



Badania anihilacji pozytonów i fotoluminescencji dla nanostrukturalnego ZnO

Andrzej Karbowski, Kamil Fedus, Grzegorz Karwasz

Zakład Dydaktyki Fizyki, Instytut Fizyki

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Kazimierz Dolny, 13 czerwca 2012 r.

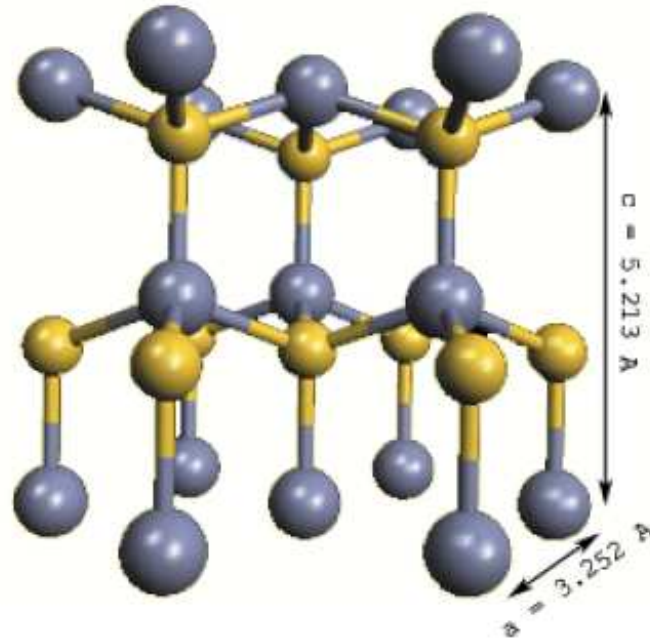
Plan prezentacji

1. Wstęp.
2. Badania fotoluminescencji i XRD dla ZnO.
3. Pomiar czasu życia pozytonów dla ZnO.
4. Wyniki badań AFM.
5. Podsumowanie.

Tlenek cynku

- półprzewodnik II-VI, szeroka przerwa energetyczna 3,4 eV w $T=300\text{ K}$,
- diody świecące (LED) i lasery w obszarze niebieskim i UV oraz detektory UV,
- wysokotemperaturowe, bezprzewodowe systemy komunikacji pracujące na częstotliwości powyżej 5 GHz,
- czujniki gazu, ogniwa fotowoltaiczne,
- dodatek do farb i lakierów, od 1834 r. jako „biel chińska” stosowany w farbach olejnych,
- w kosmetyce i ceramice,
- wypełniacz i stabilizator gumy (opony), kauczuku i tworzyw sztucznych,
- do produkcji mas izolacyjnych, zasypek, środków do impregnacji drewna,
- ma działanie antybakteryjne i przyspiesza gojenie ran. Z tego powodu jest używany jako składnik maści i zasypek leczących różne choroby skóry,
- w stomatologii stosowany do tymczasowych wypełnień.

