

1 Oxidation

1.1 Schichtdickenmessung

1.1.1 Messtechnik

Oxidschichten sind lichtdurchlässige Schichten. Wird Licht auf den Wafer gestrahlt und reflektiert, ändern sich bestimmte Eigenschaften der Lichtwellen, die mit Messgeräten erfasst und ausgewertet werden können. Sollen mehrere übereinander liegende Schichten gemessen werden, müssen diese unterschiedliche optische Indizes haben, damit eine Unterscheidung der Materialien möglich ist.

Damit die Schichtdicke auf dem gesamten Wafer kontrolliert werden kann, werden mehrere Messpunkte (z.B. 5 Punkte bei 150-mm-, 9 Punkte bei 200-mm-, 13 – 21 Punkte bei 300-mm-Wafern) gemessen. Dabei dürfen nicht nur die Werte der einzelnen Punkte mit dem vorgegebenen Sollwert verglichen werden, sondern auch die Dicke der Punkte untereinander, da auch die Homogenität wichtig für die weiteren Prozesse ist. Ist die aufgebrachte Schicht zu dick oder zu dünn, muss Material entfernt (z. B. durch chemisch mechanisches Polieren) oder zusätzliches (Wiederholung des entsprechenden Prozesses) aufgebracht werden.

1.1.2 Interferometrie

Bei der Überlagerung von Lichtwellen können sich diese verstärken, abschwächen oder auch auslöschen. Dieses Phänomen nutzt man in der Halbleiterfertigung zur Messung von transparenten Schichten aus.

Auf den Wafer einfallende Lichtstrahlen werden an einer transparenten Schicht teilweise reflektiert, ein Teil der Strahlen durchdringt das Material aber auch und wird an der darunter befindlichen Schicht reflektiert.

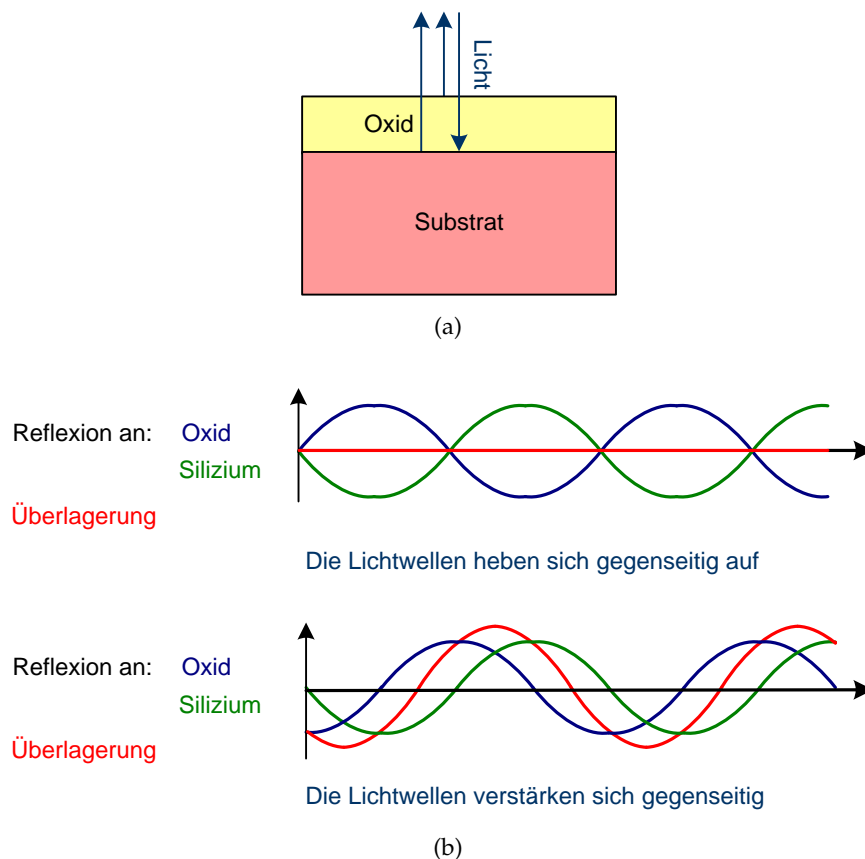


Abb. 1.1: (a) Prinzip der Interferenz, (b) destruktive und konstruktive Überlagerung von Lichtwellen

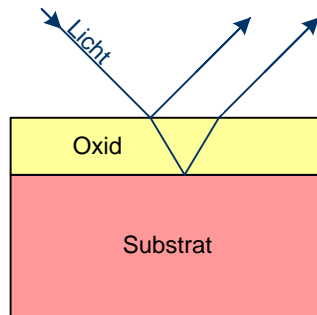
Es wird dabei ein Spektrum an unterschiedlichen Wellenlängen auf den Wafer gestrahlt. Je nach Dicke der durchstrahlten Schicht überlagern sich die reflektierten Strahlen unterschiedlich und ergeben eine für jede Schichtdicke und jedes Material charakteristische Überlagerung. Mit Hilfe eines Photometers kann aus dem reflektierten Licht die Schichtdicke ermittelt werden.

