



FACHHOCHSCHULE WEDEL

*University of Applied Sciences*

## Fertigungstechnik der Elektronik

Klausurrelevante Zusammenfassung

---

erstellt im: Februar 2001

von: Alexander Markowski

Basis: Vorlesung im WS 00/01

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>1 Schichtherstellung</b>	<b>1</b>
1.1 Aufdampfen . . . . .	1
1.2 Magnetronsputtern . . . . .	1
1.3 CVD-Verfahren . . . . .	2
1.4 Tantal-Schiffchen-Problem . . . . .	2
1.5 Geldscheine . . . . .	2
1.6 Temperatur des Substrates . . . . .	2
<b>2 Halbleitermaterial</b>	<b>3</b>
2.1 Silizium Wafer . . . . .	3
2.2 Wafer Oberfläche . . . . .	3
2.3 Dotierte Bereiche erzeugen . . . . .	3
2.4 Reinigen des Si-Wafers . . . . .	4
2.4.1 Zonen-(Ionen-)schmelzen . . . . .	4
2.4.2 Destillation . . . . .	4
2.5 n-Kanal Mosfet . . . . .	5
<b>3 Aufbau- und Verbindungstechnik</b>	<b>6</b>
3.1 Reinraum . . . . .	6
3.2 Fertigungsschritte gehäuster Chip . . . . .	7
3.3 Verwendung von Naktchips . . . . .	7
3.3.1 Flip Chip . . . . .	7
3.3.2 Spider-Verfahren . . . . .	7
3.4 Zebragummi . . . . .	8

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Prinzipskizze einer Aufdampfanlage . . . . .	1
1.2	Aufbau einer Magnetronkathode . . . . .	2
1.3	Prinzipskizze einer CVD-Anlage . . . . .	2
2.1	Wafer Oberflächen mit Miller Indizes . . . . .	3
2.2	Zonen-(Ionen-)schmelzen . . . . .	4
2.3	n-Kanal MosFET . . . . .	5
3.1	Reinraumkonzept mit Laminarflow . . . . .	6
3.2	Flip Chip . . . . .	7
3.3	Spider Verfahren . . . . .	7
3.4	Zebra Gummi . . . . .	8

# 1 Schichtherstellung

## 1.1 Aufdampfen

Das Beschichtungsmaterial wird durch Erhitzen verdampft und kann sich auf dem Substrat niederschlagen, sobald die Blende entfernt wurde. Der Quarzmonitor registriert dabei die Dicke der aufgetragenen Schicht mit seinem Schwingungsquarz. Der Prozess findet im Hochvakuum (bis  $10^{-6}$  mBar) statt um eine möglichst große freie Weglänge zu erzeugen. Die Dampfteilchen breiten sich dann gradlinig aus.

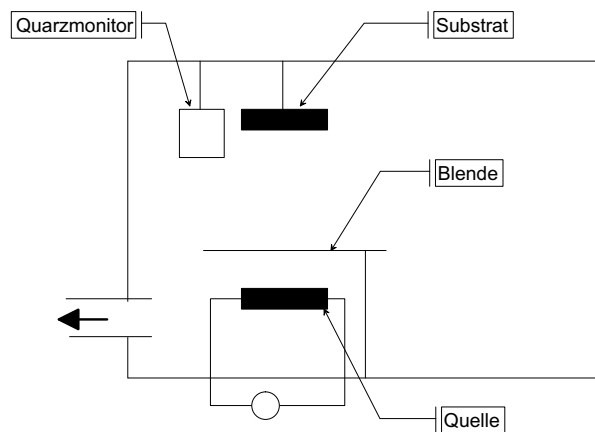


Abbildung 1.1: Prinzipskizze einer Aufdampfanlage

## 1.2 Magnetronsputtern

Das Target wird mit Ionen, die durch Kollision von Sputtergas und Elektronen entstehen, beschossen. Durch elektrische und magnetische Felder werden die Elektronen auf eine spiralförmige Bewegung entlang der Targetoberfläche gezwungen, wobei die Trefferrate der Elektronen mit dem Sputtergas erhöht wird und der Gasdruck gesenkt werden kann ( $\approx 10^{-2}$  mb). Trotzdem erhalten wir eine größere freie Weglänge und eine kleinere Wahrscheinlichkeit, daß ein gesputtertes Atom durch ein Ion gestreut wird. Die beschleunigten Ionen schlagen aus dem Target Atome heraus. Die gesputterten Atome bewegen sich mit hoher Geschwindigkeit auf das Substrat zu.

