



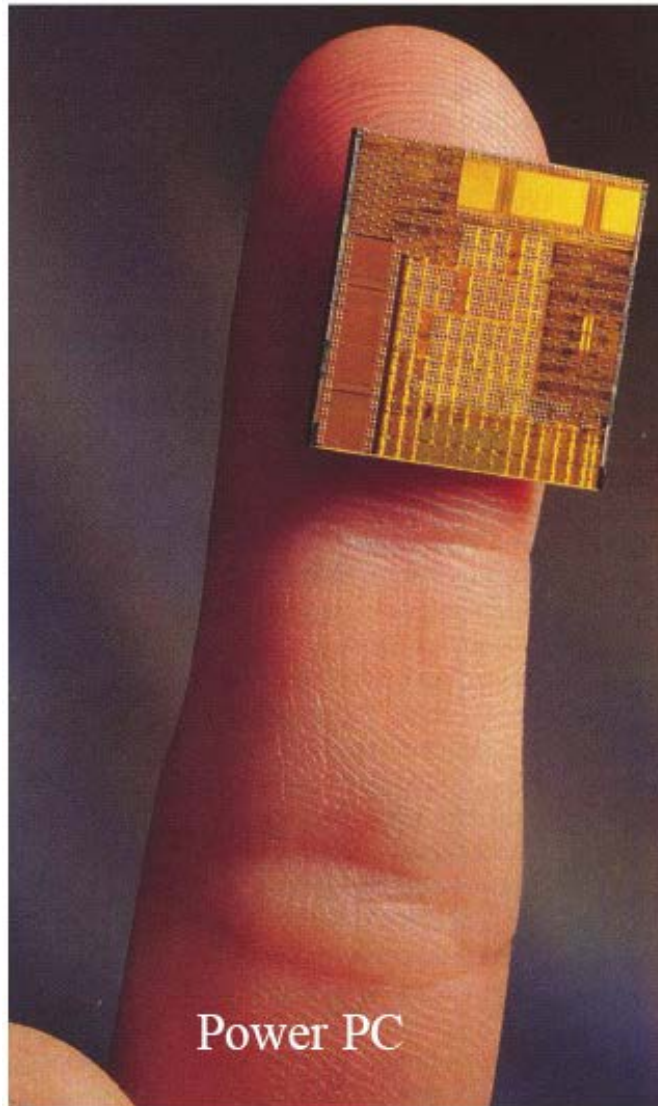
Vorlesung

Anorganische Chemie V-A

Vom Molekül zum Material

Thema heute:

