

Cz. Kajtoch¹, Cz. Kuś¹

Własności dielektryczne monokryształów $\text{Pb}(\text{Cd}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$

WSTĘP

$\text{Pb}(\text{Cd}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ (w skrócie PCN) należy do ferroelektryków typu perowskitu z silnie rozmytym przejściem fazowym o charakterze relaksacyjnym [1] (przejście z fazy ferroelektrycznej do paraelektrycznej).

Warunki otrzymywania monokryształów PCN po raz pierwszy podano w pracy [2], gdzie przedstawiono też zależności $\epsilon(T)$ i $\text{tg}\delta(T)$. $\epsilon(T)$ - przenikalność dielektryczna materiału, $\text{tg}\delta(T)$ tangens kąta strat, otrzymane przy częstotliwości pola pomiarowego równej 5 MHz (w przedziale temperatur 293K-723K). Maksymalna wartość występowała w temperaturze ok. 543K, a $\text{tg}\delta$ malał ze wzrostem temperatury. W pracy [3] przedstawiono wnioski z badań mikrodomen w dyfuzyjnych przejściach fazowych ferroelektryków PZN i PCN. W pracach [1,4,5] przedstawiono technologię i zależności $\epsilon(T)$ i $\text{tg}\delta(T)$ przy

¹ Instytut Fizyki WSP, ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków.

różnych częstotliwościach pola pomiarowego (od 2 kHz do 10 MHz).

Autorzy pracy [5] badali zależności $\xi(T)$, $\xi^{-1}(T)$, $\text{tg}\delta(T)$ dla ceramik PCN (otrzymanych metodą gorącego prasowania) przy częstotliwościach pola pomiarowego 150, 500 kHz, 1, 2, 5, 10 MHz, z których wyznaczono zależności parametru γ , charakteryzującego krzywą $\xi(T)$ od częstotliwości pola pomiarowego. Zależność $\xi(T)$ dla rozmytych przejść fazowych podawana w [6,7] ma postać:

$$\xi^{-1} = \xi_m^{-1} + A (T - T_m)^{\gamma} \quad (1)$$

A - współczynnik proporcjonalności.

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu częstotliwości pola pomiarowego (w zakresie $10^5 - 10^7$ Hz) na charakter rozmytego przejścia fazowego w monokryształach PCN.

WYNIKI DOSWIADCZALNE I WNIOSKI

Monokryształy PCN uzyskano w IF US w Katowicach metodą krystalizacji z roztworu przedstawioną w pracy [2].

Pomiary $\xi(T)$ i $\text{tg}\delta(T)$ próbek z elektrodami srebrnymi prowadzono przy pomocy mostka pojemności BM-432 (Tesla), przy częstotliwościach pola pomiarowego 150, 500, kHz, 1, 2, 5, 10 MHz. Przykładowe przebiegi $\xi(T)$, $\xi^{-1}(T)$ i $\text{tg}\delta(T)$ otrzymane przy częstotliwości 2 MHz przedstawia rys. 1. Otrzymane wartości temperatury T_m odpowiadającej ξ_{\max} leżą w przedziale 548K - 563K podczas grzania i 533-548K podczas chłodzenia, przy czym obserwowano tendencję do przesuwania się temperatury T_m w stronę niższych wartości przy wzroście

