

Definitionen

Ätzrate

$$R = \Delta d / t$$

Ätzrateninhomogenität

$$\Delta R = (R_{\max} - R_{\min}) / R_{\text{mittel}}$$

Selektivität

$$S = R_{\text{material 1}} / R_{\text{material 2}}$$

Anisotropie

$$A = 1 - R_{\text{lateral}} / R_{\text{vertikal}}$$

Unterätzung

$$U\ddot{A} = (\text{Breite Maske} / \text{Breite Ätzergebnis}) / 2$$

Illustration Ätzparameter

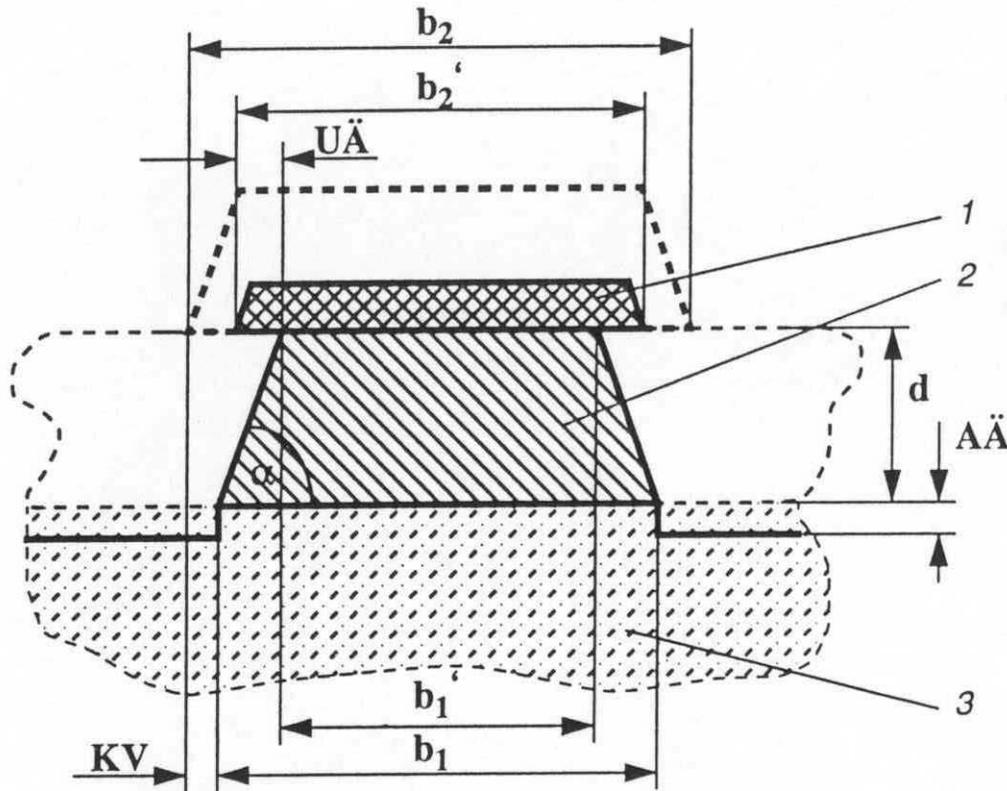
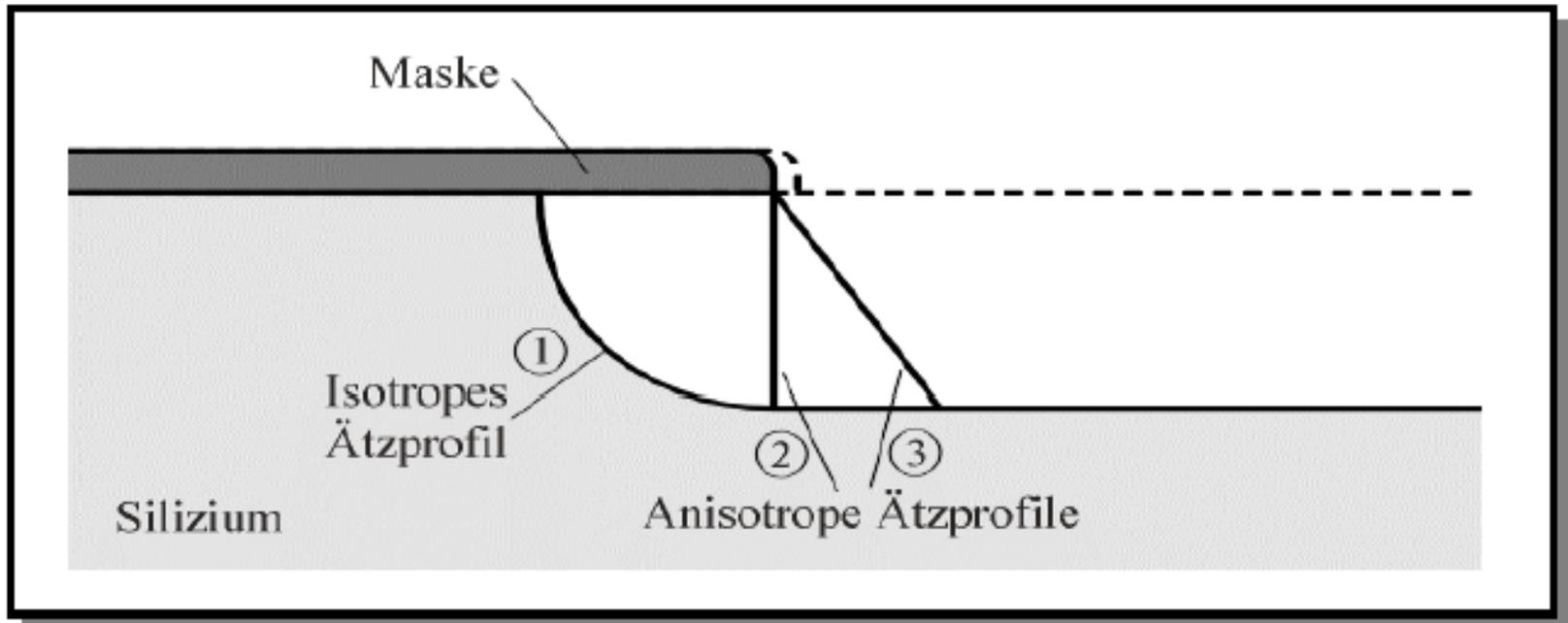


