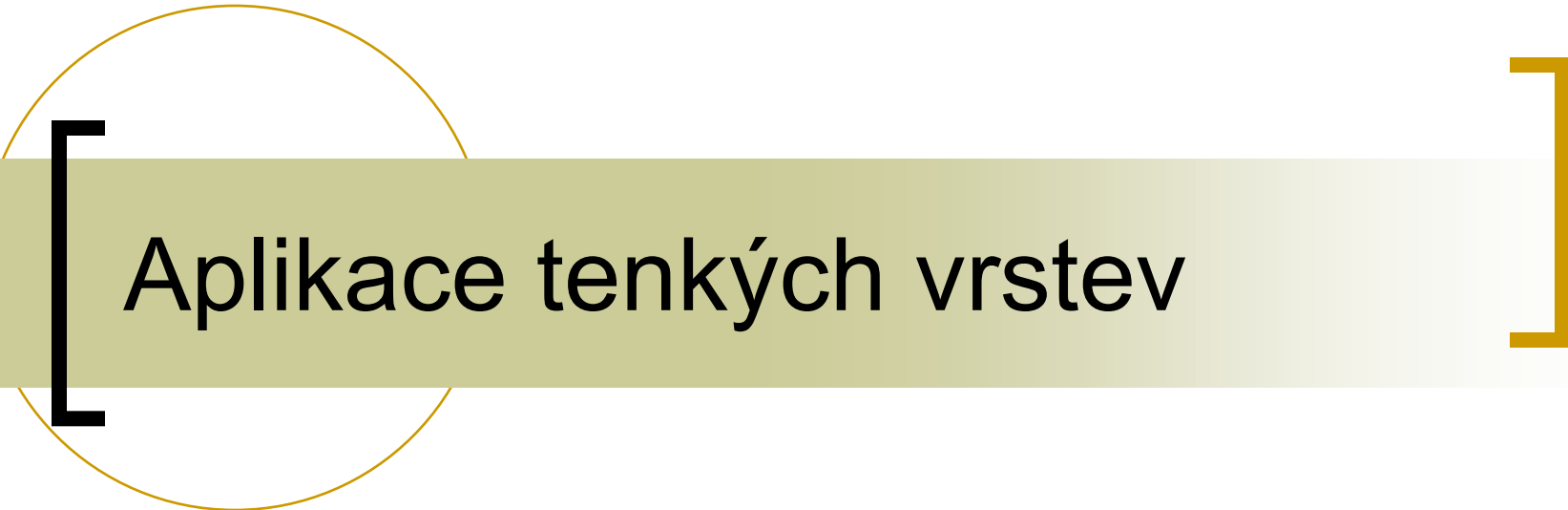




Aplikace tenkých vrstev

Jan Čupera

23. dubna 2012

[Souhrn]

- Definice tenké vrstvy
- Rozdělení depozičních metod
- Typy tenkých vrstev
- Aplikace tenkých vrstev
- Základní charakterizační metody
- Závěr