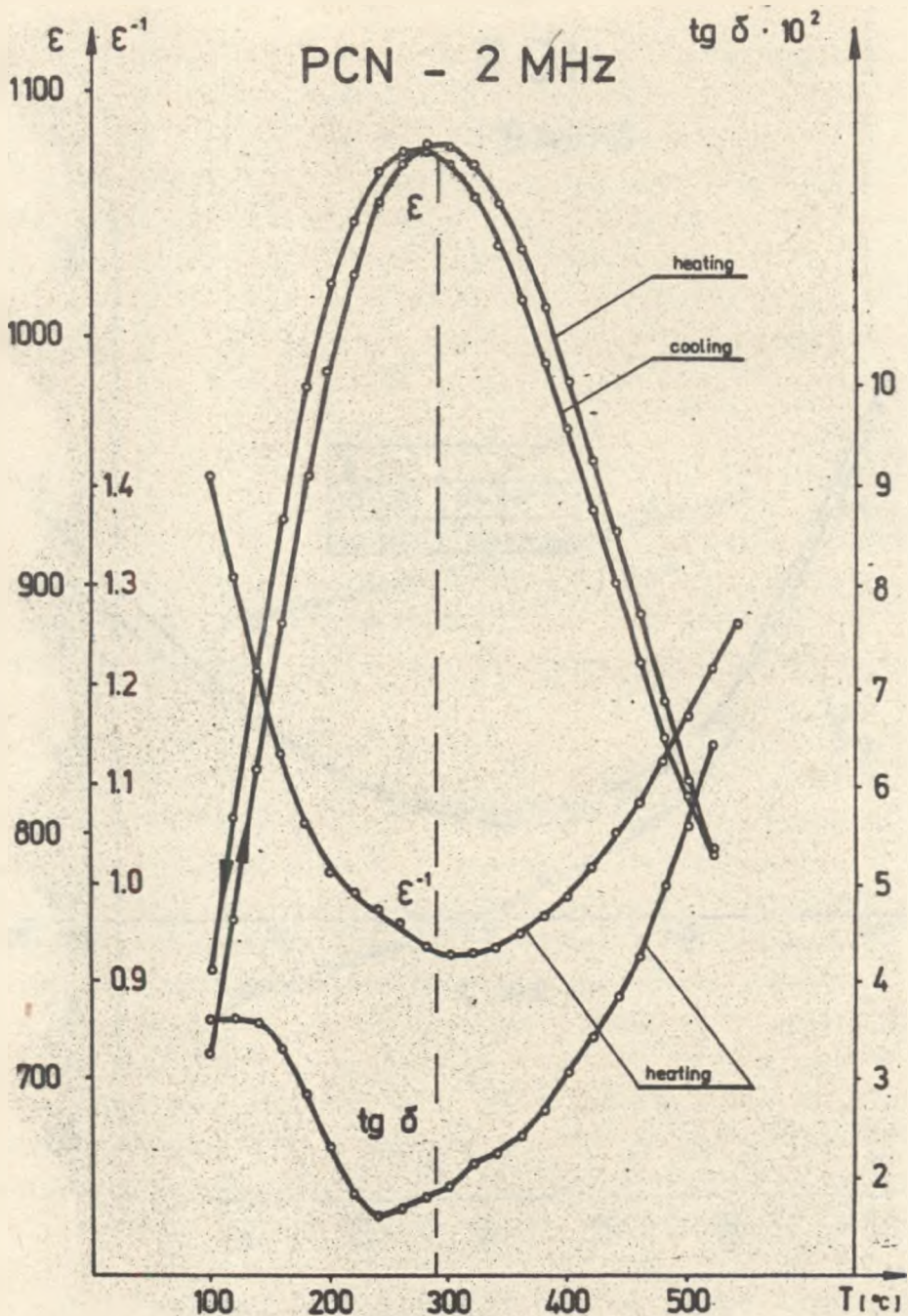
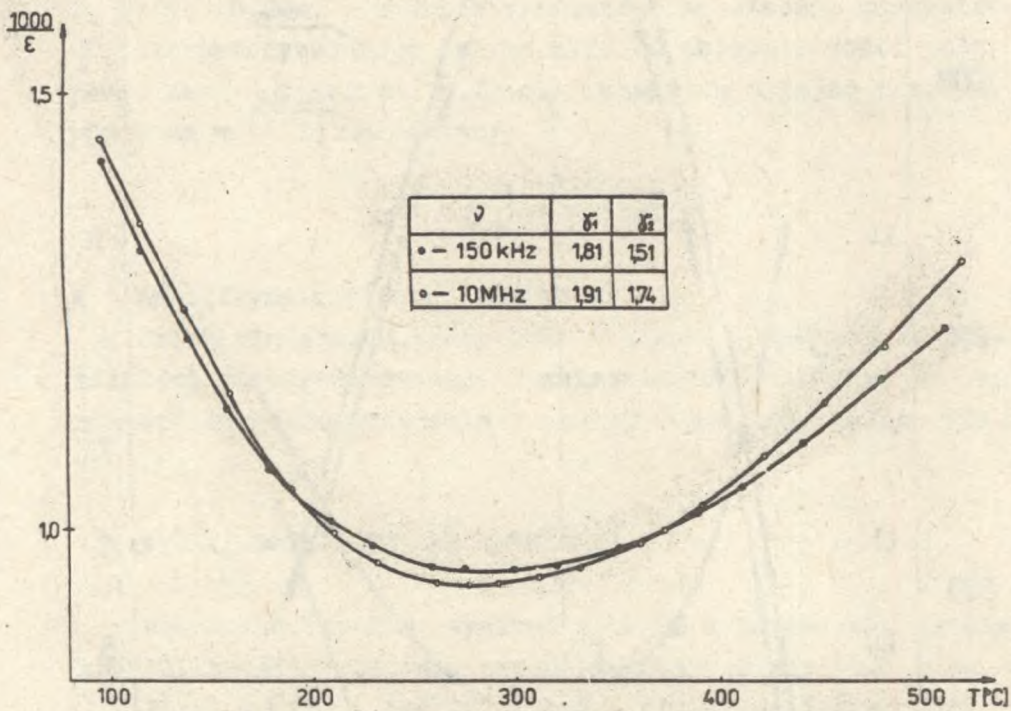
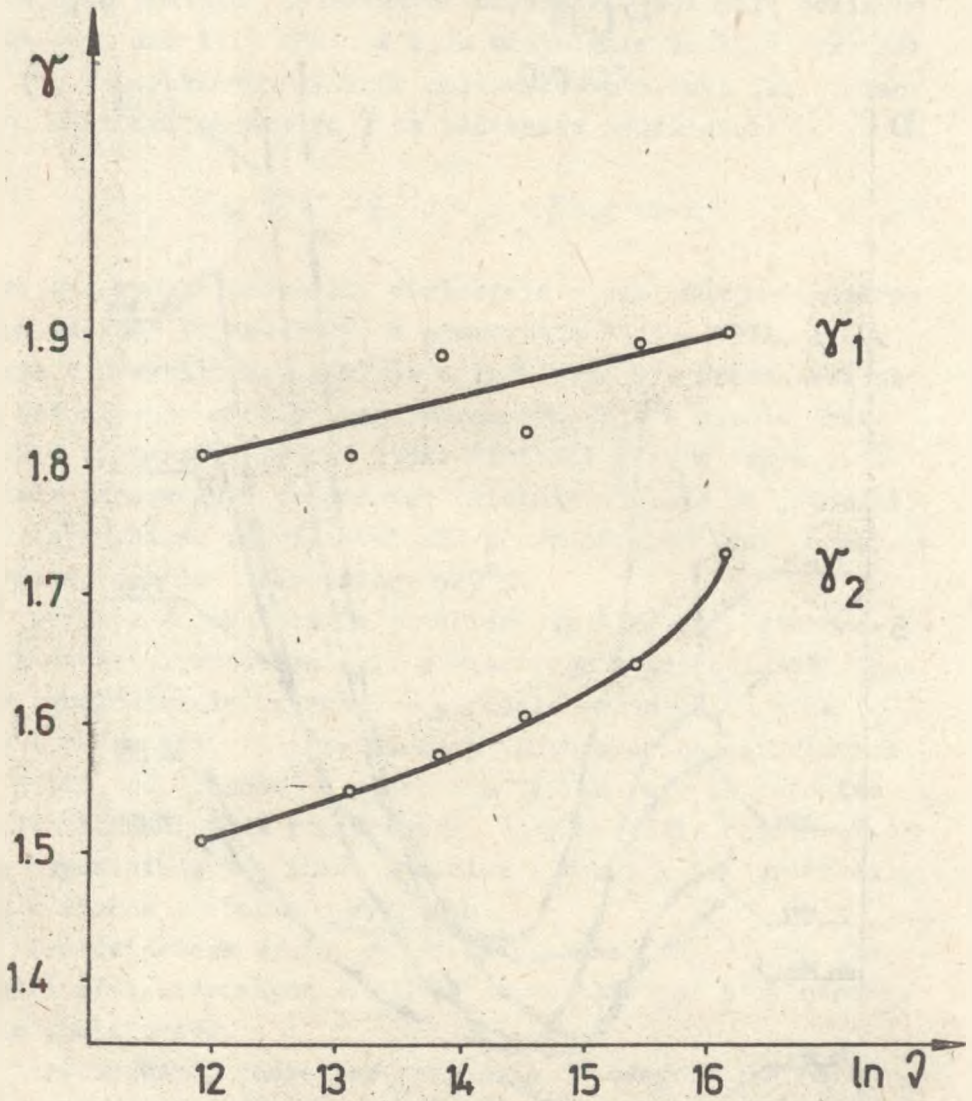


