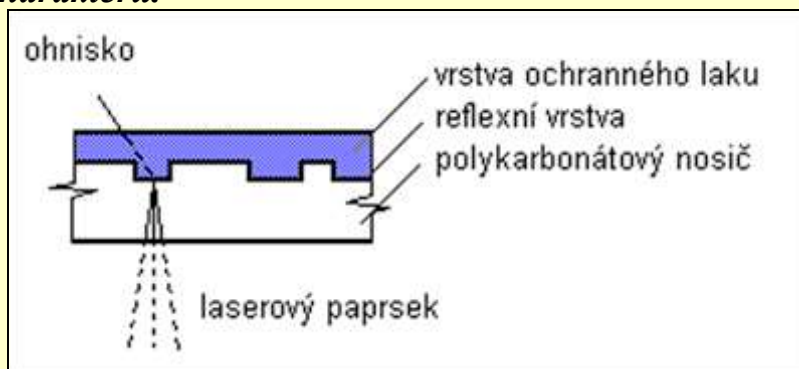


Elektronová mikroskopie na BIGY

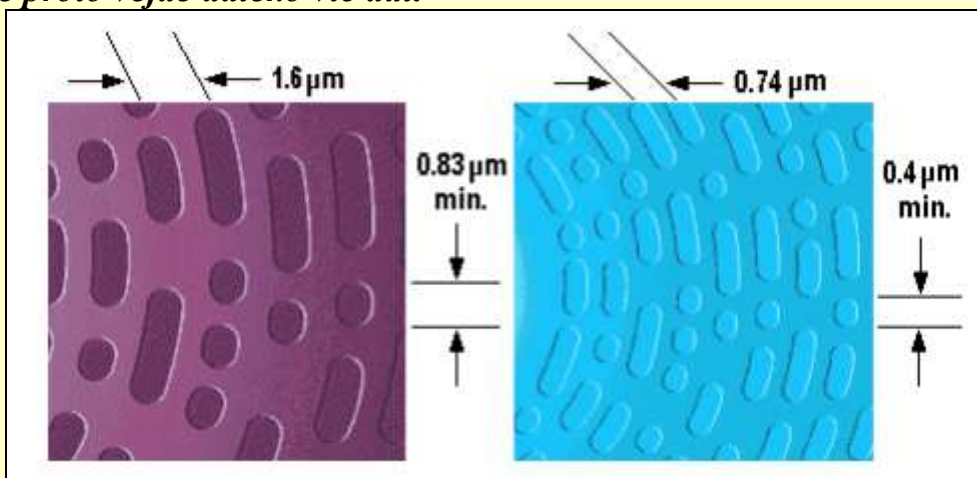
(Snímky byly pořizeny elektronovým mikroskopem Phenom zapůjčeným firmou FEI)

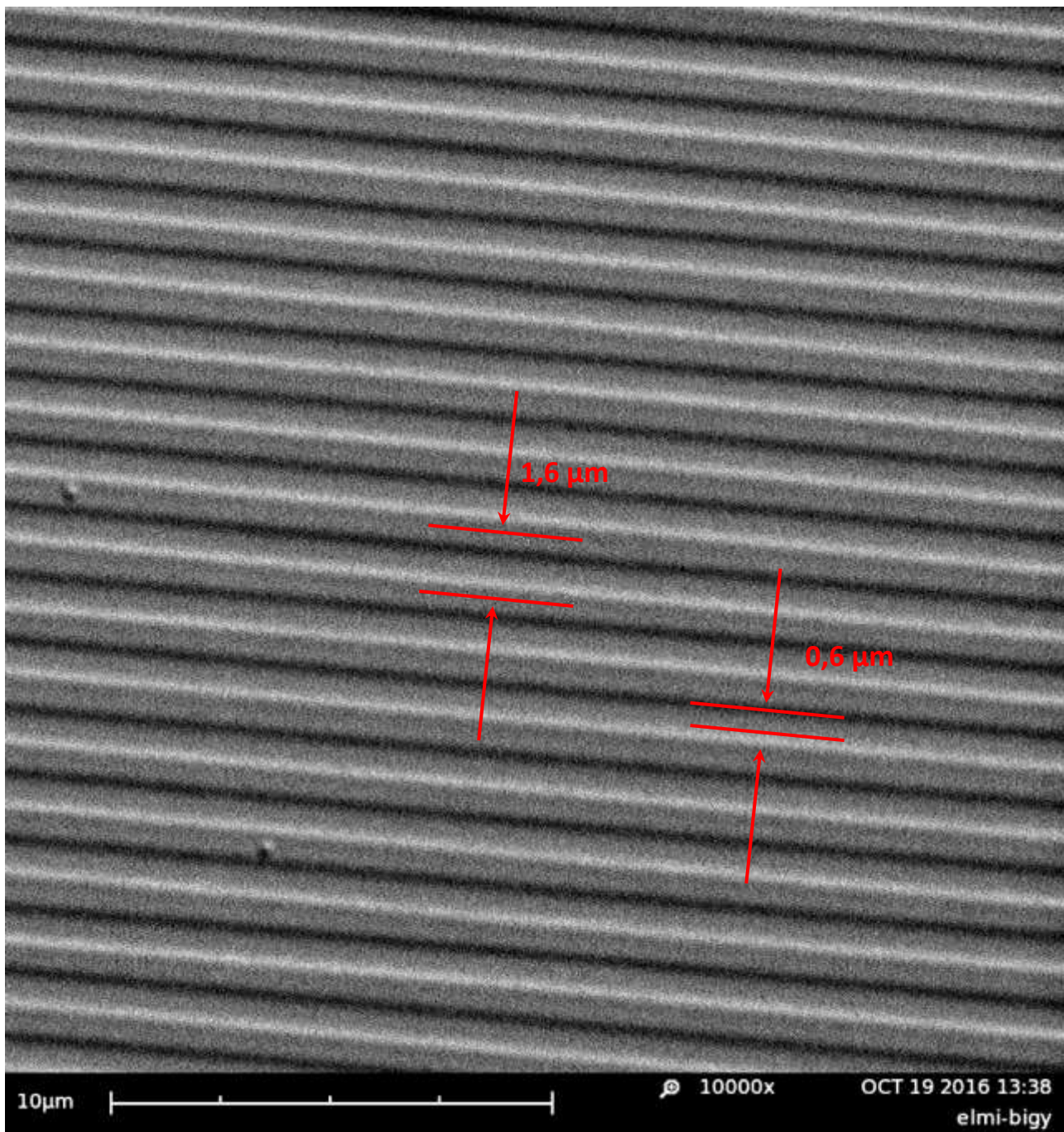
Tentokrát se budeme věnovat studiu digitálních záznamových médií, konkrétně CD a DVD. Optický disk se skládá z průhledného nosiče na bázi polykarbonátu o tloušťce přibližně 1,2 mm. Na jedné straně je disk opatřen reflexní vrstvou a ochranným lakem o tloušťce asi 10 μm . Reflexní vrstva je zpravidla hliníková, její tloušťka je 50 nm. Informace se ukládá ve formě miniaturních prohlubní (anglicky pits). Oblast, kde prohlubně nejsou, zpravidla označujeme termínem "land". Hloubka prohlubní vzhledem k okolí je 0,12 až 0,20 mikrometru. Vrstva ochranného laku je většinou překryta nálepkou komerčního charakteru.



