

Halbleitertechnologie von A bis Z

Lithografie

Entwickeln und Kontrolle	3
<i>Entwickeln</i>	3
<i>Lackkontrolle</i>	4
<i>Lackentfernen</i>	4

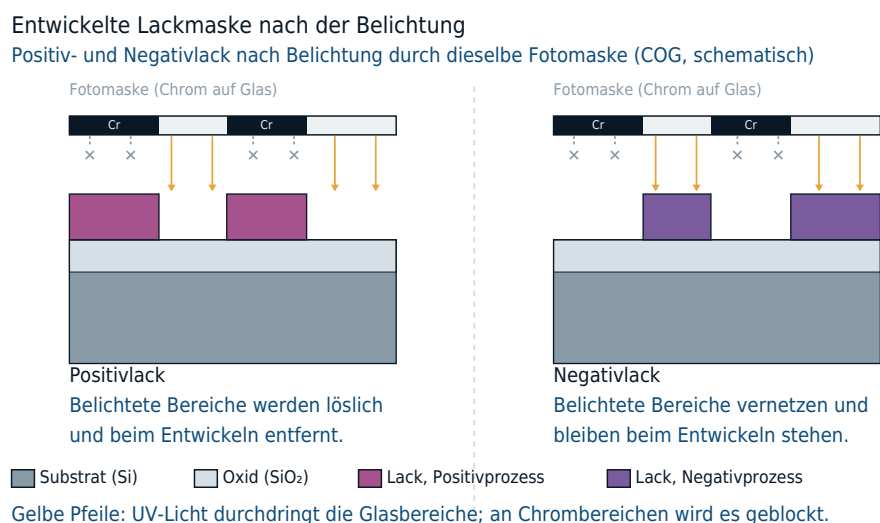
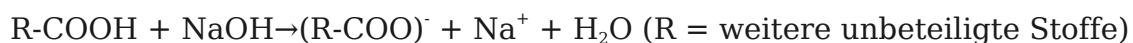
Entwickeln und Kontrolle

Entwickeln

Die belichteten Scheiben werden in Tauch- oder Sprühentwicklungen prozessiert. Während beim Tauchätzschritt eine komplette Horde in einer Laugenlösung entwickelt und anschließend gespült werden kann, wird bei der Sprühentwicklung jeder Wafer einzeln prozessiert. Wie beim Belacken befindet sich der Wafer auf einem Chuck und wird bei langsamer Umdrehung stetig mit Entwicklerlösung besprüht. Nach dem vollständigen Entwickeln des Lackes wird der Wafer mit aufgespritztem Wasser gespült um den Entwicklungsprozess zu stoppen. Einige Vorteile der Sprühentwicklung gegenüber dem Tauchverfahren sind folgende:

- kleinste Strukturen können freigelegt werden
- Die Entwicklerlösung wird stetig erneuert: Verunreinigungen werden verhindert
- Die Menge der eingesetzten Entwicklerlösung ist wesentlich geringer

Durch das Entwickeln lösen sich, entsprechend der Lackart, bestimmte Bereiche des Lackes, so dass am Ende eine strukturierte Scheibe bestehen bleibt. Durch die Belichtung wird im Lack eine Reaktion ausgelöst, bei der der Sensibilisator in Säure umgewandelt wird. Diese Carbonsäure wird beim Entwickeln nach folgender Gleichung mit Natronlauge (NaOH) zu wasserlöslichem Salz umgewandelt:

