

Sprawozdanie z eksperymentu HS-3291 zatytułowanego:

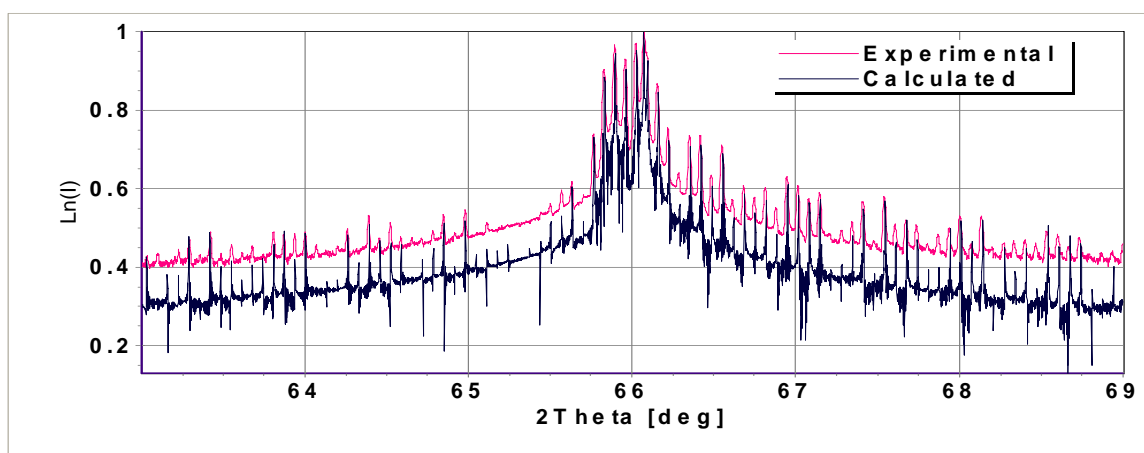
„Structure stability of short period GaAs/AlGaAs and AlInAs/InGaAs superlattices”

przeprowadzonego w ESRF Grenoble na wiązce oznaczonej jako BM20
w dniach od 18-07-2007 do 21-07-2007

Local contact: Dr Carsten BAEHTZ

Main proposer – dr Jarosław Gaca, 1 co-proposer – dr Marek Wójcik,
2 co-proposer – mgr Krystyna Mazur

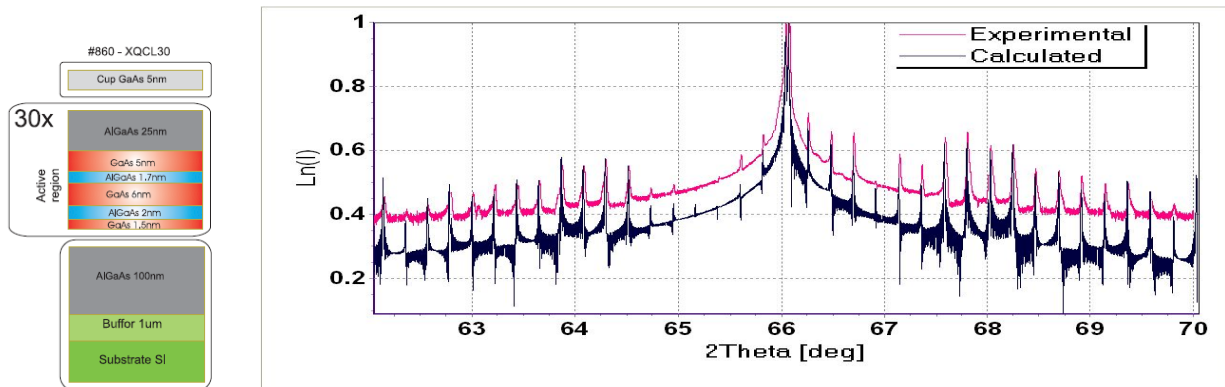
Celem projektu było zbadanie profilu składu chemicznego supersieci, które znajdują zastosowanie w laserach typu VCSEL (Vertical-cavity surface-emitting laser) i w kwantowych laserach kaskadowych. Istotne z punktu widzenia tych zastosowań są supersieci AlAs/GaAs tworzące zwierciadła Bragga (DBR), w których dokonano modyfikacji interfejsów pomiędzy warstwami GaAs i AlAs w celu obniżenia rezystywności tych zwierciadeł. Modyfikację interfejsów przeprowadzono na dwa sposoby: wprowadzając w trakcie wzrostu pośrednią warstwę AlGaAs lub warstwę $Al_xGa_{(1-x)}As$ o zmiennym składzie chemicznym pomiędzy każdą warstwę GaAs i AlAs, lub stosując implantację jonów o dużej energii i następnie wygrzewając całą strukturę. Ponieważ takie modyfikacje struktury wpływają na rentgenowską dyfrakcję w ten sposób, że zmieniają intensywności refleksów satelitarnych wyższych rzędów. W związku z tym, badanie ich wymaga rejestracji krzywych odbić w bardzo szerokim zakresie kątowym, a co za tym idzie bardzo słabych intensywności. Promieniowanie synchrotronowe jest w tym wypadku nieocenione. W trakcie eksperymentu zbadano szereg supersieci w których interfejsy były modyfikowane obiema wspomnianymi metodami. Poniżej, na rysunku 1 zamieszczono przykład otrzymanej w trakcie eksperymentu krzywej odbić dla takiej supersieci łącznie z jej symulacją numeryczną.



