

TECHNOLOGIEANGEBOT DER FRAUNHOFER EMFT



Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT

Leitung: Prof. Dr. rer. nat. Christoph Kutter

Hansastraße 27 d
80686 München

contact@emft.fraunhofer.de
www.emft.fraunhofer.de

Kontakt:



Prof. Dr. Peter Kücher

Telefon + 49 (0) 89 54759-241 | Fax -550
Peter.Kuecher@emft.fraunhofer.de

TECHNOLOGIEANGEBOT DER FRAUNHOFER EMFT

Die Fraunhofer EMFT besitzt eine umfangreiche und langjährige Erfahrung in der Silizium- und Folientechnologie und verfügt über:

- CMOS/MEMS-Linie (200 mm, bis 0,35 µm Strukturauflösung)
- MEMS-Linie für nicht CMOS kompatible Prozesse
- Aufbau- und Verbindungstechnik inklusive heterogene Systemintegration
- Prozessierung auf Foliensubstraten

Ergänzend können Layouts erstellt werden und es ist eine umfangreiche Prozesscharakterisierung vorhanden.

Mit Hilfe dieser Technologien fertigen wir Sensoren, Aktoren, Spezialbauelemente und Schaltungen.

Die Fraunhofer EMFT bietet die aufgelisteten Einzelprozesse bzw. daraus resultierende Prozessfolgen als Dienstleistung an. In Zusammenarbeit mit unseren Kunden können auch neue Prozesse bzw. Technologien auf unserem Equipment entwickelt werden.

Für technisches Consulting im Bereich Forschung und Entwicklung stehen wir gerne zur Verfügung.

Inhalt

1	Layout.....	7
1.1	Maskenlayout.....	7
2	CMOS/MEMS-Linie	8
2.1	Diffusionsprozesse	8
2.1.1	Oxidation	8
2.1.2	Diffusion.....	8
2.1.3	RTP (Rapid Thermal Processing).....	8
2.2	Schichtabscheidung.....	8
2.2.1	Poly- und amorphes Silizium	8
2.2.2	TEOS LPCVD-Oxid	9
2.2.3	LPCVD-Nitrid.....	9
2.2.4	Dotiertes Poly-Silizium	9
2.2.5	Dotierte Oxide	9
2.2.6	PECVD-Oxid.....	9
2.2.7	Ozon-TEOS SACVD.....	9
2.2.8	PECVD-Nitrid	9
2.3	Metallisierung.....	10
2.3.1	Sputtern von AlSi, Ti, TiN.....	10
2.3.2	MOCVD für TiN und CVD für Wolfram.....	10
2.4	Lithografie	10
2.4.1	Spin-On-/ Sprühbelackung und Entwicklung	10
2.4.2	i-Line-Lithografie	10
2.4.3	Kontakt- und Proximitylithografie	10
2.4.4	Beidseitige Belichtung.....	10
2.4.5	Elektronenstrahlolithografie.....	11
2.5	Trockenchemisches Ätzen	11
2.5.1	Reaktives Ionenätzen von Dielektrika, Polymeren	11
2.5.2	Reaktives Ionenätzen zur Poly-Silizium-Strukturierung	11

2.5.3	Reaktives Ionenätzen von leitfähigen Schichten	11
2.5.4	Hochraten-Siliziumätzen (Boschprozess)	11
2.6	Nasschemische Prozesse	12
2.6.1	Reinigung von Wafern	12
2.6.2	Mechanische Reinigung von Wafern	12
2.6.3	Isotrope Ätzprozesse	12
2.6.4	Spinätzprozesse	12
2.7	Ionenimplantation	12
2.8	Epitaxie	13
2.8.1	Epitaxie von Si- und SiGe- Schichten	13
2.8.2	Niedertemperatur Epitaxie	13
2.9	Chemisch Mechanisches Polieren (CMP)	13
2.10	Mechanisches Schleifen (Grinden).....	13
2.11	In-line Prozessanalytik	14
2.11.1	Rasterkraftmikroskop.....	14
2.11.2	In-line REM und Focused Ion Beam	14
2.11.3	Schichtdickenmessung	14
2.11.4	Röntgen-Diffraktometrie (XRD).....	14
2.11.5	Dickenmessung von Wafern (kontaktlos, kapazitiv)	14
3	MEMS Linie	15
3.1	Diffusionsprozesse	15
3.1.1	Oxidation	15
3.1.2	Diffusion	15
3.1.3	Tempern.....	15
3.2	Schichtabscheidung	16
3.2.1	PECVD-Oxid / Nitrid	16
3.2.2	PECVD- a-Si / a-SiC.....	16
3.3	Metallisierung	16
3.3.1	Metallabscheidung durch Sputtern – Anlage 1	16
3.3.2	Metallabscheidung durch Sputtern – Anlage 2	16

3.3.3	Metallabscheidung durch Aufdampfen	17
3.3.4	Electroplating (Cu, Sn).....	17
3.4	Lithographie	17
3.4.1	Belackung.....	17
3.4.2	Trocknung.....	17
3.4.3	Belichtung	17
3.4.4	Sonderprozesse.....	17
3.5	Trockenätzen	18
3.5.1	Reaktives Ionenätzen von Dielektrika	18
3.5.2	Hochraten-Siliziumätzen (Boschprozess).....	18
3.5.3	Resist Strippen	18
3.5.4	Reaktives Ätzen dielektrischer und organischer Schichten.....	18
3.6	Nasschemische Verfahren	18
3.6.1	Reinigungsprozesse.....	18
3.6.2	Metallätzen	18
3.6.3	KOH Ätzen	19
3.7	In-line Prozessanalytik	19
3.7.1	Mikroskopie	19
3.7.2	Reflektometrie	19
3.7.3	Profilometrie	19
3.7.4	Waferdicken und Waferdurchbiegungs-Messung.....	19
3.7.5	Benetzungswinkel	19
4	Aufbau- und Verbindungstechnik	20
4.1	Wafer-Bond	20
4.2	Einzelchip-Bestückung	20
4.3	Electroplating (Cu, Sn)	20
4.4	Solid Liquid Interdiffusion (SLID).....	20
4.5	Sägen	21
4.6	Drahtbonden.....	21
4.6.1	Alu-Drahtbonden.....	21