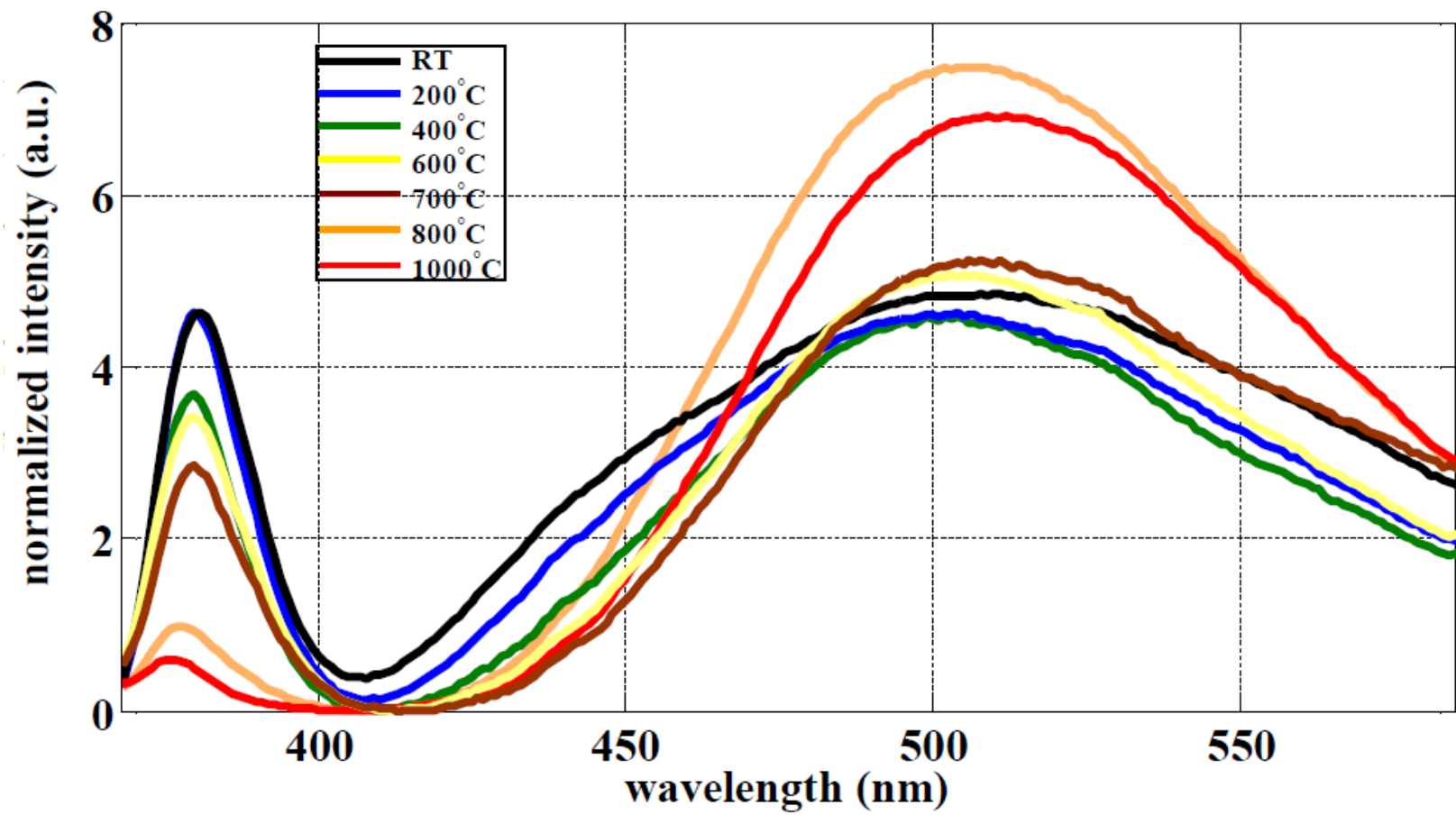
Struktura krystaliczna tlenku cynku



Wurcyt – najczęściej występująca faza ZnO

Próbki ZnO

- pastylki uzyskano z nanostrukturalnego proszku ZnO firmy Sigma Aldrich,
- proszek sprasowano pod ciśnieniem 250 MPa,
- wygrzano przez 12 godzin w 7 temperaturach: 150°C, 200°C, 400°C, 600°C, 700°C, 800°C i 1000°C.



Wyniki badań fotoluminescencji próbek ZnO

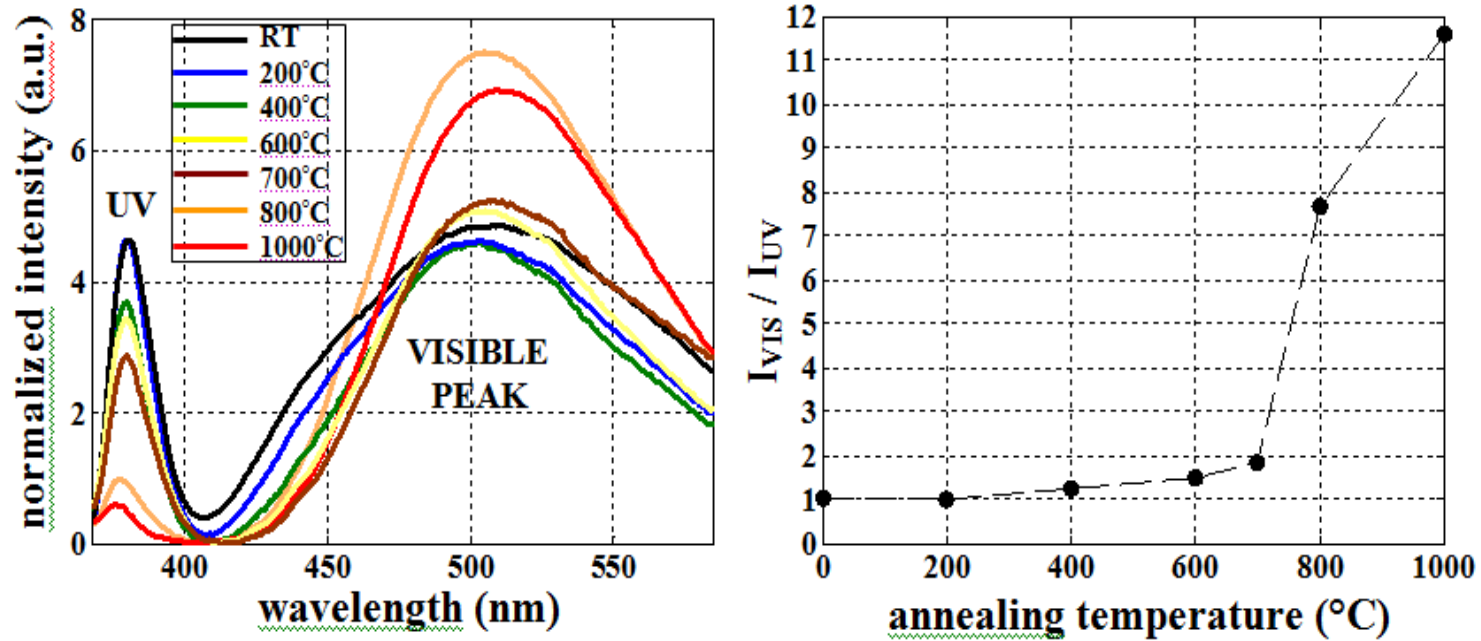
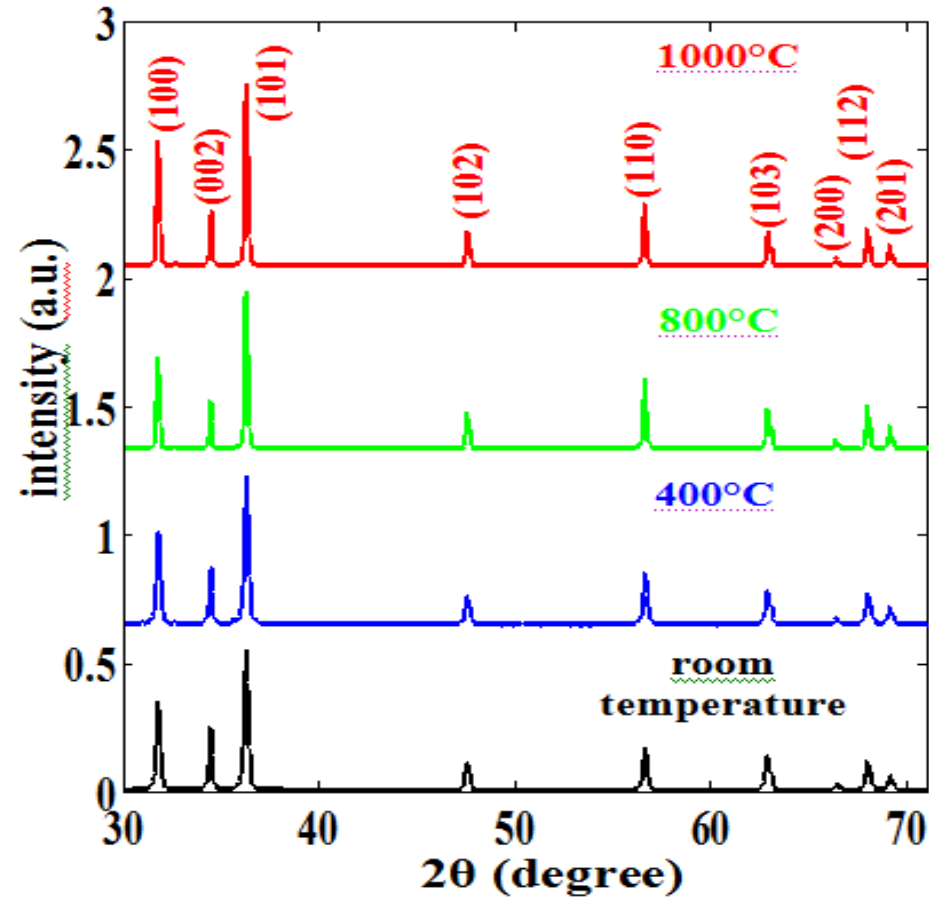


