

Neues aus dem
Fraunhofer-Verbund
Mikroelektronik

HF-Leistungselektronik/SiC-Technologie

Telekommunikation und damit die drahtlose Übertragungstechnik hat sich in den letzten Jahren zu einem exponentiell wachsenden Markt entwickelt. Neue Systeme wie UMTS oder Satelliten-Rundfunk stellen immer höhere Anforderungen an Linearität und Wirkungsgrad und machen erheblich verbesserte Hochfrequenz-Leistungsverstärker erforderlich.

Daneben befindet sich auch die industrielle HF-Prozess-technik am Beginn eines Technologiewandels, der durch eine Ablösung traditioneller HF-Generatoren auf der Basis von Elektronenröhren durch transistorisierte Systeme gekennzeichnet ist. Treibende Kraft ist hierbei die Reduzierung der Betriebskosten durch einen höheren Wirkungsgrad (Energieeinspa-



Bild 2: State-of-the-art Silizium- und Siliziumkarbid-Wafer – preislich sind beide vergleichbar!

und eröffnet völlig neue Systemlösungen in den Bereichen Hochfrequenz-, Hochspannungs- und Hochtemperatur-Elektronik.

Extrem hohe Prozesstemperaturen (bis 1700°C) und große Probleme bei der Züchtung ausreichend defektfreier, großvolumiger Einkristalle führen derzeit jedoch noch zu Waferkosten, die um ein Vielfaches über denen von Silizium liegen (Bild 2). Mit der Markteinführung der ersten SiC-Bauelemente ist allerdings eine deutliche Preisdegression zu erwarten.

SiC-Einzelprozesse und Bauelemente werden am Fraunhofer IIS-B entwickelt. Die anwendungsnahe Schaltungs- und Systementwicklung erfolgt für den Bereich der Kommunikationstechnik am IIS-A und für industrielle Anwendungen in der Abteilung Leistungselektronische Systeme des IIS-B.

zeichnet sich gegenüber Silizium durch eine 10-fach höhere Durchbruchfeldstärke sowie dreifach höhere Werte von Bandabstand und Wärmeleitfähigkeit aus, und bietet damit enorme Vorteile bezüglich Impedanzniveau, Leistungsdichte und thermischer Belastbarkeit. Das Material stellt eine ideale Ergänzung zum etablierten Halbleiter Silizium dar,

Satellitenradio für das Auto

Satellitenradioprogramme können nur dann gut empfangen werden, wenn die Antenne in Sichtkontakt zum Satelliten steht. Nichts für Autos, die Brücken unterqueren und an Hochhäusern vorbeifahren. Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen und der Satellitenradioanbieter WorldSpace suchen jetzt in gemeinsamen Tests nach Lösungen. WorldSpace-Programme sollen auch im Auto empfangbar sein.

Abschattung ist ein bekanntes Phänomen. Wer sein Fernsehprogramm über Satellit erhält, weiß: Antennen müssen ohne Hindernis zum Himmel blicken, sonst ist der Empfang gestört. Für den Satellitenradioanbieter »WorldSpace«

starteten Fraunhofer-Ingenieure aus Erlangen deshalb vor vier Jahren eine Testreihe: Ein Hubschrauber simulierte einen WorldSpace-Satelliten, der Musik sendet. Ingenieure registrierten dazu in einem fahrenden Meßbus, wie

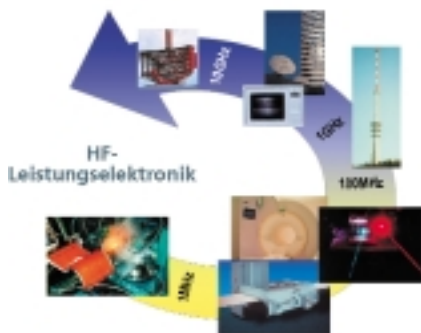


Bild 1: Entwicklung der HF-Leistungselektronik

rung) und den Wegfall des »Verschleißteils« Elektronenröhre. Die industriellen Anwendungsfelder für Hochfrequenzleistungen bis in den Megawatt-Bereich reichen von der induktiven Erwärmung in der Automobil- und Stahlindustrie (Löten, Schweißen, Härten) über die Laseranregung, die dielektrische Trocknung von Textilien, Papier, Nahrungsmitteln etc. bis hin zur drahtlosen Energieübertragung.