4.6.2	Gold-Drahtbonden.....	21
5	Mikrofabrikation von Foliensubstraten	22
5.1	Metallisierung.....	22
5.2	Laminieren.....	22
5.3	Beschichten	22
5.4	Belichtung	23
5.5	Entwicklung	23
5.6	Galvanik	23
5.7	Ätzen	23
5.8	Siebdruck	23
5.9	Laserbearbeitung.....	23
5.10	Plasmaätzen	23
5.11	Umwickler	24
5.12	Pick & Lamine	24
6	Prozesscharakterisierung	25
6.1	Probenpräparation.....	25
6.1.1	Oberflächenkonditionierung	25
6.1.2	Zielschleifgerät.....	25
6.2	Elektronenstrahlanalytik.....	25
6.2.1	Cambridge S-250.....	25
6.2.2	Hitachi S4500	25
6.3	Waferprober zur elektr. Charakterisierung von PCM Strukturen.....	26
7	Herstellungs- und Testtechnologien für Mikrofluidaktoren.....	27
7.1	Piezomontage auf Waferlevel	27
7.2	Vorspannung der Piezokeramiken	27
7.3	Fluidischer Test auf Waferlevel	28
7.4	Silikonsprühen	28
7.5	Topografische Charakterisierung mikromech. herg. Strukturen.....	28
7.6	Fluidische Charakterisierung von mikrofluidischen Bauelementen.....	28



Fraunhofer EMFT
Wissenschaftlerin an System
für Schaltungsdesign

1 Layout

1.1 Maskenlayout

Eigene und Kundenentwicklungen (Spezialtransistoren, MEMS-Bauelemente, kleine Schaltungseinheiten etc.) werden in ein physikalisches Layout umgesetzt, das von einem externen Maskenzentrum direkt für die entsprechende Maskenerstellung verwendet werden kann.

Die Layoutwerkzeuge sind von EDA Solutions (Tanner EDA L-Edit) und Mentor Graphics (IC-Station). Schnittstellen zu Maskshops für die Fertigung von Stepper-Reticlen, Kontaktbelichtungsmasken und Maskensubstraten für Rolle-zu-Rolle Folientechnologien sind etabliert. Für die Bearbeitung von Kundenlayouts steht eine Vielzahl von Layoutformaten (gds2, DXF, Gerber, gezeichnete Layoutvorlagen, etc.) zur Verfügung.

Umfangreiche Erfahrungen mit PCM (Process Control Monitor) Strukturen sind vorhanden.

Bei einer Weiterverarbeitung von fertig prozessierten Wafern (z.B. CMOS Prozess einer Foundry) können die für die Technologien der Fraunhofer EMFT benötigten Strukturen in das bereits fertiggestellte Layout implementiert werden. Als Beispiel sind hier die Einbindung von Through-Silicon-Vias (TSV's) und Umverdrahtungsebenen (RDL) für die 3D-Integration oder von Strukturen für ontop Prozesse von vorprozessierten Chips genannt.



*Fei Helios Nanolab für
Focused Ion Beam*

2 CMOS/MEMS-Linie

Alle Prozesse weisen hinsichtlich des Kontaminationslevels CMOS-Standard auf.

2.1 Diffusionsprozesse

2.1.1 Oxidation

Aufwachsen von SiO_2 Schichten mit Dicken zwischen 4 nm und 3 μm durch feuchte oder trockene Oxidation, optional mit HCl Zusatz, in einem Temperaturbereich zwischen 650 °C und 1250 °C. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Prozessierung erfolgt im Horizontalofen Tempress TS8603, für dünne Oxide steht das Tempress AtmoScan System zur Verfügung.

2.1.2 Diffusion

Eintreiben von Dotierstoffen, Aktivierung von Implantationen und Verfließen von BPSG Schichten in inerter oder oxidierender Atmosphäre in einem Temperaturbereich zwischen 650 °C und 1250 °C. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Prozessierung erfolgt im Horizontalofen Tempress TS8603.

2.1.3 RTP (Rapid Thermal Processing)

Herstellung dünner Oxidschichten, RNO Schichten, Aktivierung von Implantationen sowie Silizidierung. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in der Mattson 2900RTP.

2.2 Schichtabscheidung

2.2.1 Poly- und amorphes Silizium

LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) Schichtabscheidung von undotiertem Polysilizium bzw. amorphem Silizium für Dicken von 50 nm bis 3 μm im Temperaturbereich zwischen 450 °C und 650 °C. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Prozessierung erfolgt im Horizontalofen Tempress

TS8603.

2.2.2 TEOS LPCVD-Oxid

LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) Schichtabscheidung von Siliziumoxiden für Dicken von 20 nm bis 800 nm im Temperaturbereich zwischen 600 °C und 700 °C. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Prozessierung erfolgt im Horizontalofen Tempress TS8603.

2.2.3 LPCVD-Nitrid

LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) Schichtabscheidung von Siliziumnitrid für Dicken von 20 nm bis 250 nm im Temperaturbereich zwischen 700 °C und 800 °C. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Prozessierung erfolgt im Horizontalofen Tempress TS8603.

2.2.4 Dotiertes Poly-Silizium

In-Situ Phosphor-dotiertes Poly-Silizium für Dicken von 30 nm – 6 µm im Temperaturbereich zwischen 400 °C und 800 °C. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in der Altatech Alta-CVD.

2.2.5 Dotierte Oxide

Abscheidung von BSG (Bor-Silikatglas), PSG (Phosphor-Silikatglas) und BPSG (Bor-Phosphor Silikatglas) für Dicken von 50 nm bis 2 µm bei einer Abscheidetemperatur zwischen 300 °C und 460 °C. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in der Altatech AltaCVD.

2.2.6 PECVD-Oxid

PECVD (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) von USG (Undotiertes Silikatglas) für Dicken von 30 nm bis 3 µm im Temperaturbereich zwischen 200 °C und 480 °C. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt wahlweise in AMAT P5000 CVD-Kammern (TEOS oder SiH₄) oder in der Altatech Alta-CVD.

2.2.7 Ozon-TEOS SACVD

SACVD (Sub-Atmospheric Chemical Vapor Deposition) von Siliziumdioxid-schichten für Dicken von 100 nm bis 800 nm im Temperaturbereich zwischen 300 °C und 480 °C. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt wahlweise in AMAT P5000 CVD-Kammern oder in der Altatech AltaCVD.

2.2.8 PECVD-Nitrid

PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) von Nitridschichten für Dicken von 50 nm bis 800 nm im Temperaturbereich zwischen 300 °C und 400 °C. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in AMAT P5000 CVD-Kammern.

2.3 Metallisierung

2.3.1 Sputtern von AlSi, Ti, TiN

Abscheidung AlSi, Ti und TiN im Temperaturbereich von 50 °C bis 400 °C. Die Schichtdicke wird dem Bedarf angepasst. Die Schichten sind beliebig kombinierbar. Es können 200 mm Wafer prozessiert werden. Die Prozessierung erfolgt in der Oerlikon Clusterline 200.

2.3.2 MOCVD für TiN und CVD für Wolfram

MOCVD (Metal-Organic Chemical Vapor Deposition) von hochkonformen und insitu-verdichteten TiN-Schichten für Dicken von 8 nm bis 60 nm im Temperaturbereich zwischen 340 °C und 430 °C. Als Precursor wird TDMAT verwendet.

