

## Epitaksjalne struktury magnetyczne metal/półprzewodnik

Jacek Furdyna,  
Uniwersytet Notre Dame, USA

Często słyszy się stwierdzenie, że żyjemy w erze półprzewodników. Ale chwilowe zastanowienie uzmysłowi nam, że to nie półprzewodniki jako takie, ale łączenie różniących się od siebie półprzewodników doprowadza do technologicznych postępów, jakie dzisiaj widzimy na każdym kroku. Już w latach pięćdziesiątych ubiegłego stulecia łączyliśmy obszary wprawdzie tego samego materiału (np. krzemu), ale zawierające różne domieszki, tworząc w ten sposób diody i tranzystory; a dalszy wielomilowy krok nastąpił przez łączenie tych elementów w monolityczne układy scalone. Nadejście epitaksji umożliwiło nam łączenie różnych związków półprzewodnikowych w formie krystalicznych monolitów, pod warunkiem, że pochodzą one z tej samej rodziny – a więc tworzenie heterostruktur opartych na pierwiastkach z kolumn III i V tablicy Mendelejewa (np. GaAs/AlGaAs i GaSb/InAs); i heterostruktur opartych na kolumnach II i VI (np. HgTe/CdTe, a nawet MnTe/CdTe). Tak powstały supersieci, studnie kwantowe, no i mnóstwo odkryć na nich opartych. Następnym krokiem prowadzącym do zupełnie nowych własności fizycznych było tworzenie struktur epitaksjalnych pomiędzy tymi dwoma rodzinami, np. łączących związki III-V ze związkami II-VI, takich jak GaAs/ZnSe czy InSb/CdTe. Takie monolityczne układy umożliwiające są podobieństwem wiązań w tych materiałach (w przykładach wspomnianych powyżej, wiązań tetraedrycznych). Z czasem postępy w epitaksji pozwoliły również na tworzenie monolitycznych układów wielowarstwowych z materiałów mających różne wiązania (np. CdTe/PbTe), często dzięki dopasowaniu ich sieci krystalicznych. I znowu takie kombinacje materiałów doprowadzały do zupełnie nowych odkryć, jak np. izolatory topologiczne. Wszystkie przykłady, jakie użyłem powyżej dotyczą jednak półprzewodników – często bardzo różnych, ale ciągle tylko półprzewodników. W obecnym wykładzie chciałbym zastanowić się z Państwem czego moglibyśmy się spodziewać jak pójdziemy o jeszcze jeden krok dalej, łącząc półprzewodniki z metalami w epitaksjalne układy monolityczne. Jest to krok ambitny, biorąc pod uwagę zupełnie jakościową różnicę wiązań w półprzewodniku i w metalu. Niemniej epitaksja już pozwala nam na formowanie takich monolitycznych układów jak Fe/GaAs o bardzo wysokiej jakości krystalicznej, co prowadzi tak do ciekawych własności fizycznych jak i do nowych zastosowań. Na przykład, w układzie Fe/GaAs/GaMnAs, opierając się na wspólnej symetrii krystalicznej Fe i GaMnAs udało się nam uzyskać zjawiska spinowe, jakie mogą być wykorzystane w komputerowych pamięciach magnetycznych. W moim wykładzie chciałbym pokazać, jakie systemy metal/półprzewodnik są już teraz badane, jakie nie zostały jeszcze zrealizowane, ale są w zasadzie możliwe dzięki różnym metodom epitaksji, i oczywiście czego moglibyśmy oczekiwać od monolitycznego połączenia tak fizycznie różniących się składników. Tematyka heterostruktur półprzewodnik/metal jest na razie prawie nietknięta. Ale ponieważ dzisiejsze metody epitaksji już umożliwiają ich tworzenie, a dobrze wiemy, że łączenie materiałów o różnych własnościach prawie zawsze prowadziło do bardzo ciekawych odkryć, warto się już teraz zastanowić, czego moglibyśmy oczekiwać od takich heterostruktur.