E DIN EN ISO 23131-3:2026-11 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2026-10-16

Ellipsometrie - Teil 3: Modell transparente Einfachschicht (ISO 23131-3:2026); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 23131-3:2026

Ellipsometry - Part 3: Transparent single layer model (ISO 23131-3:2026); German and English version prEN ISO 23131-3:2026

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 7

Vorwort 8

Einleitung 9

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe und Symbole 10
3.1 Begriffe 10
3.2 Symbole und Abkürzungen 10

4 Modell Transparente Einfachschicht 12
4.1 Strahlengang 12
4.2 Annahmen 13
4.2.1 Allgemeines 13
4.2.2 Abweichungen von Modell-Annahme M1 14
4.2.3 Abweichungen von Modell-Annahme M2 14
4.2.4 Abweichungen von Modell-Annahme M3 14
4.2.5 Abweichungen von Modell-Annahme M4 14
4.2.6 Abweichungen von Modell-Annahme M5 14
4.2.7 Abweichungen von Modell-Annahme M6 15
4.2.8 Abweichungen von Modell-Annahme M7 15
4.2.9 Abweichungen von Modell-Annahme S1 15
4.2.10 Abweichungen von Modell-Annahme S2 15
4.3 Besonderheiten des Modells Transparente Einfachschicht 15
4.4 Validierung 16
4.5 Messunsicherheit 18
4.5.1 Messunsicherheit der ellipsometrischen Transfergrößen Ψ und Δ 18
4.5.2 Messunsicherheit u_d der Schichtdicke d 19

5 Prüfbericht 22

Anhang A (informativ) Ergänzungen zum Modell Transparente Einfachschicht 24
A.1 Brechungsindizes transparenter Materialien 24
A.2 SiO_2-Referenzschichten auf opaken reflektierenden Siliziumsubstraten 24
A.3 SiO_2-Schichten auf transparenten schwach reflektierenden BK7 Glassubstraten 29
A.4 Einfluss des Einfallswinkels und des gewählten Wellenlängenbereiches auf den Schichtdickenfit einer transparenten Einfachschicht 32
A.5 D_{RMS}-Minima beim Schichtdickenfit von SiO_2-Schichten auf Si 34
A.6 Empirische Standardabweichung von Ψ und Δ bei SiO_2-Schichten auf Si 35
A.7 Einfluss der verwendeten Dispersionsfunktion auf den Schichtdickenfit 37
A.8 Hinweise für die Messpraxis 39

Literaturhinweise 41

Bilder

Bild 1 — Strahlengang beim Modell Transparente Einfachschicht 12

Bild 2 — Arithmetischer Mittenrauwert R_a und maximale Rautiefe R_t einer Rauheitsgrenzschicht am Beispiel der Schicht-/Substratgrenzfläche 14

Bild 3 — Validierung des Modells Transparente Einfachschicht 17

Bild 4 — Messung bei einem Schichtdickenstandard mit d = (388,4 ± 2,1) nm, wie spezifiziert — mittlere quadratische Abweichung der Schichtdicke von SiO_2 auf Silizium im Wellenlängenbereich 192 nm bis 1 700 nm aus Fits bei verschiedenen Einfallswinkeln 18

Bild 5 — Messung eines Schichtdickenstandards mit d = (388,4 ± 2,1) nm wie festgelegt — Normierte mittlere quadratische Abweichung des Schichtdickenfits für SiO_2 auf Silicium im Wellenlängenbereich von 192 nm bis 1 700 nm bei AOI 65°, 70° und 75° 20

Bild A.1 — Brechungsindizes einiger transparenter Materialien 24

Bild A.2 — Simulierte ellipsometrische Transfergrößen von 5 nm thermischem SiO_2 auf einem Siliziumsubstrat bei AOI 65°, 70° und 75° 25