CVD (Chemical Vapor Deposition) von hochkonformen Wolfram-Schichten für Schichtdicken von 100 nm bis 800 nm im Temperaturbereich zwischen 380 °C und 430 °C. Als Precursor wird WF6 verwendet. In-situ mit TiN MOCVD kombinierbar, inklusive Rückätzung der Wolfram- und TiN-Schichten (TSV-Metallisierung).

Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in der AMAT P5000 CVD-Mehrkammer-Anlage.

2.4 Lithografie

2.4.1 Spin-On-/ Sprühbelackung und Entwicklung

i-Line-Resist-Technologie für Lackdicken von 700 nm bis 10 µm. Vor der Belackung können die Wafer mit HMDS behandelt werden, um die Haftung des Lacks auf dem Substrat zu verbessern. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Prozessierung erfolgt vollautomatisch an der SÜSS Gamma.

2.4.2 i-Line-Lithografie

Belichtung fotosensitiver Schichten bei einer minimalen lateralen Auflösung von 0,35 µm. Die maximale Belichtungsfeldgröße ist 20 mm auf 21 mm. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Belichtung erfolgt mit dem i-Line-Stepper Canon FPA 3000 i4.

2.4.3 Kontakt- und Proximitylithografie

Belichtung i-Line-sensitiver Fotolacke. Die geforderte 1:1-Strukturübertragung einer Schattenmaske kann in gewünschten Abständen (proximity) oder mit Kontakt erzeugt werden. Verwendet werden Chrommasken. Für die Ausrichtung von Maske und Substrat können neben dem herkömmlichen Auflichtmikroskop auch IR-Optiken benutzt werden. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Bearbeitung erfolgt am Kontaktbelichter MA8Gen3 von SÜSS MICROTEC.

2.4.4 Beidseitige Belichtung

Justierte Belichtung auf der Rückseite von Substraten bei einer Justagegenauigkeit im Bereich von 2 µm. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Bearbeitung erfolgt am Kontaktbelichter MA8Gen3 von SÜSS MICROTEC.

2.4.5 Elektronenstrahlithografie

Schreiben von Strukturen kleiner 10 nm. Bereits bestehende GDSII- und CIF-Dateien können von der Software gelesen und anschließend zur Strukturierung verwendet werden. Die Strukturgrößen können nach dem Entwickeln im Gerät gezielt angefahren und untersucht werden (REM-Möglichkeiten). Prozessierbare Wafergrößen sind 100 mm, 150 mm und 200 mm. Die Bearbeitung erfolgt in der Raith150-TWO.

2.5 Trockenchemisches Ätzen

2.5.1 Reaktives Ionenätzen von Dielektrika, Polymeren

Magnetically Enhanced Reactive Ion Etching (MERIE) Prozesse zur Strukturierung oder flächigen Ätzung von dielektrischen Schichten (Siliziumdioxid, -nitrid, PSG, BPSG) in einem weiten Dickenbereich von 20 nm bis 6 µm für Strukturgrößen kleiner 100 nm. Automatische Endpunktdetektion (Open Area größer 2%). Wafer-Kühlung mittels elektrostatischem Chuck. Die Ätzraten für Oxide liegen im Bereich 200-400 nm/min. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in eMxP+ Kammern von Applied Materials (AMAT Centura). Zusätzlich steht eine P5000 Mark 2 Oxidätzkammer von Applied Materials (AMAT) zur Verfügung.

2.5.2 Reaktives Ionenätzen zur Poly-Silizium-Strukturierung

Inductively Coupled Reactive Ion Etching zur Strukturierung oder flächigen Ätzung von dotierten oder undotierten amorphen oder polykristallinen Schichten sowie Siliciden (z.B. Transistor Gate Stacks) im Dickenbereich von 20 nm bis 500 nm für Strukturgrößen kleiner 100 nm. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in einer poly-DPS Kammer von Applied Materials (AMAT Centura).

2.5.3 Reaktives Ionenätzen von leitfähigen Schichten (AlSi, Ti, TiN, W)

Möglich sind TiN/AlSi/TiN/Ti Strukturen bis 0,6 µm Strukturbreite bei Metalldicken bis 1,5 µm (strukturgrößenabhängig). Zusätzlich RIE- Wolframätzung, strukturiert und unstrukturiert (W-Etchback). Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in der P5000 Mark 2 von Applied Materials (AMAT) mit ASP Kammer (Advanced Strip and Passivation).

2.5.4 Hochraten-Siliziumätzen (Boschprozess)

Deep Reactive Ion-Etching (DRIE) von Bulk-Silizium mit Boschprozess für Aspektverhältnisse bis 20:1. Ätzung von MEMS-Strukturen mit geringem Aspektverhältnis bei einer Silizium-Ätzrate von 10 µm/min bis 20 µm/min (strukturgrößenabhängig). Ätzung von TSVs (Through Silicon Vias) mit Aspektverhältnissen bis 20:1 bei einer Silizium-Ätzrate von 2 µm/min bis 5 µm/min (strukturgrößenabhängig). Außerdem besteht die Möglichkeit zur Siliziumätzung mit Single-Step-Prozess. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in der SPTS Pegasus.

2.6 Nasschemische Prozesse

2.6.1 Reinigung von Wafern

Reinigung von Wafern mittels Beckenprozessen und Spray Acid Tool Anlage SAT 508 IT von Semitool. Organische und anorganische Verunreinigungen können effektiv entfernt werden (SC1, SC2, Caro'sche Säure und HF-Dip). Lack- und Polymerreste können durch Aceton, Isopropanol und EKC-265 in Edelstahlbecken mit Ultraschall entfernt werden. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm.

2.6.2 Mechanische Reinigung von Wafern

Mechanische Entfernung von Partikeln auf Wafern durch Bürsten mit unterschiedlichen Reinigungsmedien. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt im Scrubber Ontrac DSS 200.

2.6.3 Isotrope Ätzprozesse

Strukturierende nasschemische Ätzung mit Fotolack ist bei folgenden Schichten möglich: Polysilizium, dotierte und undotierte Oxide sowie Aluminium (Alu, AlSi und AlSiCu).

Eine unstrukturierte nasschemische Entfernung folgender Schichten ist möglich: Polysilizium, dotierte und undotierte Oxide, Siliziumnitrid, Titanitrid, Titan, Wolfram und Aluminium sowie Aluminiumlegierungen.

Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm.

2.6.4 Spinätzprozesse

Siliziumätzung und stress-relief-Ätzung mittels Ätzmischung aus Salpetersäure, Phosphorsäure und Flußsäure, sowie Siliziumoxidätzung mittels Flußsäure. Beide Prozesse können sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite durchgeführt werden. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Prozessierung erfolgt im Spin Prozessor SEZ 203.