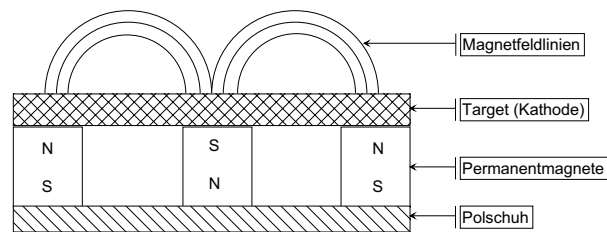


Abbildung 1.2: Aufbau einer Magnetronkathode

### 1.3 CVD-Verfahren

Gasförmige Ausgangsmaterialien werden eingelassen. An der erhitzten Oberfläche des Substrates läuft eine Gasphasenreaktion ab. Das Prozeßgemisch wird auf der anderen Seite wieder abgesaugt. Der Druck liegt bei  $10^{-2} \dots 1$  bar aufgrund des Verdrängungseffektes.

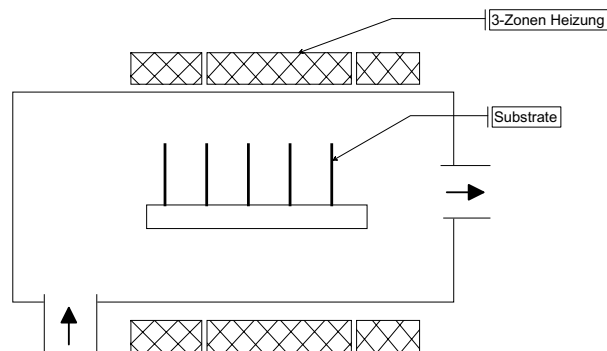


Abbildung 1.3: Prinzipskizze einer CVD-Anlage

### 1.4 Tantal-Schiffchen-Problem

$$d_0 = \frac{m}{p \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{V}{\pi \cdot r^2}$$

### 1.5 Geldscheine

Die Sicherheitsstreifen der Geldscheine werden entweder gesputtert oder aufgedampft. Kosten für eine kleine Anlage liegen bei 100.000 DM.

### 1.6 Temperatur des Substrates

Bei hohen Temperaturen entstehen grobkristalline, bei niedrigeren Temperaturen eher feinkristalline Strukturen.???

## 2 Halbleitermaterial

### 2.1 Silizium Wafer

Mehrere integrierte Schaltungen werden in einer Si-Scheibe (Wafer) hergestellt. Bei der Herstellung geht man von einer p-leitenden Siliziumplatte – Substrat genannt – aus.

### 2.2 Wafer Oberfläche

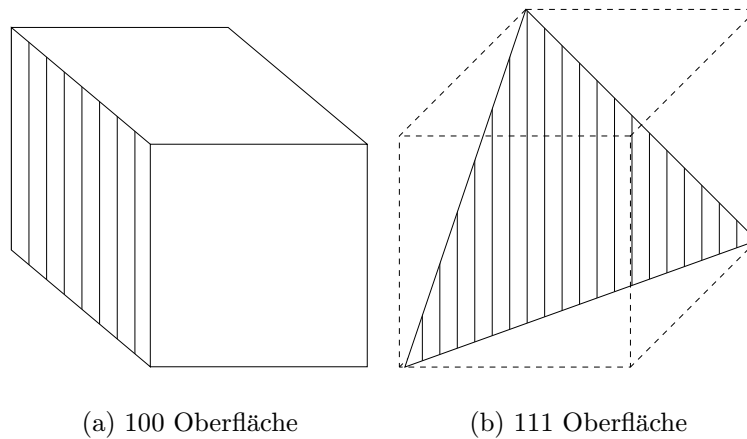


Abbildung 2.1: Wafer Oberflächen mit Miller Indizes

### 2.3 Dotierte Bereiche erzeugen

- Diffusion
- Ionenimplantation
- Epitaxie
- Neutronendotierung (exot.)