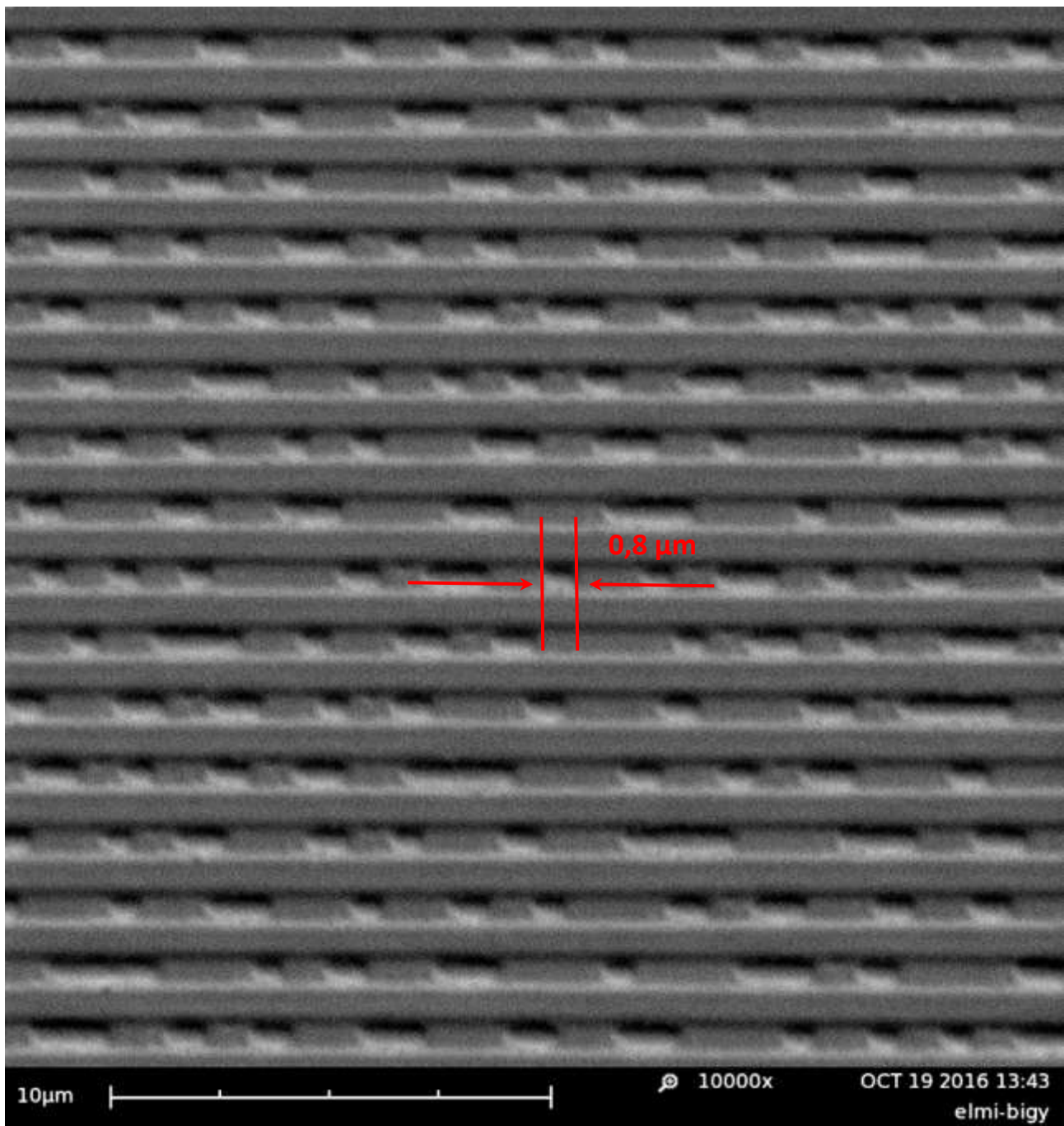
Prohlubně jsou seřazeny do stopy (track) která postupuje ve tvaru spirály od vnitřního k vnějšímu okraji disku. Snímání se děje pomocí laserového paprsku, který prochází nosičem až k reflexní vrstvě. Ještě při vstupu do nosiče má paprsek laseru průměr asi 1 mm, ale ve výšce reflexní vrstvy má plochu o průměru 1 μm . Z velikosti paprsku, celkových mechanických charakteristik systému a vlnové délky používaného záření (asi 780 nm) plyne šířka stopy asi 0,6 mikrometru a odstup mezi stopami asi 1,6 mikrometru. Z těchto parametrů plyne, že na jeden milimetr se vejde 600 "závitů" stopy a její celková délka (u kotouče s průměrem 12 cm) dosahuje 6 km.

DVD nosiče mají několik odlišností. Menší šířku stopy a menší odstup mezi stopami. Také velikost „pits“ a „lands“ je přibližně poloviční. Na DVD nosiče se proto vejde daleko víc dat.