2.7 Ionenimplantation

Implantation von Argon, H₂, Arsen, Bor, Fluor, BF₂ und Phosphor bei einem Dosisbereich von $1 \times 10^{11} \text{ cm}^2$ bis $1 \times 10^{16} \text{ cm}^2$. Der Energiebereich liegt bei 5 keV bis 250 keV für einfach geladene Ionen, darüber hinaus ist die Implantation von bis zu 3-fach geladenen Ionen mit Energien bis zu 750 keV möglich. Ferner können Implantationswinkel von 0° bis 45° sowie Rotationen von 0° bis 360° eingestellt werden. Prozessierbare Wafergrößen sind 100 mm, 150 mm und 200 mm. Alle Implantationen erfolgen am VARIAN E500 Mittelstrom-Implanter.

2.8 Epitaxie

2.8.1 Epitaxie von Si- und SiGe- Schichten

Epitaxie von Silizium- und Silizium-Germanium-Schichten im RP-CVD Reaktor (6 Torr bis 1 atm). Eine geringe Dotierung mit Bor und Phosphor ist möglich, ebenso die Abscheidung von hoch-intrinsischem Silizium (3 000 Ohm cm). Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Für die Abscheidung epitaktischer Schichten steht die ASM Epsilon 2000 zur Verfügung.

2.8.2 Niedertemperatur Epitaxie

Epitaktische Abscheidung von Silizium und Silizium-Germanium. Die Abscheidung der Schichten und das Reinigen der Oberflächen erfolgen bei Temperaturen ab 450 °C. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 200 mm. Die Prozessierung erfolgt an einer Neuentwicklung der Firma Muegge.

2.9 Chemisch Mechanisches Polieren (CMP)

Polieren von Oxid-, Silizium- und Polysiliziumschichten in der IPEC AVANTI 472. Bearbeitung von Kupfer in der IPEC-Westech 372M. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm.

2.10 Mechanisches Schleifen (Grinden)

Rückschleifen von Siliziumwafern bzw. Waferstacks der Waferdicken von 100 µm bis maximal 2000 µm. Spezielle Trägertechniken ermöglichen auch das Schleifen von Wafern mit Topographie, das Herstellen von sehr dünnen MEMS Waferstacks, das Rückseiten-Aufschleifen von Kavitäten oder das Dünnen auf Waferdicken bis herab zu 30 µm. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Bearbeitung erfolgt in den Anlagen DFG850 und DFG 8540 der Firma Disco.

2.11 In-line Prozessanalytik

2.11.1 Rasterkraftmikroskop

Messung von Oberflächenrauigkeit und Stufenhöhen bis maximal 5,5 μm . Geeignet für Probengrößen bis 200 mm. Die Bearbeitung erfolgt am Rasterkraftmikroskop (AFM) Dimension 5000 von Digital Instruments.

2.11.2 In-line REM und Focused Ion Beam

In-line REM (Schottky Emitter) und Focused Ion Beam (Ga-FIB) mit EDX-Analysen und Gas Injection System (GIS). Prozessierbare Wafergrößen sind 100 mm, 150 mm und 200 mm. Die Bearbeitung erfolgt im FEI Helios Nanolab 650.

2.11.3 Schichtdickenmessung

Ellipsometrische Dickenbestimmung von dünnen und durchsichtigen Materialien. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Messung erfolgt im KLA Tencor UV1280.

Messung der Schichtdicken von Silizium kleiner 100 μm und infrarot durchlässigen Schichten mittels Spektrometrie. Prozessierbare Probengrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Bearbeitung erfolgt im OMT.

2.11.4 Röntgen-Diffraktometrie (XRD)

Röntgen-Diffraktometrie (XRD) inklusive Reflektometrie, spezialisiert für die Messung von Silizium-Germanium-Gehalt und der Relaxation. Prozessierbare Wafergrößen bis zu 200 mm. Die Bearbeitung erfolgt im Philips XPert PRO, Typ MRD XL.

2.11.5 Dickenmessung von Wafern (kontaktlos, kapazitiv)

Dickenmessung von Si-Wafern oder Waferstapeln. Der Messbereich liegt zwischen 400 μm und 1400 μm . Ebenso ist die Bestimmung von Waferbow und Schichtstress möglich. Es können Wafergrößen von 150 mm und 200 mm bearbeitet werden. Die Messung erfolgt am Eichhorn und Hausmann MX 203-8.



*Nasschemische
Beckenprozessierung*

3 MEMS Linie

Bearbeitung von nicht CMOS-kompatiblen Wafern.

3.1 Diffusionsprozesse

3.1.1 Oxidation

Aufwachsen von SiO_2 Schichten mit Dicken zwischen 40 nm und 2 μm durch feuchte oder trockene Oxidation, optional mit trans-LC Zusatz, in einem Temperaturbereich zwischen 850 °C und 1100 °C. Prozessierbare Wafergrößen sind 100 mm und 150 mm. Die Prozessierung erfolgt in einem Horizontalofen Tempress Omega.

3.1.2 Diffusion

Eintreiben von Dotierstoffen und Aktivierung von Implantationen in inerter oder oxidierender Atmosphäre in einem Temperaturbereich zwischen 650 °C und 1150 °C. Prozessierbare Wafergrößen sind 100 mm und 150 mm. Die Prozessierung erfolgt in einem Horizontalofen Tempress Omega.

3.1.3 Tempern

3.1.3.1

Formiergastempn von Metallen unter Stickstoff- / Wasserstoffatmosphäre zwischen 380 °C und 450 °C. Tempern von Metallen in inerter oder oxidierender Atmosphäre zwischen 380 °C und 650 °C. Prozessierbare Wafergrößen sind 100 mm und 150 mm. Die Prozessierung erfolgt in einem Horizontalofen Tempress Omega.

3.1.3.2

Tempern von Waferstacks nach Silicon-fusion-Bond bei Temperaturen bis zu 1100 °C. Wafergrößen von 100 mm und 150 mm sind prozessierbar. Hierzu steht ein Horizontalofen Tempress Omega zur Verfügung.

3.1.3.3

Trocknen oder Tempern von Substraten bei Temperaturen bis 400 °C unter Luft, Vakuum oder N₂-Atmosphäre. Prozessierbare Wafergrößen sind 100 mm, 150 mm und 200 mm. Die Prozessierung erfolgt in einem plattenbeheizten Heraeus Ofen.

3.2 Schichtabscheidung

3.2.1 PECVD-Oxid / Nitrid

PECVD (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) von Silan-basierten Siliziumdioxid- und Siliziumnitridschichten für Dicken von 50 nm bis 2 µm im Temperaturbereich zwischen 100 °C und 320 °C. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 150 mm bzw. 100 mm (mit Transfer Wafer). Die Prozessierung erfolgt in Kammer 1 einer Unaxis Quadra D200R.

3.2.2 PECVD- a-Si / a-SiC

PECVD (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition) von amorphen Siliziumschichten für Dicken von 100 nm bis 1500 nm bei einer Prozesstemperatur von 320 °C. Abscheidung von 50 nm bis 800 nm dicken Siliziumcarbidschichten im Temperaturbereich von 100 °C bis 320 °C. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 150 mm bzw. 100 mm (mit Transfer Wafer). Die Prozessierung erfolgt in Kammer 2 einer Unaxis Quadra D200R.