Elektronen in Festkörpern – Halbleiter – Teil 3



Jede Sekunde werden mehr als 500.000.000 Transistoren gefertigt

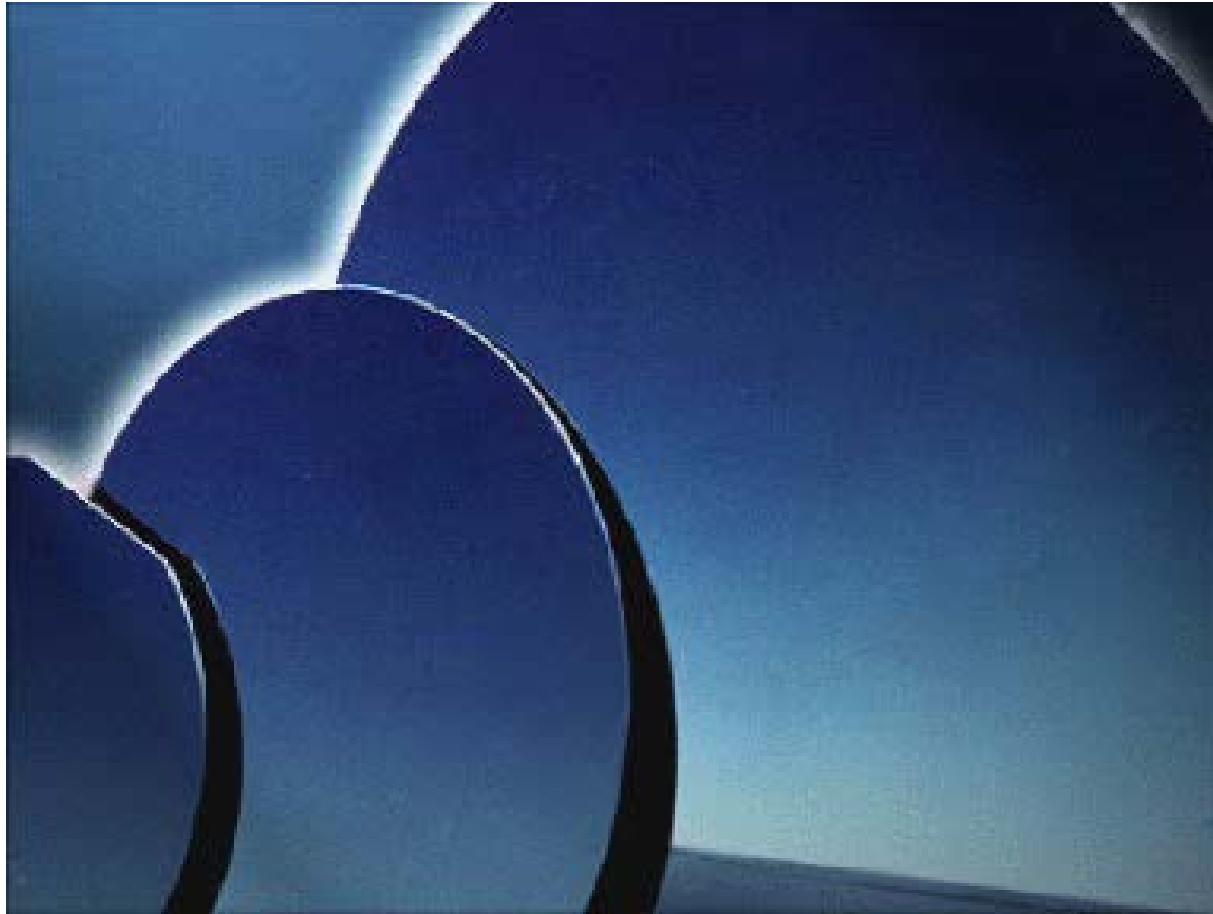
In den 50ern sank der Preis für einen Transistor von \$45 auf \$2. Heute kostet ein Transistor in einem Speicherchip weniger 0,00005 Cent.

Ein typischer Prozessorchip hat ca. 20 Millionen Transistoren.

Modernste Chips haben bis zu 1.000.000.000 Transistoren. Die Muster, die auf diesen Chips aufgebracht werden, sind so kompliziert, wie eine Straßenkarte der gesamten Erde.