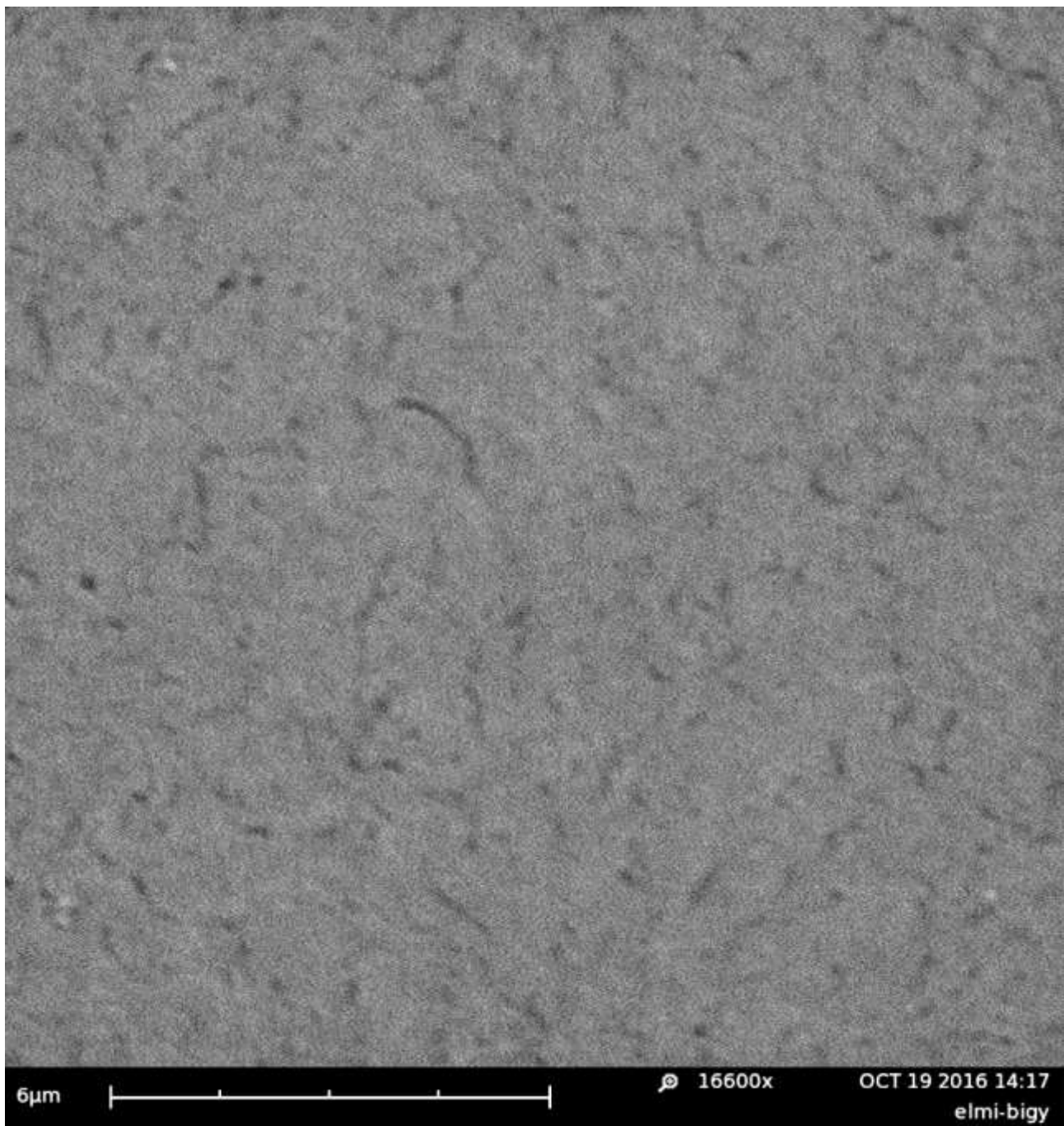




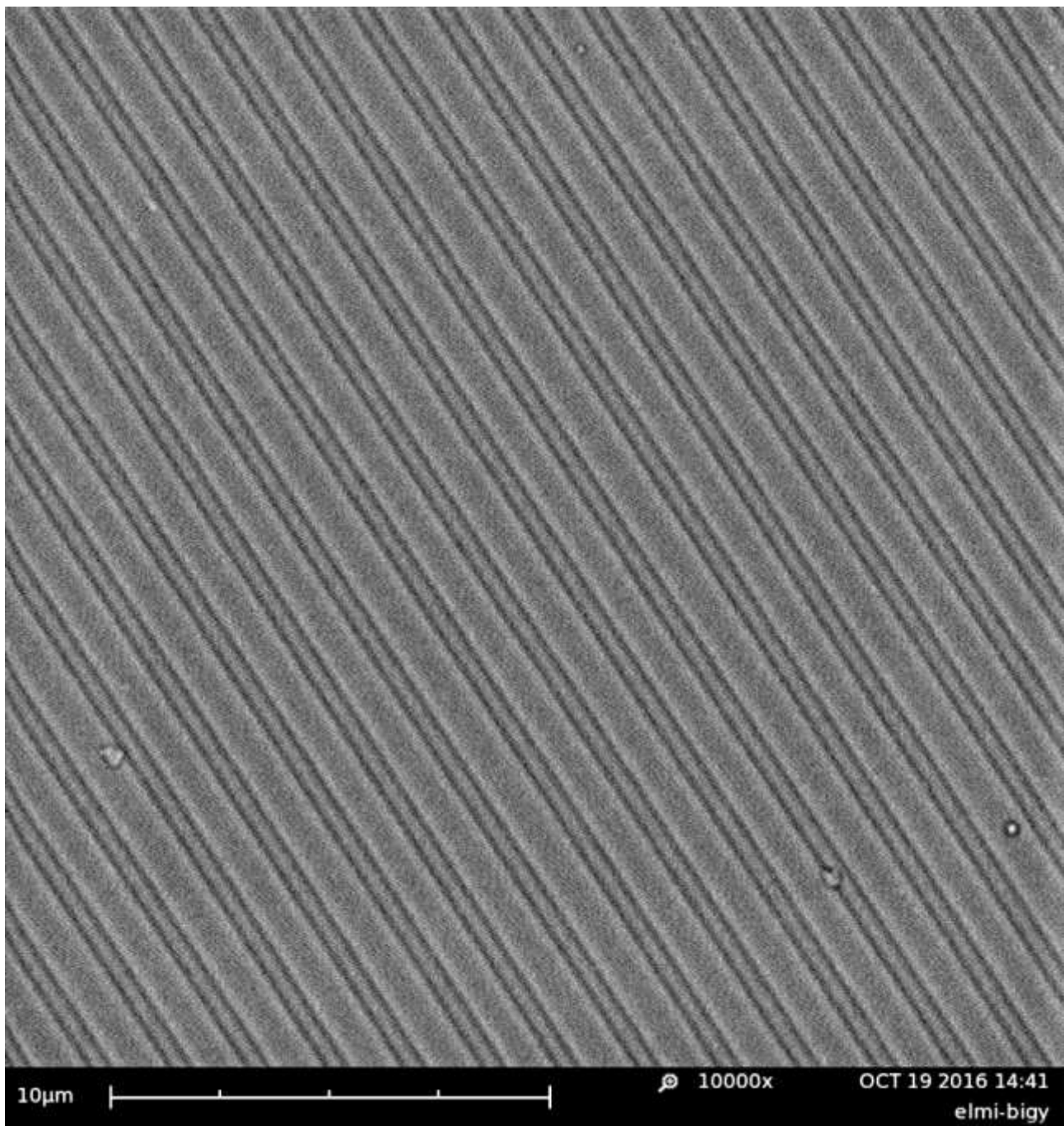
Podarilo se nám sejmout z polykarbonátového CD disku vrstvičku ochranného laku i s reflexní hliníkovou vrstvičkou. Čirý disk jsme nechali pokovit a hledali jsme výše zmíněnou stopu (track) bez záznamu i se záznamem. Na této fotografii je stopa bez záznamu. Je vidět, že se jedná skutečně o drážky. Vzdálenost stop je přibližně 1,6 μm a šířka stopy přibližně 0,6 μm . Ve stopě nejsou pozorovatelné žádné záznamy (pits, lands). Můžeme tedy říci, že před vypálením záznamu je do polykarbonátového disku vylisovaná pouze záznamová stopa. V režimu topografického zobrazení.



