

## HERSTELLUNG UND SPEZIFIKATIONEN VON QUARZ-WAFERN

Falls für bestimmte Anwendungen Substrate benötigt werden, bei denen nicht die elektrischen Eigenschaften eines Halbleiters, sondern eine hohe optische Transmission auch im ultravioletten und infraroten Spektralbereich, eine hohe Durchschlagsfestigkeit und Wärmeleitfähigkeit, eine sehr hohe chemische Stabilität oder ein piezoelektrisches Verhalten für z. B. Oszillatoren gefordert sind, bilden Quarz-Wafer meist die erste Wahl.

Dieses Kapitel beschreibt die Herstellung von Quarzwafern und versucht, die verglichen mit Silicium relativ komplexe Kristallstruktur von Quarz zu veranschaulichen.

### Herstellung von Quarzkristallen

#### Das Ausgangsmaterial

Ausgangsmaterial für die Zucht von Quarz-Einkristallen sind natürlich vorkommende, hochreine Quarzkristalle (sog. „Lascas“), die in cm-großen Bruchstücken ohne weitere Reinigungsstufe für die im folgenden Abschnitt beschriebene Kristallzucht verwendet werden können.

#### Kristallzucht

Einkristalle aus Quarz werden nach dem *Hydrothermal-Prinzip* synthetisch hergestellt (Abb. 28).

Hierbei kristallisiert Quarz bei einer Temperatur von etwa 400°C und einem Druck von ca. 1000 - 1500 bar aus einer gesättigten NaOH-Lösung an Quarz-Impfkristallen aus, die auf einer etwas geringeren Temperatur liegen als die Quarzstücke, welche als Ausgangsstoff kontinuierlich in Lösung gehen.

Das Kristallwachstum kann Stunden bis Tage dauern, die dabei entstehenden Einkristalle bis zu mehrere kg wiegen.

### Kristallografie von Quarz

#### Von Si nach SiO<sub>2</sub>

Zur Summenformel SiO<sub>2</sub> von Quarz sowie den grundlegenden Bindungsverhältnissen im Quarzkristall gelangt man, wenn man ausgehend von einem Silicium-Einkristall in jede Si-Si Bindung ein Sauerstoffatom einfügt (Abb. 29).

Das Ergebnis dieses Gedankenexperiment hat jedoch wenig mit der Struktur eines realen Quarzkristalls zu tun, in welchem die Winkel und räumlichen Orientierungen der Si-O-Si nach sehr komplexen Regeln vorliegen.



Abb. 28: Die Zucht von Quarz-Einkristallen nach dem Hydrothermal-Prinzip

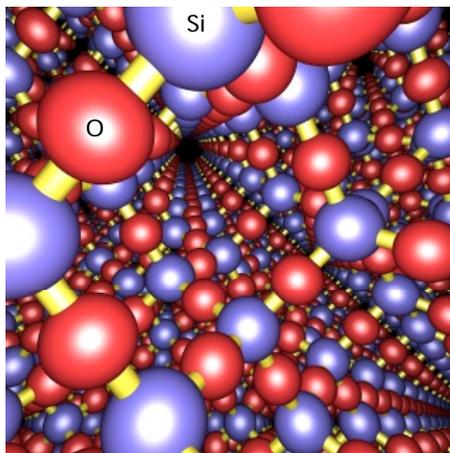
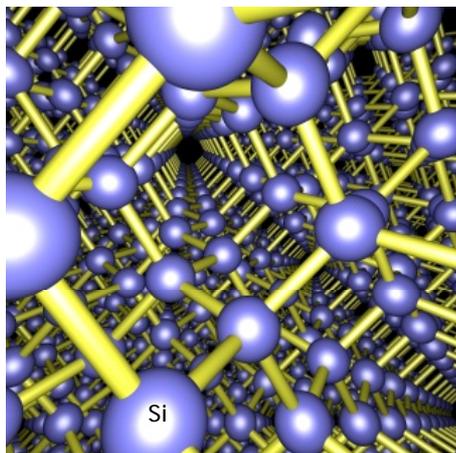


Abb. 29: Fügt man bei einem Silicium-Kristall (links) in jede Si-Si Bindung ein Sauerstoffatom (rechts, rote Kugeln) ein, erhält man zumindest die grundlegenden Bindungsverhältnisse eines Quarzkristalls: Tetraedrisch von vier Sauerstoffatomen umgebene Silicium-Atome. Da die Si-O-Si Bindungen in einem realen Quarzkristall jedoch nicht linear sondern gewinkelt sind, ist dessen Aufbau wesentlich komplexer als hier gezeigt und wird in den folgenden Abbildungen beschrieben.