3.3 Metallisierung

3.3.1 Metallabscheidung durch Sputtern – Anlage 1

Vertikalsputteranlage mit zwei Kammern, wobei in der Schleuse eine Substratkonditionierung mittels inversem Sputtern möglich ist. In der Beschichtungskammer sind 4 Targets für DC Magnetron Sputtern angebracht. Typische Metalle sind Au, Al, Cr, Cu, Ni, Ti und TiW; weitere Metalltargets sind vorhanden oder können nach Anfrage bestellt und eingefahren werden. Die Anlage ermöglicht die gleichzeitige Beschichtung von bis zu 12 Wafern bei Wafergrößen kleiner oder gleich 150 mm oder bis zu 8 Wafern bei Wafergrößen von 200 mm. Ebenso ist auf Anfrage die Beschichtung von Folienstücken oder Sonderbauteilen möglich. Die Bearbeitung erfolgt in der Anlage Balzers LLS801.

3.3.2 Metallabscheidung durch Sputtern – Anlage 2

Metallisierung mit gängigen Metallen, Metalloxiden und Legierungen (Al, AlCu, Al₂O₃, SiO₂, Cr, NiCr, Ta, Pd, Ag, Ti, WTi und Cu) mit spezifischem Anforderungsprofil. Zudem sind durch reaktive Sputterprozesse Nitrid- oder Oxidschichten herstellbar. Wahlweise können die Substrate im Prozess aktiv geheizt werden. Eine separate Sputterätzkammer kann für Rückätzungen genutzt werden. Bearbeitet werden können Wafer bzw. flache Probenstücke bis zu einem Durchmesser von 200 mm. Die Prozessierung erfolgt an der Sputteranlage CS850S der VON-ARDENNE-Anlagentechnik.

3.3.3 Metallabscheidung durch Aufdampfen

Aufdampfen erfolgt mittels thermischen Verdampfens (1 Quelle) oder Elektronenstrahl-Verdampfens (2 Quellen mit jeweils 4 Materialaufnahmen). Die Abscheidung einer Vielzahl von Metallen und Metalloxiden ist möglich. Eine Vorbehandlung der Substratoberfläche durch Glimmen ist möglich. Quarzglasstrahler ermöglichen das Aufheizen der Schichten vor und während der Abscheidung. Die Proben können statisch oder im Rotationsbetrieb (Kalotte) beschichtet werden. Prozessierbar sind Wafer mit Durchmesser kleiner 150 mm (12 Stück); für andere Formate müssen die Träger angepasst werden. Die Bearbeitung erfolgt an der Anlage Balzers BAK 760.

3.3.4 Electroplating (Cu, Sn)

Elektrolytische Erzeugung von reinen Kupfer- und Zinnschichten zur Kontaktmetallisierung bzw. für Wafer-zu-Wafer-Bondprozesse. Für die „pattern plating“-Prozesse werden Fotolacke in den Dicken von 5 µm bis 50 µm auf dünnen Cu plating-base Schichten strukturiert. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 150 mm bis 200 mm.

3.4 Lithographie

3.4.1 Belackung

Belackung der Wafer mit unterschiedlichen Lacken mittels einer manuell zu beladenden Schleuder. Standard Lacke sind positiv arbeitende Resiste der Firma Clariant (AZ1514H, AZ4500) für Schichtdicken im Bereich von 1.5 µm bis 8 µm.

Prozessierbar sind Wafergrößen bis zu einem Durchmesser von 150 mm, Sondersubstrate nach Anfrage. Bei der Schleuder handelt sich um eine Anlage der Firma Convac.

3.4.2 Trocknung

Lacktrocknung mittels einer Hotplate der Firma Convac (maximaler Waferdurchmesser 150 mm) sowie eines Heraeus Umluftofens (für Wafer kleiner oder gleich 200 mm).

3.4.3 Belichtung

Unterschiedliche Belichtungsmodi wie proximity, soft, hard und low-vacuum Kontakt. Das backside-alignment-System ermöglicht eine Justage der Maske auf Justagemarken auf der Waferrückseite. Teflonisierte Chucks ermöglichen die defektfreie Bearbeitung beidseitig polierter Wafer. Prozessierbare Wafergrößen sind 100 mm und 150 mm; andere Substratgrößen und -formen auf Anfrage. Die Resist-Belichtung wird an einem Mask-Aligner MA6 der Firma Süss durchgeführt.

3.4.4 Sonderprozesse

Prozessierung von Trockenresisten (DuPont, MX5015) (Lamination im Laborbereich), double-layer lift-off Prozess (in Entwicklung).

3.5 Trockenätzen

3.5.1 Reaktives Ionenätzen von Dielektrika

Reactive Ion Etching (RIE) Prozesse zur Strukturierung von dielektrischen Schichten (Siliziumdioxid, -nitrid, -carbid) in einem Dickenbereich von 20 nm bis 2 µm mittels CHF_3 -, CF_4 - und SF_6 -basierter Prozesse. Die Wafer-Kühlung erfolgt mittels He-Rückseitenkühlung oder mechanischem Waferclamping auf Substrathalter. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 150 mm. Die Prozessierung erfolgt in der RIE Kammer der STS Clustertool Anlage.

3.5.2 Hochraten-Siliziumätzen (Boschprozess)

Anisotropes Tiefenätzen von Silizium mit Ätzraten von bis zu 3 µm/min („Bosch Prozess“) und einem Aspektverhältnis von bis zu 15:1 (D/W) mittels einer ICP Kammer (Inductively Coupled Reactive Ion Etching). Die prozessierbare Wafergröße beträgt 150 mm. Die Prozessierung erfolgt in der ICP Kammer des STS Clustertools.

3.5.3 Resist Strippen

Strippen von Resist Schichten mittels der ICT Kammer (Inductively Coupled Reactive Ion Etching) am STS Clustertool. Die prozessierbare Wafergröße beträgt 150 mm.

3.5.4 Reaktives Ätzen dielektrischer und organischer Schichten

Ätzen unterschiedlichster organischer Schichten (Lacke, Dielektrika) und anorganischer Layer (Si, SiO , SiN , SiC) mittels eines manuellen RIE Systems, angeschlossen an die Prozessgase O_2 , CF_4 und CHF_3 . Durch das manuelle Beladen ist das Bearbeiten aller Substrate und Formate bis zu einem Durchmesser von 150 mm möglich. Die Prozessierung erfolgt an der Anlage PlasmaLab der Firma Oxford Plasma.

3.6 Nasschemische Verfahren

3.6.1 Reinigungsprozesse

SC1, SC2 und Caro'sche Reinigung sowie SiN Ätzprozesse (Phosphorsäure) in beheizbaren Quarzbecken.