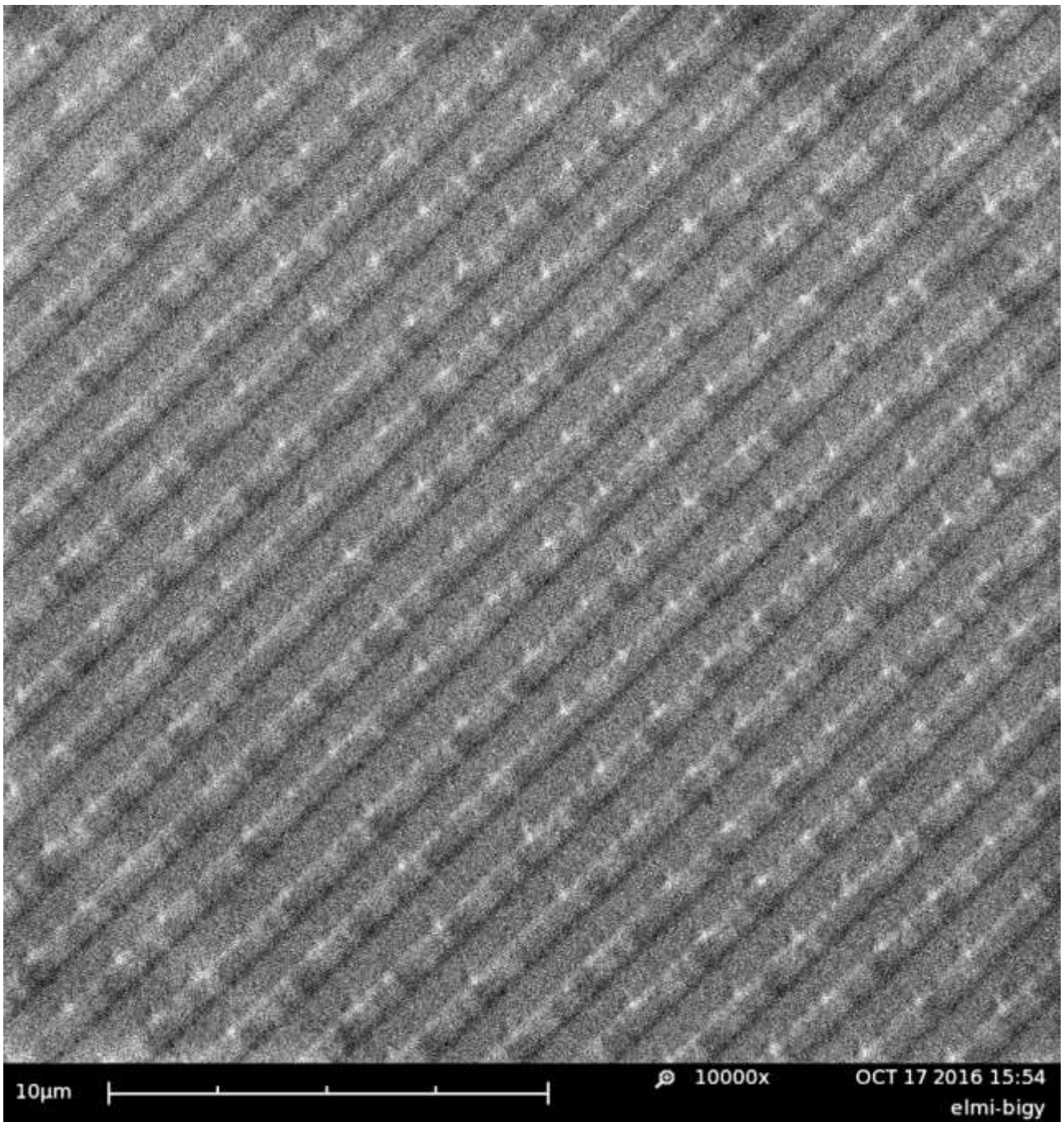
Zde je tentýž polykarbonátový disk, ale v záznamové stopě jsou pozorovatelné prohlubně (pits). Snímek byl pořízen z místa s vypálenými s vypálenými daty. Nejkratší vypálený „pit“ má délku přibližně 0,8 μm. V režimu topografického zobrazení.



