

Wpływ grafenu na zjawiska zachodzące na granicy faz ciekły metal – stałe podłoże

mgr inż. Aleksandra Dybel

Promotor: dr hab. inż. Janusz Pstruś, profesor instytutu, IMIM PAN

Promotor pomocniczy: dr Marcela Trybuła, IMIM PAN

Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Europy przyjęte w 2003 i w 2008 roku zakazały stosowania lutowi zawierających szkodliwe dla zdrowia metale, min. ołów i kadm. Dlatego też, stopy bezołowiowe stały się powszechnym standardem jako lutowia niskotopliwe. W pracy skupiono się na stopie SAC 305 (Sn3.0Ag0.5Cu) z uwagi na fakt, że jest on najczęściej stosowanym spoiwem do łączenia elementów w elektronice. Użycie tego lutowia wiąże się jednak z szeregiem problemów. W wyniku procesów dyfuzji, na granicy złącza Cu – SAC, powstaje warstwa faz międzymetalicznych. Fazy te znacznie pogarszają jakość złącza i utrudniają miniaturyzację. Kolejnymi poważnymi problemami są elektromigracja, a co za tym idzie transport masy i powstawanie przerw w ścieżkach oraz tworzenie się szkodliwych wiskersów w złączach. W pracy zaproponowano zastosowanie na miedzi powłoki grafenowej. W procesach lutowania, ma stanowić barierę dla wzrostu tworzącej się na styku podłoże Cu – ciekłe lutowie, szkodliwej warstwy faz międzymetalicznych.

Celami pracy jest zrozumienie i opis procesu zwilżania miedzi pokrytej grafenem przez ciekłe lutowie SAC 305 a także, za pomocą metody „Dynamiki Molekularnej”, zaproponowanie modelu zwilżania.

Prezentacja zawiera porównanie zwilżania podłoża miedzianego i miedzianego pokrytego grafenem (wytworzonym metodą CVD) różnymi ciekłymi metalami. Dane symulacji komputerowej uzyskane metodą DM są konfrontowane z danymi eksperymentalnymi. Aby otrzymać wyniki dla docelowego lutowia SAC 305, badania zwilżalności i symulacje komputerowe rozpoczęto od czystego srebra, dalej czystej cyny, stopu eutektycznego Sn-Ag i na koniec lutowia SAC 305. Porównując wyniki eksperymentu z wynikami symulacji komputerowej zaproponowano model zwilżania ciekłym srebrem podłoża miedzianego pokrytego grafenem. Opisuje on proces zwilżania w pierwszych chwilach reakcji kropla - podłoże (symulacje z użyciem dynamiki molekularnej) oraz standardowe czasy zwilżania, którego wyniki otrzymano eksperymentalnie. Zastosowanie metody Spektroskopii Ramana pozwoliło na ulepszenie zaproponowanego modelu oraz modyfikację geometrii używanych do symulacji atomistycznych, które będą wykorzystywane przy kolejnych obliczeniach. Na koniec przedstawiono wstępnie opracowane wyniki testów zwilżania metodą meniskograficzną. Otrzymane informacje pozwoliły na obliczenie wartości napięcia powierzchniowego i międzyfazowego (używane topniki to IF2005C oraz #2) dla tego stopu. Wartości napięcia pozwolą w kolejnym kroku na wyznaczenie kątów zwilżania, zarówno dla sytuacji, w której nie został zastosowany topnik, jak i dla wspomnianych wcześniej topników.

Badania prowadzone w ramach realizacji projektu NCN Opus, nr UMO 2018/29/B/ST8/02558.

Obliczenia zostały wykonane z wykorzystaniem zasobów komputerowych dostępny w ramach PL-Grid CYFRONET AGH.