## 2.4 Reinigen des Si-Wafers

### 2.4.1 Zonen-(Ionen-)schmelzen

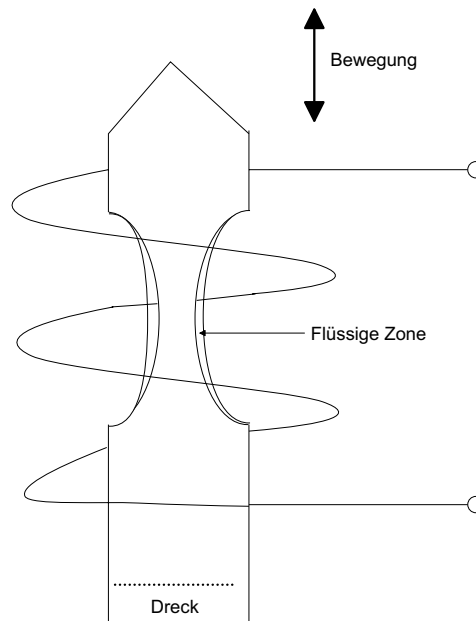


Abbildung 2.2: Zonen-(Ionen-)schmelzen

1. Verunreinigungen sammeln sich in der Schmelze (wandern außen am Kristall entlang).
2. Spule wird über den kompletten Kristall gezogen und „fegt“ so die Verunreinigungen heraus.
3. Die Verschmutzungen werden am Ende gesammelt und abgetrennt.
4. Zersägen in Scheiben um Wafer herzustellen.
5. Ausheilen von Kristallfehlern.

Ohne Reinigung wäre die gewünschte Reinheit von  $10^{-7}$  % nicht erreichbar, und damit ein Dotieren nicht mehr möglich. Der elektrische Widerstand hätte nicht die gewünschte Größe.

### 2.4.2 Destillation

- Quarz ( $SiO_2$ )
- Reduktion zu  $Si$
- Hydrochlorierung zu  $SiHCl_3$
- Destillation
- Reduktion zu  $Si$

