

# DIN 50989-5:2023-12 (D/E)

Ellipsometrie - Teil 5: Modell Mehrfachschichten und periodische Schichten; Text  
Deutsch und Englisch

Ellipsometry - Part 5: Multiple layers and periodic layers model; Text in German and  
English

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	4
Einleitung .....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen .....	6
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	6
3.1 Begriffe .....	6
3.2 Symbole und Abkürzungen .....	6
4 Modell Mehrfachschichten und periodische Schichten .....	7
4.1 Strahlengang und Klassifizierung von Mehrfachschichten und periodischen Schichten .....	7
4.1.1 Strahlengang .....	7
4.1.2 Klassifizierung von Mehrfachschichten und periodischen Schichten.....	9
4.2 Annahmen.....	11
4.3 Besonderheiten des Modells Mehrfachschichten und periodische Schichten.....	13
4.4 Validierung.....	13
4.5 Messunsicherheit .....	15
4.5.1 Messunsicherheit der ellipsometrischen Transfergrößen $\Psi$ und $\Delta$ .....	15
4.5.2 Messunsicherheit $u_d$ der Schichtdicke $d$ .....	16
5 Prüfbericht .....	17
Anhang A (informativ) Ergänzungen zum Modell Mehrfachschichten und periodische Schichten .....	19
A.1 Messbeispiel einer periodischen $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ Mehrfachschicht auf BK-7 Glas mit zusätzlicher $\text{SiO}_2$ -Schicht .....	19
A.2 Hinweise für die Messpraxis.....	21
Literaturhinweise .....	22

## Bilder

Bild 1 — Strahlengang beim Modell Mehrfachschichten und periodische Schichten exemplarisch für hoch- und niedrigbrechende periodische Schichten.....	8
Bild 2 — Mess- und Visualisierbarkeit der Monolagen-Stufen von Graphen .....	10
Bild 3 — <i>In-situ</i> Monitoring der Atomic Layer Deposition (ALD) von $\text{Al}_2\text{O}_3$ auf Silizium .....	10
Bild 4 — Validierung des Modells Mehrfach- und periodische Schichten bei der Bestimmung von Einzelschichtdicken $d_i$ unterscheidbarer Einzelschichtmaterialien .....	14
Bild 5 — Messung einer periodischen $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ Mehrfachschicht auf BK-7 Glassubstrat mit zusätzlicher $\text{SiO}_2$ -Schicht — mittlere quadratische Abweichung des Fits der	

Einzelschichtdicken  $d_i$  im Wellenlängenbereich 192 nm bis 1 700 nm aus Fits bei verschiedenen Einfallswinkeln..... 15

Bild A.1 — Periodische Mehrfachsicht  $5 \times (\text{TiO}_2/\text{SiO}_2)$  auf einem BK-7 Glassubstrat mit zusätzlicher  $\text{SiO}_2$ -Schicht..... 19

Bild A.2 — Messung einer periodischen Mehrfachsicht  $5 \times (\text{TiO}_2/\text{SiO}_2)$  auf einem BK-7 Glassubstrat mit zusätzlicher  $\text{SiO}_2$ -Schicht: ellipsometrische Transfergröße  $\Psi$  bei Einfallswinkel (AOI) von  $55^\circ$ ,  $65^\circ$  und  $75^\circ$ ..... 20

**Tabellen**

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen ..... 7

Tabelle 2 — Annahmen beim Modell Mehrfachsichten und periodische Schichten ..... 12

Tabelle A.1 — Ergebnis des Schichtdickenfits  $d_{i,\text{fit}}$  einer periodischen Mehrfachsicht  $5 \times (\text{TiO}_2/\text{SiO}_2)$  auf einem BK-7 Glassubstrat mit zusätzlicher  $\text{SiO}_2$ -Schicht im Spektralbereich 192 nm bis 1 700 nm..... 20

**Contents**

	Page
Foreword . . . . .	4
Introduction . . . . .	5
1 Scope . . . . .	6
2 Normative references . . . . .	6
3 Terms and definitions, symbols and abbreviations . . . . .	6
3.1 Terms and definitions . . . . .	6
3.2 Symbols and abbreviations . . . . .	6
4 Multiple layers and periodic layers model . . . . .	7
4.1 Optical path and classification of multilayers and periodic layers . . . . .	7
4.1.1 Optical path . . . . .	7
4.1.2 Classification of multilayers and periodic layers . . . . .	9
4.2 Assumptions . . . . .	11
4.3 Special characteristics of the multiple layers and periodic layers model . . . . .	12
4.4 Validation . . . . .	13
4.5 Measurement uncertainty . . . . .	15
4.5.1 Measurement uncertainty of the ellipsometric transfer quantities $\Psi$ and $\Delta$ . . . . .	15
4.5.2 Measurement uncertainty $u_d$ of the layer thickness $d$ . . . . .	16
5 Test report . . . . .	18
Annex A (informative) Additions to the multiple layers and periodic layers model . . . . .	19
A.1 Measurement example for a periodic $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ multilayer on a BK-7 glass substrate with an additional $\text{SiO}_2$ layer . . . . .	19
A.2 Recommendations for measuring praxis . . . . .	21
Bibliography . . . . .	22

## Figures

Figure 1 — Optical path in the multiple layers and periodic layers model for high and low refractive periodic layers . . . . .	8
Figure 2 — Measurability and visualizability of the monolayer steps of graphene . . . . .	9
Figure 3 — <i>In-situ</i> monitoring of atomic layer deposition (ALD) of Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> on silicon . . . . .	10
Figure 4 — Validation of the multilayer and periodic layer model for the determination of individual layer thicknesses $d_i$ of different individual layer materials . . . . .	14
Figure 5 — Measuring a periodic TiO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> multilayer on a BK7 glass substrate with an additional SiO <sub>2</sub> layer — root-mean-square deviation of the fit on the individual layer thicknesses $d_i$ in the wavelength range between 192 nm and 1 700 nm from fits at different angles of incidence . . . . .	15
Figure A.1 — Periodic multilayer of 5 × (TiO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> ) on a BK-7 glass substrate with an additional SiO <sub>2</sub> layer . . . . .	19
Figure A.2 — Measurement of a periodic multilayer of 5 × (TiO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> ) on a BK-7 glass substrate with an additional SiO <sub>2</sub> layer: ellipsometric transfer quantity $\psi$ at AOI of 55°, 65° and 75° . . . . .	20

## Tables

Table 1 — Symbols and abbreviations . . . . .	6
Table 2 — Assumptions for the multiple layers and periodic layers model . . . . .	11
Table A.1 — Result of the layer thickness fit $d_{i,fit}$ of a periodic multilayer of 5 × (TiO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> ) on a BK-7 glass substrate with an additional SiO <sub>2</sub> layer within the spectral region between 192 nm and 1 700 nm . . . . .	20