahmen eines Fraunhofer-internen Verbundprojektes „bioElektron – Biodegradierbare Elektronik für aktive Implantate“ werden elektronische Bauteile entwickelt, die nach einer definierten Funktionszeit in einer biologischen Umgebung vollständig abgebaut werden können. Dies eröffnet neuartige Anwendungen als auch Wege zur Verringerung des biologischen Fußabdrucks. Eines der möglichen Anwendungsfelder sind aktive medizinische Implantate, die nach Ablauf ihrer Funktionszeit vom Gewebe resorbiert werden sollen.

Innovator des Jahres

25. Oktober 2018, München



Die Forscher des Fraunhofer-Instituts für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP dürfen sich freuen – zum zweiten Mal in Folge sind sie zum „Innovator des Jahres“ gewählt worden.

Die Leser der Fachzeitschrift DESIGN&ELEKTRONIK zeichnen bereits im letzten Jahr die Entwicklungen des Instituts in den Bereichen OLED-Mikrodisplays und Beschichtungstechnologien für flexibles Dünnglas als Preisträger aus. In diesem Jahr dürfen sich die Wissenschaftler eines Gemeinschaftsprojektes zur biodegradierbaren Elektronik über die Würdigung freuen.

Dresden Congress Award

16. November 2018, Dresden



Seit 2004 werden mit dem Dresden Congress Award engagierte Wissenschaftler, Unternehmer und Kongressveranstalter gewürdigt, die Kongresse und Tagungen in die sächsische Landeshauptstadt geholt und erfolgreich veranstaltet haben. Die Auszeichnung ist ein Symbol des geistigen Austauschs, der Kommunikation in Wissenschaft und Forschung und des Strebens nach gesellschaftlichem und technischem Fortschritt.

Dieses Jahr dürfen sich die Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP über den 3. Platz in der Kategorie „Fokus Dresden“ freuen, die die internationale Konferenz SID-ME „Wearable and Projection Displays“ im Jahr 2017 in Dresden erfolgreich ausrichteten.

FÖRDERPROJEKTE FUNDED PROJECTS

Eine detaillierte Auflistung laufender und abgeschlossener Förderprojekte, an denen das Fraunhofer FEP beteiligt ist, finden Sie auf unserer Webseite unter:

www.fep.fraunhofer.de/projekte

A detailed list of current and completed funded projects in which Fraunhofer FEP is involved, can be found on our website:

www.fep.fraunhofer.de/projects

EUROPÄISCHE UNION



Gefördert durch die Europäische Union

Gefördert durch das Horizon 2020 Framework Programm der Europäischen Union.

ACTPHAST 4.0

Förderkennzeichen: 779472

ACTPHAST 4R

Förderkennzeichen: 825051

ARIES

Förderkennzeichen: 730871

LOMID

Förderkennzeichen: 644101

MiLEDI

Förderkennzeichen: 779373

MOLOKO

Förderkennzeichen: 780839

OLEDSOLAR

Förderkennzeichen: 820789

PI-SCALE

Förderkennzeichen: 688093

Smart2Go

Förderkennzeichen: 825143

SmartEEs

Förderkennzeichen: 761496

EUROPÄISCHE UNION, ECSEL, BMBF, SMWA



Gefördert durch die Europäische Union

Gefördert durch das Horizon 2020 Framework Programm der Europäischen Union sowie durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.

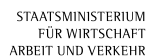


Gefördert durch:



ADMONT

Förderkennzeichen: 661796 / 16ESE0058S



HiPERFORM

Förderkennzeichen: 783174



EUROPÄISCHE UNION, EFRE (NRW)



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung.



PhotonFlex / Barrieretest

Förderkennzeichen: EU-1-1-078E

EUROPÄISCHE UNION, EFRE (SACHSEN)

Europa fördert Sachsen.
EFRE
 Europäischer Fonds für
 regionale Entwicklung



Gefördert aus Mitteln
 der Europäischen Union

STAATSMINISTERIUM
 FÜR WIRTSCHAFT
 ARBEIT UND VERKEHR



STAATSMINISTERIUM
 FÜR WISSENSCHAFT
 UND KUNST



*Gefördert aus Mitteln der Europäischen
 Union und des Freistaates Sachsen.*

AITiNTec

Förderkennzeichen: 100297970

CARLEEN

Förderkennzeichen: 100206775

DANAE

Förderkennzeichen: 100206218 / 100276968

FoulingResist

Förderkennzeichen: 100251042

GEPARD

Förderkennzeichen: 100326378

InnoFlash

Förderkennzeichen: 100349243

KriSiDET

Förderkennzeichen: 100276968

MICRO3D

Förderkennzeichen: 100226772

OptiPerm

Förderkennzeichen: 100236574

Neo-Sol

Förderkennzeichen: 100272565

Neptun

Förderkennzeichen: 100332352

Papierstab

Förderkennzeichen: 100249563 / 3000642216

PoSiBat

Förderkennzeichen: 100275833

PVD-Direkt

Förderkennzeichen: 100276002

TASG

Förderkennzeichen: 100347675

TopBePro

Förderkennzeichen: 100206481

BMBF

Gefördert durch:



