

Modul: Einführung in die Mikrosystemtechnik
**Begriffe und Definitionen der Mikrosystemtechnik
nach DIN 32564**

Autorin:

Dr. Ramona Eberhardt
eberhardt@iof.fraunhofer.de

Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Jena
Juli 2004

Herausgeber:

BWAW

Bildungswerk für berufsbezogene Aus- und Weiterbildung Thüringen gGmbH

Peter-Cornelius-Straße 12

99096 Erfurt

Tel: 0361/ 601460

Fax: 0361/ 6014612

E-Mail: info@bwaw.de

Erarbeitet im Rahmen des Projektes **“Aus- und Weiterbildungsnetzwerk zur Fachkräftesicherung in der Mikrosystemtechnik in Thüringen“** - FasiMIT

Förderkennzeichen: 16 SV 1847; Projektlaufzeit: 01.12.2002 - 30.11.2005

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Unterstützt vom Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Infrastruktur, der IHK Erfurt, dem Arbeitsagentur Erfurt und anderen Einrichtungen

Projektleitung/-koordinierung:

BWAW Bildungswerk für berufsbezogene Aus- und Weiterbildung Thüringen gGmbH

Peter-Cornelius-Straße 12, 99096 Erfurt;

Tel: 0361/ 601460; Fax: 0361/ 6014612;

E-Mail: info@bwaw.de

© BWAW Thüringen gGmbH

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Diese Unterlagen wurden mit großer Sorgfalt erstellt und geprüft. Trotzdem können Fehler nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Die Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Seite 2

DIN 32564 Fertigungsmittel für Mikrosysteme, Begriffe und Definitionen

Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

Teil 2: Basistechnologien und Herstellung

Teil 3: Handhabung, Lagerung und Transport

Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

1 Anlagentechnik

- 1.1 Cluster Tool** - integriertes, von der Umgebung isoliertes Fertigungssystem, das aus Prozess-, Transport- und Kassettenmodulen besteht, die mechanisch und steuerungstechnisch verbunden sind
- 1.2 Gerätemodul** - autarke Prozesseinheit, welche bei Bedarf über eine festgelegte Schnittstelle mit weiteren Prozesseinheiten zu einer Modulgruppe verbunden werden kann
- 1.3 Mini-Environment** - begrenzte Zonen höherer Reinheit in Gerätemodulen zum Schutz des Produktes vor Verschmutzung und Beschädigung durch äußere Einflüsse

ANMERKUNG: Das sogenannte "Clean Machine Konzept" beschränkt den Bereich der hochreinen Zone auf ein minimal notwendiges Volumen.



Quelle: www.oxfordplasma.de

Hexagonales cluster tool (RIE, PECVD und Kassettensystem)

Seite 4

Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

1.4 Reinheitsklasse - Grad der Partikelreinheit der Luft, der für einen Reinraum oder reinen Bereich verwendet wird

ANMERKUNG 1: Die Klassifizierung der Luftreinheit ist in DIN EN ISO 14644-1 angegeben.

ANMERKUNG 2: In Anlehnung an die DIN EN ISO 14644-1 enthält die VDI Richtlinie 2083 Blatt 1 in formelmäßiger, tabellarischer und grafischer Darstellung die Klassifizierung der Luftreinheit in Reinräumen und zugehörigen reinen Bereichen. Früher wurde häufig auch der Federal Standard 209 E zur Klassifizierung der Luftreinheit herangezogen.



www.raumtechnik-fellbach.com

Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

2 Klassifizierungssystem für Mikrokomponenten - festgelegte Ordnung zur Beschreibung charakteristischer Merkmale der Bauteile der Mikrosystemtechnik unter Berücksichtigung der für die Handhabung relevanten Eigenschaften

ANMERKUNG: Ein Klassifizierungssystem für Bauteile ist in DIN 32563 gegeben.

2.1 Kennzeichnung - maschinen- bzw. menschenlesbare Beschriftung oder Markierung auf einem Bauteil, einem Wafer oder einem Werkstückträger, die Informationen über das Bauteil/den Wafer enthält

ANMERKUNG: Bei der Kennzeichnung sollte auf die Konformität mit entsprechenden Richtlinien und Normen geachtet werden (CE-Kennzeichnung, Produktdaten, Herstellungsdaten, Losnummern, usw.).

2.2 Kodierung - Verschlüsselung von Daten, wobei ein vorgegebenes Zeichen, ein Wert oder eine Zeichenfolge in ein vereinbartes Muster oder eine Abfolge von Mustern umgewandelt wird

ANMERKUNG: Die Kodierung dient bei der Kennzeichnung von Bauteilen meist zur Sicherstellung der Maschinenlesbarkeit (z. B. Strichcode).