Parallel zur den Entwicklungen auf der Anwendungsseite wird derzeit auf dem Bauelementesektor Siliziumkarbid (SiC) als neues Halbleitermaterial für HF-Leistungstransistoren einsatzreif. SiC

Kontakt:

Dr. Martin März
Fraunhofer-Institut Integrierte Schaltungen –
Bauelementetechnologie IIS-B
Abt. Leistungselektronische Systeme
Schottkystraße 10
D-91058 Erlangen
Telefon: +49(0)9131-761-310
E-Mail: martin.maerz@iis-b.fhg.de
Internet: www.iis-b.fhg.de/de/leistungselektronik

Dr. Norbert Achtziger
Fraunhofer-Institut Integrierte Schaltungen – Angewandte Elektronik IIS-A
Am Weichselgarten 3
D-91058 Erlangen
Telefon: +49(0)9131-776-357
E-Mail: ach@iis.fhg.de

Kontakt:

Dipl.-Ing. Albert Heuberger
Fraunhofer-Institut Integrierte Schaltungen – Angewandte Elektronik IIS-A
Am Weichselgarten 3
D-91058 Erlangen
Telefon: +49(0)9131-776-6300
E-Mail: heb@iis.fhg.de

Weitere Informationen erhalten Sie unter folgenden Internet-Adressen:
www.iis.fhg.de/dab/projects/worldspace/index.html
www.worldspace.com

stark das Signal unter bestimmten Bedingungen zu empfangen war. Unter Brücken beispielsweise setzte das Programm mehrere Sekunden lang aus.

Mittlerweile sendet der WorldSpace-Satellit »AfriStar« über Afrika. Dort, in Pretoria, Südafrika, gehen derzeit die Tests

WorldSpace ▶ ist ein sogenanntes »Hybridsystem«: Satelliten versorgen weite Flächen, die terrestrisch nicht abzudecken sind. Sender am Boden überbrücken zusätzlich Aussetzer beim Satellitenempfang. Sendegebiete sind Afrika, der Nahe Osten, Asien und Lateinamerika. Zwei von drei geplanten Satelliten, AfriStar und AsiaStar, sind bereits gestartet, der dritte, AmeriStar, wird im nächsten Jahr folgen.

- ▶ Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen war unter anderem an der Systemdefinition beteiligt, entwickelte Test- und professionelles Sende- und Empfangsequipment und lieferte das Audiocodierverfahren MP3.

weiter, zum ersten Mal mit »echten« Satellitensignalen. Das Ziel: abgeschattetes Satellitenprogramm hörbar zu machen.

Ein Versuch ist sogenanntes »Time Diversity«. Auf zwei Satellitenkanälen läuft das gleiche Programm, jedoch um etwa vier Sekunden versetzt. Der Autofahrer bekommt im Normalfall nur das später gesendete Signal zu hören, das erste wird gespeichert. Brücken stören jetzt nicht mehr: Fällt das Signal aus, greift der Empfänger auf den gespeicherten Kanal zurück. Das Radioprogramm läuft ungestört weiter.

Time Diversity hilft nicht bei längeren Abschattungen, beispielsweise durch lange Häuserreihen. Die Ingenieure testen deshalb zusätzlich den Einsatz von terrestrischen Verstärkern. Diese »Repeater« nehmen das Satellitensignal auf, ändern seine Modulationsform und senden es wieder aus. Der Empfänger erhält dadurch mehrere Signale, die sich überlagern. Das stört jedoch nicht: Die Multicarrier-Modulation



Fraunhofer-Meßbus

der Repeater ist robust gegenüber diesem »Mehrwegeempfang«.

Die Tests bauen auf Versuche auf, die bereits im August ähnlich erfolgreich in Deutschland durchgeführt wurden. Die International Telecommunication Union (ITU) reagierte ungewöhnlich schnell: Die Organisation, die Telekommunikationsnetzwerke und -dienste standardisiert, sprach dem WorldSpace-System als erstem Hybrid-System (s. Kasten) eine Empfehlung aus.