Fig. 2. (a) Photoluminescence spectra of ZnO pellets annealed at different temperatures for an excitation wavelength of 325 nm; (b) the ratio of visible to UV emission peaks (I_{VIS} / I_{UV}) in function of annealing temperature.

Wyniki XRD dla ZnO

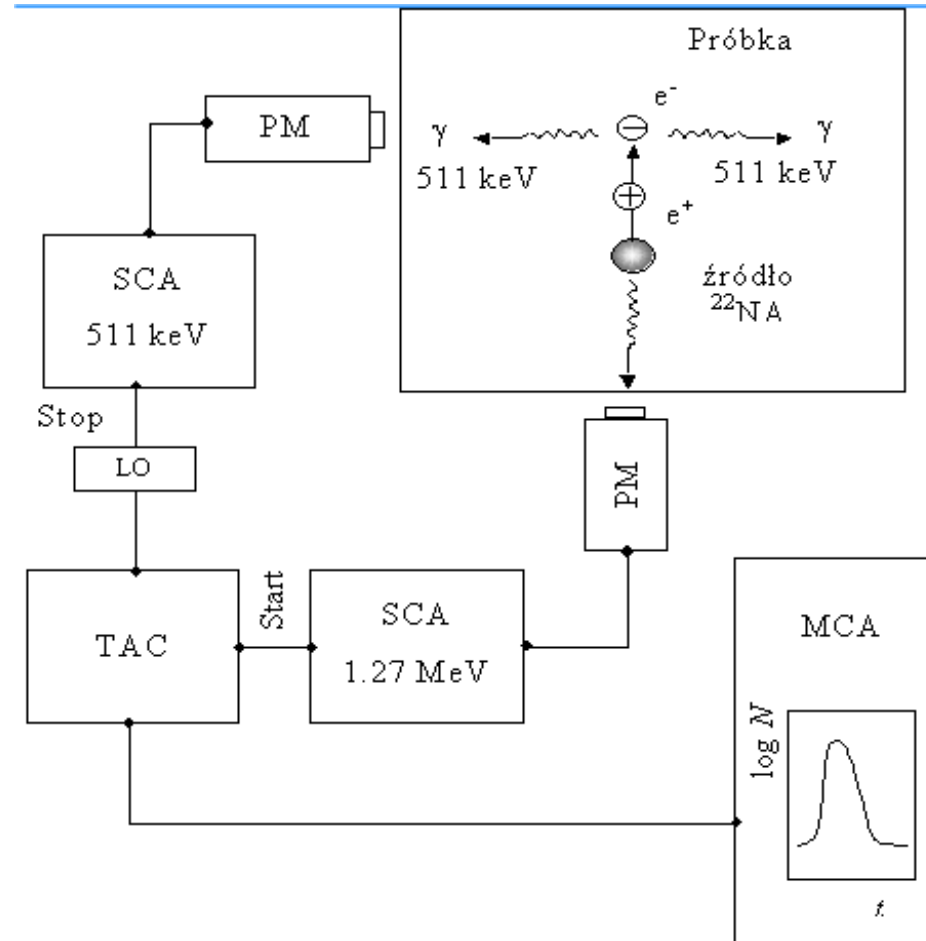


Wyniki XRD dla próbki niewygrzewanej i próbek wygrzewanych w temperaturach 400°C, 800°C i 1000°C.