*Gefördert durch das Bundesministerium
 für Bildung und Forschung.*

Bio2Ret

Förderkennzeichen: 031B0696

ELOBEV

Förderkennzeichen: 13XP5025D

Hi-PERFORM

Förderkennzeichen: 16EMOE023S

Hybrid-CVD

Förderkennzeichen: 13XP5052E

KONFEKT

Förderkennzeichen: 13N13818

LAOLA

Förderkennzeichen: 03INT509AF

PlasmoSens

Förderkennzeichen: 13N13731

ProGraph

Förderkennzeichen: 13N14225

ProSiSt

Förderkennzeichen: 03XP0130D

R2RBattery

Förderkennzeichen: 03SF0542B

RadarGlass

Förderkennzeichen: 03VP03202

SOLUM

Förderkennzeichen: 01DJ16006

TOP

Förderkennzeichen: 13N13706

BMW i

Gefördert durch:



Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

BiSWind

Förderkennzeichen: 0325891C

EFFKAB

Förderkennzeichen: 20K1503G

Flex-G

Förderkennzeichen: 03ET1470A

Glass-at-Service

Förderkennzeichen: 01MD16008C

Siphon

Förderkennzeichen: ZF4597702BA8

BMELV

Gefördert durch:



Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.

ResaatEl

Förderkennzeichen: 2815405110

GATES FOUNDATION



Gefördert durch die Bill und Melinda Gates Foundation.

eVACCINE

Förderkennzeichen: OPP1154635

SACHSEN / SIB



Gefördert durch den Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement

Prunktexilien

Förderkennzeichen: 15 D4 31 120.01



CONTACT

Annett Arnold, M.Sc.