Seite 6

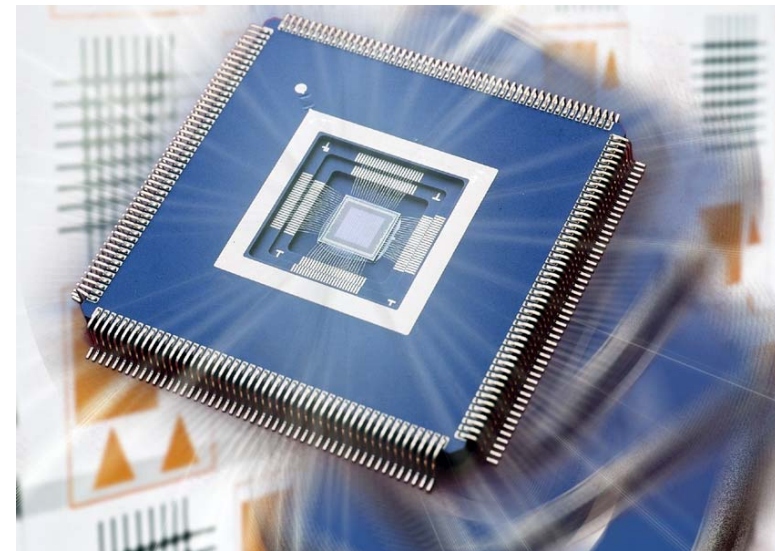
Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

3 Mess- und Prüfmittel - Mittel zur Durchführung von Mess- und Prüfaufgaben an Mikrosystemen im Rahmen der Qualitätssicherung im Fertigungsprozess

4 Mikrokomponenten - miniaturisierte Einzelteile, welche mechanische, optische, opto-elektronische oder fluidische Funktionen erfüllen, z. B. bewegliche Mikrospiegel, Mikrolinsen, Laserdioden, Kanalstrukturen, etc.

4.1 Chip - mikrosystemtechnisches Bauelement mit mechanischen, fluidischen, elektronischen, optischen und/oder opto-elektronischen Funktionen

4.2 Die - aus einem Wafer vereinzelt Bauelement mit mechanischen, fluidischen, elektronischen, optischen und/oder opto-elektronischen Funktionen



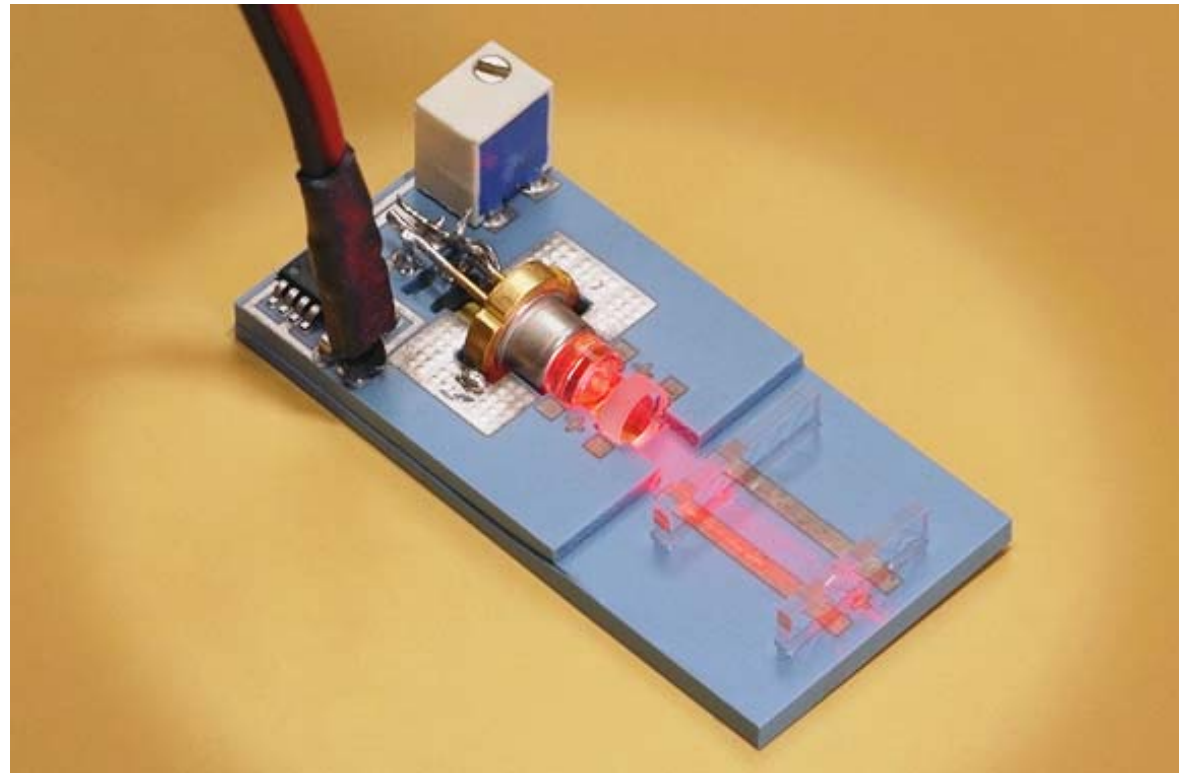
Quelle: www.elixent.com/assets/chip.jpg

Seite 7

Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

5 Mikrosystem - miniaturisierte Einheit, welche durch hybride oder monolithische Integration mehrere Mikrokomponenten und/oder Funktionseinheiten enthält

