

Vědci s firmou NenoVision vylepšují zařízení pro mikroskopii. Z měřicí sondy chtějí udělat nástroj na výrobu nanostruktur

Zařízení LiteScope umí jako jedno z mála na světě současně propojit dvourozměrný obraz z elektronového mikroskopu a trojrozměrný obraz z mikroskopu atomárních sil s velkou přesností. Za produktem stojí spin-off NenoVision, založený absolventy Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně. Zařízení teď chtějí posunout o třídu výš, spojili proto síly se svojí alma mater i s vědci z Akademie věd.

Dvourozměrný obraz z mikroskopu zajišťuje svazek elektronů a detektory, trojrozměrný obraz zase rastrovací sonda. Obojí spojuje zařízení LiteScope, se kterým už brněnská firma NenoVision úspěšně vstoupila na trh. Teď mu chtějí přidat další nej. Z rastrovací sondy plánují udělat nástroj, který umožní se vzorkem přímo pracovat. Původní koncept, který by se dal s nadsázkou popsat jako „vše v jedné krabici“, však zůstává. Ve společném projektu jim s vývojem pomůžou hned tři brněnská akademická pracoviště: Ústav fyzikálního inženýrství z FSI VUT, Ústav fyziky materiálů a Ústav přístrojové techniky Akademie věd.

„Elektronové mikroskopy pracují s proudem elektronů ve vakuu, aby svazek mohl doletět až ke vzorku a nesrážely se s ním elektrony s atomy a molekulami ve zbytkové atmosféře. Máme tedy k dispozici velice čisté prostředí, kde můžeme studovat povrchy vzorků až na atomární úrovni. Představte si například monokrystal křemíku, z něhož se dělají čipy, to je velice čistá a uspořádaná struktura. Jakmile by se rozlomil na vzduchu, během miliontin sekundy se na původně čistém povrchu vlivem vnější atmosféry vytvoří „špinavá“ vrstva adsorbovaných molekul z okolního vzduchu. Pokud tedy chceme sledovat, co se děje na atomární úrovni na čistém povrchu, musíme zajistit, aby nad ním nebyla žádná atmosféra, musíme s ním pracovat v takzvaném ultra-vysokém vakuu,“ vysvětluje Jiří Spousta z Ústavu fyzikálního inženýrství FSI VUT v Brně.

Ve vakuu už dnes LiteScope využívá rastrovací sondu, a právě tu čeká vylepšení. „Máme v plánu využít běžně dostupná dutá optická vlákna, která mohou vést světlo. Okolo jejich středu jsou po celé délce vlákna mikropóry, kterými chceme vést například pracovní plyn,“ vysvětluje záměr Spousta. Sonda tak bude nejen detektorem, ale i nástrojem, kterým lze na zkoumaný vzorek přivést světlo, plyn, nebo napětí, a díky tomu se vzorkem pracovat ve velmi malém měřítku. Co možná nezní příliš složitě, se ale komplikuje v okamžiku, kdy si uvědomíme, v jakých velikostech se pohybujeme: sondy mají tak ostré hroty, že jejich špičku tvoří pouze desítky až stovky atomů. „Nanostruktury, které zkoumáme a vyrábíme, jsou nesmírně malé. Představte si, že vám na naši nanostrukturu spadne vlas. Poměr velikosti mezi ním a vlasem by byl stejný, jako kdyby na váš vlas spadl dub o průměru jeden metr,“ přibližuje Spousta pro laiky těžko představitelné měřítko.

Dokonalejší v mnoha směrech

Nejde ovšem o jediné vylepšení, kterým chce NenoVision ve spolupráci vědci přispět k dalšímu rozvoji mikroskopických technik. Další inovací je zařízení na tzv. in-situ (tedy uvnitř mikroskopu) zatěžování, které umožní mechanicky zatěžovat kovové vzorky ve vakuové komoře elektronového mikroskopu a zároveň detailně pozorovat mechanismus šíření trhlin, které na vzorku vznikají. Vývoj probíhá ve spolupráci s Ústavem fyziky materiálů Akademie věd a v budoucnu umožní detailně studovat počáteční fáze vzniku a šíření únavových trhlin. Díky tomu budou dostupná cenná data pro numerické simulace a metodiky, které se užívají při stanovení životnosti kritických součástí například v automobilovém či energetickém průmyslu.

Další zdokonalení zařízení LiteScope přinese vývoj speciálních kalibračních vzorků, vytvořených za pomoci litografických technik na Ústavu přístrojové techniky. „Takto vytvořené testovací preparáty,

postavené na bázi binárních a trojrozměrných nanostruktur, umožní garantovat správnost rozměrů jak v oblasti klasické mikroskopie, tak v oblasti tzv. korelativní mikroskopie. Ta je založená na souvztažnosti informací získaných elektronovou a sondovou rastrovací mikroskopií, kde se ostrý hrot pohybuje nad povrchem vzorku a rastruje. Samotným hrotem se budeme zabývat také a plánujeme využívat jevu kvantového tunelování v podmínkách ultra-vysokého vakua, což je úroveň vakua srovnatelná s tou na povrchu Měsíce. Za pomoci něj budeme měřit charakteristiky hrotů různých výrobců tak, aby bylo možno zlepšit rozlišení zařízení a snížit úroveň šumu,“ doplňuje Alexandr Knápek z Ústavu přístrojové techniky Akademie věd.

Spolupráce výzkumníků z akademického prostředí a firmy je oboustranně výhodná. „S našimi high-tech inovativními produkty se neustále snažíme zdokonalovat možnosti a schopnosti mikroskopických technik. Pro nás je tedy přímo nezbytné, abychom dokázali propojovat potřeby trhu a aplikovaného vývoje. Slibujeme si od této spolupráce vznik nových technologií a aplikací posouvajících limity našeho hlavního produktu LiteScope, které nám mohou zásadním způsobem posílit pozici na celosvětovém trhu,“ uzavírá hlavní řešitel projektu Jan Neuman z firmy NenoVision.

„Tento projekt je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva průmyslu a obchodu v rámci Programu TREND.“

INFOBOX:

Elektronové mikroskopy přibližují svět kolem nás až milionkrát, protože k zobrazování motivů využívají elektrony, které je možné urychlit a tím jim zmenšit jejich vlnovou délku. Tím se odlišují od svých mnohem starších předchůdců, mikroskopů optických, ve kterých je užito k zobrazení viditelné světlo v určitém daném rozmezí vlnových délek, které jsme okem schopni rozpoznat. A protože rozlišovací schopnost mikroskopu závisí na vlnové délce použitého záření, „vyhrávají“ elektrony. Ty ale ke zvětšování obrazu vzorků využíváme teprve 90 let – v Brně byl první elektronový mikroskop sestaven v roce 1951 na Ústavu přístrojové techniky. Dnes je Brno právem nazýváno světovým centrem elektronové mikroskopie: každý třetí elektronový mikroskop, který se ve světě prodá, byl vyroben v Brně.

Obrázky: https://nenovision.sharepoint.com/:f:/s/ExternalDrive/EioVk0-Q9o5HgxeqP_p5gOoBArE-XvZz2QfZhUlefzHvfw?e=TCSy37