No	Sample	Lorentz diam. [nm]
1	powder	94.9 ±0.6
2	400°C	95.3 ±0.6
3	800°C	246.8 ±4.2
4	1000°C	293 ±7

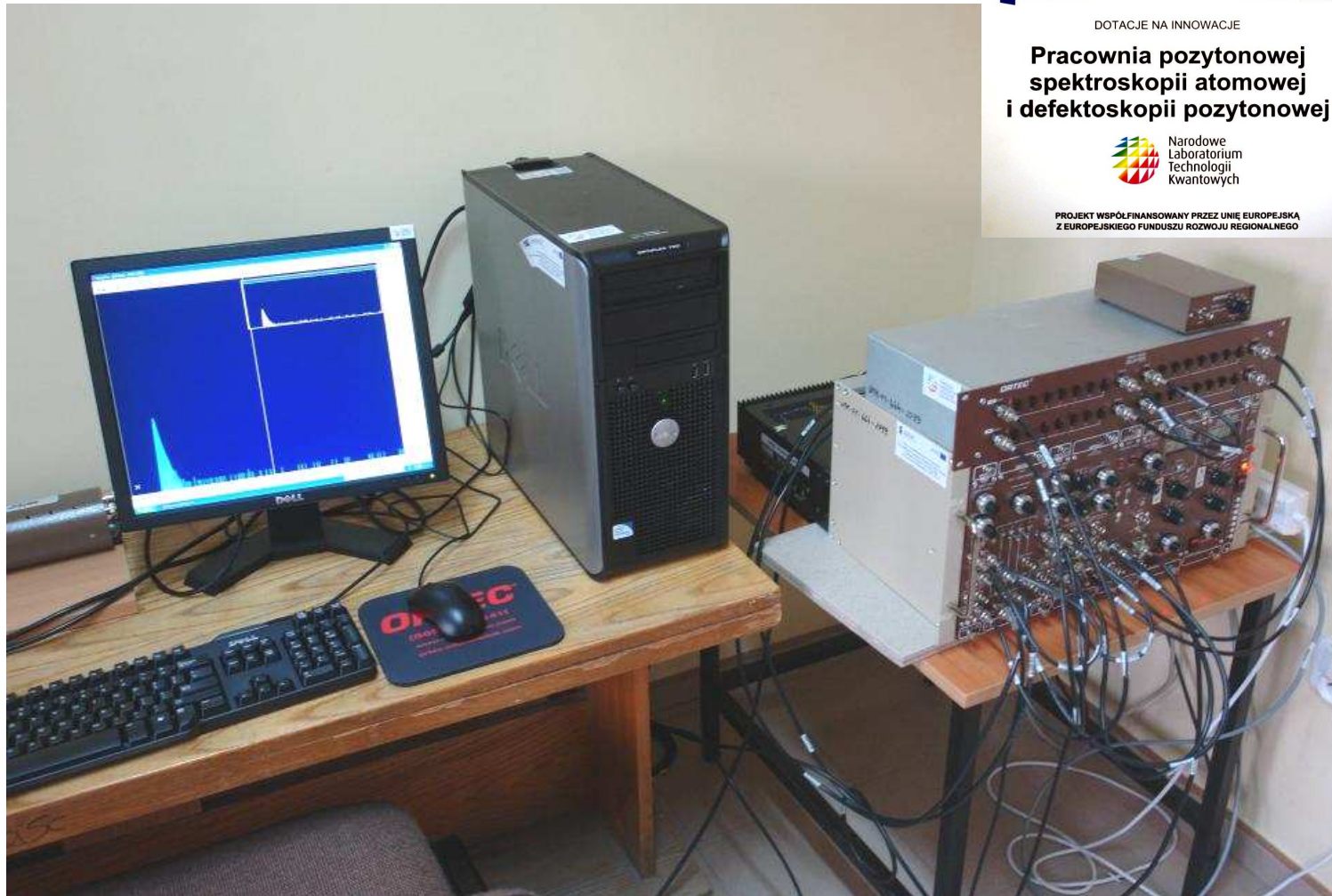
- średni rozmiar ziarna nanokrystalicznego ZnO zależy od temperatury wygrzewania,
- analizę danych przeprowadzono za pomocą programu TOPAS.

Technika pomiarów czasów życia pozytonów



Schemat spektroskopu czasów życia pozytonów typu fast-fast.

PM – fotopowielacz, SCA – analizator jednokanałowy i dyskryminator energetyczny, TAC – konwerter czas-amplituda, MCA – analizator wielokanałowy, LO – linia opóźniająca.