Phone +49 351 2586 333

annett.arnold@fep.fraunhofer.de

KONTAKT CONTACT

Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP

Standort Winterbergstraße
Winterbergstraße 28
01277 Dresden, Deutschland

Standort Maria-Reiche-Straße
Maria-Reiche-Straße 2
01109 Dresden, Deutschland

www.fep.fraunhofer.de
info@fep.fraunhofer.de

 facebook.com/fraunhoferfep

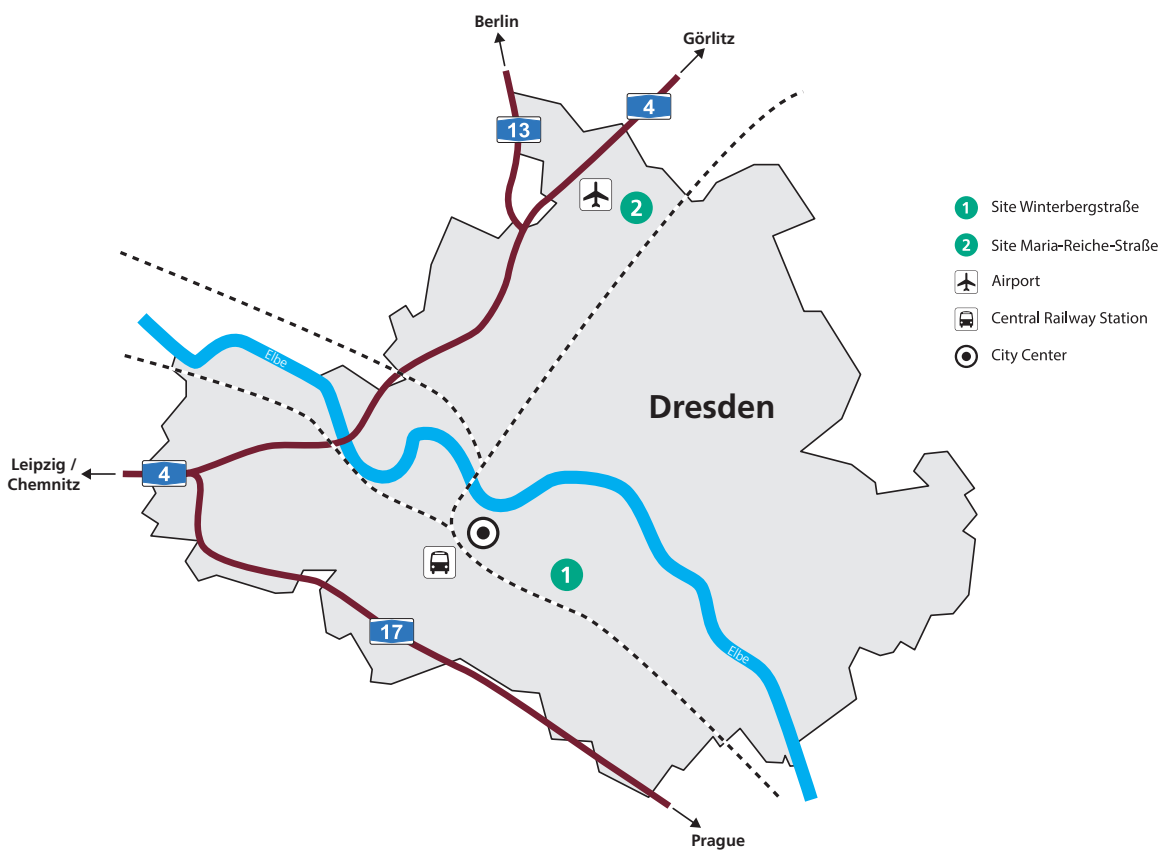
 twitter.com/fraunhoferfep

 instagram.com/fraunhoferfep

 linkedin.com/company/fraunhofer-fep

 xing.com/companies/fraunhoferfep

 youtube.com/fraunhoferfep



IMPRESSUM

IMPRINT

Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP

Standort Winterbergstraße
Winterbergstraße 28
01277 Dresden, Deutschland

Telefon +49 351 2586 0
Fax +49 351 2586 105

Standort Maria-Reiche-Straße
Maria-Reiche-Straße 2
01109 Dresden, Deutschland

Telefon +49 351 8823 238
Fax +49 351 8823 394

Ansprechpartner

Annett Arnold, M.Sc.
Unternehmenskommunikation
Telefon +49 351 2586 333
annett.arnold@fep.fraunhofer.de

Redaktion

Prof. Dr. Volker Kirchhoff
Ines Schedwill
Annett Arnold, M.Sc.

Layout / Satz

Finn Hoyer

Übersetzung

Tim Ryan
48602-595 Burrard St.
Vancouver, BC V8L 3X9
Kanada

Druck

Union Druckerei Dresden GmbH
Hermann-Mende-Straße 7
01099 Dresden

Bildnachweis

Anna Schroll (S. 19^L)
Baldauf & Baldauf (S. 25^R)
DESIGN & ELEKTRONIK (S. 41^L)
Dresden Marketing (S. 41^R)
Finn Hoyer (Titelbild, S. 5, 17^L)
Fotolia/Minerva Studio (S. 7)
Fraunhofer FEP (S. 27^L, 35, 40)
Fraunhofer ILT (S. 35)
Fraunhofer IOF (S. 35)
Fraunhofer IPM (S. 35)
Fraunhofer IST (S. 35)
Fraunhofer IWS (S. 35)
Fraunhofer-Gesellschaft (S. 32^L)
iStockphoto.com/fhgfe (S. 32^R)
Janek Wiczorek (13^L, 17^R, 25^L, 29^R)
Jürgen Lösel (S. 3, 11^L, 11^R, 13^R, 15^L, 15^R, 19^R, 21^R, 23^R, 27^R)
Limbak (S. 23^L)
Lyteus (S. 21^L)
Ronald Bonß (S. 45)

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.
Reproduction of any material is subject to editorial authorization.

ÜBER FRAUNHOFER FEP

Das Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP arbeitet an innovativen Lösungen auf den Arbeitsgebieten der Vakuumbeschichtung, der Oberflächenbehandlung und der organischen Halbleiter. Grundlage dieser Arbeiten sind die Kernkompetenzen Elektronenstrahltechnologie, Sputtern, plasmaaktivierte Hochratebedampfung und Hochrate-PECVD sowie Technologien für organische Elektronik und IC-/Systemdesign.

Fraunhofer FEP bietet damit ein breites Spektrum an Forschungs-, Entwicklungs- und Pilotfertigungsmöglichkeiten, insbesondere für Behandlung, Sterilisation, Strukturierung und Veredelung von Oberflächen sowie für OLED-Mikrodisplays, organische und anorganische Sensoren, optische Filter und flexible OLED-Beleuchtung.

Ziel ist, das Innovationspotenzial der Elektronenstrahl-, Plasmatechnik und organischen Elektronik für neuartige Produktionsprozesse und Bauelemente zu erschließen und es für unsere Kunden nutzbar zu machen.

ABOUT FRAUNHOFER FEP

Fraunhofer Institute for Organic Electronics, Electron Beam and Plasma Technology FEP works on innovative solutions in the fields of vacuum coating, surface treatment as well as organic semiconductors. The core competences electron beam technology, sputtering, plasma-activated deposition and high-rate PECVD as well as technologies for the organic electronics and IC / system design provide a basis for these activities.

Thus, Fraunhofer FEP offers a wide range of possibilities for research, development and pilot production, especially for the processing, sterilization, structuring and refining of surfaces as well as OLED microdisplays, organic and inorganic sensors, optical filters and flexible OLED lighting.

Our aim is to seize the innovation potential of the electron beam, plasma technology and organic electronics for new production processes and devices and to make it available for our customers.



Management
System
ISO 9001:2015
ISO 50001:2011



www.tuv.com
ID 9105050079