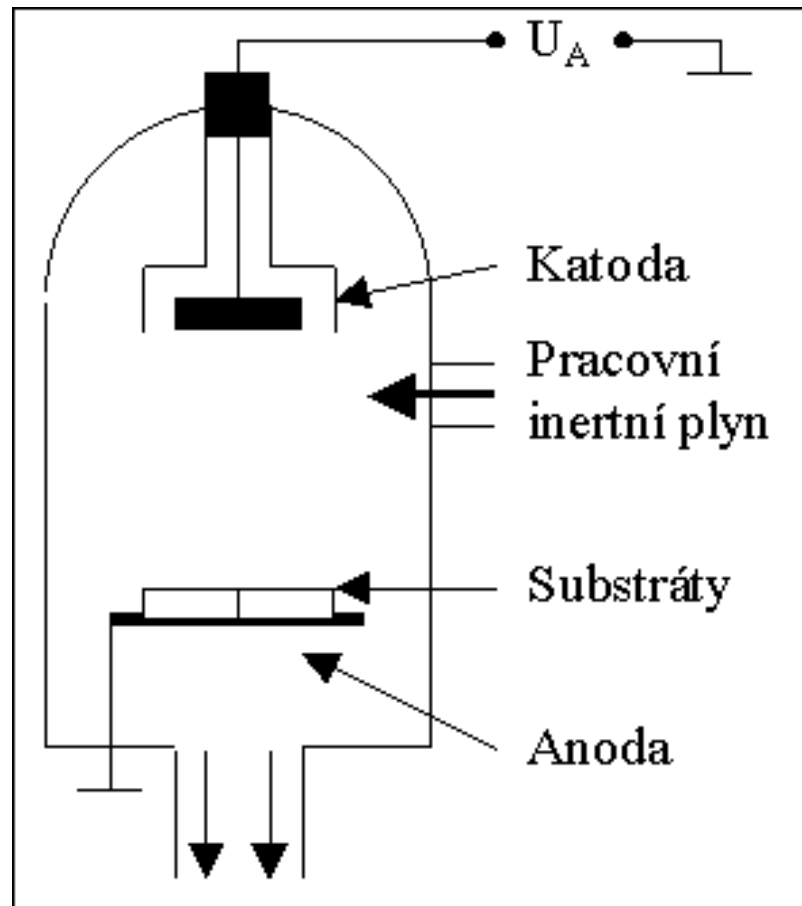
[Definice tenkých vrstev]

- Útvar, jehož jeden rozměr (tloušťka) je zanedbatelný vůči ostatním dvěma rozměrům.
- ~10 nm -10 μm

[Rozdělení depozičních metod]

- Depozice z pevné fáze
(PVD - Physical Vapor Deposition)
- Napařování
- Naprašování
 - Katodové
 - Magnetronové

[Naprašování]



[Rozdělení depozičních metod]

- Depozice z plynné fáze
(CVD - Chemical Vapor Deposition)
- Plazmatická depozice z plynné fáze
(PECVD – Plasma Enhanced CVD)

[Typy tenkých vrstev]

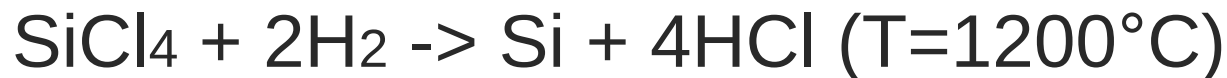
- Kovy
- Polovodiče
- Dielektrika
- Tvrdé a supertvrdé vrstvy
- Polymerní vrstvy

[Typy tenkých vrstev-kovy]

- Napařování, naprašování (např. Au, Al)
- Možnost kombinace s jinými prvky (např. TiC, TiN, WC)
- Vysoká tvrdost
- Nízký koeficient tření
- Od 70. let 20. st. převládá naprašování

[Typy tenkých vrstev-polovodiče]

- CVD
- Struktura závisí na teplotě
 - $T < 600^{\circ}\text{C}$ –Si amorfní
 - $T > 600^{\circ}\text{C}$ –Si polykrystalický
 - $T = 900\text{--}1100^{\circ}\text{C}$ –Si monokrystal



[Typy tenkých vrstev-dielektrika]

- Naprašování, CVD, PECVD
- CVD: $\text{Si}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{SiO}_2$
- $\text{Si}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2$
- $T=800-1200^\circ\text{C}$
- PECVD:
- $\text{Si}_2\text{O}(\text{CH}_3)_6 + 8\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SiO}_2 + 3\text{CO}_2 + 3\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_2$
- $T \sim 20^\circ\text{C}$, $c(\text{HMDSO}) \ll 20\%$

[Typy tenkých vrstev-Supertvrdé]

- Naprašování, PECVD
- DLC
- Tvrdost diamantu 100 GPa
- Supertvrdé vrstvy ~30-70 GPa

[Typy tenkých vrstev-polymerní]

- PECVD
- Tvrdost ~ 1 GPa
- Absorbce v UV oblasti spektra

- HMDSO+O₂
- $c(\text{HMDSO}) > 20 \%$

[Aplikace tenkých vrstev]