Gewinnung von hochreinem Halbleiter-Silizium in einkristalliner Form

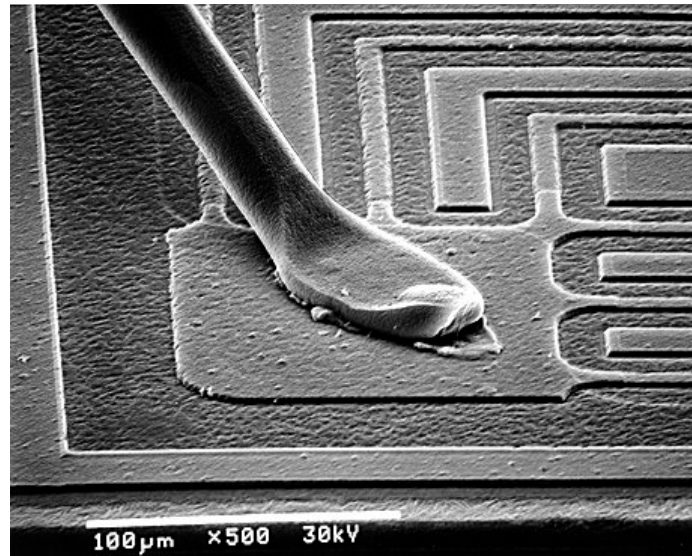


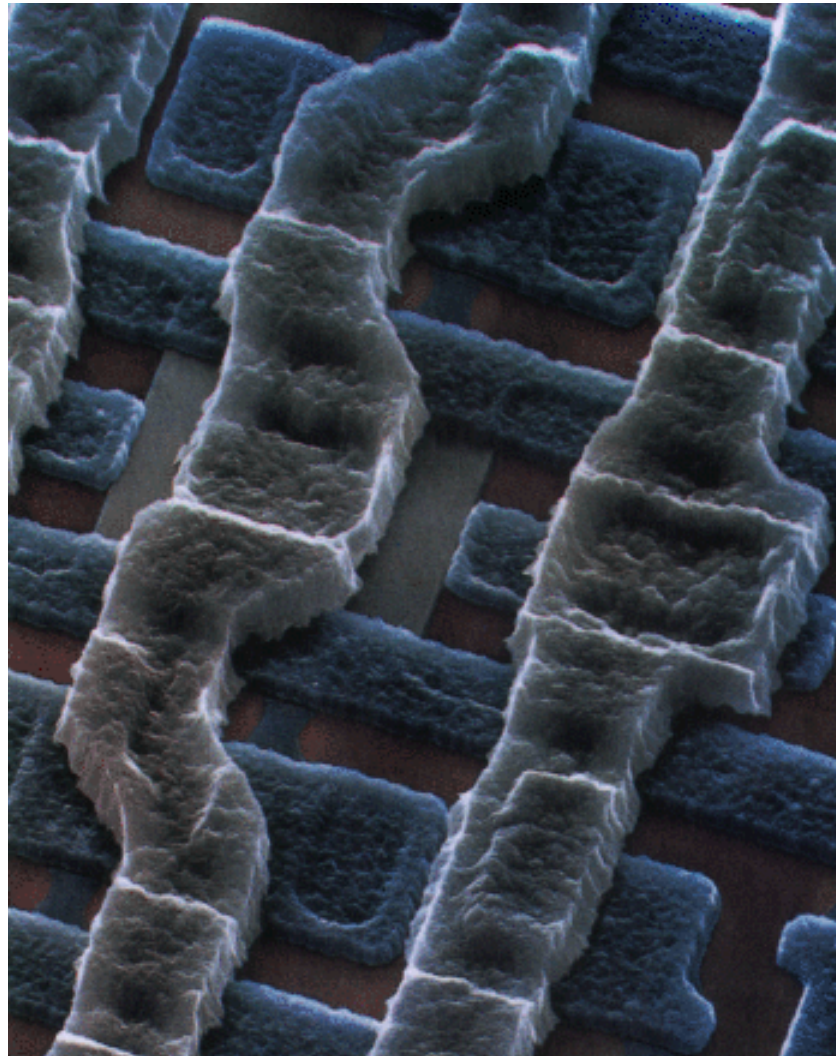


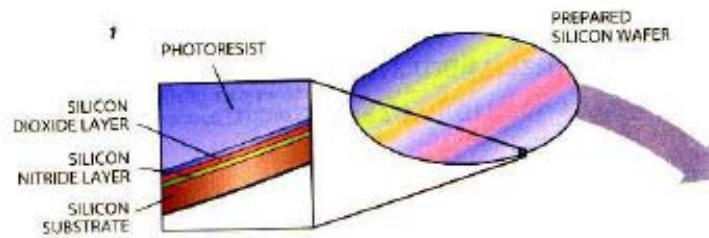
Herstellung von hoch-reinem polykristallinem Silizium