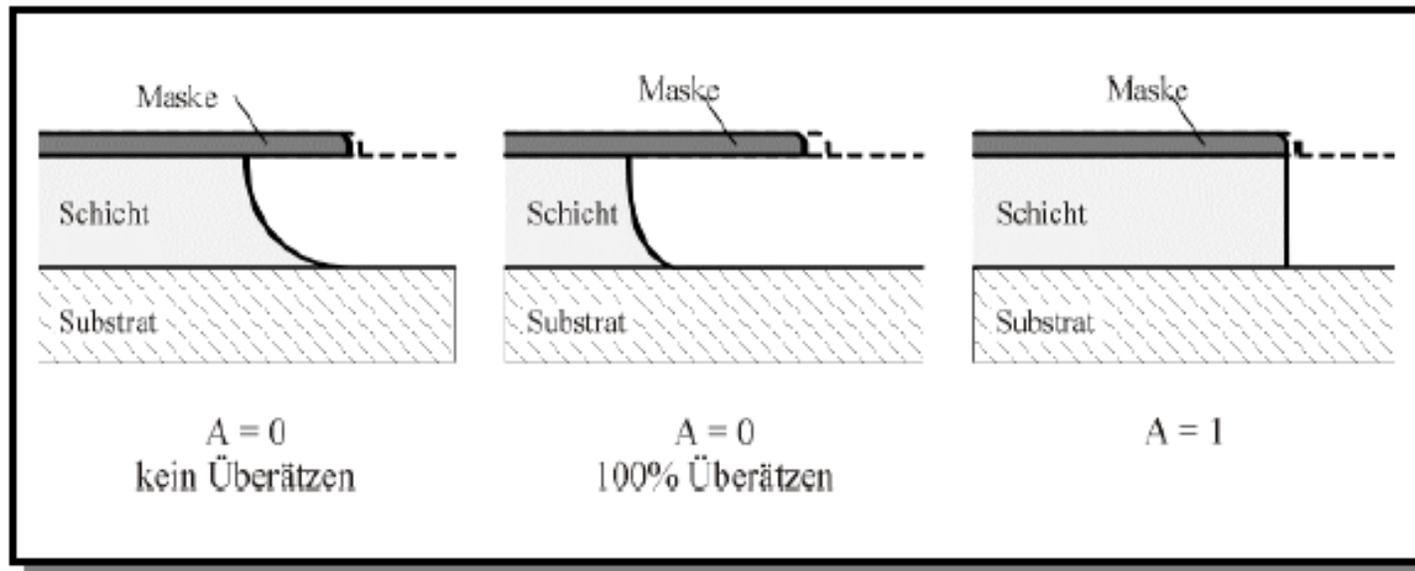
Bild 3.11 Querschnitt einer geätzten Struktur
1 Lackmaske; 2 zu ätzende Schicht;
3 Unterlageschicht; α Böschungswinkel;
U \ddot{A} Unterätzung; A \ddot{A} Anätzung der Unterlageschicht; KV Kantenverschiebung; d Schichtdicke; b_1 Stegbreite an Unterkante; b_1' Stegbreite an Oberkante; b_2 maximale Lackstegbreite vor dem Ätzen; b_2' maximale Lackstegbreite nach dem Ätzen