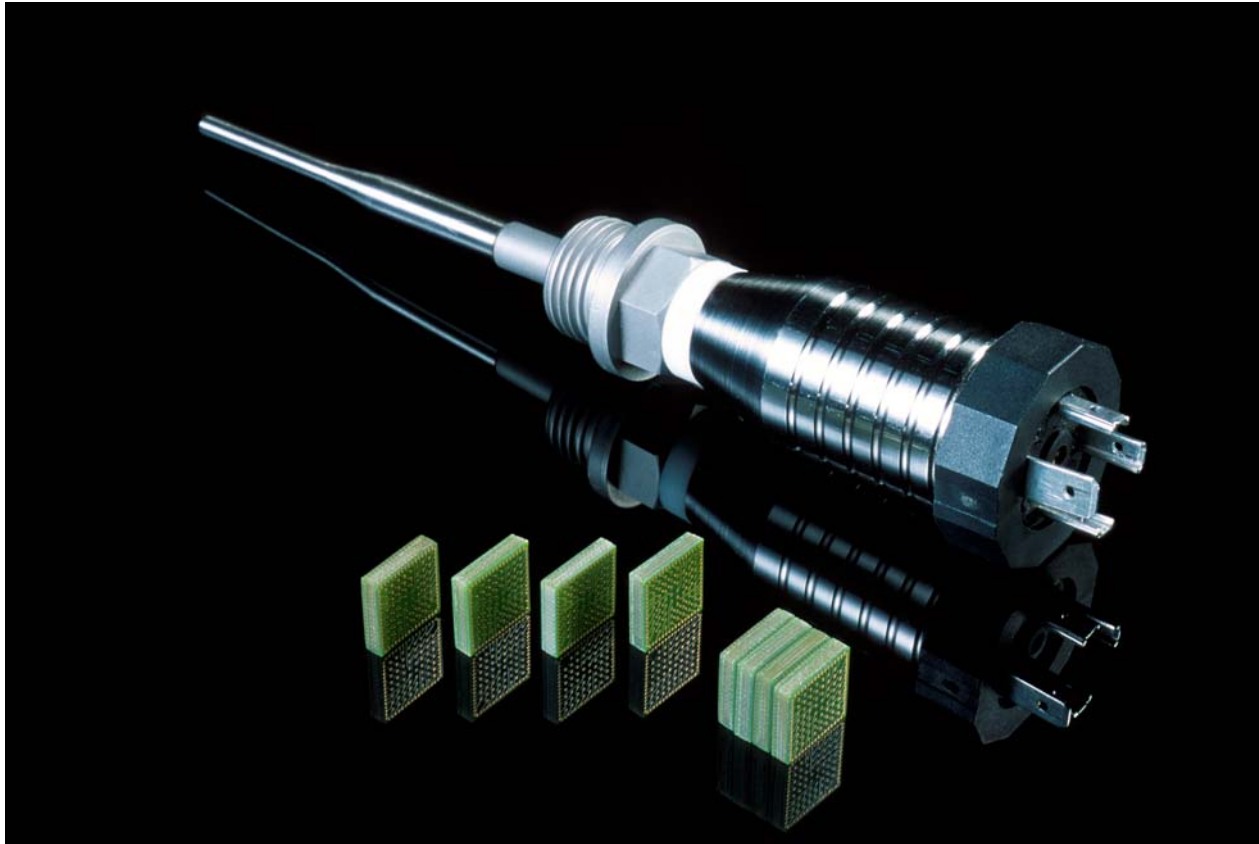
5.1 hybrides Mikrosystem - Mikrosystem, bei dem die Integration von Mikrokomponenten und Funktionseinheiten mittels spezieller Mikromontage-, Mikrojustage-, Aufbau- und Verbindungstechniken erfolgt



Hybrides mikrooptisches System auf LTCC-Substrat
(Lasermodul, Quelle Fraunhofer IOF)

Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

5.2 modulares Mikrosystem - anwendungs- und kundenspezifisches Gesamtsystem, welches mehrere einzelne mikrotechnische Funktionsbausteine kombiniert