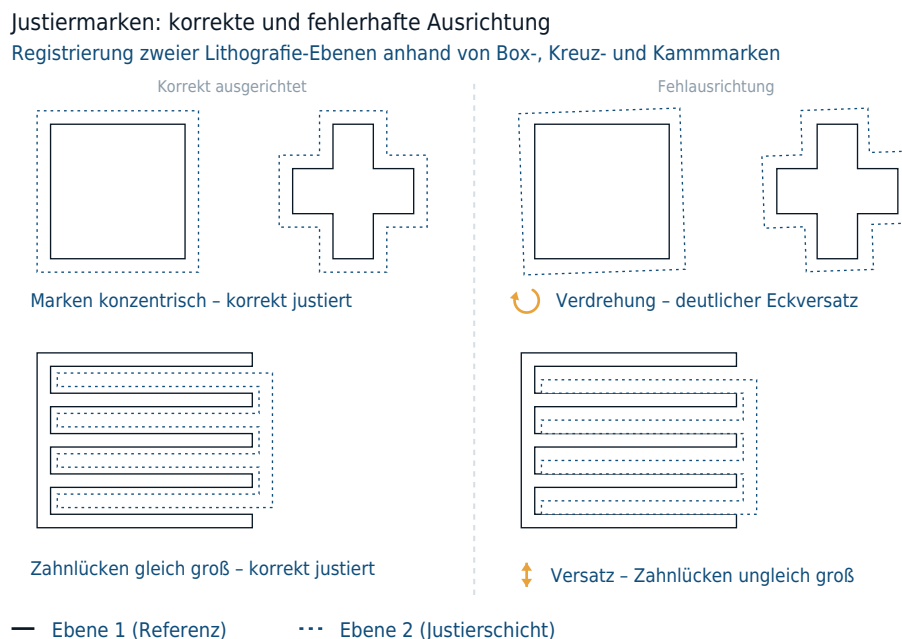


Da bei Kali- oder Natronlösungen Rückstände des Entwicklers auf dem Wafer

zurückbleiben, werden auch Metallionen freie Entwickler wie TMAH (Tetramethylammoniumhydroxid) eingesetzt. Durch einen erneuten Aushärteschritt (Hard-Bake) wird der Lack für nachfolgende Prozesse, wie Ätzen oder für eine Ionenimplantation, beständig gemacht.

Lackkontrolle

Nun wird die Lackstruktur kontrolliert. Unter schrägem Lichteinfall lassen sich im Mikroskop die Gleichmäßigkeit der Lackschicht, sowie schlechte Fokussierungen und Lackanhäufungen erkennen. Sind die Lackstege zu dick oder dünn muss der Lack entfernt und der Prozess wiederholt werden. Ebenso muss die Lackstruktur zu der sich darunter befindlichen Ebene exakt justiert sein, andernfalls ist ebenso eine Wiederholung der Belackungs- und Belichtungsprozesse notwendig. Dazu gibt es unterschiedliche Justiermarken für die Justiergenauigkeit und die Linienweitenkontrolle:



Die Breite der Lackstege wird mit einem Mikroskop kontrolliert: Lichtstrahlen treffen senkrecht auf den Wafer, und werden an Kanten nicht zum Objektiv zurückgestreut. So sind schwarze Linien als Strukturbegrenzungen sichtbar, mit deren Abständen zueinander man unter Zuhilfenahme der Mikroskopvergrößerung die Breite der Stege berechnen kann.

Lackentfernen

Nachdem die Struktur unter dem Lack in Ätzverfahren abgetragen wurde, oder

der Lack beim Implantationsprozess als Maskierungsschicht gedient hat, muss der Lack entfernt werden. Dies geschieht mit starken Ätzlösungen (Remover), in einem Trockenätzschritt oder mit Lösungsmitteln. Als Lösungsmittel zum Entfernen der Lackschicht eignet sich Aceton, da es den Wafer und andere Schichten nicht angreift. Durch eine Ionenimplantation oder einen Trockenätzprozess kann die Lackschicht jedoch weiter ausgehärtet sein, so dass Lösungsmittel den Lack nicht mehr angreifen und entfernen können.

In diesem Fall kann der Lack mit einem Remover bei ca. 80 °C in einem Tauchverfahren entfernt werden. Hat sich der Lack während der Bearbeitung auf über 200 °C erwärmt kann er auch vom Remover nicht mehr abgetragen werden. Dann muss der Lack mittels Lackveraschung oder Lackverbrennung entfernt werden.

Unter Anwesenheit von Sauerstoff wird dabei durch Hochfrequenzanregung eine Gasentladung gezündet, so dass angeregte Sauerstoffatome entstehen. Diese verbrennen den Lack rückstandsfrei. Die geladenen Teilchen werden jedoch durch das elektrische Feld stark beschleunigt und können so einen leichten Abtrag der Scheibenoberfläche oder eine geringe Schädigung der Scheibe verursachen. Das Lackveraschen (Strippen) kann direkt nach dem Ätzen noch in derselben Prozesskammer (in-situ) oder in einer anderen Kammer (ex-situ) erfolgen.