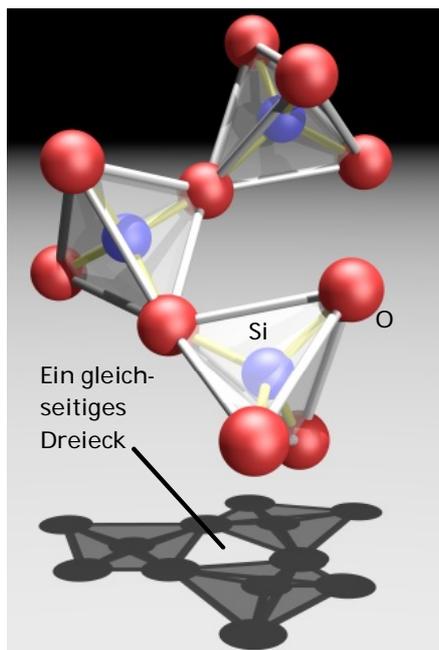


Abb. 30: (links) Eine Grundstruktur eines Quarzkristalls besteht aus drei über Si-O-Si Bindungen verknüpften Tetraedern, jeder bestehend aus einem zentralen Si-Atom und vier daran gebundenen O-Atomen. Aus einer bestimmten Richtung (hier: von „oben“) betrachtet bilden die drei Tetraeder als Lücke ein gleichseitiges Dreieck („Schattenwurf“). Da es sich bei dieser Grundstruktur nicht um eine Einheitszelle handelt, deckt sich deren Summenformel  $\text{Si}_3\text{O}_{10}$  nicht mit der von Quarz ( $\text{SiO}_2$ ): Beim folgenden Zusammenbau dieser Tetraeder-Trios über  $\text{Si-O} + \text{O-Si} \rightarrow \text{Si-O-Si}$  werden noch O-Atome „virtuell abgespalten“.

Abb. 31: (rechts) Kongruent übereinander gestapelte Tetraeder-Trios (zur besseren Anschaulichkeit abwechselnd weiß und grün eingefärbt) ergeben eine Helix, deren Projektion senkrecht zu ihrer Achse identisch zu der eines einzelnen Tetraeder-Trios (links) ist.

#### Ein Tetraeder-Trio als Grundstruktur

In einem Quarzkristall ist jedes Si-Atom tetraedrisch von vier O-Atomen umgeben, wobei die Form dieser Tetraeders aufgrund der Anisotropie des Quarzkristalls geringfügig von der eines idealen Tetraeders abweicht. Über die Tetraederecken sind jeweils zwei dieser Tetraeder über eine um  $143.6^\circ$  gewinkelte Si-O-Si Bindung verknüpft.

Eine (anschauliche, wenn auch nicht die kleinstmögliche) Struktur, aus der sich ein Quarzkristall alleine durch Translation (ohne zusätzliche Rotation) in allen drei Raumrichtungen konstruieren lässt ist ein aus drei solcher Tetraeder gebildetes „Tetraeder-Trio“ (Abb. 30), welches in einer bestimmten Projektion eine dreizählige Symmetrie offenbart.

#### Eine Helix aus Tetraeder-Trios

Stapelt man wie in Abb. 31 gezeigt mehrere Tetraeder-Trios übereinander und verknüpft sie über jeweils das unterste und zweitoberste O-Atom, bilden die Tetraeder eine um eine imaginäre Achse gewickelte Helix.

Da hierbei die Tetraeder-Trios nicht gegeneinander verdreht sondern kongruent aufeinander gestellt werden, besitzt die Helix in einer Projektion senkrecht zu ihrer Achse die gleiche dreizählige Symmetrie wie ein einzelnes Tetraeder-Trio („Schattenwurf“ in Abb. 30 und Abb. 31). Analog zum Gewinde einer Schraube gibt es für eine solche Helix eine rechtsdrehende und eine linksdrehende Variante.

#### Ein Kristall aus Helices

Mehrere parallel zueinander ausgerichtete, in ihrer Längsachse nicht gegeneinander verschobene Helices können nun über O-Bindungen wie in Abb. 32 gezeigt miteinander verknüpft werden.

Die Projektion senkrecht zu den Achsen der Helices offenbart dabei gleichseitig dreieckige und deutlich größere, ungleichseitig sechseckige Kanäle welche sich in dieser Richtung durch den gesamten Kristall ziehen (Abb. 32, rechte Grafik).

#### Grundstruktur vs. Einheitszelle

Das hier verwendete Tetraeder-Trio als Grundstruktur eignet sich für eine räumlich-anschauliche Darstellung des Aufbaus eines Quarz-Kristalls wie in diesem Abschnitt geschehen, ist jedoch kaum zur Veranschaulichung der Orientierung der verschiedenen Kristallebenen bzw. des Ursprungs der verschiedenen Facetten

