

1 Trockenätzen

1.1 Übersicht

1.1.1 Allgemein

Bei der nasschemischen Ätzung werden Schichten in der Regel isotrop abgetragen, doch gerade bei kleinen Strukturen ist ein anisotropes Ätzprofil wichtig. Dafür eignen sich die Trockenätzverfahren, die eine ausreichende Selektivität bieten. Die Verfahren ermöglichen reproduzierbare homogene Ätzungen sämtlicher Schichten, die in der Halbleiterfertigung zum Einsatz kommen. Dabei können neben anisotropen Ätzprofilen auch isotrope realisiert werden. Trotz der hohen Anlagenkosten und der sequentiellen Einzelscheibenbearbeitung hat sich das Trockenätzen gegen die nasschemische Ätzung durchgesetzt.

1.1.2 Wichtige Größen beim Trockenätzen

Ätzrate r : Die Ätzrate beschreibt den Ätzabtrag pro Zeit und wird i. d. R. in Nanometer pro Minute angegeben.

$$r = \frac{\text{Ätzabtrag } \Delta z}{\text{Zeit } \Delta t}$$

Anisotropiefaktor f : Der Anisotropiefaktor beschreibt das Verhältnis von horizontaler Ätzrate r_h zu vertikaler Ätzrate r_v .

$$f = 1 - \frac{r_h}{r_v}$$

Zur Strukturübertragung sind stark anisotrope Prozesse erwünscht, also Ätzungen nur in vertikaler Richtung, so dass die Lackmaske nicht unterätzt wird. Für anisotrope

Ätzungen ergibt sich $f \rightarrow 1$, und dementsprechend für isotrope Prozesse $f \rightarrow 0$.

Selektivität S_{jk} zwischen Material j und Material k: die Selektivität beschreibt das Verhältnis der Ätzrate zweier Materialien, z. B. von zu strukturierender Schicht (j) und Lackmaske (k).

$$S_{jk} = \frac{r_j}{r_k}$$

Ob eine hohe oder geringe Selektivität gewünscht ist, hängt vom jeweiligen Prozess ab. Bei der Strukturierung von Schichten sollte der Wert möglichst groß sein, d. h. die zu strukturierende Schicht wird schneller abgetragen als die Lackmaske. Beim Re-flowrückätzen muss die Selektivität 1 betragen um Topografien gleichmäßig einzuebnen.

1.1.3 Trockenätzverfahren

Bei den Trockenätzverfahren werden Gase durch hochfrequente Wechselfelder ange-regt, typisch sind 13,56 MHz und 2,45 GHz. Bei einem Druck zwischen 1 Pa und 100 Pa liegt die freie Weglänge der Teilchen bei wenigen Millimetern bis Zentimetern.

Es gibt generell drei verschiedene Arten des Trockenätzens:

- **Physikalisches Trockenätzen:** physikalischer Abtrag der Waferoberfläche durch beschleunigte Teilchen
- **Chemisches Trockenätzen:** Reaktion zwischen Gas und Scheibenoberfläche
- **Chemisch-Physikalisches Trockenätzen:** physikalisches Ätzen mit chemischen Anteil