

5 – Měření tloušťky tenké vrstvy rtg odrazivostí

Zadání

1. Změřte tloušťku tenké vrstvy za pomoci rtg odrazivosti.

Teorie

Odrazivost rentgenového záření závisí na úhlu dopadu. Této znalosti využijeme pro stanovení tloušťky tenké vrstvy. Graf odrazivosti má výrazná minima a maxima způsobené interferencí, kterou způsobuje ona tenká vrstva. Pro určení tloušťky vrstvy t pak můžeme použít následujícího vztahu

$$\sqrt{(\vartheta^{(m)})^2 - \vartheta_{C_v}^2} = \frac{\lambda m}{2t}, \quad (1)$$

m zde značí pořadí maxima, $\vartheta_{C_v}^2$ je kritický úhel materiálu a λ je vlnová délka záření. Simulaci můžeme provádět pro známé optické parametry. Simulovaný výpočet je závislý na drsnosti rozhraní a tloušťce vrstvy, které lze zadat do výpočtu. Tyto nasimulované hodnoty by pak měly co nejlépe odpovídat hodnotám, které jsme určili z měření.

Výsledky

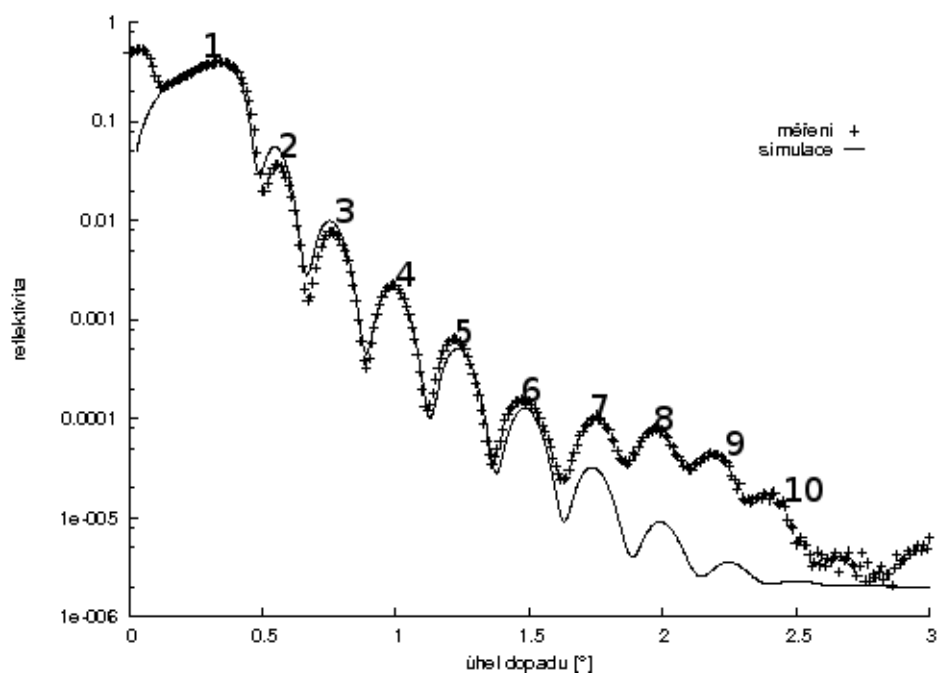
Proměřena byla vrstva Ni na Si substrátu. Vzorek měl rozměry 10×30 mm, použitá spektrální čára je $\text{CuK}\lambda_1$, vlnová délka této čáry je 1.54056 \AA . Rozměry svazku byly 0.3×8 mm. Kritické úhly pro Ni a Si jsou 0.4° a 0.22° .

V následující tabulce jsou uvedena maxima, jejich polohy a tloušťka vrstvy, která by tomuto odpovídala. První maximum bylo pod kritickým úhlem a nebylo tedy možné použít výše zmíněný vzorec. Hodnota tedy v tabulce chybí.

Tabulka 1: Výsledná tabulka

max	Poloha max [$^\circ$]	Tloušťka [nm]
1	0.36	nic
2	0.57	22.5912
3	0.76	20.4886
4	1.00	19.5035
5	1.22	19.1459
6	1.46	18.7198
7	1.75	18.1336
8	1.97	18.3036
9	2.17	18.5362
10	2.42	18.4915

Výsledná tloušťka je $t = (19.2 \pm 0.6) \text{ nm}$. Pro simulované hodnoty vychází $t = 17.6 \text{ nm}$, drsnost vrstvy $\sigma_v = 0.69 \text{ nm}$ a drsnost substrátu $\sigma_s = 0.75 \text{ nm}$.



Obrázek 1: Simulovaná a naměřená reflektivita, čísla jsou označena maxima uvedená v tabulce.

Závěr

Na vzorku byl uveden orientační údaj pro tloušťku vrstvy, a to 20 nm. Z toho vyplývá, že měření bylo úspěšné, neboť zjištěná hodnota (19.2 ± 0.6) nm tomuto údaji velmi dobře odpovídá. Se simulací orientační hodnota koresponduje poněkud hůř, je možné, že zvolené parametry nebyly nejvhodnější.