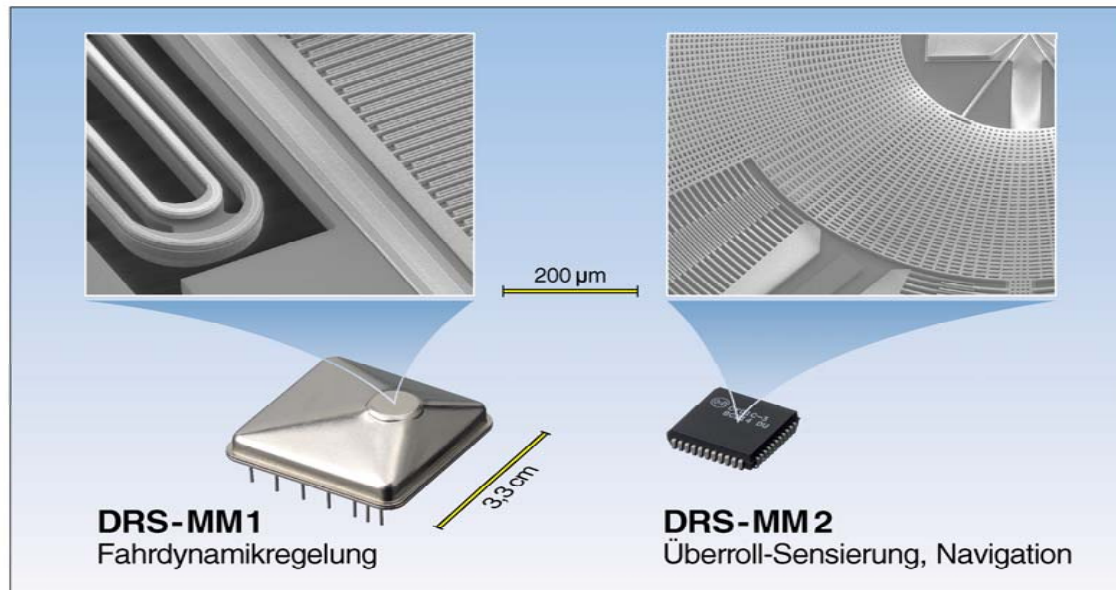


Modulares Mikrosystem (Quelle efm)

Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

5.3 monolithisches Mikrosystem - Mikrosystem, bei dem die Integration von Mikrokomponenten und Funktionseinheiten auf einem Substratmaterial durch Mikrostrukturierungsprozesse erfolgt

Mikromechanische Drehratensensoren



© Alle Rechte bei Robert Bosch GmbH, auch für alle Pat. von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopieren, ist Widerspruchsbefugnis. Bei uns.

BOSCH 

K8/L GPS81004

6 Nutzen - Verbund von Komponenten zur geordneten Bereitstellung für einen folgenden Fertigungsschritt oder Vereinzelungsvorgang

ANMERKUNG: Damit ist eine parallelisierte Bearbeitung möglich.

7 Schnittstelle - gedachte oder tatsächliche Trenn- bzw. Fügestelle für einen funktionalen Übergang zwischen gleichartigen Komponenten eines Mikrosystems, Teilen eines Gerätes oder Modulen einer Gerätegruppe mit definierten Bereichen zur mechanischen, elektrischen und/oder fluidischen Ankopplung

ANMERKUNG 1: Dies beinhaltet in der Regel auch die Vereinbarungen für die Übertragung von Signalen, Kräften, Medien und/oder Energie.

ANMERKUNG 2: An den Schnittstellen sind im allgemeinen lösbare Verbindungen eingesetzt, über welche Signale, Kräfte, Medien und/oder Energie übertragen werden können.

Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

7.1 Adapter - Verbindungsstücke, die es erlauben, Mikrokomponenten, Geräteteile oder Module, auch mit unterschiedlichen Schnittstellen, aneinander zu koppeln

ANMERKUNG: Adapter können einstellbar, flexibel, justierbar oder variabel ausgelegt sein.

7.2 elektrische Schnittstelle - Schnittstelle zur Übertragung elektrischer Signale oder Energie

7.3 fluidische Schnittstelle - Schnittstelle zur Durchleitung von Flüssigkeiten oder Gasen

7.4 mechanische Schnittstelle - form- und/oder kraftschlüssige Schnittstelle zur mechanischen Ankopplung, sowie zur Sicherung der Position und Orientierung

7.5 optische Schnittstelle - Schnittstelle zur Übertragung optischer Signale oder Energie

8 Substrat - flaches Materialstück, dessen Volumen meist aus dielektrischen oder halbleitenden Materialien besteht

ANMERKUNG 1: Siehe auch: Wafer.

ANMERKUNG 2: Auf keramischen Substraten werden häufig durch Dickschicht- oder Dünnschichttechnik

Leiterbahnstrukturen (auch in Mehrlagentechnik) erzeugt.

Seite 12

Teil 1: Allgemeine Begriffe der Mikrosystemtechnik

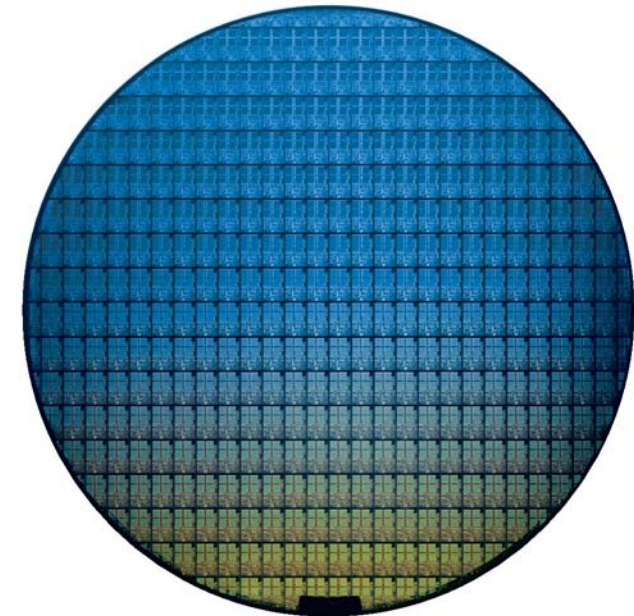
9 Wafer - rundes Substrat, dessen Volumenmaterial aus einem Halbleiter oder einem anderen in der Mikrosystemtechnik verwendeten Werkstoff (z. B. Glas) besteht

ANMERKUNG: Auf Wafern werden Mikrokomponenten und Halbleiterbauelemente in großen Stückzahlen gefertigt und nach Fertigstellung vereinzelt.