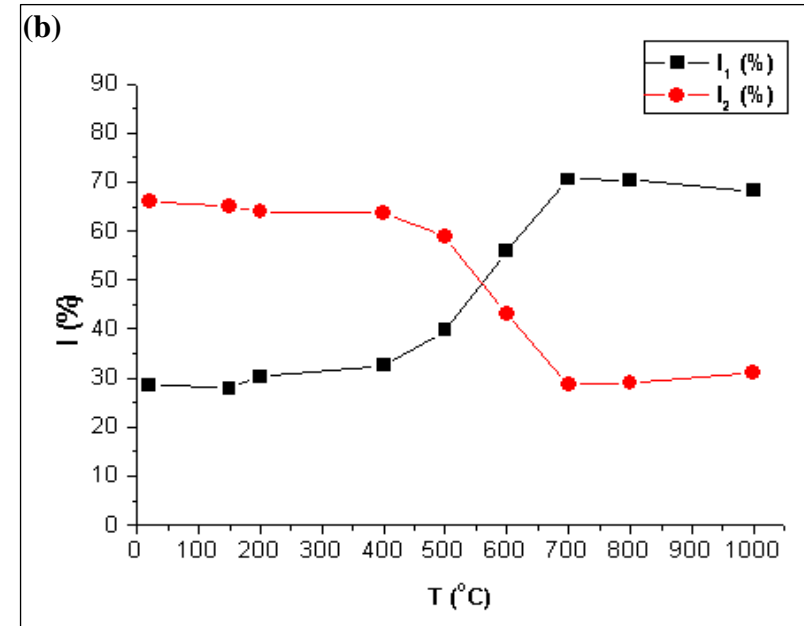
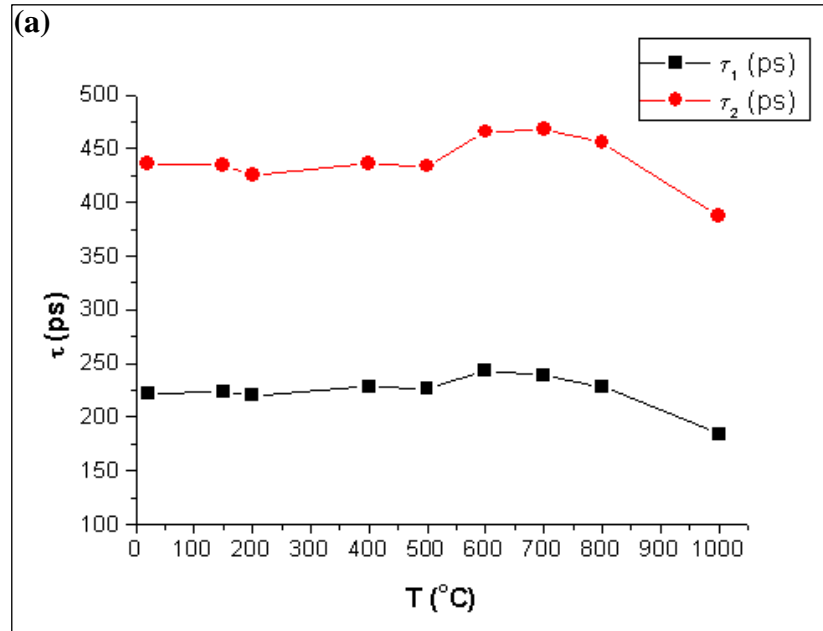
System pomiarowy Ortec PLS w Pracowni Pozytonowej Spektroskopii Atomowej i Defektoskopii Pozytonowej (Instytut Fizyki, UMK Toruń), Narodowe Laboratorium Technologii Kwantowych.

Zestaw doświadczalny ORTEC PLS (Positron Lifetime System)

System pomiarowy do badania czasów życia pozytonów:

- szybkie plastikowe scyntylatory (St. Gobain BC418)
i szybkie fotopowielacze RCA,
- źródło pozytonów ^{22}Na , 10 μCi ,
- FWHM = 180 ps,
- analizę wyników przeprowadzono przy pomocy programu LT, którego autorem jest Prof. J. Kansy.

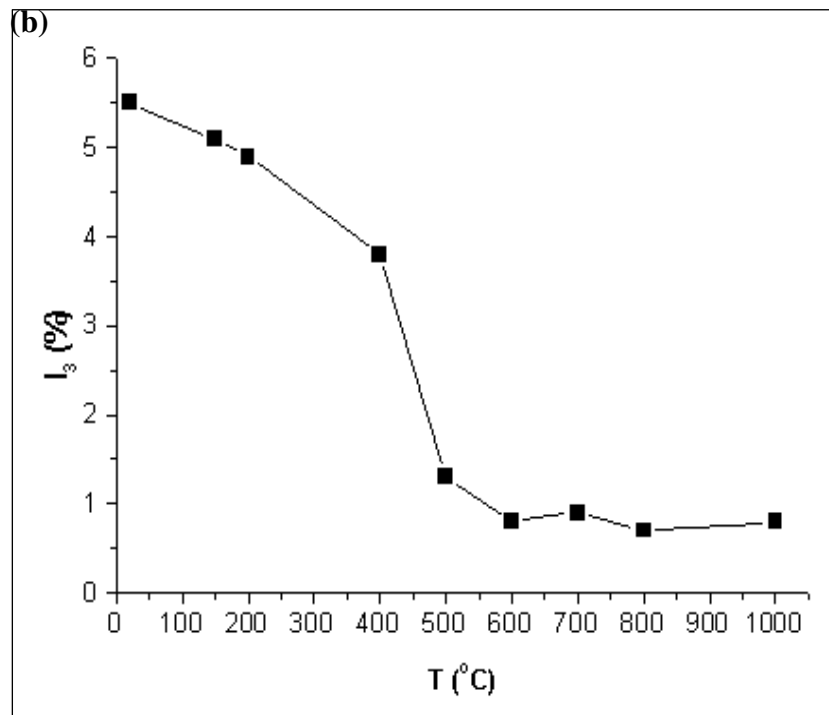
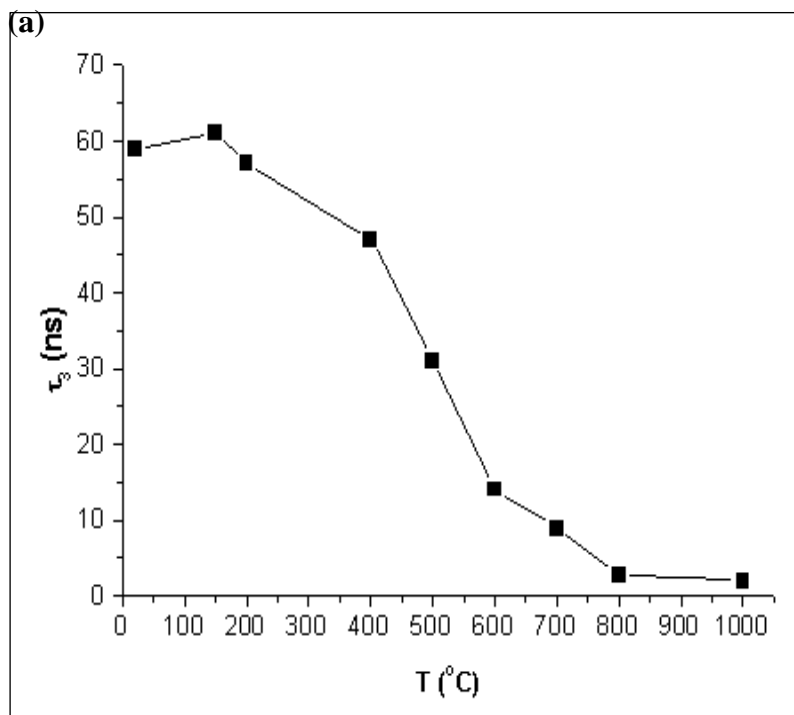
Wyniki badań anihilacji pozytonów dla próbek ZnO