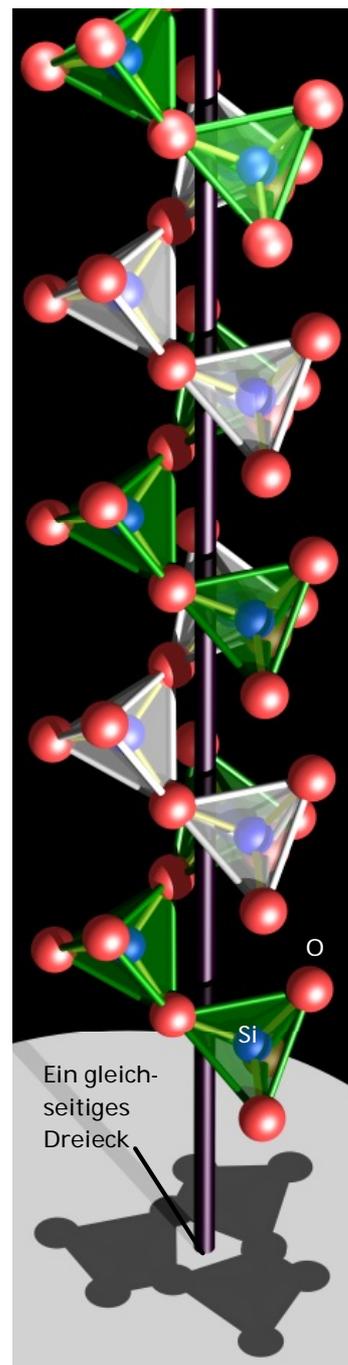




Abb. 32: Über eine Verknüpfung parallel ausgerichteter Helixes (vgl. Abb. 31) über die Ecken (Sauerstoff-Atome) der  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder (links: zuerst parallel zur Bildebene; Mitte: zusätzlich senkrecht dazu) entsteht das fertige Modell eines Quarzkristalls. Ein Wechsel zu einer Betrachtungsrichtung parallel zu den Helixachsen (rechts) zeigt die Symmetrie dieser Anordnung. Zur besseren Anschaulichkeit ist jede Helix durchgängig einfarbig dargestellt.

eines realen Quarzkristalls geeignet.

Dafür wäre eine umfangreiche mathematische Behandlung über die sog. *Einheitszelle* notwendig, auf welche wir hier jedoch verzichten und den Gedankensprung zur Darstellung der Kristallachsen und -ebenen eines Quarzkristalls durchführen.

#### Die Kristallebenen

Abb. 34 zeigt die idealisierte Darstellung eines Quarzkristall mit seiner am weitesten verbreiteten Form, einem sechsseitigen Prisma mit zwei sechsseitigen Pyramiden an beiden Enden und mit X, Y und Z bezeichneten Kristallachsen.

Wie dieser idealisierte Kristall zeigen viele reale Quarzkristalle drei Arten von Kristallflächen: Sechs Seitenflächen (m) am zentralen sechsseitigen Prisma, drei größere Dreiecksflächen an den Spitzen des Kristalls (r) und drei kleinere, meist dreieckigen Flächen an den Spitzen des Kristalls (s).

Abb. 33 zeigt die regelmäßige Anordnung der Silicium- und Sauerstoffatome ohne Darstellung der Tetraeder bei einer Blickrichtung parallel zu den Kristallachsen X, Y und Z wie sie für die Eigenschaften entsprechend aus dem Einkristall geschnittener Quarzwafer von Bedeutung sind.

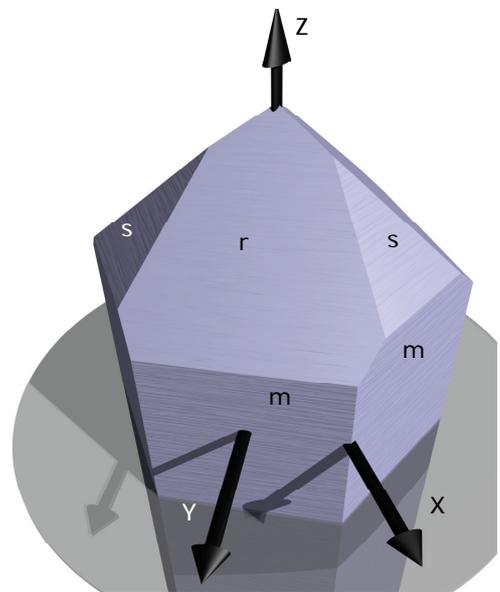


Abb. 34: Das Schema eines Quarzkristalls mit den Kristallachsen X, Y und Z sowie ausgewählter Kristallebenen m, r und s

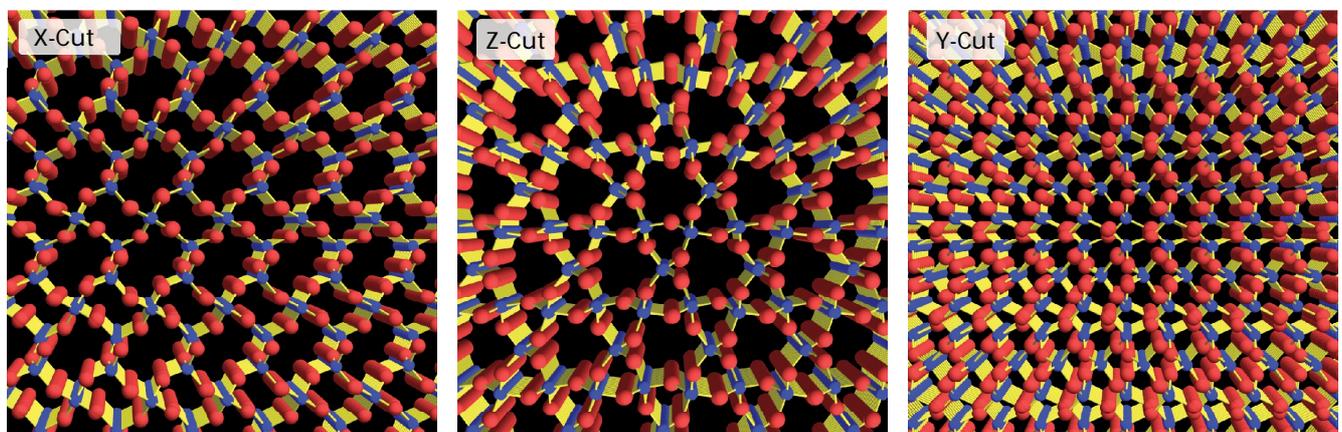


Abb. 33: Eine Projektion auf bestimmte Kristall-Ebenen zeigt die Symmetrien der Bindungsmuster der Silicium- (blau) und Sauerstoffatome (rot) für senkrecht zur X-Achse (links), Z-Achse (Mitte) und Y-Achse (rechts) geschnittenen Quarz.