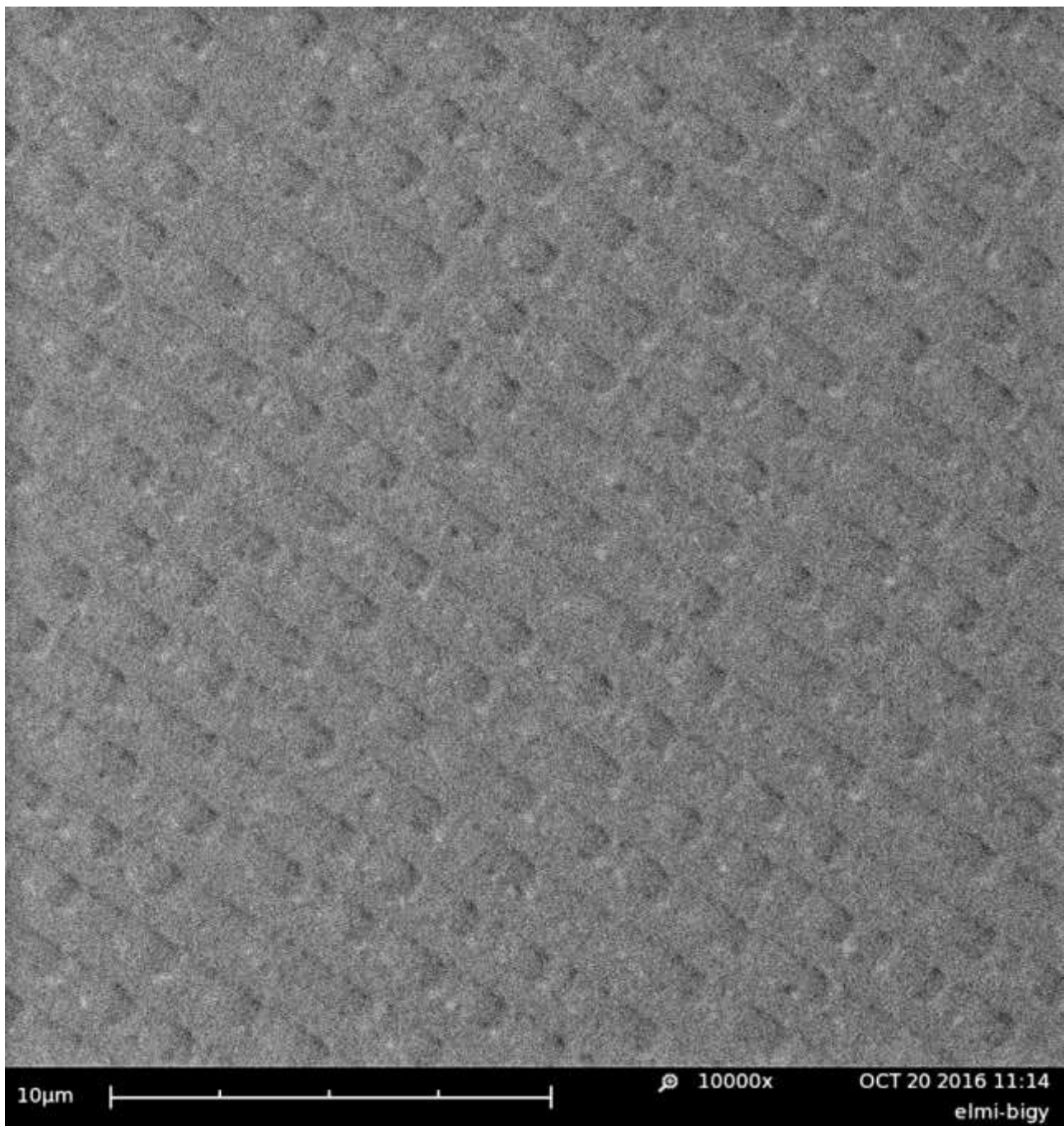
Dále jsme pozorovali sejmoutou lakovou ochrannou vrstvičku. Na ní jsme ani při extrémním zvětšení nenalezli žádný náznak stop nebo „pitů“. Trochu podobně vypadá například povrch magnetofonové pásky.



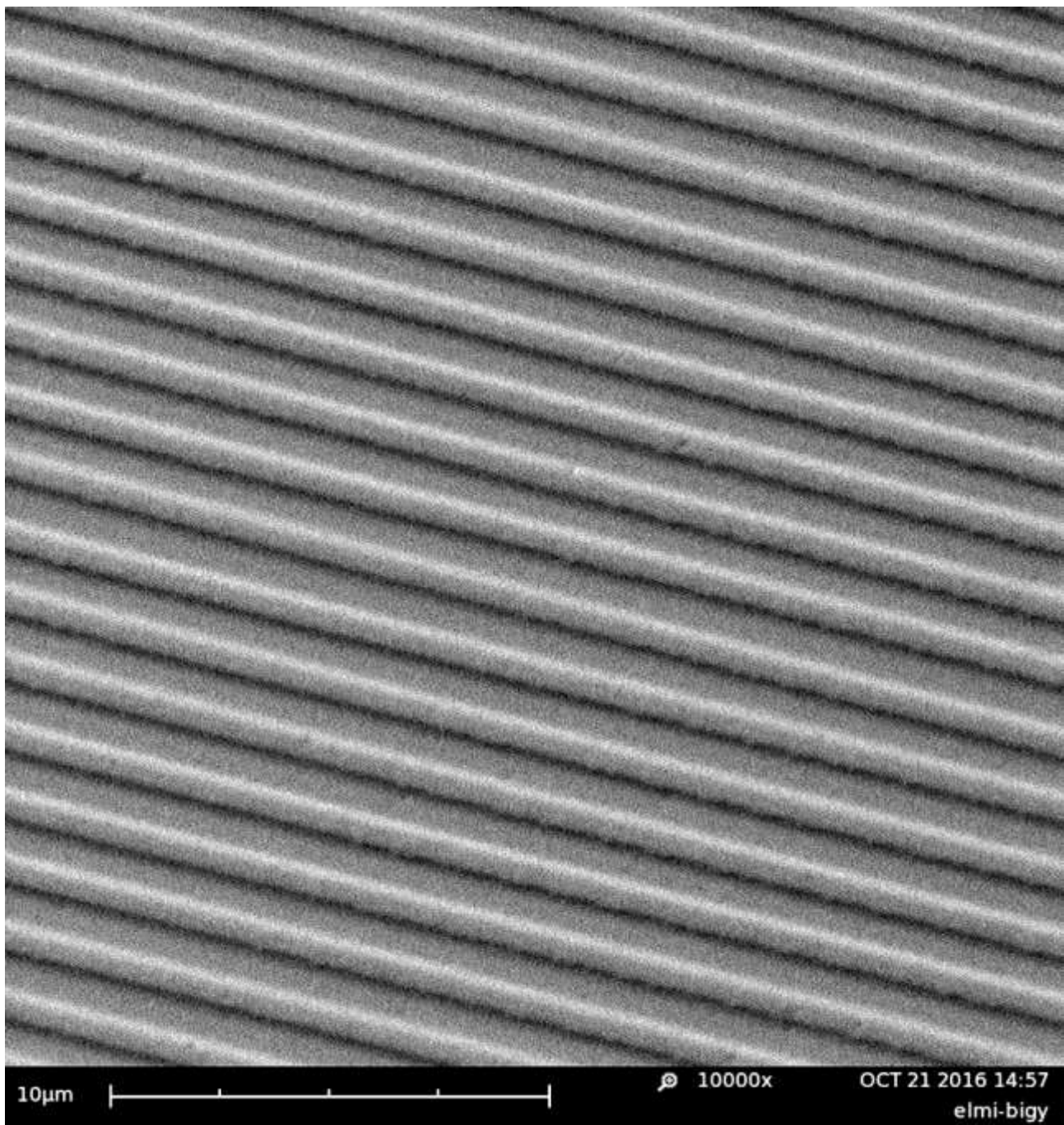
Na tomto snímku je polykarbonátový disk, ze kterého byla sejmuta pouze ochranná laková vrstvička. Vidíme tedy povrch reflexního pokovení na disku. Preparát obsahoval jak místa se záznamem, tak místa bez záznamu dat. Toto bylo místo bez záznamu. Jde o rozhraní mezi reflexní vrstvou a ochranným lakem.