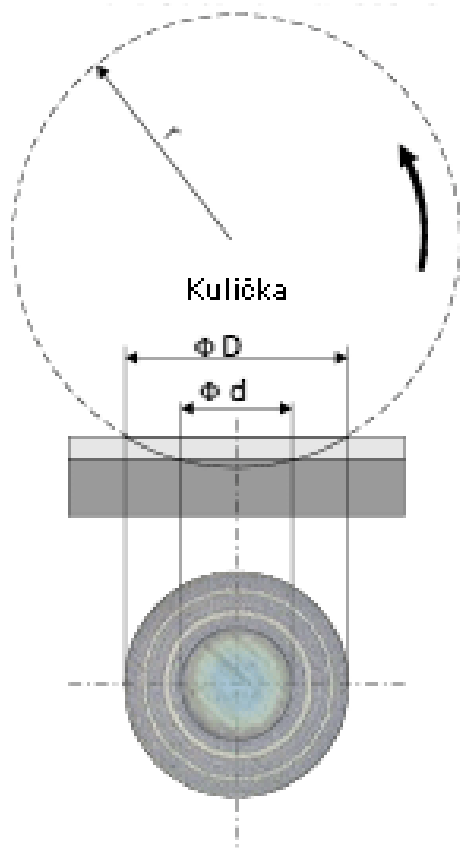
- Výroba mikroelektroniky (Si, Au, SiO_x)
- Otěruvzdorné vrstvy (TiC, WC, DLC)
- Kluzné zvrstvy (MoS₂, DLC)
- Anti/reflexní vrstvy (Al, Au, Ag)
- Polarizační vrstvy
- Ochranné vrstvy (SiO_xC_yH_z)
- Bariérní vrstvy (SiO_x)
- Biokompatibilní vrstvy (DLC)

Základní charakterizační metody

- Tloušťka
- Mechanické vlastnosti
- Optické vlastnosti
- Chemické složení

[Tloušťka]

■ Kalotest



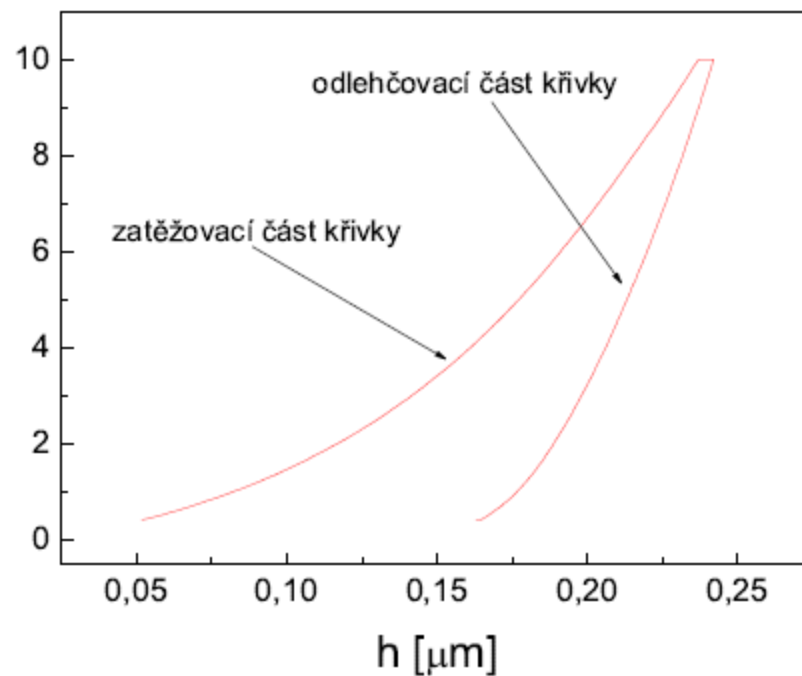
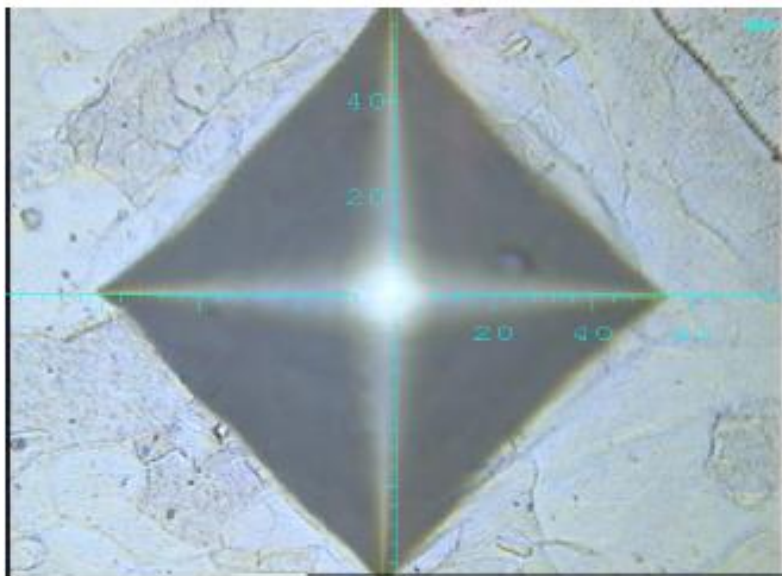
$$t = \frac{1}{2} \left(\sqrt{\Delta^2 - d^2} - \sqrt{\Delta^2 - D^2} \right)$$