9.1 Notch - Formelement zum Positionieren eines Wafers

9.2 Waferflat - Kreisabschnitt am Rand eines Wafers, welcher die Kristallorientierung angibt

ANMERKUNG: Bei Siliziumwafern gibt es oft zwei verschieden große Flats zur zusätzlichen Kennzeichnung der Kristalldotierung.



Quelle: www.sandpile.org/impl/pics/intel/p3/wafer_013.jpg

Seite 13

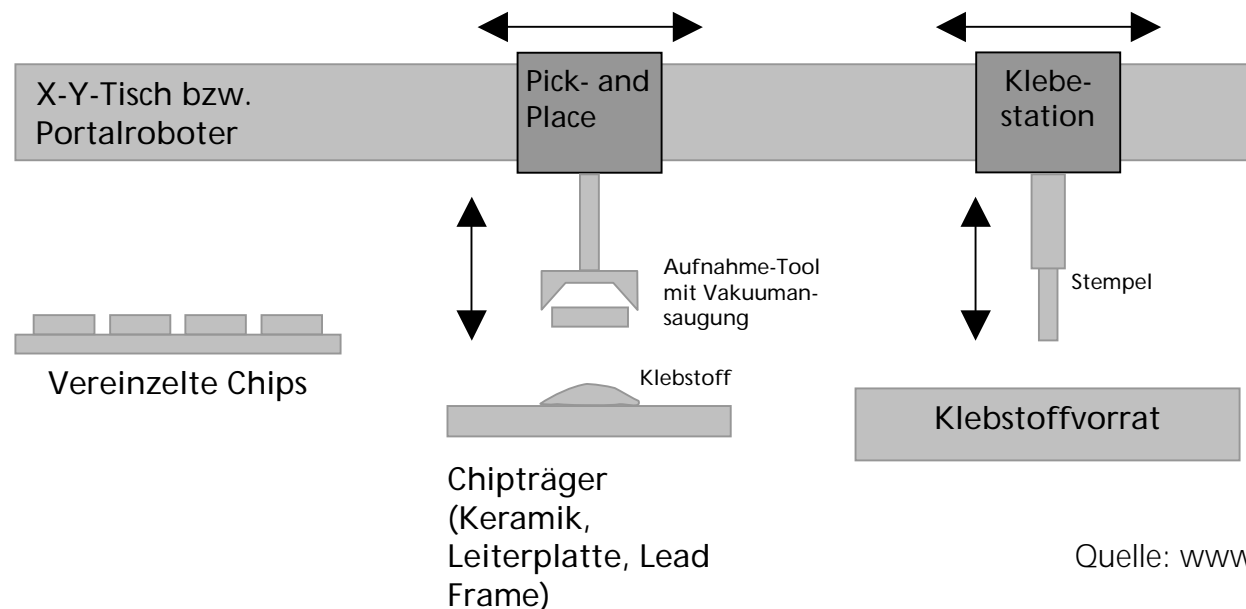
Teil 2: Basistechnologien und Herstellung

1 Basistechnologien

1.1 Bonden - Füge-technik zur mechanischen und/oder elektrischen Verbindung von Substraten oder Wafern und von Mikrokomponenten oder Chips mit Montageflächen

1.1.1 Die-Bonden - ganzflächiges Verbinden von vereinzelt Halbleiterbauelementen mit Montageflächen

ANMERKUNG Das Basismaterial der vereinzelt Halbleiterbauelementen kann z. B. aus Metallen, Polymeren, Keramiken, Gläsern, Halbleitern bestehen.



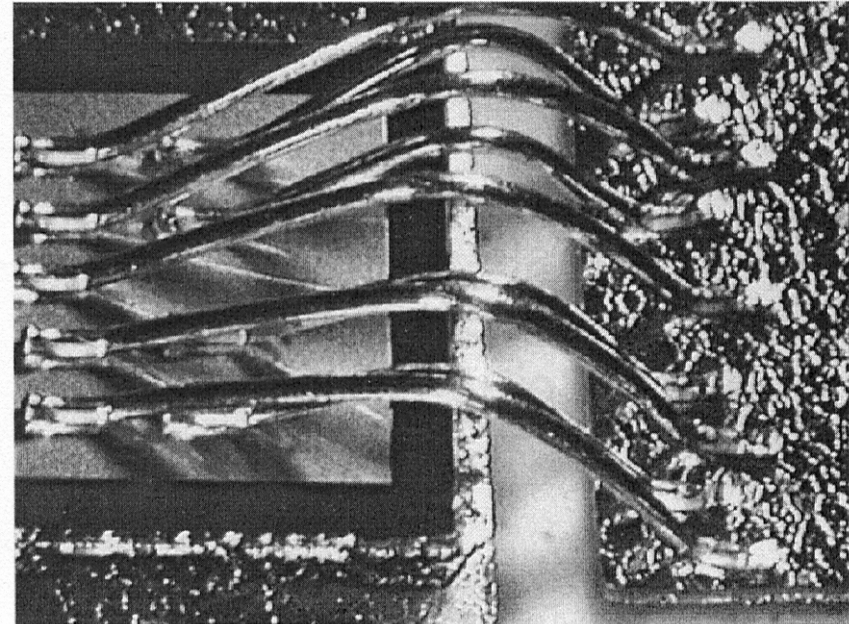
Quelle: www.mst.tu-berlin.de

Seite 14

1.1.2 Draht-Bonden - Füge-technik zur Herstellung diskreter elektrischer Drahtverbindungen vom Chip auf die Montagefläche