## 2.5 n-Kanal Mosfet

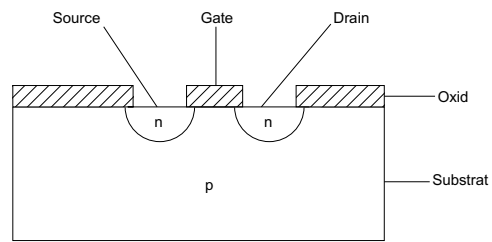


Abbildung 2.3: n-Kanal MosFET



## 3 Aufbau- und Verbindungstechnik

### 3.1 Reinraum

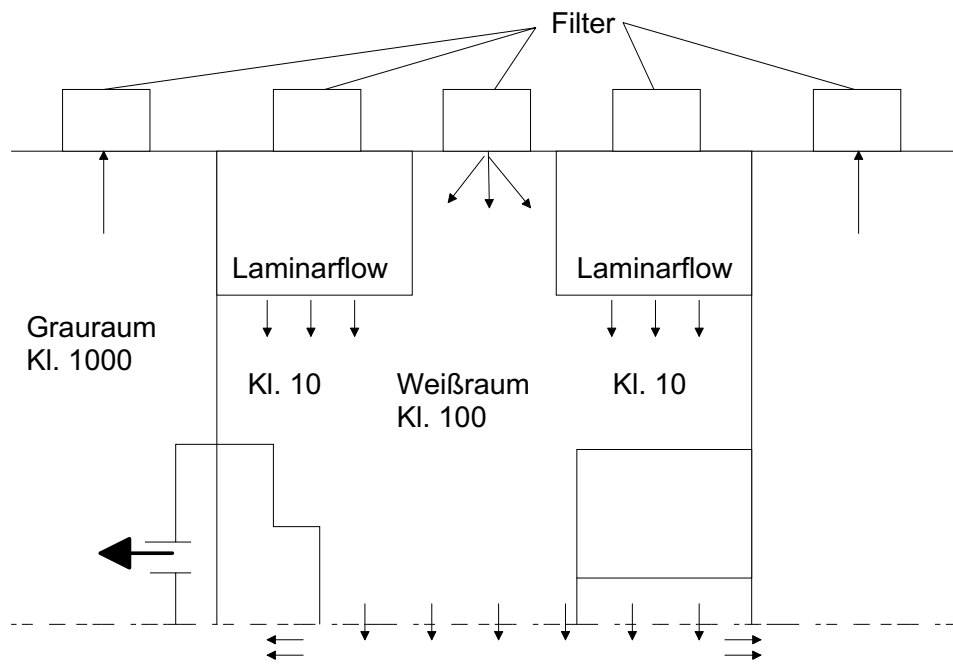


Abbildung 3.1: Reinraumkonzept mit Laminarflow

FH Wedel (40.000)	Reinraum Klasse 10.000	nach VDI 5
ISIT IZ (270 Mio)	Reinraum Klasse 1	nach VDI 1

Klasse abhängig von Partikelzahl pro Kubikfuß und der Partikelgröße. Reinraum benötigt für Micromechanik (Satellitenzusammenbau, Meßgeräte). Gelbes Licht, weil Photolack auch bei Wellenlängen bis 500 nm empfindlich reagiert. Gelblicht hat eine Wellenlänge  $\lambda > 500\text{nm}$ .

## 3.2 Fertigungsschritte gehäuseter Chip

1. Trennen des Wafers in einzelne Chips
2. Befestigen des Chips (Kleben, Bonden, Lötén)
3. Herstellen des Kontaktes (Bonden, TAB, Flip-Chip)
4. Gehäuse des Chips (Keramik, Kunststoff)
5. Bestücken des Trägers (Lötén, Kleben, Zebras)

## 3.3 Verwendung von Naktchips

### 3.3.1 Flip Chip

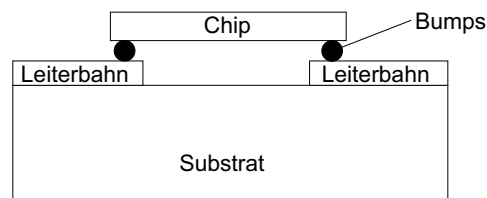


Abbildung 3.2: Flip Chip

- Bumps aus Weichlot
- Verbindung durch erwärmen des Substrates auf 230° bis 330° → Reflow
- kurze Verbindungswege

### 3.3.2 Spider-Verfahren

Gleichzeitige Kontaktierung aller Anschlüsse eines Chips mit Hilfe einer Spinne.

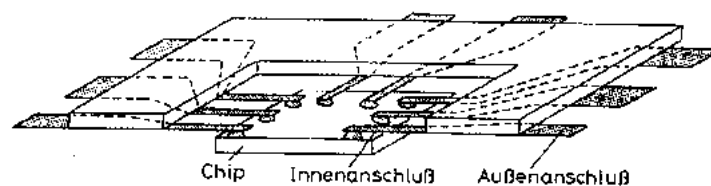


Abbildung 3.3: Spider Verfahren

## 3.4 Zebragummi

- transparente Leiterbahnen
- Gummi enthält metallisierte Lagen
- billigste Verbindungstechnik
- darf nicht zu stark verdreht sein

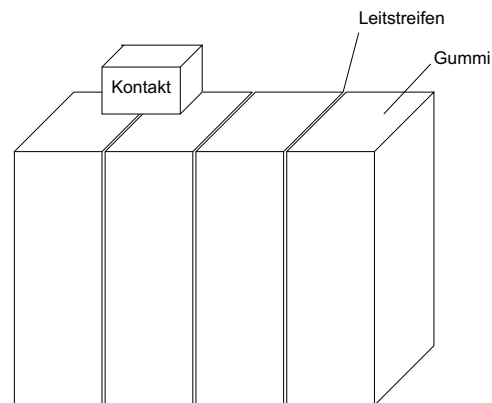


Abbildung 3.4: Zebragummi

Vorteile gegenüber älteren Konstruktionen:

- Spiel druch Gummi
- Zusammenpreßbar