Na tomto snímku je opět polykarbonátový disk, ze kterého byla sejmuta pouze ochranná laková vrstvička. Vidíme tedy opět povrch reflexního pokovení na disku. Preparát obsahoval jak místa se záznamem, tak místa bez záznamu dat. Toto bylo místo se záznamem. „Pity“ jsou tentokrát velice špatně rozlišitelné. Jde o rozhraní mezi reflexní vrstvou a ochranným lakem.



Podářilo se nám sejmout ochrannou lakovou vrstvičku i s reflexním pokovením. Na snímku jsou velmi nejasně vidět „pity“ v záznamu dat. Jedná se tedy o povrch reflexní vrstvičky ze strany polykarbonátu. Jde tedy o jakousi repliku, tam, kde je na disku prohlubeň, je zde kopeček.



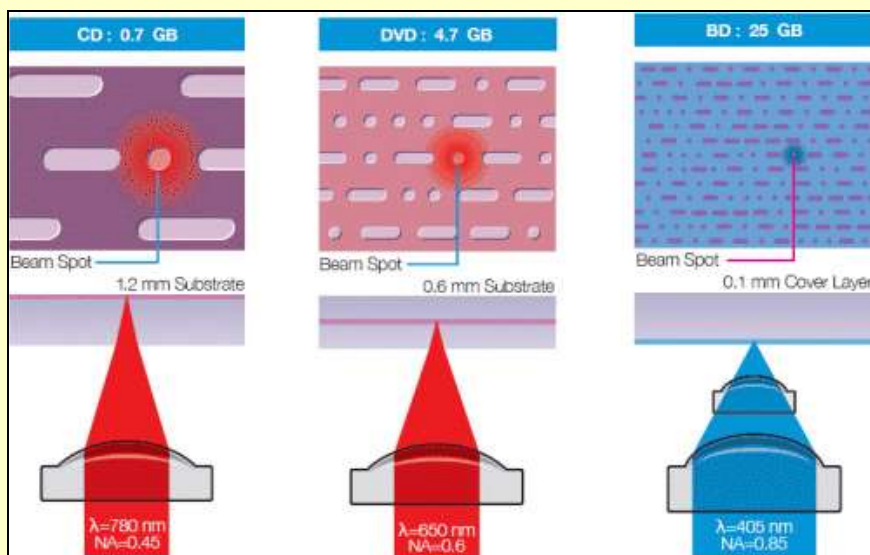
Jde opět o ochrannou lakovou vrstvičku i s reflexním pokovením (povrch reflexní vrstvičky ze strany polykarbonátu). Tentokrát je ale sejmuta z oblasti bez digitálního záznamu. Zobrazení je v režimu topografickém, proto se lépe zobrazují drážky záznamové stopy.

Proč jsou na druhém snímku tzv. „pity“ dobře viditelné a na jejich replice (reflexní vrstva sejmutá z povrchu polykarbonátového disku i s ochranným lakem) jsou sotva pozorovatelné? Vždyť tam, kde je na jednom díra, musí být na druhém stejný kopeček! Problém může být v tom, že se nejednalo o totéž CD. Záleží na způsobu záznamu.

