

Peter Čendula

Modeling the quantum dot growth in the continuum approximation
Posudek vedoucího diplomové práce

Práce Petera Čenduly se zabývá stále aktuálním a živým problémem teoretického popisu procesů samouspořádání a vzniku kvantových teček v heteroepitaxním růstu polovodičových vrstev. Pan Čendula použil k popisu tohoto problému aproximaci homogenního isotropního kontinua a nelineární růstovou rovnici v dimenzi 1+1.

Řešení problému růstu tenké vrstvy se skládá ze dvou kroků. V prvním kroku je nutné najít rozložení hustoty elastické energie na rostoucím (nerovinném) povrchu, které ovlivňuje lokální chemický potenciál atomů migrujících po povrchu a tedy i tok těchto atomů; druhý krok spočívá v řešení nelineární růstové rovnice. První problém vyřešil pan Čendula v Gaussově rovině pomocí analytických Goursatových funkcí. Tento postup umožnil získat rozložení elastické deformace na povrchu rostoucí vrstvy a analytickým prodloužením analytických funkcí do objemu vrstvy bylo možné získat rozložení elastické deformace i v objemu vrstvy. Tento výsledek je velmi cenný, neboť numerické metody používané pro tento problém (metoda konečných prvků aj.) jsou obvykle mnohem náročnější na výpočetní čas.

V druhé části problému (numerické řešení nelineární růstové rovnice) uvážil pan Čendula vliv wetting-effectu (závislost hustoty povrchové energie rozhraní na tloušťce vrstvy) a vypořádal se i s problémem regularizace ostrých hran v profilu rozhraní. Velmi oceňuji detailní prozkoumání vlivu anizotropie povrchové energie na výslednou morfologii rozhraní. Pozitivní je také to, že pan Čendula dokázal výpočty dovést až do praktického konce, tj. simulovat růst vrstvy se skutečnými materiálovými parametry (Ge na Si). S tím se v teoretických pracích neseťkáváme často, neboť se většinou používají nějaké efektivní (dokonce bezrozměrné) parametry, jejichž souvislost se skutečnými parametry materiálů nebývá zřejmá.

Pan Čendula ve své diplomové práci podstatně překročil její zadání zejména tím, že dopracoval výpočet elastické energie pro objem epitaxní vrstvy a prozkoumal vliv různých způsobů regularizace ostrých hran na povrchu vrstvy

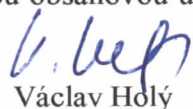
Pan Čendula pracoval na diplomové práci úplně samostatně – byl schopen samostatně formulovat jednotlivé problémy a způsoby jejich řešení. V matematické a výpočtové části diplomové práce jsem mu často nemohl být nápomocen, protože se jako fyzik příliš nevyznám v použitých matematických a numerických metodách. Přesto (a možná právě proto) dosáhl pozoruhodné výsledky, které jsou schopné publikace, zejména části týkající se diskuse anizotropie povrchové energie a problému regularizace.

Po formální stránce je práce velmi dobrá; oceňuji, že autor připojil na závěr seznam použitých symbolů. K práci mám jen několik drobných připomínek:

- (i) chybějící popis os na obrázcích v kapitole 4
- (ii) příliš malá velikost písma v obrázcích
- (iii) příliš stručná diskuse výsledků a závěr práce, které svým rozsahem neodpovídají množství výsledků, které práce přinesla.

Souhrnem lze konstatovat, že předloženou práci pan Čendula zadání více než splnil. Dokázal, že je schopen samostatně formulovat problém a samostatně se rozhodnout pro vhodný způsob řešení a toto řešení dotáhnout do konce. Práce má velmi dobrou obsahovou úroveň a doporučuji, aby byla přijata jako práce diplomová.

5. 2. 2007



Václav Holý
vedoucí diplomové práce