Kontakt:

Dipl. Phys. Jörg Amelung
Fraunhofer Institut für
Mikroelektronische Schaltungen
und Systeme IMS
Grenzstr. 28 · 01109 Dresden
Telefon: 0351-8823-127
Telefax: 0351-8823-266
E-Mail: amelung@imsdd.fhg.de

Dr. Christine Boeffel
Fraunhofer Institut für
Zuverlässigkeit und
Mikrointegration IZM
Aussenstelle Polymermaterialien
und Composite
Kantstr. 55 · 14513 Teltow
Telefon: +49-(0)33 28-46-277
Telefax: +49-(0)33 28-46-282
E-Mail: boeffel@epc.izm.fhg.de

Polymer-Displaytechnologien

Moderne Informationstechnologie und Telekommunikation erfordern immer mehr leichte flexible und mobil einsetzbare Bauteile. Ein wichtiger Bestandteil einer mobilen Elektronik ist ein Display zur Informationsanzeige, wobei sich in der nächsten Produktgeneration flexible Displays zu einer Schlüsselkomponente für portable elektronische Geräte entwickeln werden.

Die Anforderungen an die Displays reichen von low-content Informationsanzeigen z. B. für Preisschilder, Transportlabel oder Chipkarten über medium-content Anzeigen z. B. für einfache Handys, PDAs bis zu high-content Anzeigen wie für internetfähige Displays in Handys oder Navigationssystemen. Die marktbeherrschende LCD-Technologie kann in solchen Anwendungen im Hinblick auf Blickwinkel, Helligkeit, Kontrast und Farbsättigung nicht an die emissive Technologie von Kathodenstrahlröhren heranreichen. Hier kann die polymere Displaytechnologie neue Marktbereiche erobern. Die Anwendung in mobilen Systemen erfordert den Einsatz robuster Materialien auf beliebigen Untergründen, wofür sich Polymere aufgrund ihrer ausgezeichneten Eigenschaftskombination anbieten.

Die Arbeiten zu polymeren Elektrolumineszenz-Displays konzentrieren sich hierbei auf zwei

Materialklassen. Eine Entwicklungsrichtung verwendet konjugierte Polymere, welche im Spin-Coating Prozeß aufgebracht werden, die zweite Materialklasse umfasst die Deposition von organischen Filmen durch Vakuumsublimation niedermolekularer Substanzen. Die Integration dieser Materialklassen für die Herstellung qualitativ hochwertiger Displays auf beliebigen (auch nichttransparenten) Untergründen stellt hierbei den Hauptaspekt in der internationalen Entwicklung organischer Displays dar. Die Entwicklung dieser Produktionstechnologie hat sich das IMS Dresden zum Ziel gesetzt.

Neben den emissiven Displays sind für den Einsatzbereich von Anzeigeelementen mit geringem Informationsgehalt z. B. für Warenkennzeichnung, Transportlabel etc. besonders solche Systeme interessant, die keine eigene Energieversorgung benöti-

gen. Dafür eignen sich bistabile Flüssigkristallanzeigen, die lediglich Energie zum Einschreiben der Information benötigen. Erste Anzeigen dieser Art wurden auf flexiblen Polymer substraten u. a. am Liquid Crystal Institute in Kent/Ohio, USA und der Universität Stuttgart hergestellt. Abgesehen von der Notwendigkeit, daß sich die elektrooptisch-aktiven Schichten gegenüber Druck und Scherkräften weitgehend indifferent verhalten müssen, besteht die Hauptschwierigkeit und -herausforderung in einer hermetischen Versiegelung des aktiven Materials gegen Wasser und Sauerstoff, die beide die Lebensdauer eines Displays deutlich herabsetzen. Die Entwicklungsarbeiten am IZM in Teltow zielen hierbei auf die Verbesserung der Substrate, der Druckstabilität des Displays und der Stabilität des bistabilen Effektes, welche für eine Massenerstellung solcher Displays gelöst werden müssen.

Flex-Systemintegration und Rolle-zu-Rolle-Verfahren

Die fortschreitende Miniaturisierung von elektronischen Systemen erfordert immer wieder neue Wege, höchste Integrationsstufen zu erzielen. So bieten Flip-Chip- und Chip-Size Package-Technologien die Möglichkeit, optimal zu integrieren solange die erstellten Module mit vor allem durch die Chipgröße begrenzter Flexibilität und Dicke arbeiten können. Sollen höhere Integrationsstufen erreicht werden, so müssen neuartige Wege der Verbindungstechnik beschrritten werden.