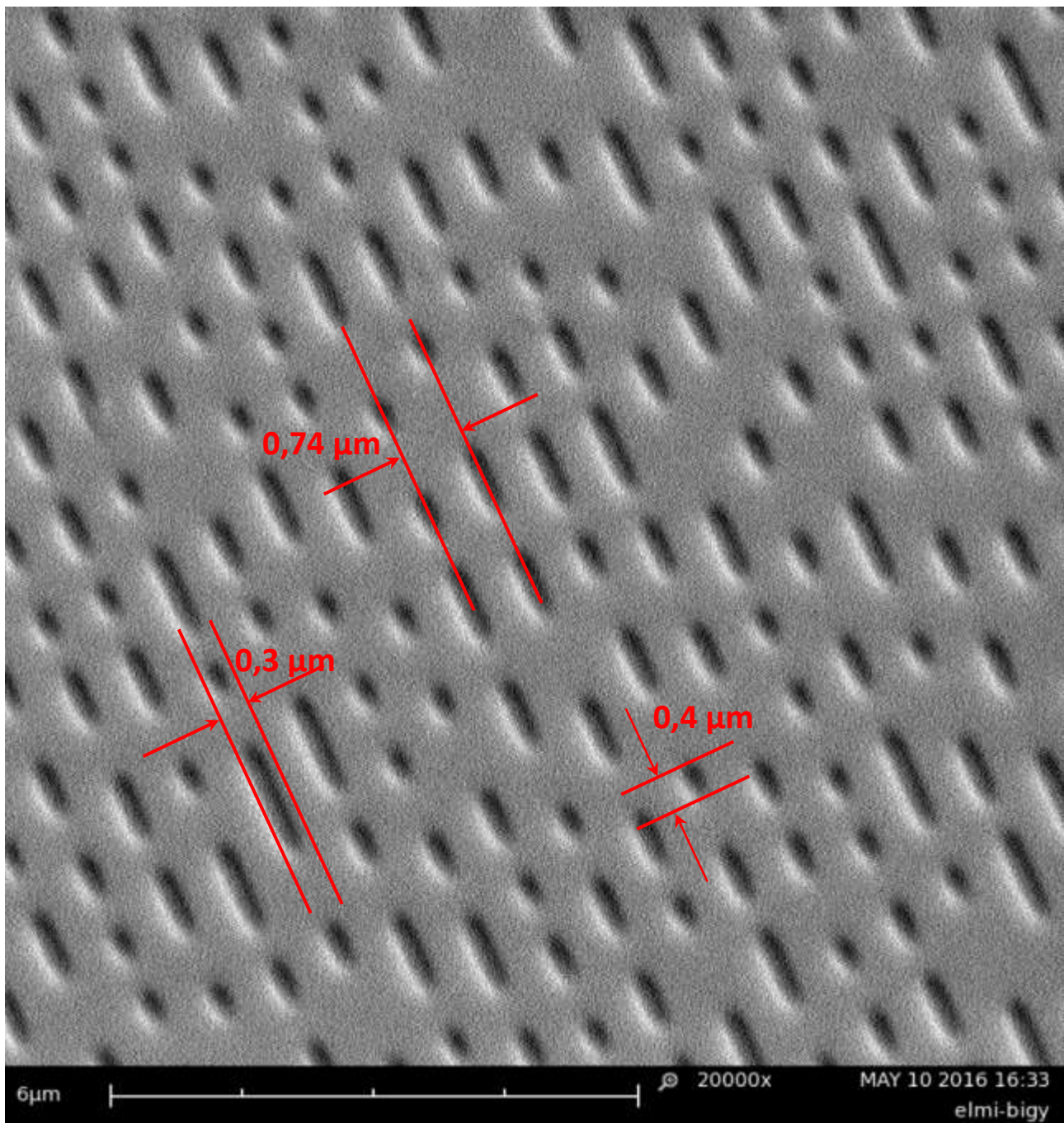
Princip záznamu spočívá ve změnách odrazivosti reflexního média. Záznam se provádí v mechanikách umožňujících zápis v tzv. vypalovačkách - dnes již standardní součást PC. Při zápisu se pomocí laserového paprsku zahřeje místo na teplotu přesahující 300 °C. Dojde k nevratné změně barvy a toto místo (pit) již neodráží laserový paprsek. Rozdíl mezi tmavým a světlým místem je však nižší než u lisovaných médií, kde se rozdíl v odrazivosti dosahuje pomocí prohlubní. Z tohoto důvodu nemusí některé starší CD mechaniky čistě pálená média - jedná se zejména o hudební věže či starší mechaniky u PC.

Lisovaná CD mají tedy výškové rozdíly prohlubní (pits) větší než vypalovaná CD. U našich preparátů jsme nevěděli, která CD byla jak zpracována.

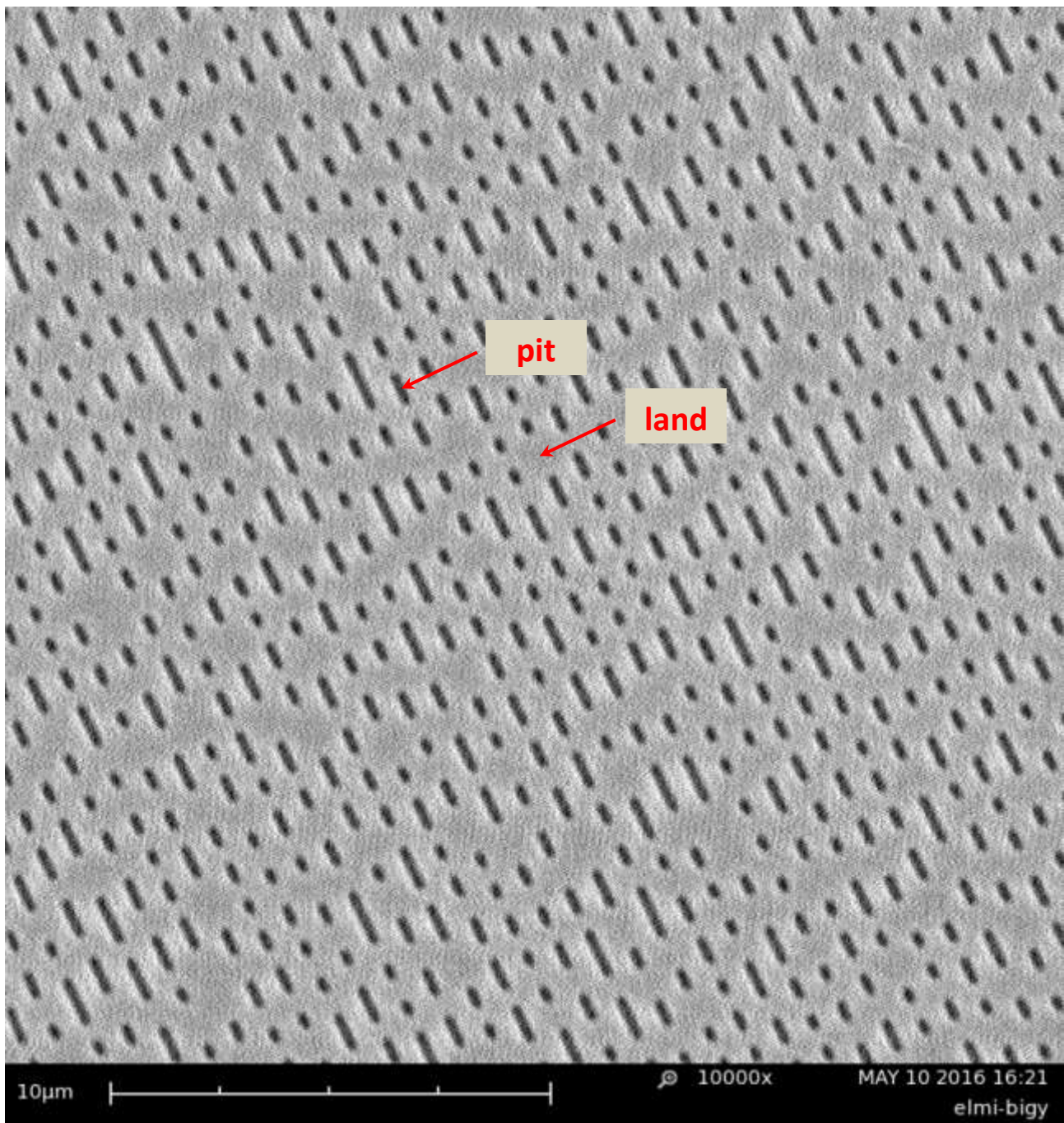
Podívejme se nyní blíže na DVD. Také nosiče DVD mají tloušťku 1,2 mm. Průchodem laserového světla polykarbonátem dochází k jeho rozptylu a my potřebujeme paprsek mnohem lépe zaostřený, než u CD. Proto je reflexní vrstva umístěna uprostřed disku.



