

Epitaksja z wiązek molekularnych (Molecular Beam Epitaxy – MBE) to proces, w którym otrzymuje się cienkie warstwy jakiegoś materiału (np. metalu lub półprzewodnika) o strukturze krystalicznej wymuszonej przez monokrystaliczne podłoże. Warstwy takie, o dobrze określonych właściwościach elektrycznych lub magnetycznych, mają szerokie zastosowanie w elementach elektronicznych. Proces MBE jest określony dwoma terminami w nazwie metody. Na słowo „epitaksja” pochodzące z greckiego składają się: epi (ἐπί), czyli „na” oraz taxis (τάξις), czyli „ułożenie”, „porządek”, co należy rozumieć w ten sposób, że atomy (cząsteczki) warstwy układają się na podłożu w sposób uporządkowany i zorientowany, tworząc jednorodną, cienką (składającą się z niewielu warstw atomowych) strukturę. Pojęcie „wiązki molekularne” odnosi się do strumienia atomów (cząsteczek), które oderwały się od rozgrzanego materiału (po prostu odparowały lub uległy sublimacji) i osadziły się (a więc wróciły do fazy stałej) na podłożu. Przymiotnik „molekularne” mówi, że atomów w wiązce jest tak mało, że się ze sobą nie zderzają (nie zderzają się też z żadnymi innymi atomami, bo cały proces odbywa się w iście „kosmicznej” próżni), i w związku z tym zmierzają do podłoża bez żadnych przeszkód i zderzeń.

Atomy, które dotarły do podłoża biorą udział w formowaniu się (wzroście) epitaksjalnej warstwy. Budowa warstwy zależy przede wszystkim od jej strukturalnego dopasowania do podłoża (symetrii i odległości atomowych). Natomiast sposób wzrostu (ciągły lub wyspowy) wynika zarówno z relacji pomiędzy siłami spójności w warstwie i podłożu oraz siłami oddziaływania między atomami warstwy i podłoża, jak i z parametrów kinetycznych. Czynniki kinetyczne to szybkości docierania atomów do podłoża i poruszania się (dyfuzji) po powierzchni, a także zdolność pokonywania barier energii (np. wspinania się na stopnie atomowe znajdujące się na każdej powierzchni). Kinytyka wzrostu może być wydajnie sterowana strumieniem par lub temperaturą podłoża. W projekcie proponowana jest nowa technologia polegająca na wspomaganiu procesu wzrostu poprzez działanie zewnętrznych pól, elektrycznego lub magnetycznego, oraz naprężeń. Dzięki takiemu podejściu możliwe będzie wydajniejsze sterowanie procesem wzrostu, a także kontrola tych właściwości warstw, na które te zewnętrzne czynniki mogą wpływać. Na przykład przyłożone pole elektryczne może modyfikować dyfuzję jonów po powierzchni, a pole magnetyczne oddziałuje z atomami obdarzonymi momentem magnetycznym, powodując ich ustawianie się zgodnie z kierunkiem pola. W wyniku naprężeń (na przykład mechanicznego wygięcia podłoża w trakcie nanoszenia warstwy) można nieznacznie zmieniać odległości międzyatomowe, co będzie skutkowało naprężeniami wywołującymi modyfikację właściwości magnetycznych. Badanie tych zjawisk i zależności w warstwach i układach wielowarstwowych metali i tlenków pod kątem ich zastosowań w spintronice, nowej gałęzi elektroniki, będzie głównym przedmiotem projektu.