## Rechts- und linksdrehender Quarz

Die in diesem Abschnitt durchgeführte Konstruktion eines Quarzkristalls erfolgte willkürlich aus Helices mit einer Drehrichtung längs der Helix-Achse gegen den Uhrzeigersinn. Daraus ergibt sich sog. *linksdrehender* Quarz, welcher die Polarisationssebene von parallel zur Z-Achse (= parallel zu den Helix-Achsen) einfallendem Licht ebenfalls gegen den Uhrzeigersinn dreht.

Analog ist *rechtsdrehender* Quarz aus Helices aufgebaut, deren Drehrichtung längs deren Achse im Uhrzeigersinn verläuft und welcher die Polarisationssebene von Licht im Uhrzeigersinn dreht.

Quarz besitzt demnach eine Chiralität (Händigkeit), rechts- und linksdrehender Quarz lassen sich demnach nicht durch Rotation, nur über eine Spiegelung ineinander überführen.

In physikalischen Größen wie Dichte, Härte, Durchschlagsfestigkeit, optische Absorption oder Wärmeausdehnungskoeffizient welche (im Gegensatz zu dem aus Flugrichtung, elektrischem und magnetischen Vektor gebildeten System eines Photons) keine Chiralität besitzen, unterscheiden sich rechts- und linksdrehender Quarz hingegen nicht.

## $\alpha$ -Quarz und $\beta$ -Quarz

Bei Raumtemperatur liegt Quarz wie in diesem Kapitel beschrieben als  $\alpha$ -Quarz vor, bei 573°C erfolgt die von einer Volumenausdehnung um 0.45 % begleitete Umwandlung in  $\beta$ -Quarz.

Bei dieser Inversion verkippen die  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder, ohne dass dabei Bindungen aufgebrochen oder neu geschlossen werden, auf eine Weise, dass in Blickrichtung der Helix-Achsen (Z-Achse, Abb. 32 rechts) aus der dreizähligen Symmetrie von  $\alpha$ -Quarz eine sechszählige Symmetrie folgt: Die sechseckigen Kanäle längs der Z-Achse bilden bei  $\beta$ -Quarz gleichseitige Sechsecke.

## Herstellung von Quarz-Wafern

Das Sägen der Wafer aus den gezüchteten Einkristallen mit einer Draht- oder Innenlochsäge, das Schleifen und Polieren erfolgt mit den grundsätzlich gleichen Techniken wie bei Silicium-Wafern.

## Spezifikationen von Quarz-Wafern

### Kristall-Orientierung

Als monokristallines Material besitzt Quarz verschiedene Kristall-Ebenen mit jeweils eigener, periodischer Anordnung der Silicium und Sauerstoffatome. Quarz-Wafer werden üblicherweise parallel zu diesen Kristallebenen aus dem Einkristall geschnitten und deren Orientierung entsprechend mit „X-Cut“ (senkrecht zur X-Achse), „Y-Cut“ (senkrecht zur Y-Achse) oder „Z-Cut“ (senkrecht zur Z-Achse) bezeichnet wie in Abb. 34 dargestellt. Daneben gibt es noch eine Fülle weiterer Orientierungen wie „AT-Cut“ und „ST-Cut“, die weniger anschaulich darstellbaren, zu den Hauptkristallrichtungen verkippten Kristallebenen entsprechen.

Da jeder Kristallebene ein eigenes Bindungsmuster an Silicium- und Sauerstoffatomen entspricht, hängen Parameter wie thermischer Ausdehnungskoeffizient, Schwingungsfrequenzen (Quarz-Oszillatoren) oder bestimmte optische Eigenschaften (Drehung der Polarisationssebene von längs zur Z-Achse einfallendem Licht) von der Kristallorientierung des Wafers ab.

### Oberfläche

Quarz-Wafer sind üblicherweise beidseitig poliert, eine einseitige Politur ist auf Anfrage grundsätzlich machbar. Die Rauigkeit der polierten Seite(n) liegt üblicherweise bei  $< 1$  nm, ein Wert von  $< 0.5$  nm welcher nahezu atomarer Glattheit entspricht ist technisch ebenfalls machbar.

