

LM02 - Funktionswerkstoffe

Grundlagen

	Al_2O_3	$2rO_2(1/2O_3)$	Sic	$Si_3N_4(X_2)$
ρ	3,9 - 3,95 g/cm ³	6	3,14	3,2
Bergheit	240 - 470	950	350	750
Durchf. Zeit	2000 - 4000	2200	2000	3000
Temperatur	4,2 - 4,7	10,5	2,8	7
HW	270 - 380	240	350	305
Wärmeleitf.	4000 - 1800	1250	2500	1650
Wärmeleitf.	24 - 30	2,5	100	21
Leitfähigkeit	7,5	10,4	2,5	3,2

Ionenbindung

- Elektronen zum Element mit m. Valenzelektronen $\hookrightarrow$ Valenz
- Coulombkraft
- Atome teilen Elektronen
- Elektronen sind für jedes Atom
- Elektronen werden
- Teilchen von Elektronen

Gitterenergie

$$U = - \frac{N_A \cdot M \cdot \frac{e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r_0}}{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}$$

U : Gitterenergie
 N_A : Avogadro-Zahl
 M : Madelung-Konstante
 r_0 : Ionenabstand [m]
 n : Born-Exponent
 e : Elementarladung
 ϵ_0 : elektrische Feldkonstante

Beispiel: MgO
 Mg^{2+} : 2, O^{2-} : 2
 r_0 : 0,21 nm
 n : 7
 U : -1,1 eV

Bindungsenergie

$$U = - \frac{A}{r^n} + \frac{B}{r^m}$$

U : Bindungsenergie
 r : Abstand
 A : Anziehung
 B : Abstoßung
 n : Anziehungsexponent
 m : Abstoßungsexponent

Kristallstrukturen

Kationen (Mg^{2+}): kleiner als Anionen (O^{2-})
 Anionen (O^{2-}): größer als Kationen (Mg^{2+})
 Atomarrangements: $\rightarrow$ Kovalente Bindung
 Entzündung über e-Verbindungen: $\Delta E_{H_2} < 0,5$ eV

$\rightarrow$ Vernetzung + Vernetzung = Vernetzung
 $\rightarrow$ Vernetzung + Vernetzung = Vernetzung

Gitterkonstante

Elementarzelle: kleinste wiederholende Einheit
 Koordinationszahl: Anzahl nächster Nachbarn
 für dichteste Packung: 12
 für einfache Packung: 8
 für einfache Packung: 4

Kristallstruktur	Atom	Atom	Atom
KFZ	4	8	4
hnp	6	12	6
hnp	2	12	6

Dichtest: $NaCl, MgO, Ca, Al, Si$
 nicht dichtest: $K_2O, \alpha-Fe, Wolfram, Chrom$

Bestimmung von Oxydationsgraden: $\% = \frac{\text{Anzahl Kationen}}{\text{Anzahl Oxydationsgrade}}$

Al_2O_3 : $\frac{2}{3}$, $NaCl$: $\frac{1}{1}$, ZnS : $\frac{1}{2}$

Radioisotop: ^{60}Co : 3:0,155, 4:0,225, 6:0,444, 8:0,333

Gittersysteme

Mittlere Indizes: Schnittwinkel des Kristalls
 1. Achsenverhältnisse: a, b, c
 2. Winkel: α, β, γ
 3. Gitterkonstante: a, b, c

Formel: $n \cdot \lambda = 2d \cdot \sin(\theta)$

Formgebung

Unverformbar: schnell, neue Struktur, unvollständig, Dicht, aus Granulat
 homogene Dicht, einfache Formen, gute Toleranzen, Pulver

Extrusion: Röhre, Kat, Ziegel, Gießguss, thermoplastisch
 Spritzguss: komplexe Bauteile, Mikroteile, gute Dicht, mit Thermoplast

Sinterguss: hohe, komplexe, grobe Bauteile, schenkt Tol., poröse Bauteile
 Folienpressen: dünne Keramikfolien, Sinterbänder, Elektronik, Bauelemente

DLP: kleine Teile, hochpräzise, lange Lebensdauer, teuer
 Bänderziehen: große, dafür Röhre Teile, fast alle Met.

Gründungsart: Sch. Formgebung, über Sinter, Standardmethode

Sinter

$T_{sint} = 0,7 - 0,8 \cdot T_g$ (1050 - 2200°C) - ca. 20% Schmelzung
 HTP $\rightarrow$ Druckverfestigung
 Teilchenverformung, Kornwachstum
 Kornwachstum/Formveränderung
 Kornwachstum/Formveränderung

Transporthenomen: Diffusion, Verdampfung, Kondensation, Kornwachstum, Kornwachstum
 Teilchenverformung: Kornwachstum, Kornwachstum, Kornwachstum

Verfestigung: Kornwachstum, Kornwachstum, Kornwachstum
 Kornwachstum: Kornwachstum, Kornwachstum, Kornwachstum

Thermochem. Reaktionen: Kornwachstum, Kornwachstum, Kornwachstum
 Kornwachstum: Kornwachstum, Kornwachstum, Kornwachstum

Metallurg. Verfahren: Kornwachstum, Kornwachstum, Kornwachstum
 Kornwachstum: Kornwachstum, Kornwachstum, Kornwachstum

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Phasenveränderung: $2rO_2$ für stab. thermodynam. Pro

FSE: Fully stabilized zirconia, FSE: Partially ... TSP: therm. St. p.k

Gefügeanalyse: REM/EDS, Dicht, Dicht, Dicht

EDS: Elementanalyse, Dicht, Dicht, Dicht

Dicht & Porosität: $\rho = \frac{m}{V}$, $\rho_{rel} = \frac{m_{rel}}{V_{rel}}$

Porosität: $\rho = \frac{m}{V}$, $\rho_{rel} = \frac{m_{rel}}{V_{rel}}$

Bräunung: $\rho = \frac{m}{V}$, $\rho_{rel} = \frac{m_{rel}}{V_{rel}}$

Endbearbeitung: Dimension, 5-0,1 mm, Ebenheit, 0,05 mm, Rauheit, 0,05 mm

Designregeln: Druck, Schmelztemp., Dicht, Dicht

Materialische Eigenschaften: Dicht, Dicht, Dicht

Leitfähigkeit: $\rho = \frac{1}{\sigma}$, $\rho_{rel} = \frac{1}{\sigma_{rel}}$

Spannung/Verformung: $\rho = \frac{1}{\sigma}$, $\rho_{rel} = \frac{1}{\sigma_{rel}}$

Rissöffnungsenergie: $K_I = \sigma \sqrt{\pi \cdot a}$, $K_{Ic} = \sqrt{E \cdot G_c}$

Leitball: $\rho = \frac{1}{\sigma}$, $\rho_{rel} = \frac{1}{\sigma_{rel}}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$

Therm. Ausdehnung: $\alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{\Delta L}{\Delta T}$