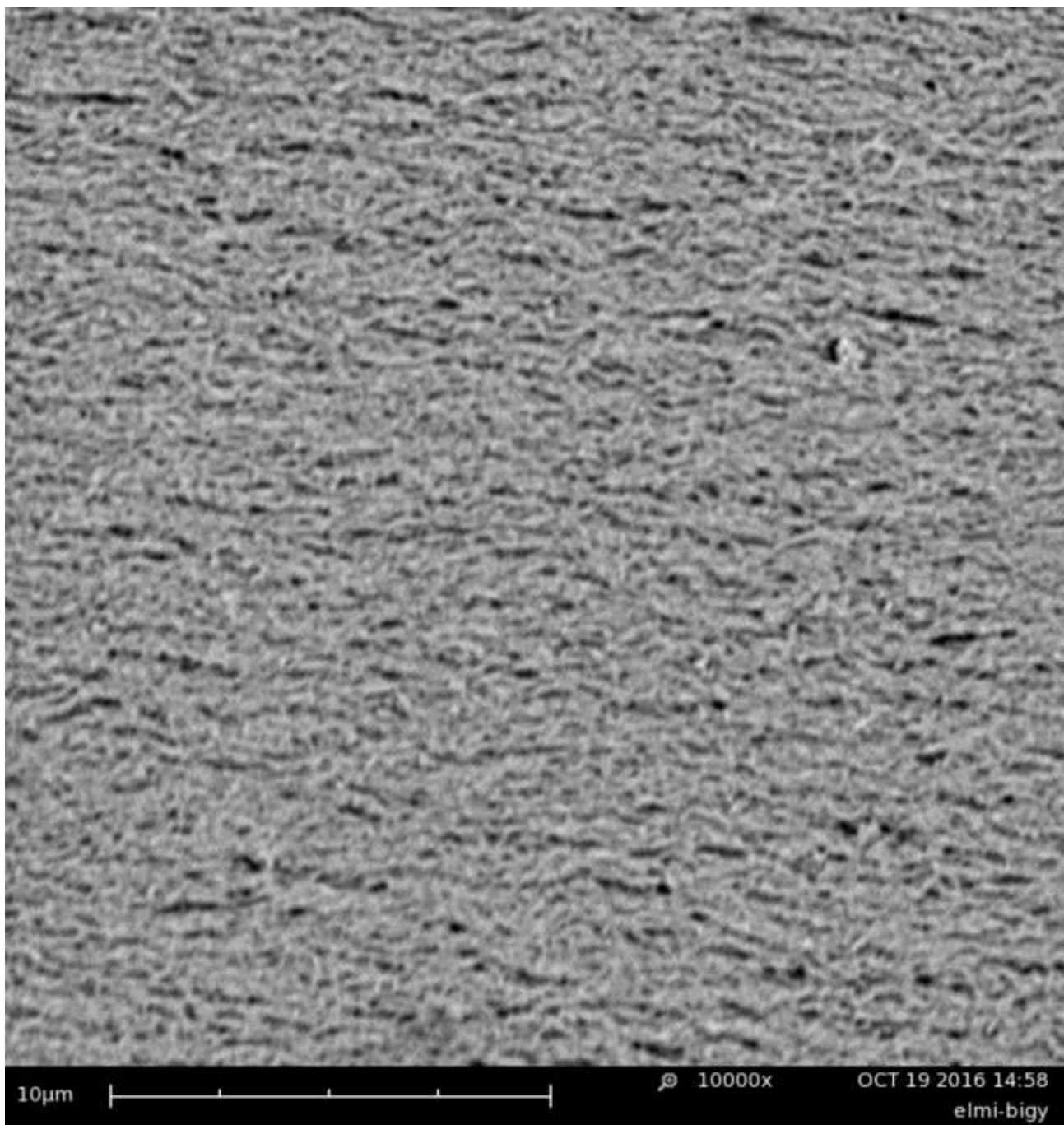
U tzv. Blue-ray disků je vrstva, kterou prochází laserový paprsek (tentokrát modré barvy) nejtenčí, aby nedocházelo k jeho rozptylu v polykarbonátu. Vidíme to na předchozím obrázku.



Na tomto snímku vidíte při extrémním zvětšení záznam na DVD. Šířka stop je přibližně $0,3 \mu\text{m}$, vzdálenost stop $0,74 \mu\text{m}$ a délka nejkratší značky $0,4 \mu\text{m}$. Záznam na CD je přibližně dvakrát větší. Za povšimnutí stojí, že zde nejsou vidět stopy (tracks), jako tomu bylo u CD. Preparát jsme získali tak, že se nám podařil disk rozpůlit právě v místě reflexní vrstvy. Režim topografického zobrazení.



Zde je tentýž preparát v normálním zobrazení a s polovičním zvětšením. Toto zvětšení odpovídá snímkům z CD. Na první pohled je vidět jemnější struktura záznamu. Proto se na DVD vejde více dat, než na CD. „Pity“ na snímku jsou velmi pravidelné, zřejmě šlo o lisované DVD.



Nakonec jen pro srovnání: Takto vypadá v elektronovém mikroskopu povrch magnetofonové pásky ze strany záznamu. Nezdá se příliš hladká.