## Unsere Fotolacke: Anwendungsbereiche und Kompatibilitäten

Anwendungsbereiche <sup>1</sup>		Lackserie	Fotolacke	Schichtdicke <sup>2</sup>	Empfohlene Entwickler <sup>3</sup>	Empfohlene Remover <sup>4</sup>
Positiv	Hohe Haftung für nasschemisches Ätzen, kein Fokus auf senkrechte Lackflanken	AZ <sup>®</sup> 1500	AZ <sup>®</sup> 1505 AZ <sup>®</sup> 1512 HS AZ <sup>®</sup> 1514 H AZ <sup>®</sup> 1518	≈ 0,5 µm ≈ 1,0 - 1,5 µm ≈ 1,2 - 2,0 µm ≈ 1,5 - 2,5 µm	AZ <sup>®</sup> 351B, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> Developer	AZ <sup>®</sup> 100 Remover TechniStrip <sup>®</sup> P1316 TechniStrip <sup>®</sup> P 1331
		AZ <sup>®</sup> 4500	AZ <sup>®</sup> 4533 AZ <sup>®</sup> 4562	≈ 3 - 5 µm ≈ 5 - 10 µm	AZ <sup>®</sup> 400K, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> 826 MIF	
		AZ <sup>®</sup> P4000	AZ <sup>®</sup> P4110 AZ <sup>®</sup> P4330 AZ <sup>®</sup> P4620 AZ <sup>®</sup> P4903	≈ 1 - 2 µm ≈ 3 - 5 µm ≈ 6 - 20 µm ≈ 10 - 30 µm	AZ <sup>®</sup> 400K, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> 826 MIF	
		AZ <sup>®</sup> PL 177	AZ <sup>®</sup> PL 177	≈ 3 - 8 µm	AZ <sup>®</sup> 351B, AZ <sup>®</sup> 400K, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> 826 MIF	
	Sprühbelackung	AZ <sup>®</sup> 4999		≈ 1 - 15 µm	AZ <sup>®</sup> 400K, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> 826 MIF	
	Tauchbelackung	MC Dip Coating Resist		≈ 2 - 15 µm	AZ <sup>®</sup> 351B, AZ <sup>®</sup> 400K, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> 826 MIF	
	Steile Flanken, hohe Auflösung und großes Aspektverhältnis für z. B. Trockenätzen und Galvanik	AZ <sup>®</sup> ECI 3000	AZ <sup>®</sup> ECI 3007 AZ <sup>®</sup> ECI 3012 AZ <sup>®</sup> ECI 3027	≈ 0,7 µm ≈ 1,0 - 1,5 µm ≈ 2 - 4 µm	AZ <sup>®</sup> 351B, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> Developer	
		AZ <sup>®</sup> 9200	AZ <sup>®</sup> 9245 AZ <sup>®</sup> 9260	≈ 3 - 6 µm ≈ 5 - 20 µm	AZ <sup>®</sup> 400K, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF	
Hoher Erweichungspunkt und hochauflösend für z. B. Trockenätzen	AZ <sup>®</sup> 701 MiR	AZ <sup>®</sup> 701 MiR (14 cPs) AZ <sup>®</sup> 701 MiR (29 cPs)	≈ 0,8 µm ≈ 2 - 3 µm	AZ <sup>®</sup> 351B, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> Developer		
Positiv (chem. verstärkt)	Steile Flanken, hohe Auflösung und großes Aspektverhältnis für z. B. Trockenätzen und Galvanik	AZ <sup>®</sup> XT	AZ <sup>®</sup> 12 XT-20PL-05 AZ <sup>®</sup> 12 XT-20PL-10 AZ <sup>®</sup> 12 XT-20PL-20 AZ <sup>®</sup> 40 XT	≈ 3 - 5 µm ≈ 6 - 10 µm ≈ 10 - 30 µm ≈ 15 - 50 µm	AZ <sup>®</sup> 400K, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF	AZ <sup>®</sup> 100 Remover TechniStrip <sup>®</sup> P1316 TechniStrip <sup>®</sup> P1331
		AZ <sup>®</sup> IPS 6050		≈ 20 - 100 µm		
Image reversal	Hoher Erweichungspunkt und unterschrittene Lackprofile für Lift-off	AZ <sup>®</sup> 5200	AZ <sup>®</sup> 5209 AZ <sup>®</sup> 5214	≈ 1 µm ≈ 1 - 2 µm	AZ <sup>®</sup> 351B, AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF	TechniStrip <sup>®</sup> Micro D2 TechniStrip <sup>®</sup> P1316 TechniStrip <sup>®</sup> P1331
		TI	TI 35ESX TI xLift-X	≈ 3 - 4 µm ≈ 4 - 8 µm		
Negativ (quervernetzend)	Unterschnittene Lackprofile und dank Quervernetzung kein thermisches Erweichen für Lift-off	AZ <sup>®</sup> nLOF 2000	AZ <sup>®</sup> nLOF 2020 AZ <sup>®</sup> nLOF 2035 AZ <sup>®</sup> nLOF 2070	≈ 1,5 - 3 µm ≈ 3 - 5 µm ≈ 6 - 15 µm	AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> 826 MIF	TechniStrip <sup>®</sup> NI555 TechniStrip <sup>®</sup> NF52 TechniStrip <sup>™</sup> MLO 07
		AZ <sup>®</sup> nLOF 5500	AZ <sup>®</sup> nLOF 5510	≈ 0,7 - 1,5 µm		
	Hohe Haftung, steile Lackflanken und große Aspektverhältnisse für z. B. Trockenätzen und Galvanik	AZ <sup>®</sup> nXT	AZ <sup>®</sup> 15 nXT (115 cPs) AZ <sup>®</sup> 15 nXT (450 cPs)	≈ 2 - 3 µm ≈ 5 - 20 µm	AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> 826 MIF	
AZ <sup>®</sup> 125 nXT			≈ 20 - 100 µm	AZ <sup>®</sup> 326 MIF, AZ <sup>®</sup> 726 MIF, AZ <sup>®</sup> 826 MIF		

