

Materialdaten: Zinkoxid - ZnO

Hauptquelle: a.) Landolt-Boernstein, LB III/17, Kap. 3.5, S.35ff
b.) sonstige Veröffentlichungen, Liste im Anhang

Herstellung: Triode- bzw. Magnetron Sputtern, dc- bzw. rf-Anregung

Materialart: polykristallin

Kristallart: C6v

Dichte: $\rho = 5.67526 \text{ g/cm}^3$ (bei $T=298 \text{ K}$)

E-Modul: $E_s = 120 \text{ GPa}$, (senkrecht c-Achse)

$E_p = 200 \text{ GPa}$, (parallel c-Achse)

Poissonzahl: $\nu = 0.36$

Schichtspannungen: $\sigma = 0.1 - 0.5 \text{ GPa}$ (1 - 5 μm)

Schmelzpunkt: $T_m \approx 2300 \text{ K}$

Thermische Ausdehnungskoeff.:

(interferometrische und kapazitive Meßmethode)

- parallel c-Achse: $\alpha_p = 2.92 \cdot 10^{-6} \text{ (1/K)}$, ($T=300\text{K}$)

- senkrecht c-Achse: $\alpha_s = 4.75 \cdot 10^{-6} \text{ (1/K)}$, ($T=300\text{K}$)

Wärmekapazität: $\chi = 54 \text{ W/mK}$

Abscheidungstemp.: $T_S = 400 - 450^\circ\text{C}$

Widerstand: $\Omega = 3 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^{10} \text{ Ohm} \cdot \text{cm}$ (Flik, Twente)

dielektr. Konstante: $\epsilon = 10.3$

pyroelektr. Koeff.: $p^\sigma = 1.4 \cdot 10^{-9} \text{ C/Kcm}^2$, Dicke: 1 μm (Muller 87)

piezoelektrische Koeff.: (Einheiten: m/V bzw. C/N)

$d_{31} = -5.1 \cdot 10^{-12} \text{ C/N}$ (Muller 87)

$d_{33} = 14.4 \cdot 10^{-12} \text{ C/N}$

$d_{15} = -8.3 \cdot 10^{-12} \text{ C/N}$ (Schiller, Polla)

$d_{31} = -5.0 \cdot 10^{-12} \text{ C/N}$

$d_{33} = 12.4 \cdot 10^{-12} \text{ C/N}$

$d_{31} = 6.6 \cdot 10^{-12} \text{ C/N}$ (Twente, Sushi 90)

Werte-Tabelle: α_p : parallel c-Achse,

Tabelle: α_p (1/K) - T (K)

-0.18e-7	9
-0.59e-7	13
-1.20e-7	17
-2.50e-7	22.5
-4.80e-7	30
-7.20e-7	40
-8.85e-7	60
-8.65e-7	80
-6.20e-7	100
-1.60e-7	120
5.00e-7	150
15.1e-7	200
22.5e-7	250
29.2e-7	300
38.2e-7	400
43.8e-7	500
47.0e-7	600
49.0e-7	700
49.8e-7	800

Werte-Tabelle: α_s : senkrecht c-Achse,

Tabelle: α_s (1/K) - T (K)

-0.09e-7	9
-0.26e-7	13
-0.60e-7	17
-1.45e-7	22.5
-2.70e-7	30
-4.10e-7	40
-5.15e-7	60
-3.80e-7	80
0.40e-7	100
6.40e-7	120

16.9e-7	150
28.8e-7	200
39.0e-7	250
47.5e-7	300
60.7e-7	400
71.5e-7	500
78.5e-7	600
81.3e-7	700
83.0e-7	800

χ : thermal conductivity kappa, (steady-state longitudinal heat flow),

wobei: $\chi_{\text{average}} = 1/3 (2\chi_{11} + \chi_{33})$

Tabelle: χ_{average} (W/Km) - T(K)

530	30
450	40
390	50
310	65
260	80
210	100
134	150
95	200
72	250
54	300

c_{ij} : elastic moduli cE (dyn/cm²), T = 25°C

$$c_{11} = 209.7e10$$

$$c_{33} = 210.9e10$$

$$c_{12} = 121.1e10$$

$$c_{13} = 105.1e10$$

$$c_{44} = 42.47e10$$

$$c_{66} = 44.29e10$$

s_{ij} : elastic compliances (cm²/dyn), T = 25°C

$$S_{11} = 7.858e-13$$

$$S_{33} = 6.940e-13 \quad \text{auch } 8.3e-13$$

$$S_{12} = -3.432e-13$$

$$S_{13} = -2.206e-13$$

$$S_{44} = 23.570e-13$$

$$S_{66} = 22.580e-13$$

T_{sij} : temp.coeff. of elastic constants (1/K)

d_{ij} : piezoelectrical coeff. (estE Ldg/dyn), RT

$$d_{15} = -30 \dots -40 \text{e-8}$$

$$d_{31} = -14.1 \text{e-8} \quad \text{auch } -15.63 \text{e-8}$$

$$d_{33} = 36 \text{e-8} \quad \text{auch } 31.8 \text{e-8}$$

e_{ij} : piezoelectrical moduli (estE Ldg/cm²), RT

$$e_{15} = -9.30 \text{e4}$$

$$e_{31} = -4.80 \text{e4} \quad \text{auch } -18.3 \text{e4}$$

$$e_{33} = 33.00 \text{e4} \quad \text{auch } 34.2 \text{e4}$$

hydrostatic piezoelectric modulus, bei C6v: $d_h = 2 \cdot d_{31} + d_{33}$

$$d_h < 0.6 \text{e-8}$$

k_{ij} : electromechanical coupling factor, RT

$$k_{15} = 0.285$$

$$k_{31} = 0.182 \quad \text{auch } -0.220 / -0.189$$

$$k_{33} = 0.400 \quad \text{auch } 0.472 / 0.408$$

$$k_t = 0.310 \quad \text{auch } 0.280$$

p : pyroelectric constants (10e-10 As/cm²K)

$$p_e \text{ parallel } c \quad T(K)$$

$$p_x \text{ parallel } c \quad T(K)$$

ϵ_{ij} : dielectric permittivity, RT

$$\epsilon_{11}^T = 9.26$$

$$\epsilon_{33}^T = 11.0 \quad \text{auch } 8.2$$

$$\varepsilon_{11}^S = 8.33$$

$$\varepsilon_{33}^S = 8.84$$

β_{ij} : impermeability, RT

$$\beta_{ij}^T = 0.122$$