ANMERKUNG 1: Neben lateralen Drahtverbindungen kann auch eine Höhendifferenz überwunden werden.

ANMERKUNG 2: Spezielle Verfahrensformen sind zum Beispiel Thermokompressions-Bonden, Ultraschall-Bonden, Ball-Wedge-Bonden, Wedge-Wedge-Bonden).



Leistungsdiode; 400µm Al-Draht

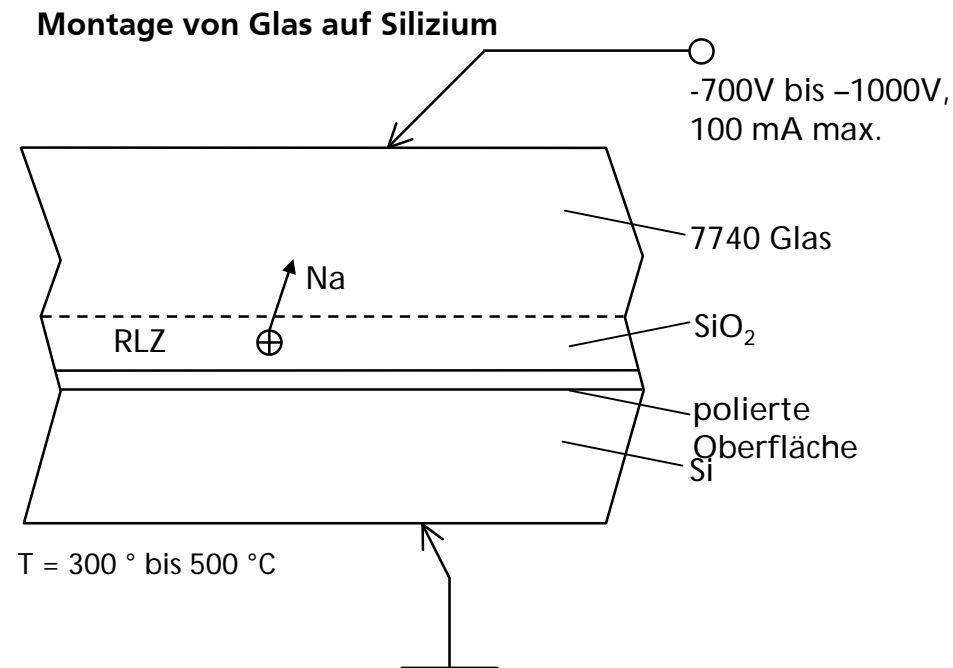
Quelle: www.mst.tu-berlin.de

Seite 15

Teil 2: Basistechnologien und Herstellung

1.1.3 Wafer-Bonden - ganzflächiges Verbinden von Wafern

ANMERKUNG: Hierbei können z. B. Siliziumwafer untereinander oder Siliziumwafer mit Glaswafern gefügt werden.

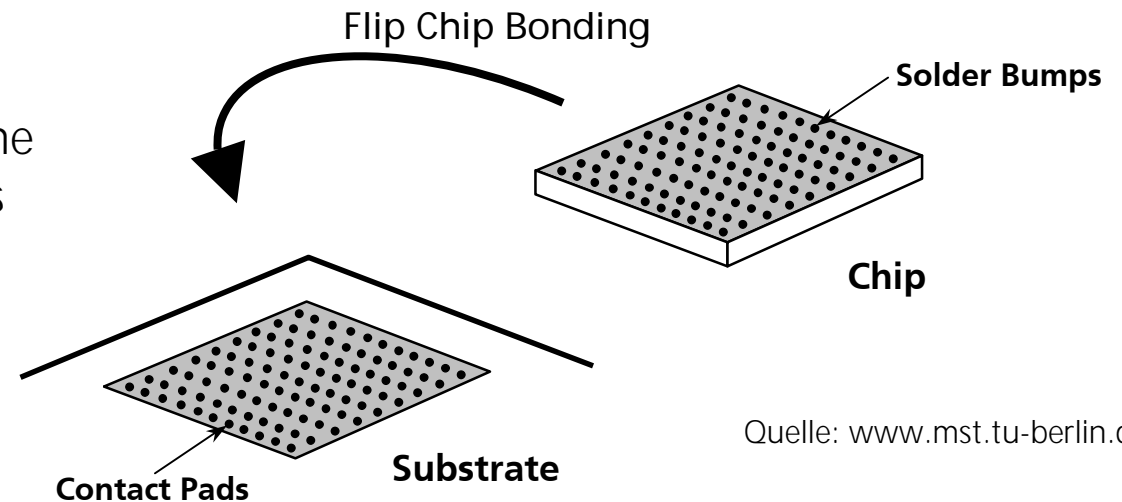


Quelle: www.mst.tu-berlin.de

Seite 16

1.2 Flip-Chip-Technik -

Montageverfahren, bei dem Chips ohne Verwendung eines Zwischensubstrates kopfüber auf eine Montagefläche gelegt und direkt damit verbunden werden