<sup>1</sup> Theoretisch können alle Lacke für nahezu alle Anwendungen eingesetzt werden. Mit dem Anwendungsbereich sind hier die besonderen Eignungen der jeweiligen Lacke gemeint.  
<sup>2</sup> Mit Standardequipment unter Standardbedingungen erzielbare und prozessierbare Lackeschichtdicke. Manche Lacke können für geringere Schichtdicken verdünnt werden, mit entsprechendem Mehraufwand sind auch dickere Lackeschichten erziel- und prozessierbar.  
<sup>3</sup> Metallionenfremde (MIF-) Entwickler sind deutlich teurer und - dann sinnvoll, wenn metallionenfremd entwickelt werden muss

## Unsere Entwickler: Anwendungsbereiche und Kompatibilitäten

### Anorganische Entwickler

(typischer Bedarf bei Standard-Prozessen: ca. 20 L Entwickler je L Fotolack)

**AZ<sup>®</sup> Developer** basiert auf Na-Phosphat und Na-Metasilikat, ist auf minimalen Aluminiumabtrag optimiert und wird 1 : 1 verdünnt in DI-Wasser für hohen Kontrast bis unverdünnt für hohe Entwicklungsraten eingesetzt. Der Dunkelabtrag ist verglichen mit anderen Entwicklern etwas höher.

**AZ<sup>®</sup> 351B** basiert auf gepufferter NaOH und wird üblicherweise 1 : 4 mit Wasser verdünnt angewandt, für Dicklacke auf Kosten des Kontrasts bis ca. 1 : 3

**AZ<sup>®</sup> 400K** basiert auf gepufferter KOH und wird üblicherweise 1 : 4 mit Wasser verdünnt angewandt, für Dicklacke auf Kosten des Kontrasts bis ca. 1 : 3

**AZ<sup>®</sup> 303** speziell für den AZ<sup>®</sup> 111 XFS Fotolack basiert auf KOH / NaOH und wird üblicherweise 1 : 3 - 1 : 7 mit Wasser verdünnt angewandt, je nach Anforderung an Entwicklungsrate und Kontrast.

### Metallionenfremde Entwickler (TMAH-basiert)

(typischer Bedarf bei Standard-Prozessen: ca. 5 - 10 L Entwicklerkonzentrat je L Fotolack)

**AZ<sup>®</sup> 326 MIF** ist eine 2.38 %ige wässrige TMAH- (TetraMethylAmmoniumHydroxid) Lösung.

**AZ<sup>®</sup> 726 MIF** ist 2.38 % TMAH in Wasser, mit zusätzlichen Netzmitteln zur raschen und homogenen Benetzung des Substrates z. B. für die Puddle-Entwicklung.

**AZ® 826 MIF** ist 2.38 % TMAH in Wasser, mit zusätzlichen Netzmitteln zur raschen und homogenen Benetzung des Substrates z. B. für die Puddle-Entwicklung und weiteren Additiven zur Entfernung schwer löslicher Lackbestandteile (Rückstände bei bestimmten Lackfamilien), allerdings auf Kosten eines etwas höheren Dunkelabtrags.

## Unsere Remover: Anwendungsbereiche und Kompatibilitäten

**AZ® 100 Remover** ist ein Amin-Lösemittel Gemisch und Standard-Remover für AZ® und TI Fotolacke. Zur Verbesserung seiner Performance kann AZ® 100 Remover auf 60 - 80°C erhitzt werden. Da der AZ® 100 Remover mit Wasser stark alkalisch reagiert eignet er sich für diesbezüglich empfindliche Substratmaterialien wie z. B. Cu, Al oder ITO nur wenn eine Kontamination mit Wasser ausgeschlossen werden kann.

**TechniStrip® P1316** ist ein Remover mit sehr starker Lösekraft für Novolak-basierte Lacke (u. a. alle AZ® Positivlacke), Epoxy-basierte Lacke, Polyimide und Trockenfilme. Bei typischen Anwendungstemperaturen um 75°C kann TechniStrip® P1316 auch z. B. durch Trockenätzen oder Ionenimplantation stärker quervernetzte Lacke rückstandsfrei auflösen. TechniStrip® P1316 kann auch im Sprühverfahren eingesetzt werden. Nicht kompatibel mit Au oder GaAs.

**TechniStrip® P1331** ist im Falle alkalisch empfindlicher Materialien eine Alternative zum TechniStrip® P1316. Nicht kompatibel mit Au oder GaAs.