Isotropie / Anisotropie



- Ätzprofile:
- 1: isotropes Ätzprofil
 - 2: anisotropes Ätzprofil (Trockenätzen)
 - 3: anisotropes Ätzprofil (KOH-Ätzen)

Isotropie / Anisotropie



- Anisotropiefaktor A:
 - R_l , R_v = laterale bzw. vertikale Ätzrate

$$A = 1 - \frac{R_l}{R_v}$$

- „Überätzen“:
 - Ausdruck wird verwendet, wenn länger als zum Erreichen der gewünschten Äztiefe geätzt wird (z.B. bei Ätzverfahren mit schlechter Homogenität)

Selektivität

Verhältnis der Ätzzraten zweier Materialien:

- Anwendung Maskierung
 - Material 1 = zu ätzendes Material
 - Material 2 = maskierendes Material
- Anwendung Ätzstopp
 - Material 1 = zu ätzendes Material
 - Material 2 = Material an dem Ätzung stoppen soll
- Ätzzraten und Selektivitäten sind abhängig von
 - zu ätzenden Materialien
 - Konzentrationen und Temperaturen des Ätzmediums

$$S = \frac{R_1}{R_2}$$

Chemisches & Physikalisches Ätzen

Chemisches Ätzen:

- Materialabtrag durch chemischen Angriff und Auflösen des Materials
- Sehr selektiv
- Isotropes Ätzprofil (**Ausnahme:** Anisotropes Ätzen mit KOH)
- Kleinste laterale Struktur: circa $2\mu\text{m}$

Physikalisches Ätzen:

- Materialabtrag durch Impuls der auftreffenden Teilchen
 - Unselektiv
 - Anisotropes Ätzprofil (**Ausnahme:** Reaktives Ionenätzen)
-

Nasschemisches Ätzen

Vorteile

- große Selektivität
- wirtschaftlich günstig weil Batchprozess

Nachteile

- meistens isotrop
 - Ätzprofil ist ein Viertelkreis
 - Unterätzen (seitlicher Verlust, keine steilen Kanten)
 - Geringe Strukturauflösung (ca. 2 μm)
 - schwierige Prozesskontrolle (temp.-abhängige Ätzrate)
 - Entsorgung Ätzflüssigkeit
-

Isotropes, nasschemisches Ätzen von Si

- Zusammensetzung der Ätzlösung
 - HF + HNO₃ in einer CH₃COOH oder H₂O Lösung
 - Reaktionsablauf
 1. Oxidation mittels Salpetersäure
$$3 \text{ Si} + 4 \text{ HNO}_3 \rightarrow 3 \text{ SiO}_2 + 4 \text{ NO} + 2 \text{ H}_2\text{O}$$
 2. Bildung eines löslichen Komplexes mittels Flusssäure
$$3 \text{ SiO}_2 + 18 \text{ HF} \rightarrow 3 \text{ H}_2\text{SiF}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O}$$
 3. Lösung des Komplexsalzes im Lösungsmittel / Verdünnungsmittel (Wasser oder Essigsäure)
 - Maskierung: Siliziumnitrid oder Gold
-

Bulk-Mikromechanik

Übersicht & Grundlagen

Basisstrukturen beim KOH Ätzen

Maskierschichten

Chemie des KOH-Ätzens

Ätzstopptechniken

- p+ Ätzstopp
- elektrochemischer Ätzstopp
- „pulsed potential“ - Ätzstopp

Eckenkompensation

Genauigkeit der Bulk-Mikromechanik

Ende Vorlesung 02.11.04