Quelle: www.mst.tu-berlin.de

1.3 Hybride Integration - Herstellungsverfahren eines hybriden Mikrosystems

1.4 Hybridtechnik - Aufbau und Verknüpfung von elektronischen Bauelementen aus unterschiedlichen Materialien und Herstellungstechnologien auf einer Leiterplatte

1.5 Mikromontage - Zusammenbau mikrotechnischer Bauteile, Aufbau von Mikrokomponenten auf Montageflächen oder deren Einbau in Gehäuse einschließlich elektrischer Kontaktierung und Erstellung sonstiger Anschlüsse (z. B. Medien)

1.6 Monolithische Integration - Herstellungsverfahren eines monolithischen Mikrosystems

1.7 Oberflächenmikromechanik (engl.: surface-micromachining) - Technologie zur dreidimensionalen Strukturierung von Schichtsystemen auf einer Substratoberfläche

ANMERKUNG: Die Oberflächenmikromechanik umfasst Strukturierungs- und Beschichtungsverfahren mit denen auf einer Substratoberfläche Strukturen überwiegend additiv gebildet werden. Durch das Einbringen von Opferschichten in einen Schichtstapel können aus dem eigentlich zweidimensionalen Verfahren dreidimensionale Strukturen entstehen.

1.8 Volumenmikromechanik (engl.: bulk-micromachining) - Technologie zur dreidimensionalen Strukturierung von Wafern

ANMERKUNG: Mit den in der Volumenmikromechanik eingesetzten Verfahren wird eine dreidimensionale, meist subtraktive, Strukturierung eines Wafers möglich, die die gesamte Waferdicke umfassen kann. Dabei werden oft zweiseitige Strukturierungsverfahren eingesetzt.

Teil 2: Basistechnologien und Herstellung

2 Fertigungsmittel - Mittel zur direkten und indirekten Form-, Substanz- oder Fertigungszustandsänderung mechanischer bzw. chemisch-physikalischer Art

2.1 Bondwerkzeug - Werkzeug zur Herstellung von Verbindungen zwischen Mikrokomponenten, Chips und Montageflächen

2.2 Dispenser - Werkzeug zur Dosierung flüssiger Medien, z. B. für Klebstoffe, Füllstoffe, etc.



Dispenser (Quelle glt)

3 Bausteinhersteller - Hersteller von Bausteinen für die modulare Mikrosystemtechnik aus Elementen des Herstellerbaukastens und Zulieferer zum Anwenderbaukasten

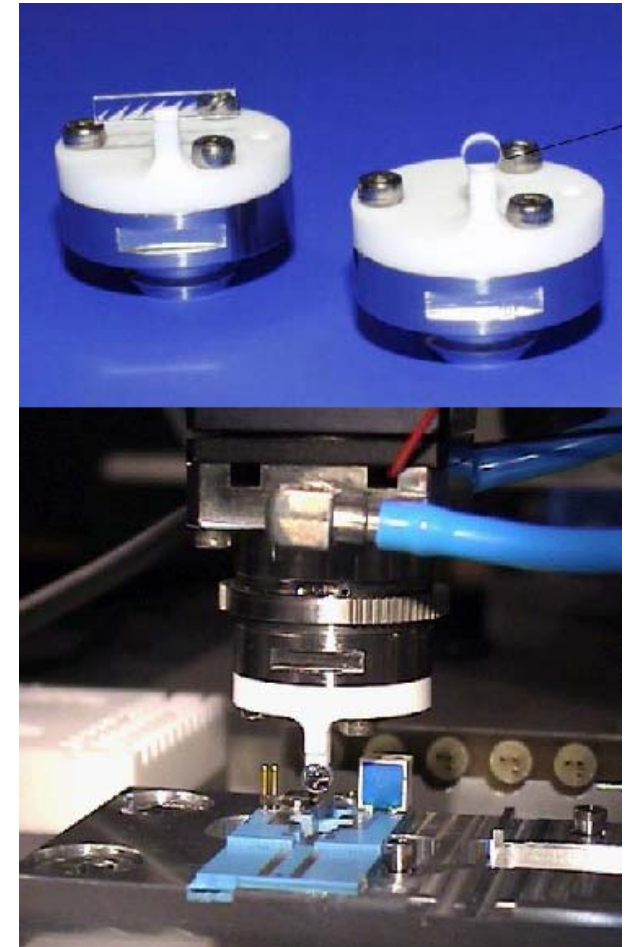
3.1 Anwenderbaukasten - Mikrotechnische Bausteine für die modulare Mikrosystemtechnik, sowie Entwurfs-, Simulations- und Testwerkzeuge, die dem Anwender zur Fertigung spezifizierter, modularer Mikrosysteme zur Verfügung gestellt werden