HF Dip (1%) und BOE Ätzung von SiO_2 Schichten werden in Becken durchgeführt. Resist-Strippen von Positiv-Resisten wird standardmäßig mit AZ Remover 100 durchgeführt (Ultraschall-unterstützt).

3.6.2 Metallätzen

Metallätzungen (beispielsweise von Al, Cu, Cr, TiW, Au, Sn) werden in Bechergläsern durchgeführt. Bei Beckenprozessen beträgt die maximale Wafergröße 150 mm; Becherglasprozesse können auch mit 200 mm Wafern durchgeführt werden.

3.6.3 KOH Ätzen

KOH-Ätzen im temperierten Quarzglasbehälter, der mit 10 Liter Ätzmedium (33%ige KOH) befüllt ist. Die Ätztemperatur beträgt 60 °C oder 80 °C. Es können Wafergrößen von 100 mm und 150 mm als Einzelwafer oder in 12er Chargen bearbeitet werden.

3.7 In-line Prozessanalytik

3.7.1 Mikroskopie

Mikroskopie mit Auflicht, Dunkelfeld und Interferenzkontrast; eine Bilddokumentation über eine Kamera ist möglich. Prozessierbare Wafergrößen sind 100 mm, 150 mm und 200 mm. Zur Verfügung steht ein Mikroskop der Firma Leica.

3.7.2 Reflektometrie

Reflektometrie bei Wellenlängen von 450 nm bis 750 nm, die minimale Spotsize beträgt ca. 20 µm. Das Reflektometriemessgerät ist am Leica Mikroskop angeschlossen.

3.7.3 Profilometrie

Messung von Stufen von 50 nm bis 300 µm. Es können Probengrößen bis zu einem Durchmesser von 200 mm bearbeitet werden. Die Messung erfolgt am Veeco Dektak.

3.7.4 Waferdicken und Waferdurchbiegungs-Messung

Messung der Waferdicke und Waferdurchbiegung mit Hilfe eines berührungslosen kapazitiven Verfahrens. Es können Probengrößen bis zu einem Durchmesser von 150 mm bearbeitet werden. Für die Messung steht ein Gerät der Firma Eichhorn&Hausmann zur Verfügung.

3.7.5 Benetzungswinkel

Messung des Benetzungswinkels bei Messung von polarem und dispersivem Anteil. Die Bearbeitung erfolgt im Labor an einem Gerät der Firma DataPhysics.



*Fraunhofer EMFT
Wissenschaftlerin im Labor
an FCB3-Bonder*

4 Aufbau- und Verbindungstechnik

4.1 Wafer-Bond

Silicon Fusion Bond (SFB) von Wafern mit Si- oder SiO₂-Oberflächen. Die Bearbeitung von 100 mm und 150 mm Wafern erfolgt im Süss BA6 Bondaligner (Justage), im Süss SB6 Bondaligner (Prebond) und im Tempress-Ofen (Annealing). Die Bearbeitung von 200 mm Wafern erfolgt im EV501 (Prebond) und im Tempress-Ofen (Annealing).

4.2 Einzelchip-Bestückung

Bestückung von Chips auf Wafern und Foliensubstraten. Die Anlage verfügt über einen Thermokompressions- und einen Ultraschallkopf. Es können Substratgrößen bis 200 mm x 200 mm bearbeitet werden. Die Bearbeitung erfolgt im Panasonic FCB3.

4.3 Electroplating (Cu, Sn)

Elektrolytische Erzeugung von reinen Kupfer- und Zinnschichten zur Kontaktmetallisierung bzw. für Wafer-zu-Wafer-Bondprozesse. Für die „pattern plating“-Prozesse werden Fotolacke in den Dicken von 5 µm bis 50 µm auf dünnen Cu-PB-Schichten strukturiert. Prozessierbare Wafergrößen sind 150 mm und 200 mm. Die Abscheidung der Kupferschichten erfolgt in der Technotrans microform.200, die Abscheidung der Zinnschichten in der RENA EPM 201F.

4.4 Solid Liquid Interdiffusion (SLID)

Solid Liquid Interdiffusion von Zinn und Kupfer für die gleichzeitige Montage und elektrische Verbindung von zwei Chips. Dabei bildet sich eine hochschmelzende intermetallische Verbindung (Cu₃Sn, 450 °C), deren Schmelzpunkt über dem des elementaren Zinns (230 °C) liegt. Durch diese Schmelzpunkterhöhung sind die beiden Chips nach der Durchführung des SLID-Prozesses bis zu der neuen Schmelztemperatur fest verbunden.

4.5 Sägen

Vereinzeln von Chips bei Angabe von Index und Chipgröße mittels Sägen, auch Dicing genannt. Die Einstellung der optimalen Prozessparameter und Auswahl der Sägeblätter hängt von der Dicke des zu sägenden Stückes und des Probenmaterials ab. Es können Wafer bzw. Probengrößen bis 200 mm Durchmesser bearbeitet werden. Die maximale Probendicke beträgt in Abhängigkeit vom Sägeblatt 3 mm bis ca. 5 mm. Die Bearbeitung erfolgt an der Disco Wafersäge 341.

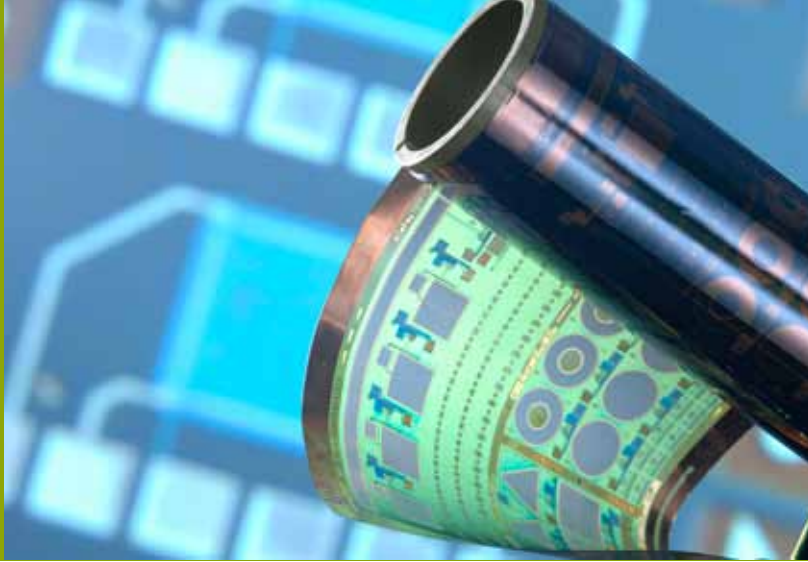
4.6 Drahtbonden

4.6.1 Alu-Drahtbonden

Alu-Drahtbonden in erster Linie zur Kontaktierung von Gold-Pads (Platinen) oder Goldsteckern auf Piezoelektroden (Silberpalladium). Verwendetes Drahtmaterial ist AlSi (1 %) mit einem Drahtdurchmesser von 25 µm. Es wird bei Raumtemperatur gebondet. Die Bearbeitung erfolgt am Drahtbonder von Kulicke & Soffa: 4523A Digital. Der Handbonder ist für die Bearbeitung kleiner Stückzahlen geeignet.