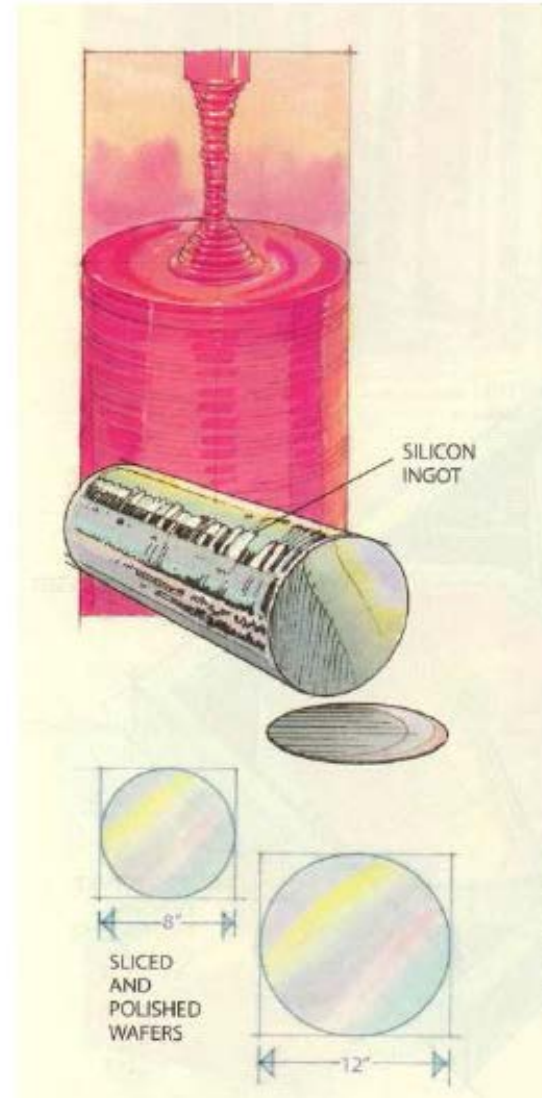
Herstellung großer Einkristalle für Wafer





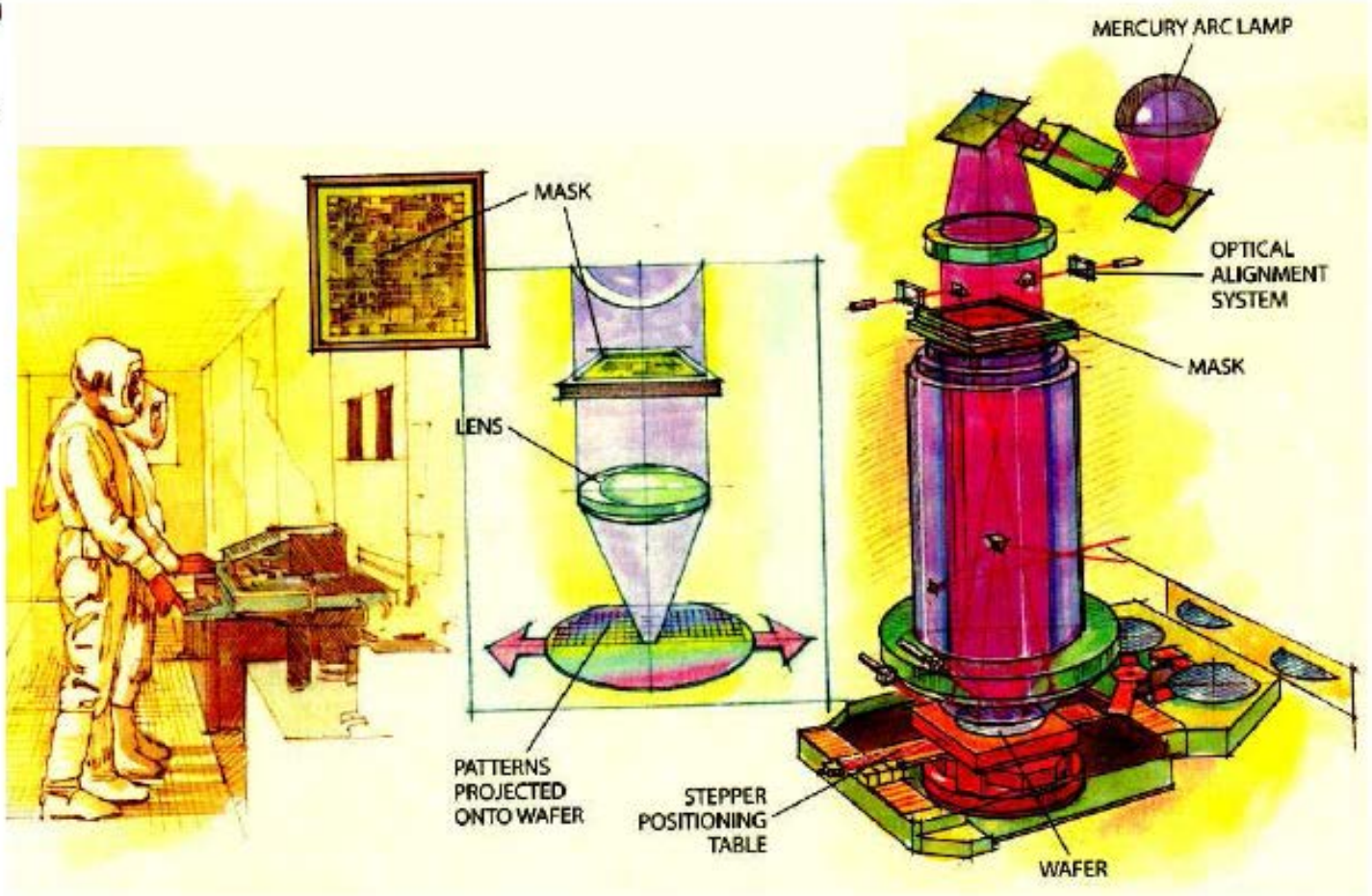
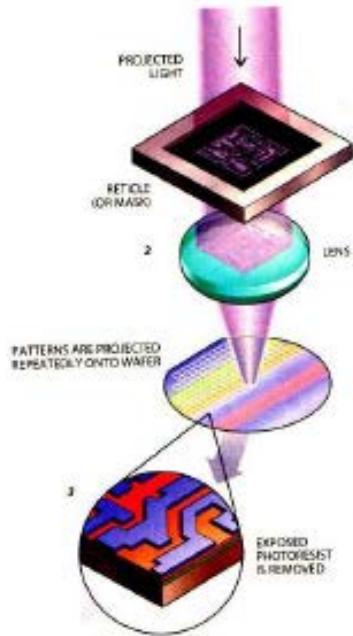