Seit mehr als 2 Jahren haben sich am IZM-Institutsteil München in der Abteilung »Polytronische Systeme« sowohl Technologien für flexible Wafer und ICs mit einer Dicke von weniger als 25 µm, als auch Handling und Assembly dieser gedünnten ICs z. B. für Smart-Label-Anwendungen etabliert. Diese Technologie wird nun im Rahmen einer Initiative, an der auch das Land Bayern beteiligt ist, in eine Rolle-zu-Rolle-Fertigungslinie für Prototypenfertigung umgesetzt. Diese Rolle-zu-Rolle-Linie ermög-

licht Industriepartnern aus interessierten Unternehmen, Technologien mit gedünnten ICs in industrienahe Umgebung gemeinsam mit dem IZM produktorientiert weiterzuentwickeln. Die Rolle-zu-Rolle-Linie wird zwei Bereiche umfassen: Zum einen können Folien in einem Direktmetallisierungsverfahren beschichtet und in Feinleitertechnik mit einer Auflösung bis zu ca. 20 µm strukturiert werden. Der zweite Teil beinhaltet verschiedene Möglichkeiten zum Aufbauen und Kontaktieren

dünnere ICs wie z. B. Flip-Chip-ähnlicher Aufbau oder isoplanare Kontaktierung in Kombination mit Laminieretechniken.

Ziel dieser Entwicklungen ist es, neben einfachen Systemen mit gedünnten ICs auch MEMS und MOEMS mittels innovativer Verfahren in flexible Systeme zu integrieren. Darüber hinaus könnte auch die Verwendung von Memory-Legierungen oder von in Substrate integrierten Sensorikanwendungen den Bereich der Nano-Robotik und Medizintechnik revolutionieren.

Kontakt:

Dr. Frank Ansoerge
Fraunhofer-Institut
Zuverlässigkeit und
Mikrointegration IZM
Entwicklungszentrum
Oberpaffenhofen für
Mechatronik und
Systemintegration
Argelsrieder Feld 6
D-82234 Oberpaffenhofen/
Weßling
Telefon: +49-089-547 59-042
Telefax: +49-08153-9097-500
E-Mail:
frank.ansorge@mmz.izm.fhg.de

Mehr Kommunikation durch höhere Frequenzen

Die »Tera-Ära« der Informationstechnik hat bereits begonnen und wird uns in 10 Jahren Datenübertragungsraten von 1 Tbit/s in optischen Langstreckenverbindungen bringen.

Dies wird durch die Kombination von Optik und Elektronik mit den verlegten Glasfasern möglich sein. Mit Wellenlängenmultiplex-Verfahren (WDM = wavelength division multiplexing) können heute bereits 32 Lichtwellenlängen im Abstand von 100 GHz übertragen werden, bei Bitraten von 10 Gbit/s. Diese Bitraten werden zur Zeit in die optischen Netze eingeführt, Bitraten von 40 Gbit/s sind weltweit in der Entwicklung. Für die verwendeten elektrischen Zeitmultiplex-Verfahren (TDM = time division multiplexing) sind eine Reihe von schnellen elektrischen Schaltungen erforderlich, wie z. B. Multiplexer und Demultiplexer oder Modulverteilerschaltungen. Die zur Verfügung stehenden Technologien benutzen SiGe und GaAs. Für das erstgenannte Materialsystem spricht die Integrationsfähigkeit mit der auf Si-CMOS basierenden digitalen Signalver-

arbeitung, das GaAs hat aber unverzichtbare Vorteile bei der Ausgangsleistung und Betriebsspannung z. B. für Modulatortreiberschaltungen. Für evtl. noch höhere Datenraten von 80 Gbit/s und darüber sind in der Forschung InP-Schaltungen im Gespräch.

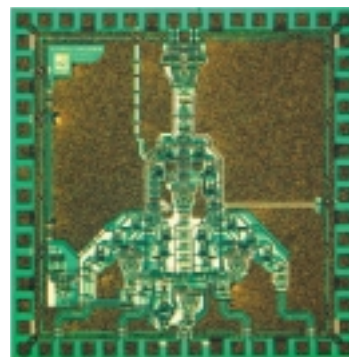
Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg hat ein Portfolio von 40 Gbit/s-Schaltungen für elektrische TDM-Systeme entwickelt und an seine Partner in der Telekommunikationsindustrie ausgeliefert. Es wurden Multiplexer, Modulatortreiber, Verstärker, Frequenzteiler, Schaltungen für Datenregeneration und Taktrückgewinnung sowie Demultiplexer hergestellt und auch in Module eingebaut. Die Schaltungen basieren auf modulationsdotierten Heterostrukturfeldeffekttransistoren aus AlGaAs/InGaAs mit Gate-längen von 0,15 µm.