Interferenzmessungen sind bei Schichten möglich, deren Dicke in etwa einem Viertel der eingestrahnten Lichtwellenlänge oder mehr entspricht.

1.1.3 Ellipsometrie

Ellipsometrie ist die Bestimmung von optischen Eigenschaften durch Änderung der Polarisation von Licht. Linear polarisiertes Licht (die Lichtwellen haben eine bestimm-

te Schwingung) wird dabei unter einem festen Winkel auf den Wafer gestrahlt.



Schräg eingestrahktes Licht wird gebrochen und reflektiert;
gleichzeitig ändert sich die Polarisisation

Abb. 1.2: Ellipsometrie

Bei der Reflexion an Waferoberfläche bzw. an der Grenzschicht zwischen zwei Schichten wird das Licht unpolarisiert. Diese Änderung kann dann mit einem Analysator gemessen werden. Aus den bekannten optischen Eigenschaften der Schichten (z. B. Brechungswinkeln und Absorptionskoeffizient), der eingestrahkten Wellenlänge und der Polarisierung kann die Schichtdicke bestimmt werden.

Im Gegensatz zur Messung mittels Interferenz, ist die Ellipsometrie für dünne Schichten geeignet, deren Dicke weniger als ein Viertel der eingestrahkten Lichtwellenlänge beträgt.

1.1.4 Beurteilung der Messung

Bei diesen optischen Messverfahren erfolgt die Schichtdickenbestimmung nur indirekt, die optischen Parameter der zu messenden Schichten müssen dazu hinreichend bekannt sein. Mit Hilfe dieser Werte wird dann ein Modell der Schichtabfolge auf dem Wafer erstellt und eine Messung simuliert. Das Ergebnis wird anschließend mit der tatsächlichen Messung verglichen und die Schichtdicken (aber auch andere optische Indizes) der im Modell hinterlegten Materialien variiert, bis Simulation und Messung bestmöglich übereinstimmen.

Je mehr Parameter im Modell variiert werden, desto leichter kann eine Übereinstimmung mit der Messung gefunden werden, aber desto unsicherer ist auch das Ergebnis. Meist gibt ein Parameter (goodness of fit, GOF; Anpassungsgüte) darüber Auskunft,

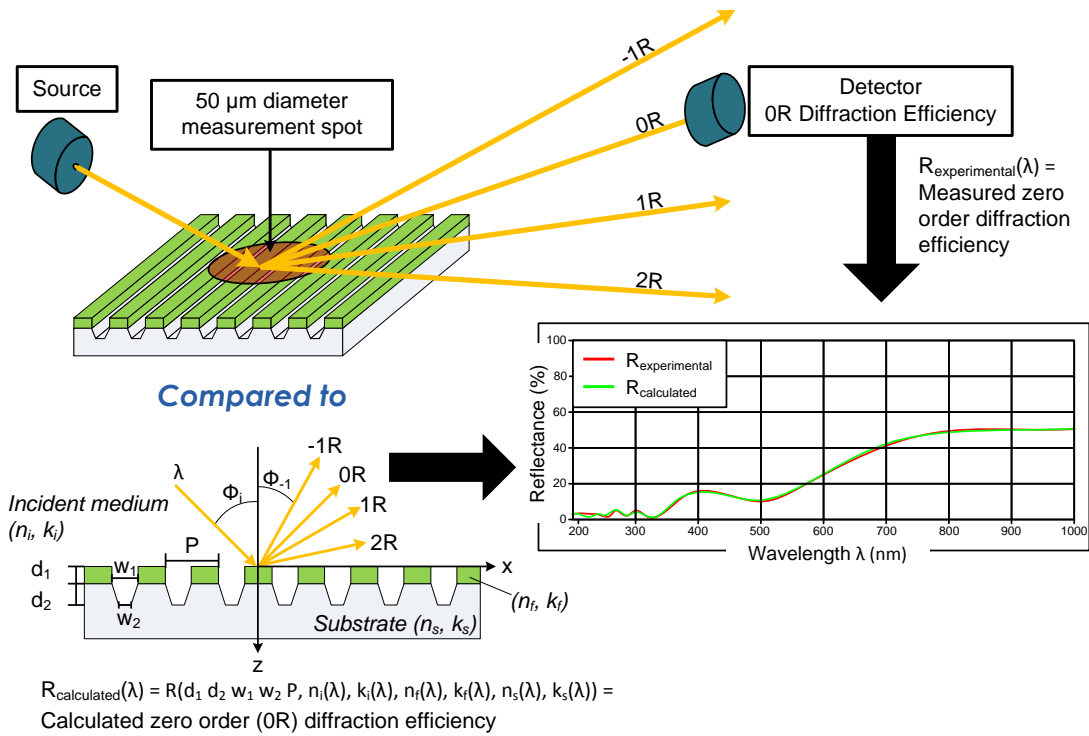


Abb. 1.3: Vergleich von Messung und Simulation

wie gut die Simulation mit der Messung übereinstimmt (0-100 %).