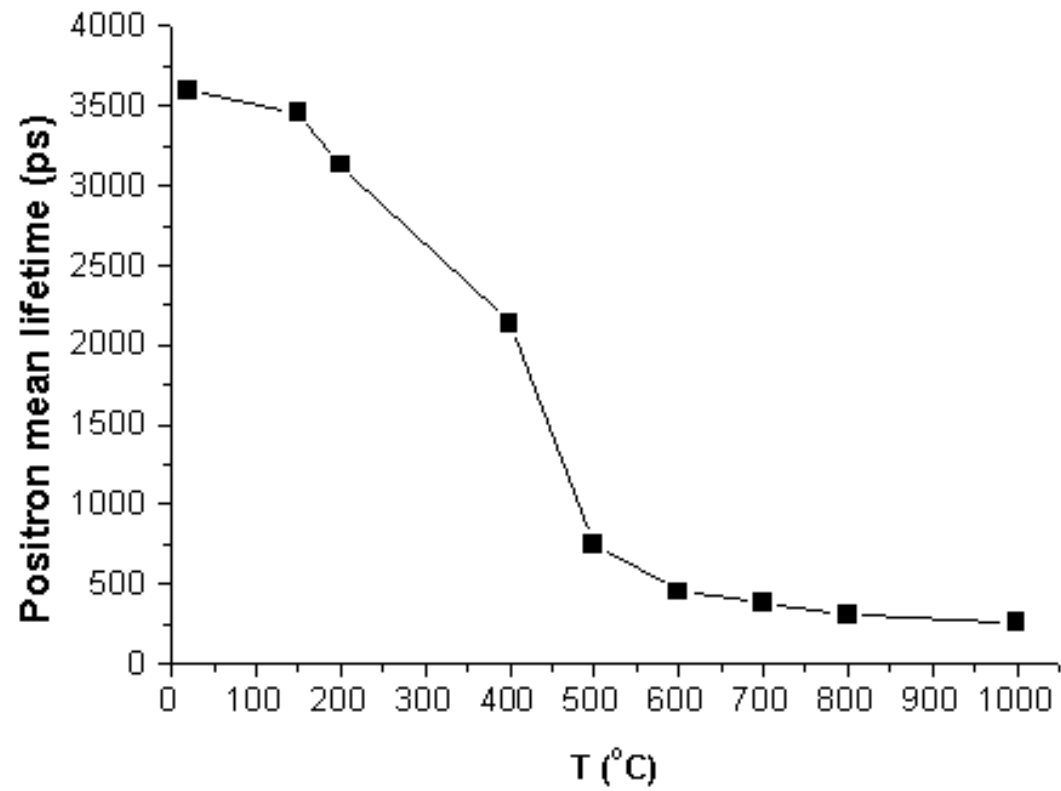
Czasy życia pozytonów:

τ_1 – anihilacja pozytonów w defektach ziaren, dominujące defekty to skupiska wakancji cynkowych V_{Zn} ,

