

MASARYKOVA UNIVERZITA

Přírodovědecká fakulta



Seminární práce

TESCAN

Brno 2012

Ondřej Vybíhal

Úvod

Ve středu 9. listopadu 2011 proběhla v rámci předmětu Fyzika ve firmě prezentace společnosti TESCOAN. Přišel za námi sám pan ředitel TESCOANu Martin Zadražil, který je s touto firmou spjat od jejího vzniku v roce 1991 a rozvoje, přes různé peripetie, které se za dobu vývoje udály, až po současnost. Pan Zadražil si pro nás připravil osmatřicetistránkovou prezentaci o nejnovějších technologiích, které jeho firma nabízí a jejich aplikacích.

Krátce do historie

Vznik firmy je datován do roku 1991. TESCAN vznikl jako malá firma zabývající se výrobou programovatelných řídicích jednotek pro různé účely, vylepšováním analogových elektronových mikroskopů a výrobou příslušenství k nim. Dnes tato společnost patří ke světovým dodavatelům skenovacích elektronových mikroskopů a snimi spojených řešení v oblastech vědy o látkách, v průmyslu, v biologii a vědách o životě, ve forenzních vědách a jinde.

První SEM mikroskop plně ovládaný pomocí počítače představil TESCAN v roce 1996. Jednalo se o model PROXIMA. V roce 1999 následovala řada mikroskopů VEGA s vestavěným dálkovým ovládáním a o rok později byly tyto modely představeny s funkcí měnitelného tlaku v komoře. V roce 2001 bylo TESCANu uděleno ocenění na 43. Mezinárodním strojírenském veletrhu a to za model TS 5130 MM z řady VEGA. Roku 2002 přišel TESCAN s výrobou velkokomorových mikroskopů řady VEGA. O rok později si společnost nechala patentovat detektor sekundárních elektronů v nízkém vakuu (LVSTD). Rok 2004 přinesl uvedení řady VEGA druhé generace. V roce 2005 byla uvedena řada MIRA I. Mikroskopy této řady používaly k emisi elektronů Schottkyho katodu. V roce 2006 nabídl TESCAN řadu VEGA II s trojrozměrným měřením. Rok 2007 přinesl novou řadu mikroskopů s názvem LYRA I s iontovým paprskem, řadu MIRA II s in-beam detektorem a společnosti se jako první na světě podařilo provést prostorové zobrazování pomocí skenovacího elektronového mikroskopu. O rok později přišla firma s technologií FEG pro mikroskopy řady LYRA I a s detekcí rentgenových paprsků u řady VEGA II. Roku 2009 byla představena řada mikroskopů INDUSEM pro průmyslové využití.

Současnost

V současné době jsou v nabídce TESCANA mikroskopy třetích generací od všech řad a řady VELA. Společnost se liší od konkurence, která ne náhodou je koncentrována do značné míry v Brně a je velmi silná, dodává své mikroskopy pokud možno co nejvíce upravené na míru podle přání zákazníka. Spolupracuje se svými partnery tak, aby dodaný přístroj co nejvíce posloužil danému účelu. Firma tedy nechrlí modely seriově, ale každý kus je do jisté míry originálem.

V této souvislosti jsou velmi zajímavými a užitečnými mikroskopy s velkými komorami sloužící ke skenování vzorků značné velikosti. Lze tak zkoumat například opotřebení brzdových kotoučů automobilů nebo jiné objemné vzorky, které by se jinak musely rozřezat a tím znehodnotit pro další použití.

V neposlední řadě je ryze česká firma TESCANA zajímavá tím, že své budovy staví podle architektonicky hodnotných návrhů.

Technologie SEM

Skenovací elektronový mikroskop - to je společný jmenovatel všech mikroskopů od firmy TESCAN ať už nabízejí více či méně jiných užitečných a k rozličným účelům používaných funkcí a technologií.

Historicky byly skenovací elektronové mikroskopy vynalezeny záhy po těch transmisních, ovšem jejich vývoj pro praktické použití ve vědeckém výzkumu zabral mnohem více času. Skenovací mikroskopy jsou vůči těm transmisním zpravidla menší a také méně drahé. Prostorové rozlišení bylo zvýšeno nahrazením magnetických čoček za elektrostatické a přidáním stygmátor korigující asimetrie v čočkách.