4.6.2 Gold-Drahtbonden

Drahtbonden zur sequenziellen Kontaktierung von Halbleiterbauelementen mit dem Thermosonic-Ball-Wedge Verfahren (TS-Bonden). Verwendet wird Golddraht mit einer Dicke von 25 µm. Der Heiztisch kann auf bis zu 120 °C erwärmt werden. Die Bearbeitung erfolgt am Goldbonder von der Kulicke und Soffa Europe GmbH. Der Handbonder ist für die Bearbeitung kleiner Stückzahlen geeignet.



*Prozessierung von
organischen Halbleitern in
Rolle-zu-Rolle Fertigung*

5 Mikrofabrikation von Foliensubstraten

Die Rollenbreite beträgt standardmäßig 215 mm, die Größe des Bearbeitungsfeldes ist 200 x 200 mm².

5.1 Metallisierung

Metallisierung von Foliensubstraten mit Haft- und Leitschicht, z.B. mit Kupfer oder Chrom mittels einer Sputter-Anlage. Die Beschichtung erfolgt im Rolle-zu-Rolle-Verfahren mit einer Bandbreite bis zu 215 mm. Das Gerät der Firma FHR bietet zusätzlich einen IR Heizer zum verbesserten Ausgasen der Schichten und einen inversen Sputter Ätzer zum Aktivieren der Oberfläche.

5.2 Laminieren

Lamination verschiedenster Folien unter Druck und Temperatur mittels Heizrollen. Typische Anwendungen sind die Lamination von Trockenfilm Resist zur Vorbereitung der photolithografischen Strukturierung oder die Passivierung mit klebstoffbeschichteten Deckfolien. Einstellbare Prozessparameter sind Temperatur, Druck und Vorschubgeschwindigkeit. Die Prozessierung erfolgt an einem Gerät der Firma Stork.

5.3 Beschichten

Beschichtung mit dünnen Filmen wie z.B. Resist, Dielektrika und Passivierung aus der flüssigen Phase auf Folie. Neben der Beschichtungskammer mit einer Schlitzdüsenauftragseinheit steht eine Trocknungsstrecke mit Infrarot- und Konvektionsheizung zur Verfügung. Es können homogene Schichten mit Dicken unter 1 µm in einem kontinuierlichen Auftragsverfahren hergestellt werden. Die optische Messung der Schichtdicke dünner Schichten erfolgt mittels Ellipsometer und Reflektometer. Die Bearbeitung erfolgt an der Durchlaufbeschichtungsanlage der Firma Coatema.

5.4 Belichtung

UV Lithographie zur Erzeugung einer Maskenstruktur im Stop&Go Verfahren in den Resist eines Folienschichtsystems. Neben Proximity- und Kontaktbelichtung bietet die Anlage eine automatische Mustererkennung zur Ausrichtung der Maske. Das Gerät der Firma Ciposa erlaubt eine Verarbeitung von Folienrollen mit einer Breite von 215 mm mit 9"-Masken.

5.5 Entwicklung

Fixierung und Entwicklung einer belichteten Resistschicht mittels Sprühentwickler. An den Stellen, wo der Resist wegentwickelt ist, kann die Metallisierung anschließend galvanisch verstärkt oder geätzt werden. Die Prozessierung erfolgt an einem Gerät der Firma Höllmüller.

5.6 Galvanik

Abscheidung von Kupfer mit einer Dicke von mehreren μm auf vormetallisierten und strukturierten Polymerfilmen (pattern plating) mittels einer kontinuierlich arbeitenden Galvanik Anlage. Der Prozess teilt sich in eine Niederstrom Vorgalvanik und die Hauptgalvanik mit höherem Strom.

5.7 Ätzen

Gleichmäßiges Ätzen metallisierter Folien in der kontinuierlich arbeitenden Sprühätzanlage. Der modulare Aufbau der Anlage ermöglicht einen schnellen Wechsel des Ätzmediums, so dass verschiedene Metalle geätzt werden können. Die Prozessierung erfolgt an einem Gerät der Firma Schmid.

5.8 Siebdruck

Drucken verschiedenster Pasten (Leitpaste, Elektrolumineszenz, Dielektrikum, Halbleiter) strukturiert auf eine Folie von Rolle-zu-Rolle mit einer Siebdruck-Anlage. Neben der anschließenden UV- und Konvektionsofentrocknung ist eine automatische Mustererkennung implementiert, um Multilayersysteme zu realisieren.

5.9 Laserbearbeitung

Bearbeitung der Folien mit einem UV-Laser (355nm). Lokale Abtragung von Material aus der Deckschicht in Form von Gräben oder Löchern. Ebenso ist das Schneiden durch alle Folienschichten möglich. Damit lassen sich Vias öffnen, Komponenten aus dem Folienverbund herauslösen, Schichten strukturieren, Markierungen in Form von Text oder Symbolen schreiben oder auch Schichtwiderstände trimmen. Die Justagegenauigkeit liegt bei $50 \mu\text{m}$. Die Prozessierung erfolgt an einem Gerät der Fa. LS Systems.

5.10 Plasmaätzen

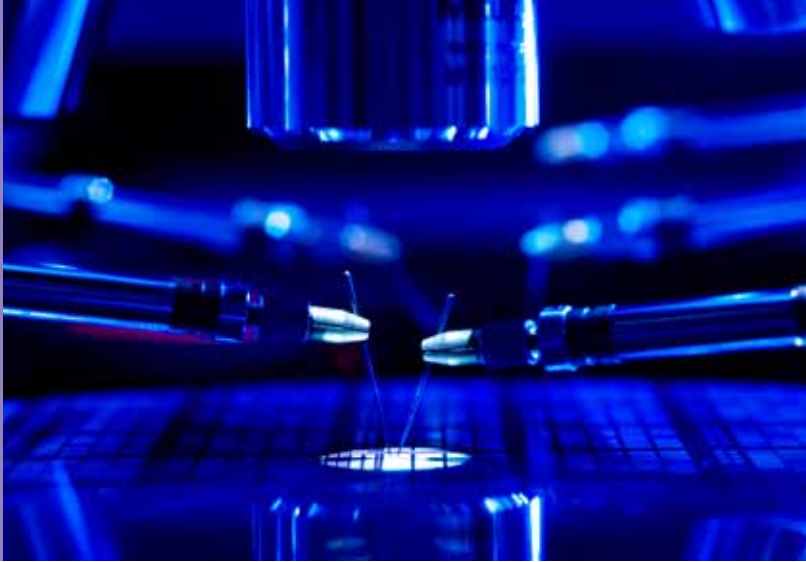
Oberflächenkonditionierung und Ätzen von Folien und polymeren Beschichtungen im Durchlaufverfahren von Rolle zu Rolle mittels Plasma Anlage. Als Ätzgase werden Stickstoff, Sauerstoff und CF_4 verwendet.