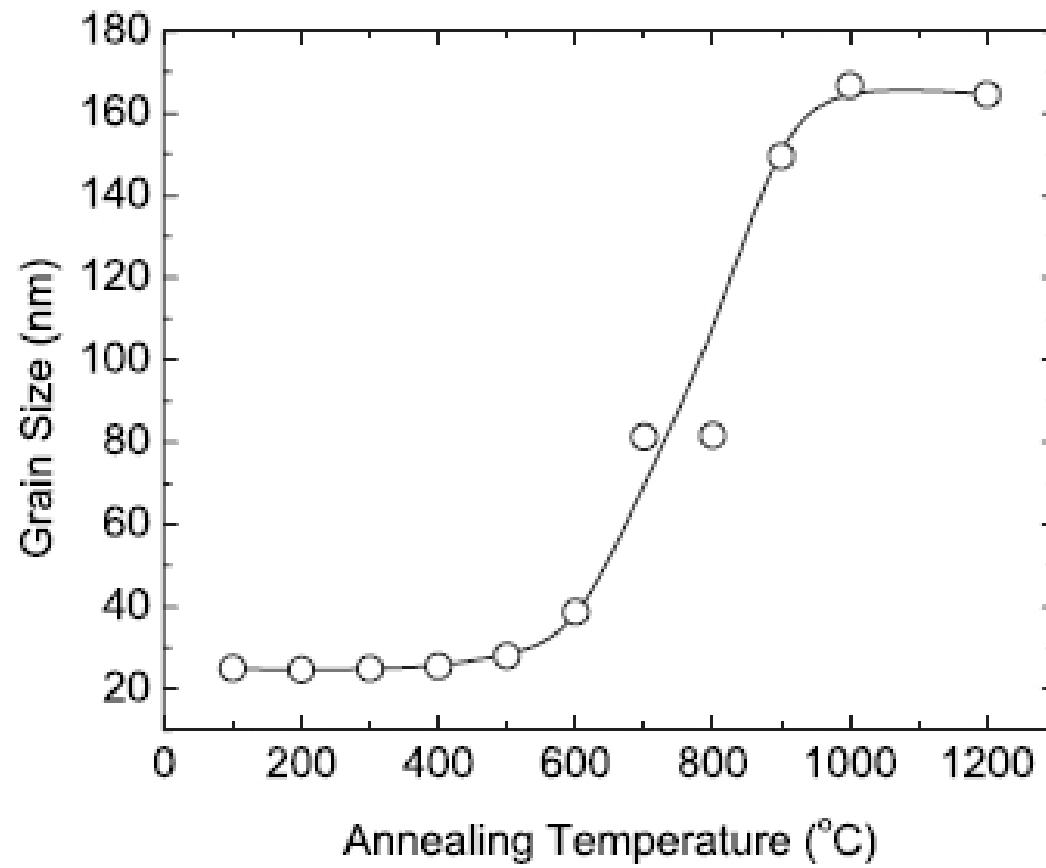
τ_2 – anihilacja pozytonów w otwartych przestrzeniach, między granicami ziaren.



τ_3 - anihilacja o-Ps w dużych otwartych przestrzeniach.



Średni czas życia pozytonów w próbkach ZnO.



Wang i in., JAP 107 2010

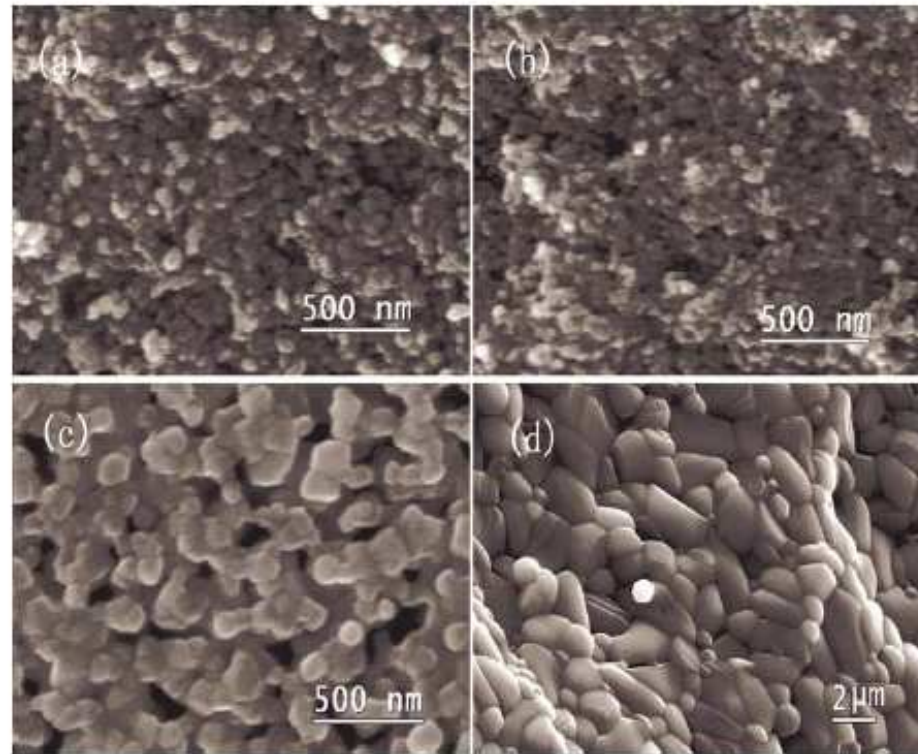


FIG. 3. (Color online) SEM micrographs of ZnO nanocrystals annealed at (a) 100 °C, (b) 400 °C, (c) 700 °C, and (d) 1000 °C.

