

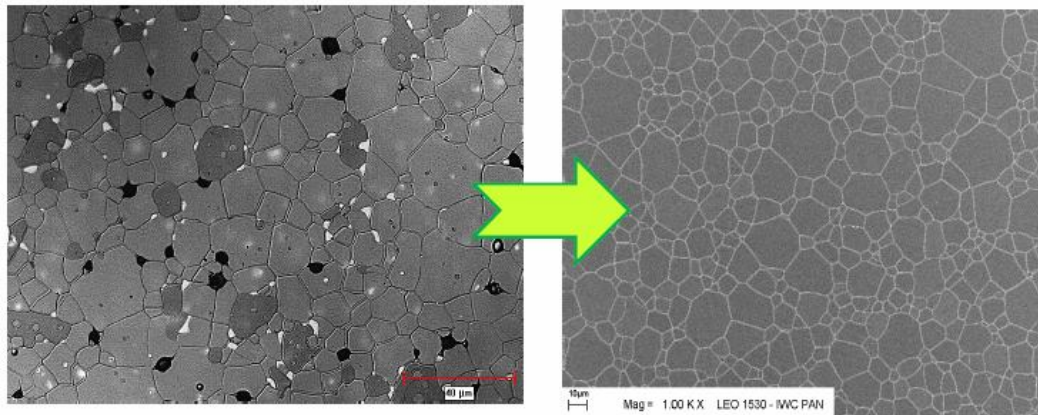
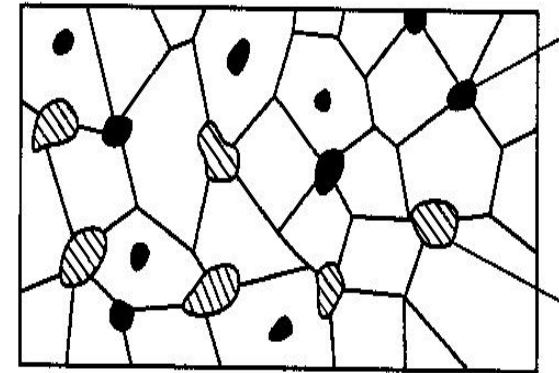
# ***Materiałoznawstwo optyczne***

## **CERAMIKA OPTYCZNA**

- „Szkło optyczne i fotoniczne”, A. Szwedowski, R. Romaniuk, WNT, 2009

## CERAMIKA OPTYCZNA

- POLIKRYSZTAŁY - ciała stałe o drobnoziarnistej strukturze, które są złożone z wielkiej liczby drobnych, chaotycznie rozmieszczonych małych kryształków (ziaren krystalicznych)
- MATERIAŁY CERAMICZNE – szczególny przypadek polikrystałów
- spiekanie - proces zagęszczenia materiałów polikrystalicznych przy termicznej obróbce  
istota – eliminacja z mikrostruktury przejściowych faz, porow, domieszek, wydzielen tak aby pozostały tylko ziarna jednofazowe, możliwie izometryczne o rozkładzie jednomodalnym oraz o czystych granicach ziarnowych (bez zanieczyszczeń i wydzielen).



## CERAMIKA OPTYCZNA

Proces spiekania:

- zwiększa się gęstość polikrystalicznego materiału,
- zwiększa się jego wytrzymałość;
- zmniejsza się objętość por;
- zwiększa się pole powierzchni kontaktu między krystalitami;
- wzrasta rozmiar ziaren;
- zmienia się kształt ziaren i sposób ich wzajemnego rozmieszczenia.
- W procesie spiekania zmniejsza się całkowita energia (dokładniej zmniejsza się energia swobodna międzyfazowych granic).

Osiągnięcie takiej mikrostruktury jest warunkiem koniecznym, ale niedostatecznym aby uzyskać transmisję i współczynniki absorpcji na poziomie monokryształu.  
Konieczne jest uzyskanie granic międzyziarnowych o grubości bliskiej 1 nm.