$$\Delta = 2r$$

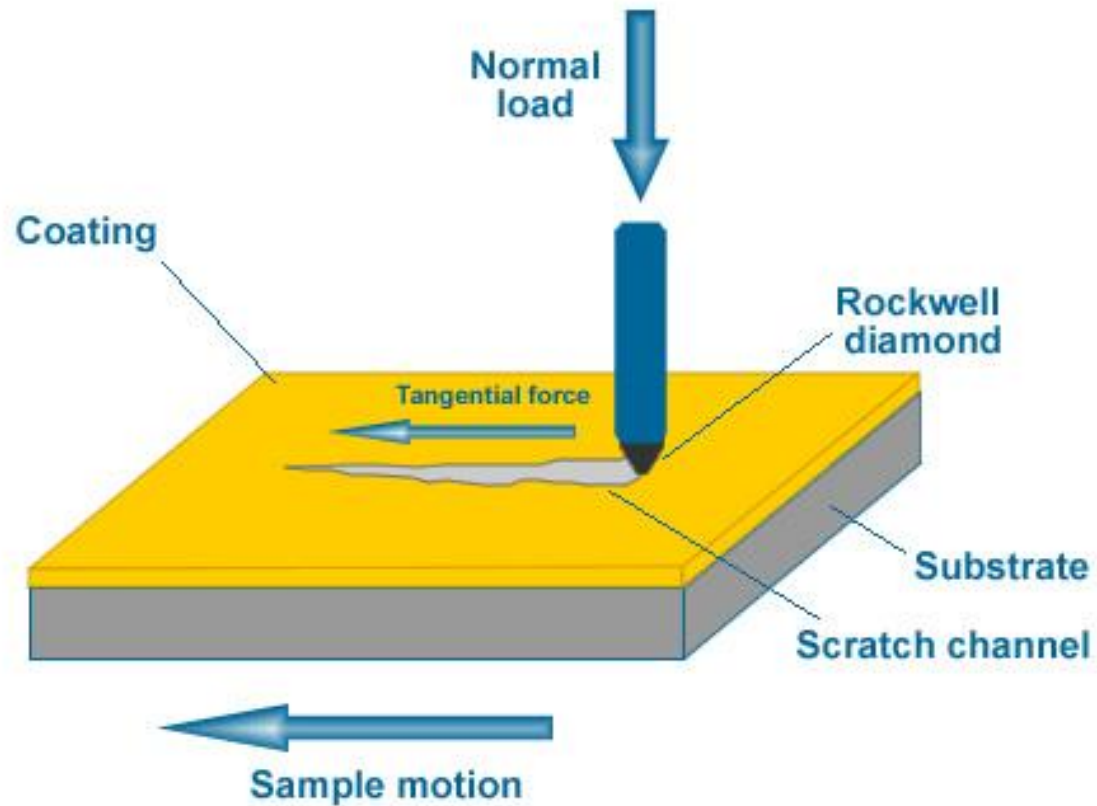
[Mechanické vlastnosti]