5.11 Umwickler

Wickeln von Folienbändern von einer Rolle auf die andere, dabei werden Bänder exakt zusammengefügt und winkeltreu parallel oder senkrecht zur Laufrichtung der Folie geschnitten. Links/Rechts-Lauf, Bandkantensteuerung, Längenmessung und einstellbare Bandspannung ermöglichen eine optimale Konditionierung der Folienrollen. Die Bearbeitung erfolgt an einer Anlage der Firma db-matic.

5.12 Pick & Laminate

Automatisierte Assemblierung und elektrische Kontaktierung von Folienkomponenten (wie flexible Batterien, Displays, Solarzellen oder andere Subsysteme) auf ein Basissubstrat, das entweder als Bogen oder als Rolle zugeführt wird.



Waferprober PA-200 zur elektrischen Charakterisierung von PCM-Strukturen

6 Prozesscharakterisierung

Neben der In-line Prozessanalytik stehen an der Fraunhofer EMFT weitere Methoden zur Prozesscharakterisierung zur Verfügung.

6.1 Probenpräparation

6.1.1 Oberflächenkonditionierung

Zur Vorbereitung von REM Untersuchungen kann auf Probenstücke Gold oder Gold/ Palladium gesputtert werden. Alternativ kann Kohlenstoff aufgedampft werden. Es können Proben bis zu einem Durchmesser von ca. 70 mm bearbeitet werden. Zur Oberflächenreinigung steht eine Plasmaanlage zur Verfügung.

6.1.2 Zielschleifgerät

Zielschliffe in eingebetteten Präparaten zur Probenpräparation bei einer Schleifgenauigkeit von 2 μm . Es können Bruchstücke bis 2 x 2 cm^2 bearbeitet werden. Die Bearbeitung erfolgt am StruersTargetSystem.

6.2 Elektronenstrahlanalytik

6.2.1 Cambridge S-250

Rasterelektronenmikroskop (Wolfram Emitter) mit EDX-Zusatz (energiedispersive Röntgenspektroskopie). Die Detektion erfolgt über Sekundärelektronen (SE) und rückgestreute Elektronen (BE).

6.2.2 Hitachi S4500

Rasterelektronenmikroskop (kalter Feldemitter) mit einer Bildauflösung bis 1,5 nm. Die Detektion erfolgt über Sekundärelektronen (2x) und rückgestreute Elektronen.

6.3 Waferprober zur elektrischen Charakterisierung von PCM Strukturen

Elektrische Charakterisierung von Halbleiterbauelementen mittels eines Agilent B1500A Parameter-Analysator Systems mit bis zu fünf hochauflösenden Source-Monitor Units, einem hochauflösenden high power Source-Monitor Unit, CV Messmöglichkeit (f bis 5 MHz) und zwei Pulsgeneratoren sowie einer separaten Schaltmatrix mit bis zu zwanzig Ausgängen für Probecard-Anwendungen. Der Waferchuck kann bis zu einer Temperatur von 200 °C beheizt werden. Es können Wafergrößen von 200 mm bearbeitet werden. Für die Charakterisierung steht ein Waferprober Messplatz PA-200 von Cascade Microtech inklusive Darkbox zur Verfügung.



*Mehrlagenverbindungen
der Edelmikropumpe*

7 Herstellungs- und Testtechnologien für Mikrofluidaktoren

An der Fraunhofer EMFT existieren zwei Technologieplattformen zur Entwicklung und Herstellung von Mikrofluidaktoren:

- Silizium Mikrofluidaktoren
- Edelstahl Mikrofluidaktoren

Die Silizium Entwicklungsplattform verwendet im Front-End Prozessmodule aus der MEMS Linie (siehe Abschnitt oben), während sich die Edelstahl Entwicklungsplattform derzeit im Aufbau befindet. Beide Plattformen benötigen die Montage von Piezokeramiken auf die Silizium- bzw. Edelmembran.

7.1 Piezomontage auf Waferlevel

Montage von Piezokeramik auf Membrane (Silizium oder Edelstahl) durch Kleben. Dabei wird mit Hilfe eines Dispensers, der von einem X-Y-Tisch angesteuert wird, Klebstoff auf die entsprechenden Stellen auf dem Wafer angebracht. Mit Hilfe eines Pick&Place Moduls werden die Piezokeramiken platziert und anschließend wird der Klebstoff ausgehärtet.

7.2 Vorspannung der Piezokeramiken

Definierte Vorspannung der Piezokeramiken mit Hilfe eines patentierten Verfahrens. Dadurch besitzen die Piezokeramiken nach der Montage eine Vorauslenkung. Diese Methode ist wichtig, um Mikrofluidaktoren mit extrem kleinen Totvolumina herzustellen.

7.3 Fluidischer Test auf Waferlevel

Fluidische Charakterisierung von Pumpenchips auf einem komplett montierten Mikropumpen Waferstack. Der Pumpenwafer wird in eine Vorrichtung gespannt. Mit Hilfe eines X-Y-Tisches werden die einzelnen Pumpenchips von der Oberseite elektrisch kontaktiert und angesteuert, während sie von der Unterseite fluidisch kontaktiert werden. Charakterisierung des Pumpenwafers mit ca. 200 Mikropumpen, incl. Hubvolumen, Förderrate, Gegendruckfähigkeit und Leckrate.

7.4 Silikonsprühen

Silikonsprühen von dünnen Silikonschichten auf Substrate (Silizium, Edelstahl, u.a.) durch eine Airbrush Pistole, die von einem X-Y-Tisch angesteuert werden kann. Abschattung des Silikonstrahls durch Schattenmasken.

7.5 Topografische Charakterisierung mikromechanisch hergestellter Strukturen

Charakterisierung mikromechanischer Strukturen mittels eines FRT Topografie-messmoduls, mit dem 1D-, 2D- und 3D-Messungen mit einer Messauflösung von 50 nm möglich sind. Das Messmodul wird mit einem X-Y-Tisch angesteuert. Neben statischen Messungen sind auch dynamische Messungen bis 15 kHz möglich.

7.6 Fluidische Charakterisierung von mikrofluidischen Bauelementen

Gravimetrische Messungen von Fördermengen (mehrere Waagen mit unterschiedlichen Auflösungen bis hinab zu $0,1 \mu\text{g}$ sind verfügbar). Unterschiedliche anemometrische Strömungssensoren für Flüssigkeiten oder Gase, automatisierte Gegendruckmessungen. Erfahrung mit unterschiedlichen Medien (Wasser, Luft, Öl, Lösemittel, und andere). Messung kleinster Leckraten (optisch oder kapazitiv) bis hinab in den $\mu\text{l/h}$ -Bereich.