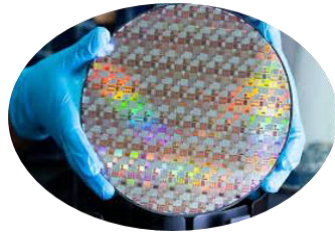


| 5.                                | <b>Materiály a procesy: Tenké vrstvy a souvislosti s polovodičovou technologií (17)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cílová skupina</b>             | Žáci a/nebo učitelé                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                     |
| <b>Věk žáků</b>                   | 16–18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |
| <b>Doba trvání</b>                | 60–120 minut                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                     |
| <b>Úvod</b>                       | Pouhým pozorováním barvy tenké vrstvy se naučíte odhadovat její tloušťku v řádu stovek nanometrů.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| <b>Potřebný materiál a náradí</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 waferů s pruhy SiO<sub>2</sub>: 100 nm – 500 nm (od tmavě modré po červenou)</li> <li>• 1 čistý wafer (pro experiment s vodou)</li> <li>• 1 wafer se strukturami (jako příklad skutečných čipů)</li> <li>• Odstředivá sušička (spin dryer)</li> <li>• láhev s vodou</li> <li>• malá nádoba na zachycení vody ze sušičky</li> <li>• prodlužovací kabel (volitelný, ale ve třídě užitečný)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| <b>Postup</b>                     | <p><b>Jak to funguje?</b></p> <p>Přenosnou odstředivou sušičku lze použít jako alternativu k odstředivému nanášeci (spin coateru). Když se nanese voda, rozprostře se po waferu, a když je odstředována ven, objeví se prstence různých barev.</p> <p><b>Pojďme to vyzkoušet!</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Podívejte se na experiment s vodou</b></li> <li><b>2. Podívejte se na wafer se SiO<sub>2</sub> (1 wafer na tým)</b><br/>Odkud pocházejí barvy?</li> <li><b>3. Vypočítejte tloušťku vrstvy</b><br/>Použijte rovnici pro konstruktivní interferenci (<math>d = \lambda/2n</math>, modrý pruh: <math>\lambda = 400 \text{ nm}</math>, <math>n \text{ skla} = 1,5 \rightarrow d = 133 \text{ nm}</math>)</li> <li><b>4. Podívejte se na naměřené spektrum</b><br/>Skutečná tloušťka: 100 nm</li> </ol> |                                                                                     |
| <b>Přemýšlejte jako inženýr</b>   | <p><b>Otázky podporující zvědavost a hlubší pochopení tématu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mohlo by dojít k chybné interpretaci? Podívejte se na své vlasy: lidské oko dokáže rozlišit asi 50 <math>\mu\text{m}</math>, ale pomocí interferencí lze určit až 500krát tenčí vrstvy. Podobně jako u duhy se však barvy opakují, takže tloušťka může být 100 nm, 200 nm, 300 nm ...</li> <li>• Jaké příklady znáte z každodenního života? Např. olejový film na vodě</li> <li>• Které vrstvy by nebylo možné takto změřit? Např. kov</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |
| <b>Bonusové nápady</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Co dělá tuto analytickou metodu tak atraktivní? Není potřeba příprava vzorku ani vakuové prostředí</li> <li>• Podívejte se na povrch waferu: pocházejí duhové barvy na waferu ze stejného jevu? Ne úplně – za barevné efekty na povrchu čipů jsou typicky zodpovědné mřížky (gratings)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |
| <b>Dokumentace</b>                | počet účastníků; fotografie experimentu (se souhlasem účastníků)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |