

## Streszczenie

W rozprawie przedstawiono badania zmiennoprądowych właściwości elektrycznych nanokompozytów o strukturze fazowej stop ferromagnetyczny-dielektryk  $(\text{FeCoZr})_x(\text{PZT})_{(100-x)}$ , gdzie PZT oznacza ceramikę ferroelektryczną o składzie chemicznym  $(\text{Pb}_{81}\text{Sr}_4(\text{Na}_{50}\text{Bi}_{50})_{15}(\text{Zr}_{57,5}\text{Ti}_{42,5}))\text{O}_3$ . Nanokompozyty wytworzono przy pomocy rozpylania jonowego w atmosferze argonu z domieszką tlenu. Przy wytwarzaniu serii pierwszej zastosowano rozpylanie z mniejszą zawartością tlenu, natomiast przy wytwarzaniu serii drugiej – z większą. Zawartość fazy metalicznej określono przy użyciu metody rentgenowskiej mikroanalizy w skaningowym mikroskopie elektronowym.

Zbadano właściwości elektryczne nanokompozytów  $(\text{FeCoZr})_x(\text{PZT})_{(100-x)}$  przy prądzie przemiennym o częstotliwościach z zakresu  $50\text{--}10^5$  Hz dla temperaturach pomiarowych z przedziału  $80\text{--}375$  K. Określono pojemność, rezystancję, kąt przesunięcia fazowego oraz współczynnik strat dielektrycznych  $\text{tg}\delta$  nanokompozytów bezpośrednio po wytworzeniu oraz po wygrzewaniu w temperaturach  $398\text{--}893$  K z krokiem w  $25$  K. Określono wpływ obróbki termicznej na właściwości zmiennoprądowe nanokompozytów.

Dla nanokompozytów  $(\text{FeCoZr})_x(\text{PZT})_{(100-x)}$  wytworzonych w atmosferze argonu z małą zawartością tlenu określono próg perkolacji, po osiągnięciu którego przewodzenie prądu zmienia się z typu dielektrycznego na metaliczny. Wartość progu perkolacji wynosi  $x_c \approx (53,5 \pm 2)$  at.%. Ustalono, że nanokompozyty o zawartościach fazy metalicznej z zakresu od  $29,0$  at.% do  $90,0$  at.%, wytworzone wiązką jonów argonu z dużą zawartością tlenu znajdują się poniżej progu perkolacji. Zaobserwowano, że w nanokompozytach poniżej progu perkolacji występuje skokowy typ przewodności elektrycznej, polegający na tunelowaniu elektronów pomiędzy nanocząsteczkami fazy metalicznej.

Opracowano model impedancji zmiennoprądowej w nanokompozytach typu metal-dielektryk, uwzględniający kwantowo mechaniczne zjawisko tunelowania elektronów. Na podstawie założeń modelu wyprowadzono wzory na kąt przesunięcia fazowego oraz składową urojoną gęstości prądu. Przeprowadzono weryfikację doświadczalną modelu dla zależności częstotliwościowych kąta przesunięcia fazowego, tangensa kąta strat oraz pojemności dla nanokompozytów  $(\text{FeCoZr})_x(\text{PZT})_{(100-x)}$  wytworzonych rozpylaniem wiązką jonów argonu z dużą zawartością tlenu.

Ustalono, że nanokompozyty  $(\text{FeCoZr})_x(\text{PZT})_{(100-x)}$  wykazują zmiennoprądowe właściwości pojemnościowe, indukcyjne oraz rezystancyjne. Zbadano występujące w tych nanokompozytach zjawiska rezonansów prądów i napięć. Zaproponowano oraz doświadczalnie zweryfikowano schemat zastępczy nanokompozytu  $(\text{FeCoZr})_x(\text{PZT})_{(100-x)}$  o dużej zawartości tlenu.

Na podstawie uzyskanych wyników złożono zgłoszenie patentowe na sposób wytwarzania kondensatorów do układów scalonych.