## CERAMIKA OPTYCZNA

- Najlepsze z punktu widzenia własności transmisji optycznej próbki spinelu otrzymano w sekwencji spiekania:
  - spiekanie swobodne w atmosferze normalnej w temperaturze nie mniejszej niż 1700°C i w czasie nie krótszym niż 1 h (zalecana 1h)
  - proces spiekania w warunkach wysokiej temperatury i ciśnienia powinien przebiegać w temperaturze 1950°C i ciśnieniu około 210 MPa przez pierwsze 10 minut, a następnie po zredukowaniu temperatury do 1800°C, winien być prowadzony przez 2 h w ciśnieniu 200MPa.



## CERAMIKA OPTYCZNA

- tworzywa szklano-ceramiczne, szkło krystalizowane, ceramika topiona
- mikrokrystaliczna, polikrystaliczna ceramika transparentna
- faza amorficzna + jedna lub więcej faz krystalicznych
- Zwykle 30-90% fazy krystalicznej
- surowiec-szkło, następnie topione i kształtowane poddane zostaje działaniu wysokich temperatur, przy którym w szkłe powstają zarodki kryształów
- po pewnym czasie wygrzewania cała masa szkła krystalizuje
- wskutek wzrostu kryształów utworzy się z niej masa ceramiczna
- zarodki kryształów powstają w całej objętości masy szklanej, a ich ilość w jednostce objętości może być kontrolowana i sterowana
- najczęściej termin odnosi się do mieszanin tlenków aluminium, litu i krzemu
- najważniejsza zaleta – odporność na szok termiczny !

## CERAMIKA OPTYCZNA

### Zalety

- zerowa porowatość, wysoka wytrzymałość, przezroczystość/nieprzezroczystość, pigmentacja, niska lub ujemna wartość współczynnika rozszerzalności cieplnej, stabilność w wysokiej temperaturze łatwa obróbka mechaniczna, duża wytrzymałość chemiczna, biozgodność, nadprzewodnictwo, przewodność jonowa, niska stała dielektryczna, wysoka wytrzymałość na przebicie
- duża wytrzymałość mechaniczna,
- wytrzymałość na szybkie, powtarzające się zmiany temperatury rzędu 800-1000°C
- Niski współczynnik przewodności cieplnej
- prawie przezroczyste dla światła podczerwonego

## CERAMIKA OPTYCZNA

Korzyści technologii ceramicznej w porównaniu do technologii monokryształizacji

|                                   | Pojedynczy<br>kryształ    | Ceramika                 |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Czas wytwarzania                  | Tygodnie                  | Dni                      |
| Produkcja masowa                  | Trudna                    | Łatwa                    |
| Domieszkowanie                    | Niejednorodne             | Wysoka<br>jednorodność   |
| Wielkość pojedynczego<br>produktu | Wielkość<br>monokryształu | Wielkość komory<br>pieca |
| Koszt wytwarzania                 | Wysoki                    | Niski                    |

LAS-System:  $\text{Li}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times n\text{SiO}_2$

MAS-System:  $\text{MgO} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times n\text{SiO}_2$

ZAS-System:  $\text{ZnO} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times n\text{SiO}_2$

CERVIT (ZERODUR):

- zwierciadła i soczewki astronomiczne
- twardy
- bardzo mały współczynnik rozszerzalności cieplnej
- wysokie powinowactwo do powłok
- niska przepuszczalność helu
- odporność na pękanie
- Dobra stabilność chemiczna

SPODUMEN:

- posiada ujemny współczynnik rozszerzalności cieplnej

- Tlenek glinu
- Tlenek itru
- YAG (granat itrowo-aluminiowy)
- Nd: YAG (YAG domieszkowany neodymem)

MACOR

- izolator termiczny
- stabilny do  $1000^\circ\text{C}$
- mały współczynnik rozszerzalności cieplnej
- podatny w obróbce mechanicznej (skomplikowane kształty)
- Technologia laserowa, elektronika, lotnictwo, sprzęt medyczny, Chemia, wojsko, przemysł jądrowy

## CERAMIKA OPTYCZNA

Zastosowania:

- zwierciadła astronomiczne (mały współczynnik rozszerzalności cieplnej)
- pręty laserowe do laserów ciała stałego
- Elementy modulujące dobroć wnęki rezonatorów optycznych-Q switch
- Osłony czujników pocisków samonaprowadzających tzw. RADOMES
- Osłony balistyczne wizjerów pojazdów opancerzonych
- Narzędzia tnące
- przezroczyste okna zbrojone
- Noktowizory (NVD)
- termografia