Der Modulatortreiber hat am Ausgang die für kommerzielle Mach-Zehnder-Modulatoren notwendige Ausgangsspannung von 5 V. Die Schaltung hat eine Bandbreite von 45 GHz und 12 dB Verstärkung.

Die Abbildungen zeigen einen 4:1-Multiplexer für Datenraten



4:1-Multiplexer für die optische Datenübertragung bei 40 Gbit/s.



Die Schaltung ist auf einer Fläche von 2,5 x 2,5 mm² äußerst kompakt aufgebaut.

von 40 Gbit/s, ein weiteres Beispiel für die Entwicklungen am IAF. Die Schaltung beinhaltet mehr als 1000 Transistoren.

Kontakt:

Dr. Roland Diehl
Fraunhofer-Institut Angewandte
Festkörperphysik IAF
Tullastraße 72
D-79108 Freiburg
Telefon: +49(0)761 51 59-416
Telefax: +49(0)761 51 59-111
E-Mail: diehl@iaf.fhg.de

Kontakt:
Dr.-Ing. Jürgen Lorenz
Fraunhofer-Institut für
Integrierte Schaltungen –
Bauelementetechnologie IIS-B
Schottkystraße 10
D-91058 Erlangen
Telefon: +49 (0) 91 31-761-210
E-Mail: lorenz@iis-b.fhg.de

Low-Power-Technologien

Der schnell wachsende Markt für netzunabhängige Elektronik sowie steigende Anforderungen an die Betriebsdauer und die Zuverlässigkeit der Produkte haben weltweit eine rapide Entwicklung von sogenannten »Low-Power-Technologien« zur Verminderung der von mikroelektronischen Bauelementen und Schaltungen benötigten Energie eingeleitet.

Um die Entwicklungsperspektiven für Low-Power-Produkte z. B. in der Mobilkommunikation ausnutzen zu können, ist es notwendig, nicht nur auf Systemebene, sondern auch auf Bauelementebene fortschrittliche und problemangepasste Lösungen zu entwickeln. Abhängig von den beabsichtigten Anwendungen und Produkten müssen hierbei neben dem gewünschten Arbeitsstrom und dem noch tolerierbaren Leckstrom jedoch auch weitere Größen – wie die Umschaltzeit oder die Lebensdauer der Bauelemente – vorgegebene Spezifikationen erfüllen. Dies erfordert eine Opti-

mierung von Bauelementarchitekturen und Prozeßschritten im Hinblick auf mehrere miteinander konkurrierende Zielgrößen.

Im Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik werden drei Schwerpunktthemen zur Entwicklung von Low-Power Technologien bearbeitet:

Programme zur Prozeß- und Bauelementesimulation werden am Fraunhofer IIS-B entwickelt und genutzt, um schnell und kostengünstig die Leistungsfähigkeit von Low-Power-Technologien und Bauelementen abzuschätzen und zu optimieren. Die Simulation wird auch genutzt, um zu

veröffentlichten elektrischen Bauelementedaten einen geeigneten Prozeßfluß zu finden. Es zeigt sich ein großer Einfluß des Gateoxids auf die Bauelementeigenschaften. Von Partnern des IIS-B unter Ausnutzung dieser Erkenntnisse hergestellte Bauelemente zeigten eine sehr gute Übereinstimmung mit den simulierten elektrischen Daten.

Des Weiteren wird am Fraunhofer IIS-B an der Entwicklung fortschrittlicher Gate-Dielektrika gearbeitet, die für die Eigenschaften moderner Bauelemente entscheidend sind.

Drittens können am Fraunhofer IMS Bauelemente und Schaltungen für Low-Power-Produkte hergestellt werden. Das IIS-B unterstützt das IMS bei der Weiterentwicklung der dazu verwendeten Technologien bezüglich der Implementierung fortschrittlicher dünner Gateoxide sowie mittels Simulationen zur Prozeßoptimierung.