**TechniStrip® NI555** ist ein Stripper mit sehr starker Lösekraft für Novolak-basierte Negativlacke wie dem AZ® 15 nXT und der AZ® nLOF 2000 Serie und sehr dicke Positivlacken wie dem AZ® 40 XT. TechniStrip® NI555 wurde dafür entwickelt, auch quervernetzte Lacke nicht nur abzulösen, sondern rückstandsfrei aufzulösen. Dadurch werden Verunreinigungen des Beckens und Filter durch Lackpartikel und -häutchen verhindert, wie sie bei Standard-Strippern auftreten können. Nicht kompatibel mit GaAs.

**TechniClean™ CA25** ist ein Remover für post etch residue (PER) removal. Äußerst effizient beim selektiven Entfernen organo-metallischer Oxide von Al, Cu, Ti, TiN, W und Ni.

**TechniStrip™ NF52** ist ein Sehr effizienter Remover für Negativlacke (Flüssiglacke als auch Trockenfilme). Durch seine Zusammensetzung und speziellen Additive kompatibel mit Metallen üblicherweise eingesetzt für BEOL interconnects oder WLP bumping.

**TechniStrip™ Micro D2** ist ein Vielseitig einsetzbarer Stripper für Lift-off Prozesse oder generell dem Auflösen von Positiv- und Negativlacken. Seine Zusammensetzung zielt auf eine verbesserte Kompatibilität zu vielen Metallen sowie III/V Halbleitern.

**TechniStrip™ MLO 07** Hoch-effizienter Remover für Positiv- und Negativlacke eingesetzt in den Bereichen IR, III/V, MEMS, Photonic, TSV mask und solder bumping. Kompatibel zu Cu, Al, Sn/Ag, Alumina und einer Vielzahl organischer Substrate.

## Unsere Wafer und ihre Spezifikationen

### Silicium-, Quarz-, Quarzglas und Glaswafer

Silicium-Wafer werden aus über das Czochralski- (CZ-) oder Floatzone- (FZ-) Verfahren hergestellten Einkristallen gefertigt. Die deutlich teureren FZ-Wafer sind in erster Linie dann sinnvoll, wenn sehr hochohmige Wafer (> 100 Ohm cm) gefordert werden welche über das CZ-Verfahren nicht machbar sind.

Quarzwafer bestehen aus einkristallinem SiO<sub>2</sub>, Hauptkriterium ist hier die Kristallorientierung bzgl. der Waferoberfläche (z. B. X-, Y-, Z-, AT- oder ST-Cut)

Quarzglaswafer bestehen aus amorphem SiO<sub>2</sub>. Sog. JGS2-Wafer sind im Bereich von ca. 280 - 2000 nm Wellenlänge weitgehend transparent, die teureren JGS1-Wafer bei ca. 220 - 1100 nm.

Unsere Glaswafer bestehen wenn nicht anders angegeben aus im Floatverfahren hergestelltem Borosilikatglas.

### Spezifikationen

Für alle Wafer relevant sind Durchmesser, Dicke und Oberfläche (1- oder 2-seitig poliert). Bei Quarzglaswafern ist die Frage nach dem Material (JGS1 oder JGS2) zu klären, bei Quarzwafern die Kristallorientierung. Bei Silicium-Wafern gibt es neben der Kristallorientierung (<100> oder <111>) die Parameter Dotierung (n- oder p-Typ) sowie die elektrische Leitfähigkeit (in Ohm cm)

### Prime- Test- und Dummy-Wafer

Bei Silicium-Wafern gibt neben dem üblichen „Prime-grade“ auch „Test-grade“ Wafer, die sich meist nur in einer etwas breiteren Partikelspezifikation von Prime-Wafern unterscheiden. „Dummy-Wafern“ erfüllen aus unterschiedlichen Gründen (z. B. sehr breite oder fehlenden Spezifizierung bestimmter Parameter, evtl. auch Reclaim-Wafer und solche völlig ohne Partikelspezifikation) weder Prime- noch Test-grade, können jedoch für z. B. Belackungstests oder das Einfahren von Equipment eine sehr preiswerte Alternative sein.

### Unsere Silicium-, Quarz-, Quarzglas und Glaswafer

Eine ständig aktualisierte Liste der aktuell verfügbaren Wafer finden Sie hier:

☞ [www.microchemicals.com/de/produkte/wafer/waferlist.html](http://www.microchemicals.com/de/produkte/wafer/waferlist.html)

## Weitere Produkte aus unserem Portfolio

### Galvanik

Elektrolyte und Hilfsstoffe für die elektrochemische Abscheidung von z. B. Gold, Kupfer, Nickel, Zinn oder Palladium: ☞ [www.microchemicals.com/de/produkte/galvanik.html](http://www.microchemicals.com/de/produkte/galvanik.html)

### Lösemittel (MOS, VLSI, ULSI)

Aceton, Isopropanol, MEK, DMSO, Cyclopentanon, Butylacetat, u. a.

☞ [www.microchemicals.com/de/produkte/loesungsmittel.html](http://www.microchemicals.com/de/produkte/loesungsmittel.html)

### Säuren und Basen (MOS, VLSI, ULSI)

Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, KOH, TMAH, u. a.