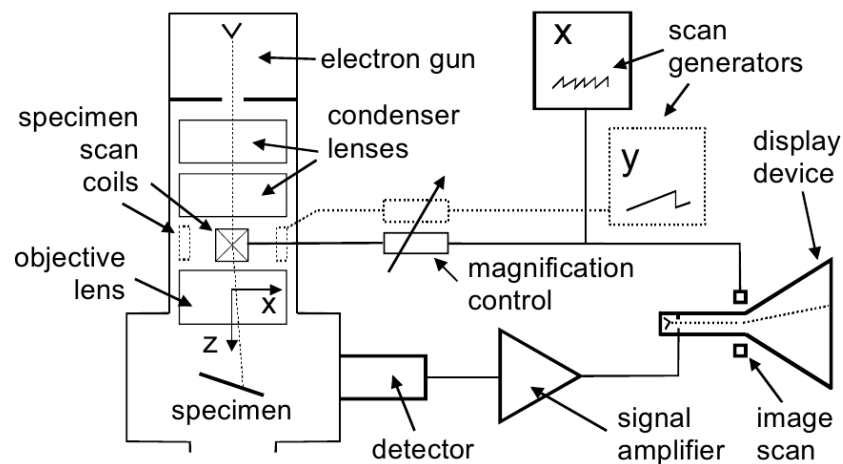
Zdrojem elektronů pro skenovací elektronový mikroskop může být žhavené wolframové vlákno - princip termoemise elektronů - jakož i Schottkyho katoda založená na principu autoemise elektronů. Elektronové "dělo" je u skenovacích elektronových mikroskopů menší, protože urychlovací napětí je nižší než v transmisních mikroskopech. Rovněž axiálně symetrické magnetické čočky jsou použity v menším provedení, protože letící elektrony mají nižší kinetickou energii a není třeba generovat tak silné magnetické pole. Skenovací elektronové mikroskopy využívají skenovací princip k získání obrazu a proto je možné použít i celkově méně čoček. To proto, že ke zobrazení vzorku již nejsou třeba. Používají se pouze k zaostření svazku elektronů dopadajícího na vzorek.

Vzorek obvykle leží pod dvěma až třemi čočkami. Paprsek dopadající na vzorek musí být co možná nejúžší. Jeho tloušťka je typicky 10nm u termoemisního zdroje elektronů a kolem 1nm u zdroje autoemisního. Poslední čočka formující tento úzký svazek se nazývá objektiv. Stejně jako například u klasického optického mikroskopu objektiv do značné míry určuje prostorové rozlišení přístroje. V důsledku metody používané k získání obrazu, rozmetávání elektronového svazku, jeho rozlišení nebude nikdy lepší než rozměr svazku dopadajícího na vzorek.

Ve skenovacím elektronovém mikroskopu je vzorek skenaován horizontálně ve dvou kolmých směrech (x a y). Sken ve směru x je generován generátorem pilových vln na frekvenci f_x . Těsně nad objektivem jsou dvě cívky zapojené v serii, do kterých je generátorem pilových vln dodáván skenovací proud. Na elektron letící ve směru z působí síly ve směru y vytvořené magnetickým polem od těchto cívek. Elektron se pak odchyluje od směru x . Sken ve směru x je relativně rychlý.

Sken ve směru y je na proti tomu značně pomalejší. Toto skenování běží na snímkovací frekvenci

$$f_y = \frac{f_x}{n},$$



Obrázek 1: Schéma skenovacího elektronového mikroskopu [1]

kde n je celé číslo. Skenování je generováno druhým generátorem pilových vln.

Tímto způsobem lze pokrýt obdelníkovou oblast na vzorku. Popsaná procedura je známá jako rastrové skenování. Jde o podobný princip zobrazení jako u klasické televize. Obraz je možno sledovat kontinuálně.

V moderních skenovacích elektronových mikroskopech jsou vlny x -skenu a y -skenu generovány obvody řízenými počítačem. Tyto vlny mají tvar schodovitých funkcí se dvěma úrovněmi. Takový postup rozdělí obraz na pixely nad kterými se svazek elektronů vždy na chvíli zastaví po době prodlevy se skokem přemístí na další pixel.

Velkou výhodou této procedury je, že počítač zná souřadnice každého pixelu obrazu a lze tak určit hodnotu intenzity jako další hodnotu, která se v počítači uloží. Tak o vzorku získáme více informací, které můžeme navíc ukládat na disk nebo posílat po síti.

Literatura

- [1] Egerton, R., *Physical Principles of Electron Microscopy*, Springer Science+Business Media, New York, USA, 2005.
- [2] TESCAN a.s. - Value and Excellence in SEMs *History and Current Status*, <http://www.tescan.com/history.php>, 2010.