Bild A.3 — Simulierte ellipsometrische Transfergrößen von 100 nm thermischem SiO_2 auf einem Siliziumsubstrat bei AOI 65°, 70° und 75° 26

Bild A.4 — Simulierte ellipsometrische Transfergrößen von 1 000 nm thermischem SiO_2 auf einem Siliziumsubstrat bei AOI 65°, 70° und 75° 27

Bild A.5 — Simulierte Spektren von Ψ von thermischem SiO_2 unterschiedlicher Schichtdicke auf einem Siliziumsubstrat bei AOI 70° 28

Bild A.6 — Simulierte ellipsometrische Transfergrößen von 5 nm SiO_2 (optische Konstanten eines thermischen SiO_2) auf einem BK7 Glassubstrat bei AOI 65°, 70° und 75° 29

Bild A.7 — Simulierte ellipsometrische Transfergrößen von 100 nm SiO_2 (optische Konstanten eines thermischen SiO_2) auf einem BK7 Glassubstrat bei AOI 65°, 70° und 75° 30

Bild A.8 — Simulierte ellipsometrische Transfergrößen von 1 000 nm SiO_2 (optische Konstanten eines thermischen SiO_2) auf einem BK7 Glassubstrat bei AOI von 65°, 70° und 75° 31

Bild A.9 — Simulierte Spektren von Ψ von thermischem SiO_2 unterschiedlicher Schichtdicke auf einem BK-7 Glassubstrat bei AOI 70° 32

Bild A.10 — Wiederholungsmessungen von SiO_2-Schichten auf Silizium: empirische Standardabweichung von Ψ bei einem AOI von 65°, (m = 5) 36

Bild A.11 — Wiederholungsmessungen von SiO_2-Schichten auf Silizium: empirische Standardabweichung von Δ bei einem AOI von 65°, (m = 5) 36

Bild A.12 — Normierte D_{RMS}-Funktion bei Schichtdickenfits von SiO_2 auf Silizium 37

Bild A.13 — Simulierte Werte von Ψ von thermischem SiO_2-Schichten auf einem Siliziumsubstrat in Abhängigkeit von der Schichtdicke bei λ = 632,8 nm und AOI 50°, 60° und 70° 40

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole **10**

Tabelle 2 — Annahmen beim Modell Transparente Einfachschicht **13**

Tabelle A.1 — Fit auf die Schichtdicke d im Spektralbereich 192 nm bis 1 700 nm, Brechungsindex $n(\lambda)$ nach Verweisung [2] **33**

Tabelle A.2 — Berechnung der Schichtdicke d bei der Laserwellenlänge 632,8 nm aus Ein-Winkel-Messungen bzw. Fit auf die Schichtdicke bei einer Drei-Winkel-Messung, Brechungsindex $n(\lambda)$ nach Verweisung [2] **33**

Tabelle A.3 — Fit auf Schichtdicke d und Brechungsindex $n(\lambda)$ im Spektralbereich 192 nm bis 1 700 nm (Modell: zwei transparente Lorentz-Oszillatoren) **34**

Tabelle A.4 — Berechnung der Schichtdicke d und des Brechungsindex n bei der Laserwellenlänge 632,8 nm aus Ein-Winkel-Messungen und Fit auf Schichtdicke d und Brechungsindex n bei einer Drei-Winkel-Messung **34**

Tabelle A.5 — Ergebnis des Schichtdickenfits von SiO_2 auf Si mit D_{RMS}-Minima: Fit in den Wellenlängenbereichen 192 nm bis 1 700 nm und 400 nm bis 1 700 nm bei AOI 65°, 70° und 75° **35**

Tabelle A.6 — Abhängigkeit des Fitergebnisses d_{fit}, der Unsicherheiten u_{fit} and u_{mod} sowie des D_{RMS}-Minimums bei der Schichtdickenbestimmung eines thermischen Siliziumoxids auf Silizium im Spektralbereich 400 nm bis 900 nm von der gewählten Fitprozedur **38**