3.2 Herstellerbaukasten - Elemente der modularen Mikrosystemtechnik, die im wesentlichen aus vorverarbeiteten Integrations- und Mikrokomponenten bestehen

ANMERKUNG: Aus den Elementen des Herstellerbaukastens werden mikrotechnische Bausteine gefertigt, die bestimmte Teilfunktionen eines potentiellen Mikrosystems erfüllen, die bereits an Produktionsbedingungen und Produktionseinrichtungen außerhalb von Präzisionsbearbeitung und Reinstfertigung angepasst sind und gleichzeitig Bausteine des Anwenderbaukastens sind.

1 Handhabung

- 1.1 Handhaben** - Schaffen, definiertes Verändern oder vorübergehendes Aufrechterhalten einer vorgegebenen räumlichen Anordnung (Orientierung und Position) von geometrisch bestimmten Körpern in einem Bezugskoordinatensystem in der Regel innerhalb eines Fertigungssystems [VDI 2860]
- 1.2 Endeffektor** - Teil eines Handhabungsmoduls, das mit dem Werkstück in Kontakt tritt und bis zu einer definierten Schnittstelle reicht
- 1.2.1 adaptiver Endeffektor** - Endeffektor, welcher sich passiv oder aktiv einem Werkstück anpasst, indem er sich den Eigenschaften des Werkstücks angleicht
- 1.2.2 Greifer** - Bauform eines Endeffektors zum Aufnehmen und Halten eines Werkstückes (oder Teilen oder Gruppen von Werkstücken) [ISO 14539]



Vakuumbreifer mit Endeffektor
(Quelle Fraunhofer IOF)

1.2.3 intelligenter Endeffektor - sensitiver Endeffektor, welcher selbsttätig seine Aktionen auf Änderungen der Messergebnisse von integrierten Sensoren anpasst

1.2.4 mikromechanischer Endeffektor - Endeffektor, dessen Funktionsmodule mikromechanische Elemente, wie z. B. Kanäle, Führungen, Klemmstrukturen, Halter, etc., enthalten

1.2.5 sensitiver Endeffektor - Endeffektor, welcher seine Position im Raum sowie die Position, Orientierung und/oder Form und andere physikalischen Größen der Zielobjekte durch Nutzung von integrierten Sensoren (häufig optisch) erkennen kann

1.3 Endeffektorhalter - Vorrichtung, an welche unterschiedliche Endeffektoren manuell oder automatisch über eine definierte Schnittstelle adaptiert werden können

1.4 Wechselsystem - Vorrichtung, welche unterschiedliche Effektoren manuell und/oder automatisch austauscht oder abwechselnd zum Einsatz bringt

2 Lagerung und Transport

- 2.1 Lagern** - jedes geplante Liegen des Arbeitsgegenstandes im allgemeinen ohne Vorgabe von Positionsbedingungen im Materialfluss [VDI 2411]
- 2.2 Fördern** - Fortbewegen eines Arbeitsgegenstandes in einem Montagesystem [VDI 2411]
- 2.3 Fördermittel** - Mittel zur Orts- und Lageveränderung von Material, Erzeugnissen und anderen Gegenständen, Flüssigkeiten, Gasen oder von Lebewesen mit fremder Kraft
- 2.4 Kassette** - Offen gestalteter Sammelbehälter für Werkstückträger, der sich zum Zwecke der automatischen Zuführung an Fertigungsmodulen anschließen lässt
- 2.5 Lagermittel** - Mittel zum Abstellen und Aufbewahren von Material, Erzeugnissen und anderen Gegenständen

2.6 Magazin - Vorrichtung, die zum geordneten Speichern von Werkstücken vor, nach und zwischen Fertigungseinrichtungen dient

2.6.1 Werkstückträger - ebenes Magazin, das geeignet ist, Werkstücke für deren Lagerung, Transport und Handhabung geordnet aufzunehmen und sich zum Zwecke der automatischen Bauteilzuführung an den Fertigungsmodulen adaptieren lässt

2.6.2 Chip Tray - ebene Platte mit regelmäßig angeordneten Vertiefungen zum Aufbewahren einzelner Chips (Sonderform eines Werkstückträgers)



Werkstückträger für Stablinsen (Quelle ACR)

2.7 Reinraumtransportbox - schützender transportabler Behälter für Kassetten und Werkstückträger, der zum Zwecke der Zuführung an Fertigungseinrichtungen angeschlossen werden kann

2.8 Spannrahmen - Hilfsvorrichtung zum Aufspannen einer Adhäsivfolie, mit der ein Substrat oder ein Aufbau aus mehreren Substraten fixiert wird

ANMERKUNG: Die Bauteilanordnung kann von einzelnen Fertigungsprozessen bis zu einem Vereinzeltungsvorgang der Mikrobauteile auf der Adhäsivfolie erhalten werden. Der Spannrahmen dient als Spannvorrichtung für einen Fertigungsprozess oder als Vorrichtung zur Magazinierung.