Herstellen und Beschichten des Rohmaterials





Belichten des Wafers



Physical methods to produce thin layers or to clean surfaces

1. „Sputtering“: (to sputter: zischen, brutzeln, spritzen ...)

- originally: method to clean surfaces, Ar⁺-ions are accelerated in an electrical field and „hit“ the target that has to be cleaned; as a consequence surface atoms or molecules are removed from the surface

2. Epitaxy: Thin **oriented** layers (thickness of some μm) are deposited on a „**substrate**“ with similar crystal structure (e.g. InAs: $a=603,6 \text{ pm}$ on GaAs: $a=565,4 \text{ pm}$, both sphalerite structure).

2a. Liquid phase epitaxy: Deposition starting from a saturated melt flowing over a substrate (e.g. fabrication of LEDs = Light Emitting Diodes)



2b Gasphase epitaxy (CVD, „Chemical Vapor Deposition“):

Decomposition of molecules in the gas phase (e.g. by radiation or electron beam/Laser) and deposition on a suitable substrate; (e.g. fabrication of LEDs with GaP und $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$, epitaxial layers are produced by thermal decomposition of compounds like AsH_3 , AsCl_3 , PH_3 , PCl_3 , ...)

3. Molecular Beam Epitaxie (MBE):

Fabrication of extremely thin layers (some nm) by evaporation from special furnaces („Knudsen cells“)