- Indentační zkoušky- tvrdost, elastický modul pružnosti
- Scratch test- adheze
- Pin-on-disc-tribologická zkouška

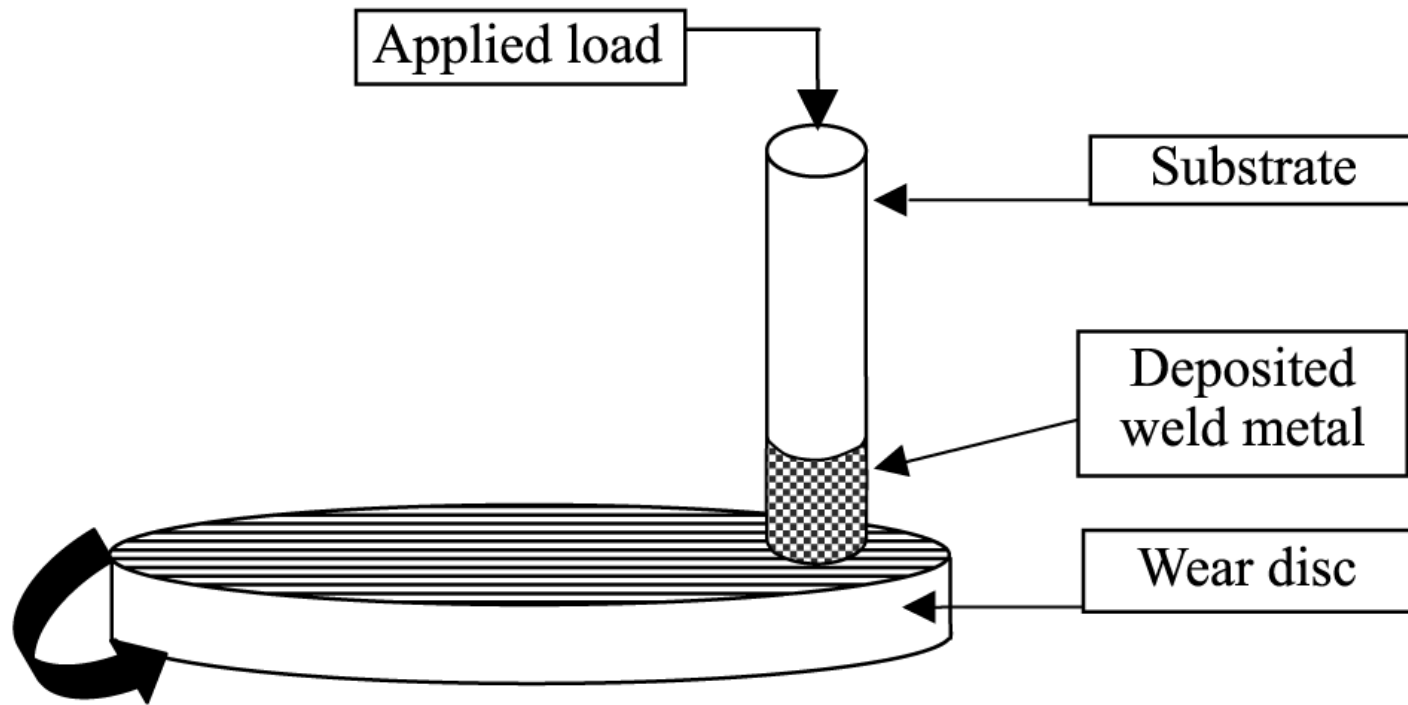
[Indentační zkoušky-metoda DSI]



[Scratch test]