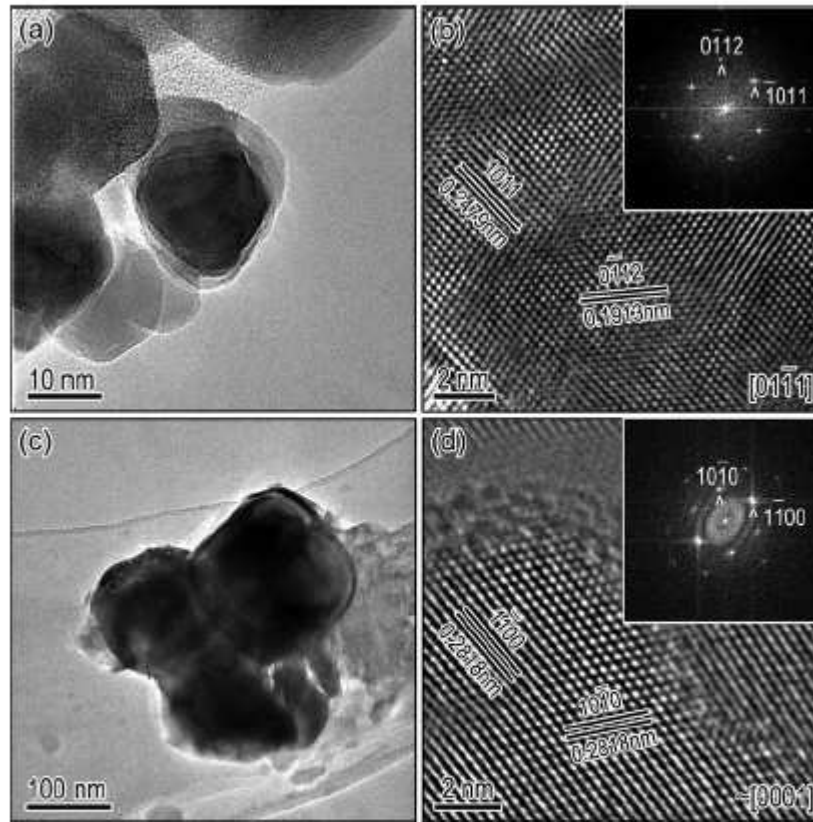
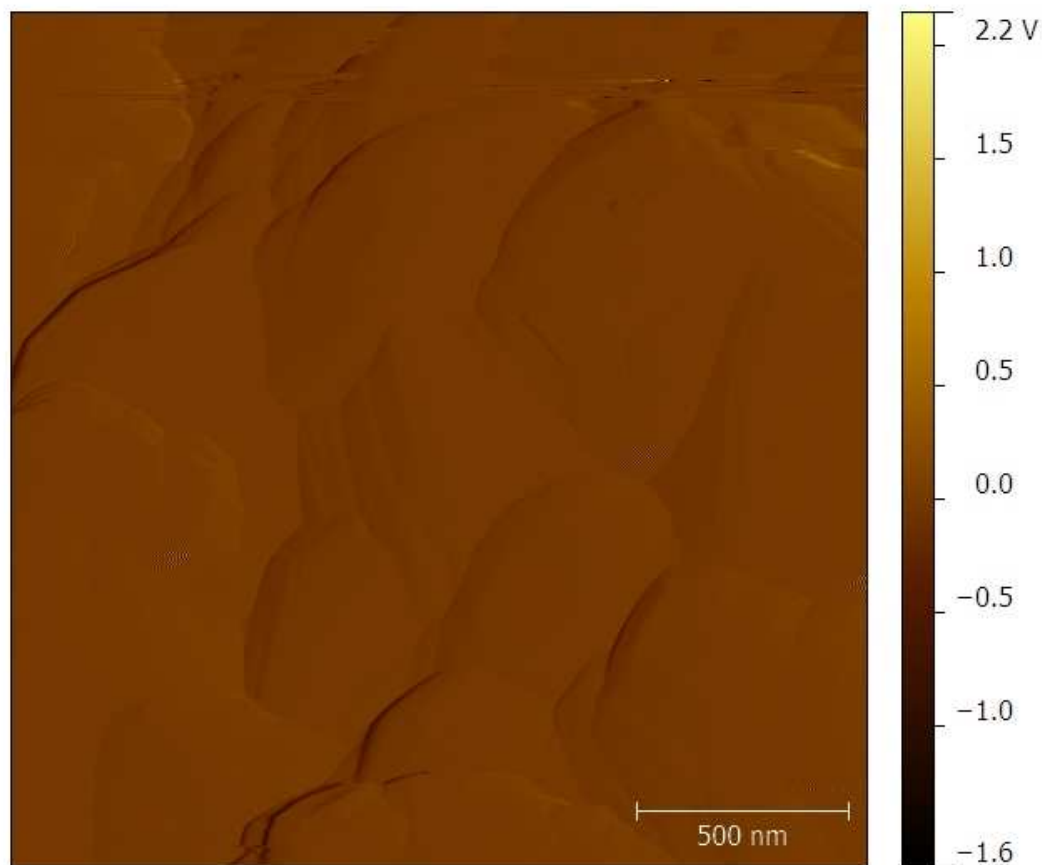


FIG. 4. (a) TEM and (b) HRTEM image of ZnO nanocrystals annealed at 100 °C and (c) TEM and (d) HRTEM image of ZnO nanocrystals annealed at 1000 °C. Insets of (b) and (d) are the fast Fourier transform of the TEM image.

Wang i in., JAP 107 2010



Centrum Optyki Kwantowej



Zdjęcie ZnO wygrzanego w temperaturze 1000 °C z mikroskopu AFM wykonane przez dr. Janusza Strzeleckiego w Centrum Optyki Kwantowej w Toruniu.

Podsumowanie

1. Za świecenie w zakresie zielonym nie są odpowiedzialne wakancje cynkowe wewnątrz ziaren ZnO.
2. Prawdopodobnie za to świecenie odpowiedzialna jest chemisorpcja tlenu na powierzchni wygrzewanych próbek ZnO.



Podziękowania:

Prof. Grzegorz Karwasz

Dr Kamil Fedus

Dr Jaromir Patyk

Mgr Łukasz Bujak

Mgr Krzysztof Służewski

Dziękuję bardzo za uwagę!