☞ [www.microchemicals.com/de/produkte/saeuren\\_basen.html](http://www.microchemicals.com/de/produkte/saeuren_basen.html)

### Ätzmischungen

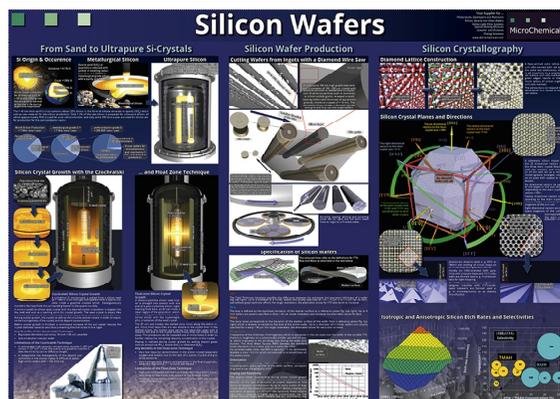
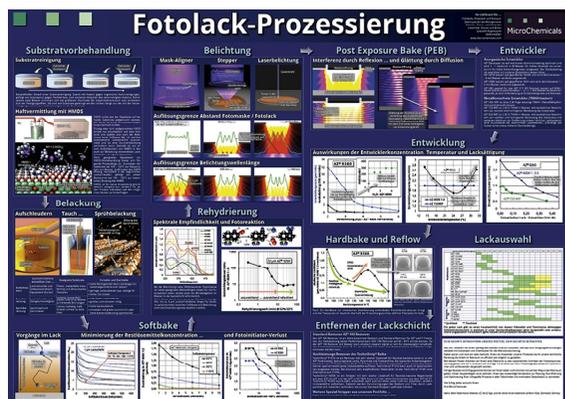
Für z. B. Chrom, Gold, Silicium, Kupfer, Titan, Titan / Wolfram u. a.

☞ [www.microchemicals.com/de/produkte/aetzmischungen.html](http://www.microchemicals.com/de/produkte/aetzmischungen.html)

## Weiterführende Informationen

Technische Datenblätter: [www.microchemicals.com/de/downloads/technische\\_datenblaetter/fotolacke.html](http://www.microchemicals.com/de/downloads/technische_datenblaetter/fotolacke.html)  
Sicherheitsdatenblätter: [www.microchemicals.com/de/downloads/sicherheitsdatenblaetter/sicherheitsdatenblaetter.html](http://www.microchemicals.com/de/downloads/sicherheitsdatenblaetter/sicherheitsdatenblaetter.html)

## Unsere Lithografiebücher und -Poster



Wir sehen es als unsere Aufgabe, Ihnen möglichst alle Aspekte der Mikrostrukturierung anwendungsorientiert verständlich zu machen.

Diesen Anspruch umgesetzt haben wir derzeit mit unserem Buch **Fotolithografie** auf über 200 Seiten, sowie ansprechend gestalteten DIN A0 **Postern** für Ihr Büro oder Labor.

Beides senden wir Ihnen als unser Kunde gerne gratis zu (ggfalls berechnen wir für außereuropäische Lieferungen Versandkosten):

[www.microchemicals.com/de/downloads/broschueren.html](http://www.microchemicals.com/de/downloads/broschueren.html)

[www.microchemicals.com/de/downloads/poster.html](http://www.microchemicals.com/de/downloads/poster.html)

Vielen Dank für Ihr Interesse!

## Gewährleistungs- und Haftungsausschluss & Markenrechte

Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen, Prozessbeschreibungen, Rezepturen etc. sind nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Dennoch können wir keine Gewähr für die Korrektheit der Angaben übernehmen. Insbesondere bezüglich der Rezepturen für chemische (Ätz-)Prozesse übernehmen wir keine Gewährleistung für die korrekte Angabe der Bestandteile, der Mischverhältnisse, der Herstellung der Ansätze und deren Anwendung. Die sichere Reihenfolge des Mischens von Bestandteilen einer Rezeptur entspricht üblicherweise nicht der Reihenfolge ihrer Auflistung.

Wir garantieren nicht für die vollständige Angabe von Hinweisen auf (u. a. gesundheitliche, arbeitssicherheitstechnische) Gefahren, die sich bei Herstellung und Anwendung der Rezepturen und Prozesse ergeben. Die Angaben in diesem Buch basieren im Übrigen auf unseren derzeitigen Erkenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verwender wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei Verarbeitung und Anwendung unserer Produkte nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Grundsätzlich ist jeder Mitarbeiter dazu angehalten, sich im Zweifelsfall in geeigneter Fachliteratur über die angedachten Prozesse vorab ausreichend zu informieren, um Schäden an Personen und Equipment auszuschließen. Alle hier vorliegenden Beschreibungen, Darstellungen, Daten, Verhältnisse, Gewichte, etc. können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht eine vertraglich vereinbarte Produktbeschaffenheit dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Rechtsvorschriften sind vom Verwender unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten.

Merck, Merck Performance Materials, AZ, the AZ logo, and the vibrant M are trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany

MicroChemicals GmbH  
Nicolaius-Otto-Str. 39  
89079, Ulm  
Germany

Fon: +49 (0)731 977 343 0  
Fax: +49 (0)731 977 343 29  
e-Mail: [info@microchemicals.net](mailto:info@microchemicals.net)  
Internet: [www.microchemicals.net](http://www.microchemicals.net)