Rys.1 (004) eksperymentalna i symulowana krzywa odbić dla supersieci składającej się z 15 periodów o składzie chemicznym (52.9nm GaAs, 20nm $Al_{0.5}Ga_{0.5}As$, 63nm AlAs i 20nm $Al_{0.5}Ga_{0.5}As$).

Drugim typem struktur które badano w trakcie realizacji projektu były struktury epitaksjalne znajdujące zastosowanie w kwantowych laserach kaskadowych. Pełna struktura takiego lasera składa się z kilkuset bardzo cienkich warstw o zmiennym składzie chemicznym tworzących tzw. hierarchiczną supersieć, to znaczy supersieć, której okres tworzy inna supersieć. Doświadczenie pokazuje, że w tym przypadku zastosowanie klasycznych źródeł

promieniowania rentgenowskiego jest niewydajne, i nie pozwala w zasadzie zarejestrować krzywej odbić w tak szerokim zakresie kątowym jak to jest wymagane dla prawidłowego rozszyfrowania profilu składu chemicznego. W trakcie eksperymentu zbadano próbki które zawierały poszczególne fragmenty struktury kwantowego lasera kaskadowego jak i jego pełną strukturę. Ilość warstw w badanych próbkach wahała się od kilku do kilkuset. Przykładowa badana struktura i jej obraz rentgenowski jest przedstawiona na rysunku 2.



Rys.2 Profil składu chemicznego struktury kwantowego lasera kaskadowego i jej eksperymentalny i symulowany rentgenowski obraz dyfrakcyjny.

Uzyskane wyniki były już częściowo prezentowane na konferencjach [1,2] i będą wykorzystywane w kolejnych publikacjach.

Literatura

1. J.Gaca, M.Wójcik, A.Jasik, J.Muszalski, K.Pierściński, A.Turoś, A.M. Abdul-Kader "Characterization of MBE-grown GaAs/AlAs distributed Bragg reflector structures by HRXRD, Rutherford backscattering and optical reflectance", 15th International Conference on Crystal Growth, August 12-17, 2007, Salt Lake City, Utah
2. K. Kosiel, M. Bugajski, J. Muszalski, J. Kubacka-Traczyk, J. Ratajczak, A. Łaszcz, P. Romanowski, R. Mogiliński, J. Gaca, M. Wójcik, "Design and MBE growth optimization of mid-infrared quantum cascade laser structures", International Conference on Semiconductor Materials and Optics 18-21 October 2007, Warsaw, Poland