Fig. 1



Rys. 2

PCN
HEATING



Rys. 3

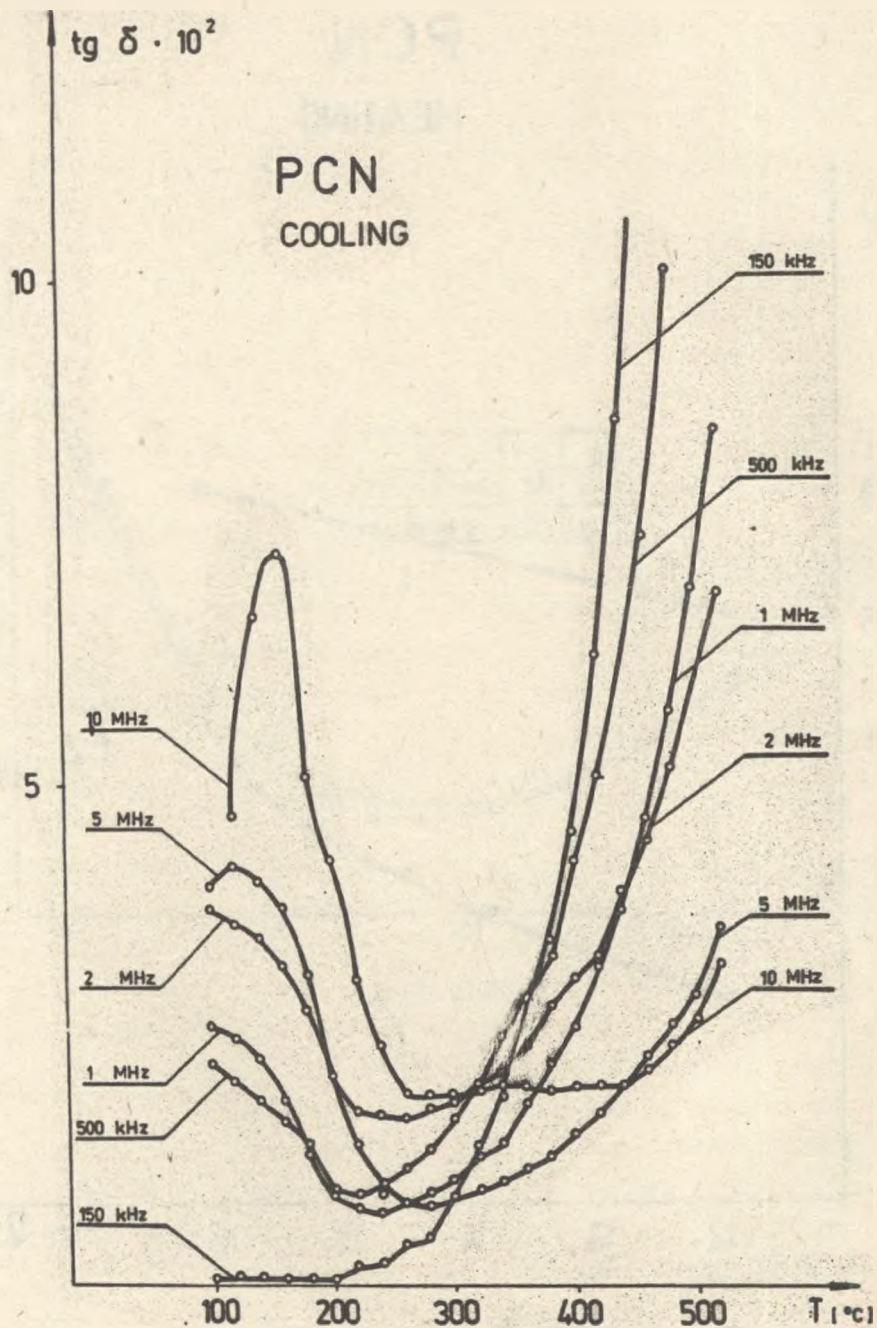


Рис. 4

częstotliwości pola pomiarowego. Różnica temperatur T_m w procesie grzania i chłodzenia wynosiła średnio 15K.

Rysunek 2 przedstawia przebieg zależności $\epsilon^{-1}(T)$ dla skrajnych wartości stosowanych częstotliwości pola pomiarowego (150 kHz i 10 MHz). W celu ułatwienia analizy wykresów $\epsilon^{-1}(T)$ z uzyskanych wyników obliczono, podobnie jak w pracy [5], wartości parametru γ na podstawie zależności:

$$\log(\epsilon^{-1} - \epsilon_m^{-1}) = c + \gamma \log(T - T_m) \quad (2)$$

Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić niezależną od temperatury wartość parametru γ_1 w przedziale 373K - 723K, która rosła w przybliżeniu liniowo z $\ln \nu$ (rys. 3). Przedstawiono tu też średnią wartość tego parametru (γ_2) w wąskim przedziale temperatur 723K - 793K. Wartości γ są w całym przedziale stosowanych temperatur istotnie większe od jedności, z czego wynika, że kryształ nie przechodzi do fazy paraelektrycznej poniżej temperatury 520^oK.

Rysunek 4 przedstawia przebiegi $\text{tg} \delta(T)$ przy stosowanych częstotliwościach pola pomiarowego w procesie chłodzenia (analogicznie uzyskano w procesie grzania). Z przebiegów tych wynika, że przy niskich temperaturach (zbliżonych do 373K) $\text{tg} \delta$ rośnie, a w pobliżu 773K maleje ze wzrostem częstotliwości pola pomiarowego. Przy wzroście częstotliwości uwydatniają się lokalne minima i maksima $\text{tg} \delta$ przesuwające się w stronę temperatur wyższych.