Integrierte Energieversorgung für miniaturisierte, mobile Kommunikationsgeräte

Der größte Marktzuwachs bei elektronischen Produkten und die meisten Innovationen der näheren Zukunft werden im Bereich mobiler und ultraleichter Elektronikgeräte stattfinden. Bereits heute sind über 50 % und 2006 ca. 65 % der gesamten Elektronik den portablen, batteriebetriebenen Geräten zuzuordnen (BPA).

Durch immer neue Funktionen und Anwendungsbereiche portabler und autonomer Elektronikgeräte nimmt auch die Sicherstellung der störfallfreien und vor allem autonomen Energieversorgung eine immer größere Bedeutung ein. Sie ist für viele Systeme unabdingbare Voraussetzung. Die Energieversorgung dieser Systeme ist dabei nicht mehr nur die Aufgabe einer Batterie als Energiequelle, sondern ein komplexes Zusammenspiel vieler Systemkomponenten (Batterie, alternative Energiequellen, Power- und Batteriemangement, Lastmanagement), die unter Berücksichtigung der Systemperformanz optimal aufeinander abgestimmt werden müssen. Dies setzt in immer

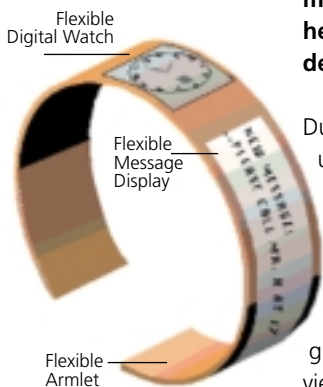
stärkerem Maße bereits in frühen Entwicklungsphasen die interdisziplinäre Zusammenarbeit bei der Entwicklung der Systemkomponenten voraus.

Deshalb haben sich die Fraunhofer-Institute ICT, IIS-A, IIS-B, IMS, ISC und IZM zu einer gemeinsamen Eigenforschungsinitiative zusammengeschlossen. Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt hier flexible und aufladbare Folienbatterien auf Lithium-Polymer-Basis für miniaturisierte Kommunikationsendgeräte, welche auf die o. g. Anwendungen abgestimmte Eigenschaften wie z. B. besonders hohe Impuls- und Temperaturbelastbarkeit, hohe Kapazität und lange Lebensdauer besitzen. Angepaßt an diese Batterien entsteht auch das zugehö-

rige Batteriemangement und ein ausgeklügeltes Power- und Lastmanagement, um den Leistungsverbrauch aller Komponenten des Systems in den unterschiedlichen Betriebszuständen auf ein Minimum zu reduzieren.

Durch die starke Reduzierung des Energiebedarfs derartiger Geräte wird es für viele portable und autonome Systeme möglich, den notwendigen Energiebedarf autonom, d. h. durch integrierte Energiegewinnung zu decken bzw. zu ergänzen. Neben der bekannten Technik der Solarzellen werden hierfür auch Energieerzeugung mit Piezofolien und induktive Energieübertragung durch Transponder untersucht.

Durch Verwendung der Folienbatterie als Träger für die gesamte Elektronik werden neue interessante und innovative Realisierungsvarianten möglich, wie z. B. am Körper tragbare Elektronik in Form von Armbändern, Pflastern oder in die Kleidung integrierte Folienprodukte. Die Abbildung zeigt ein auf der Folienbatterie basierendes Armband, auf dem alle notwendigen Funkschnittstellen und Elektronikkomponenten integriert sind.



Kontakt:

Dr.-Ing. Günter Rohmer
Fraunhofer-Institut Integrierte
Schaltungen – Angewandte
Elektronik IIS-A
Am Weichselgarten 3
D-91058 Erlangen
Telefon: +49 (0) 91 31-776-6360
E-Mail: rohmer@iis.fhg.de

Impressum

VuE-Nachrichten Ausgabe 2
Dezember 2000
Copyright © Fraunhofer Verbund
Mikroelektronik VuE, Berlin 2000
Redaktion: Thomas Leiendecker

Kontakt: Dr.-Ing. Joachim Pelka
Fraunhofer Verbund VuE
Gustav-Meyer-Allee 25, Geb. 26A
13355 Berlin
Telefon: +49 (0) 30-4 64 03-177
Telefax: +49 (0) 30-4 64 03-2 48
E-Mail: pelka@izm.fhg.de
http://www.izm.fhg.de/vue/