Basic arrangement of the MBE process

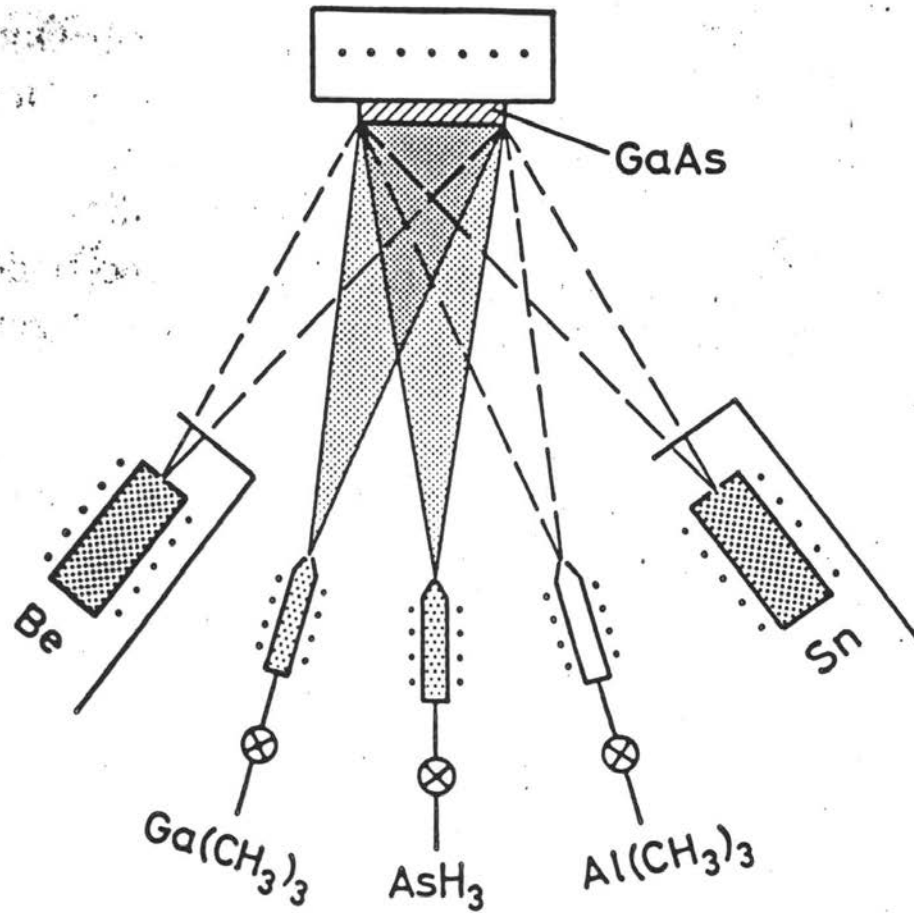


Bild 3.14
Prinzip des MO-MBE-Verfahrens (Beispiel GaAs und $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$)



