

Badania mechanizmu bezdodatkowego spiekania nanoproszków azotków metalicznych – od syntezy do kompozytowej nanoceramiki

Dlaczego nanokrystaliczne azotki?

Sztucznie otrzymane azotki metali grup głównych, np. takie jak azotek glinu AlN i azotek galu GaN, są nowoczesnymi „pozakrzemowymi”/„pozatlenkowymi” alternatywami dla kluczowych zastosowań w elektronice i ceramice. Niektóre z azotków metali przejściowych, w tym azotek tytanu TiN, oferują z kolei kombinacje cech użytkowych wcześniej niespotykane. Dobrym przykładem tutaj jest szerokopasmowy półprzewodnik GaN (3,4 eV), który tworząc roztwory stałe z AlN i InN dostarcza materiałów o przerwie energetycznej w zakresie 1,8-6,2 eV (technologia Blu-Ray, energooszczędne oświetlenie LED). Z kolei sam AlN jest odpornym chemicznie izolatorem elektrycznym o nadzwyczaj wysokim przewodnictwie cieplnym, zaś twardy mechanicznie TiN słabo przewodzi ciepło, ale jego przewodnictwo elektryczne jest typowe dla metali. Wszystkie te związki można otrzymać jako nanokrystaliczne proszki o modyfikowanych rozmiarem krystalitów właściwościach. Azotki AlN, GaN i TiN w różnych układach kompozytowych, jako nanoproszki i jako nanoceramika, mają więc do zaoferowania nadzwyczaj interesujący zestaw właściwości. Są one przedmiotem proponowanych tutaj badań ich spiekania. Dodać należy, że uzyskanie trwałej mechanicznie nanoceramiki na drodze spiekania nanoproszków jest atrakcyjną ofertą użycia tych drugich w nowoczesnej technice, np. zamiast trudnych i drogich w wytworzeniu form monokrystalicznych azotków.

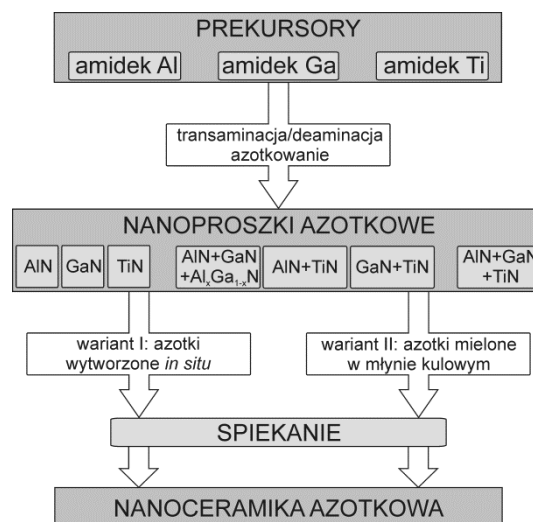
Badania mało poznanego mechanizmu bezdodatkowego spiekania w kompozytowych układach takich nanoazotków dotyczyć będą określenia istotnych czynników termodynamicznych i kinetycznych w przebiegu procesu oraz jego kontroli w kierunku nowej kompozytowej nanoceramiki azotkowej.

Jak otrzymania się nanoproszki?

Zamierza się dokonać syntez i badań charakterystyki pojedynczych nanoproszków AlN, GaN i TiN oraz ich podwójnych jak i potrójnego nanokompozytu, wykorzystując oryginalną anaerobową syntezę z użyciem dimetyloamidów metali, pojedynczych i ich właściwie dobranych mieszanin. Końcowa piroliza prekursorów w atmosferze amoniaku w założonej temperaturze da jako produkty nanoproszki wytworzone *in situ*, o określonym średnim rozmiarze ziarna. Podobną grupę nanoproszków o analogicznych składach, lecz silnie zamorfizowanych/wymieszanych, uzyska się poprzez zmielenie w wysokoenergetycznym młynku kulowym proszków otrzymanych *in situ*.

Jak przeprowadzi się spiekanie?

Wszystkie nanoproszki podda się wysokotemperaturowemu, 600-1000 °C, i wysokociśnieniowemu, 6-10 GPa, spiekaniu bez dodatków spiekotwórczych celem uzyskania nowego typu kompozytowej ceramiki azotkowej. Proces spiekania przeprowadzi się dla obu typu nanoproszków w warunkach sprzyjających zachowaniu nanokrystalicznego charakteru azotków i otrzymaniu ceramiki nanostrukturalnej – nanoceramiki. Poniższy schemat przedstawia główne etapy realizacji projektu.



W jaki sposób scharakteryzuje się materiały?

Badania nanoproszków oraz nanoceramiki dotyczyć będą ich charakterystyki strukturalnej i chemicznej (XRD, ⁷¹Ga MAS NMR, analizy N), mikroskopowej (SEM/EDX, TEM), właściwości powierzchniowych (powierzchnia właściwa BET, gęstość helowa) i optycznych/spektroskopowych (UV-vis, mikro-Raman, FT-IR) oraz dla spieków, dodatkowo, mikrotwardości wg Vickersa.