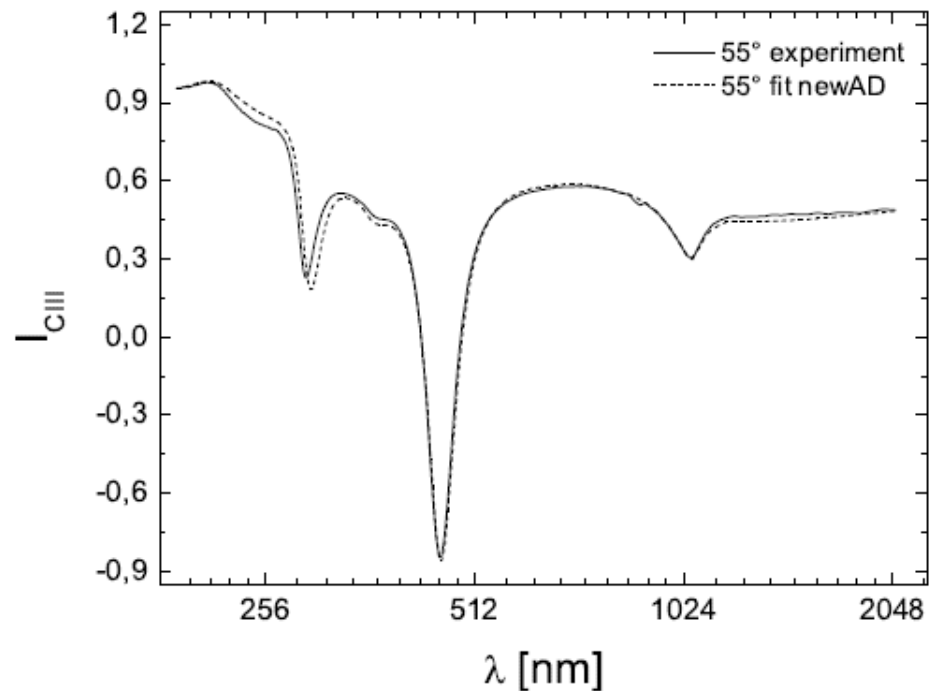


[Pin-on-disc]



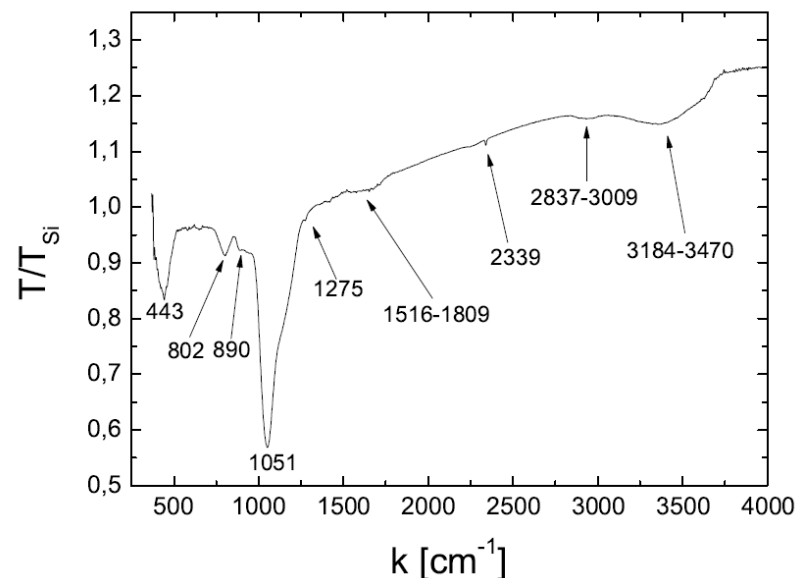
[Optické vlastnosti]

- Elipsometrie
- Index lomu vrstvy
- Extinkční koeficient vrstvy
- Tloušťka vrstvy



Chemické složení

- IR absorpční spektroskopie
- Po průchodu EM záření vrstvou dochází k absorpci charakteristických vlnových délek.



[Závěr]

- Velká řada použitých materiálů
- Rozsáhlé možnosti aplikací

[Děkuji za pozornost]