Basic arrangement of the MBE process

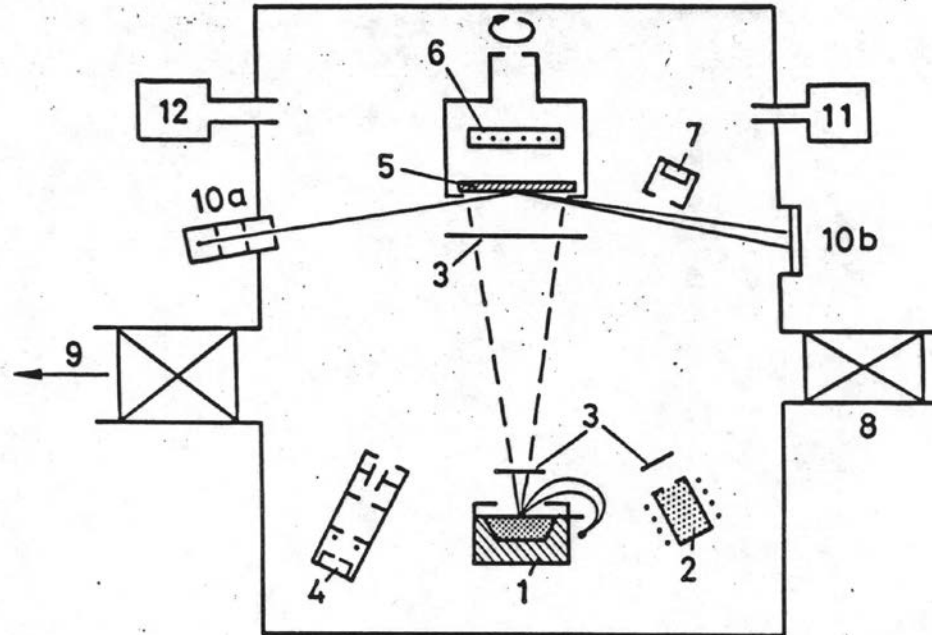


Bild 3.12 Apparatur zur Herstellung von Siliziumschichten mittels Molekularstrahlepitaxie
1 Elektronenstrahlverdampfer (Si-Quelle), 2 Verdampferofen (Dotierung), 3 Blenden, 4 Ionenstrahlquelle, 5 Si-Substrat, 6 Substratheizer, 7 Schichtdickenmeßgerät, 8 Substratschleuse, 9 Pumpsystem, 10a RHEED-Quelle, 10b RHEED-Schirm, 11 Druckmessung, 12 Restgasanalyse (Massenspektrometer)



Epitaxial deposition of SiC

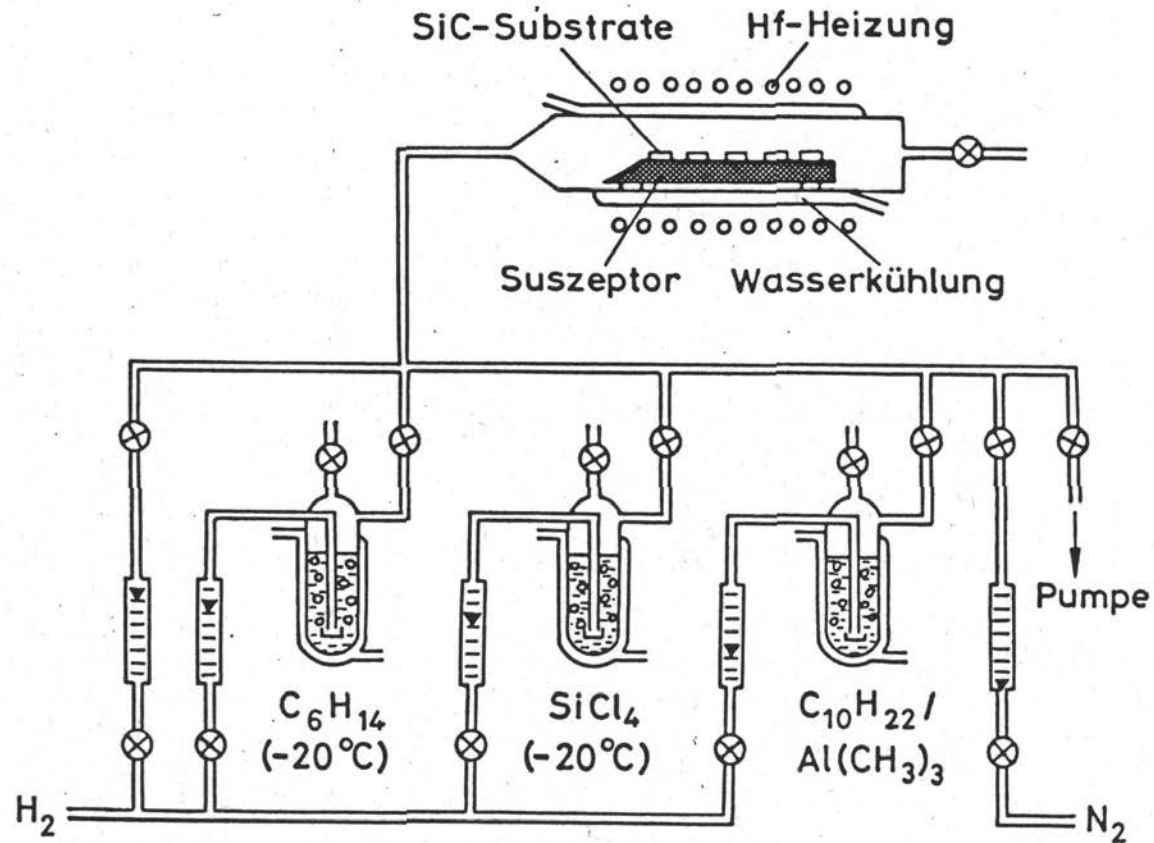


Bild 3.11 Apparatur zur epitaxialen Abscheidung von Siliziumkarbid /3.4/