Przedstawione wyniki świadczą o silnej zależności własności dielektrycznych w PCN od częstotliwości przyłożonego pola pomiarowego.

Aby wyjaśnić charakter przejścia fazowego w PCN należałoby powyższe wyniki uzupełnić innymi badaniami (dylatometrycznymi, elektrycznymi, strukturalnymi). Obserwowane np.

przesunięcie maksimum ξ w kierunku temperatur niższych przy wzroście częstotliwości pola pomiarowego było już przedstawione w kilku pracach [5,8,9,10], w których nie wyjaśniono jednak w sposób rozstrzygający przyczyny tego zjawiska. Przypuszcza się, że jest ono związane z silnym wpływem przewodnictwa elektrycznego, jak również z odstępstwami od stechiometrycznego rozkładu jonów Cd i Nb.

Autorzy pragną złożyć podziękowanie prof. drowi hab. Janowi Hańderkowi za pomoc i cenne rady w czasie wykonywania tej pracy.

Cz. Kajtoch, Cz. Kuś

Dielectric properties of $\text{Pd/Cd}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ - monocrystals

A b s t r a c t

The temperature dependence of ξ and $\text{tg}\delta$ was investigated for monocrystalline sample of $\text{PbCd}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ at various measurement field frequencies.

A strong connection between dielectric properties and field frequency was established.

The γ coefficient and its temperature and frequency dependence was obtained.