

Konfokální mikroskop

Obsah:

Konfokální mikroskop.....	1
Princip rastrovacího konfokálního mikroskopu	1
Rozlišovací schopnost	2
Pozorování povrchů ve skutečných barvách	2
Konfokální mikroskop Olympus LEXT 3100.....	3
Aplikace	4
Závěr.....	5
Literatura a odkazy.....	5

V současné době rostou stále více nároky na nestandardní způsoby zobrazení a současně měření velmi jemných součástí, povlaků, spojů, sledování struktur rozličných materiálů a pro kontrolu drsností povrchů s vysokou přesností měření. Z tohoto důvodu společnost Olympus vyvinula velmi zajímavé optické zařízení s názvem LEXT - konfokální laserový rastrovací měřicí mikroskop, umožňující až submikronové zobrazení povrchů materiálů s nestandardní rozlišovací schopností zobrazení a s možností přesného 3 rozměrného měření.

KM je druhem optického mikroskopu, jehož výhodou je **vyšší rozlišovací schopnost daná detekcí světla pouze z ohniskové roviny mikroskopu.**

Známý jsou tyto typy mikroskopu:

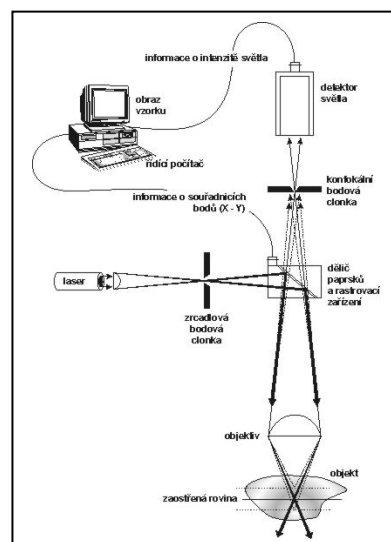
- rastrující konfokální mikroskop - skenující zařízení zařizuje posun ohniska excitujícího laserového paprsku
- konfokální mikroskop s rotujícím diskem - místo skenujícího zařízení obsahuje rotující Nipkowovův kotouč, na kterém je mnoho navzájem oddělených clonek

Princip rastrovacího konfokálního mikroskopu

Základním principem konfokálního mikroskopu LEXT je to, že netvoří obraz vcelku, najednou, ale bod po bodu, řádkováním. Pomocí řádkování jsou tedy snímány optické body v rovině XY a díky přesnému definovanému posuvu objektivu v ose Z, i jednotlivé optické řezy.

Konfokální obrazy jsou vždy zaostřené a představují jednotlivé optické řezy vzorkem. Složení trojrozměrných obrazů vychází z možnosti postupného snímání desítek až stovek optických řezů v ose Z.

Konfokální mikroskop LEXT využívá navíc novou inteligentní softwarovou funkci výpočtu ohnisek (CFO), která k vytvoření obrazu celé plochy vzorku vybírá vždy pouze její nejlépe



zobrazené části. Pro každou jednotlivou část plochy se přitom optimalizuje ohnisko. CFO nejen zobrazování výrazně urychluje, ale umožňuje také získat velmi přesný, opakovatelný výsledný 3D obraz.

Princip v kostce:

- Laserový paprsek (intenzivní bodový zdroj světla) je fokusován na clonku
- Dále prochází objektivem až na vzorek, kde je obraz clonky fokusován do bodu, jehož průměr odpovídá difrakční mezi (rozlišovací mez)
- Přes stejný objektiv jde zpětně i světlo na vzorku odražené či rozptýlené, případně fluorescence
- Sekundární světlo putující zpět prochází opět clonkou, jejichž bodový obraz je s pomocí děliče paprsků lokalizován před fotonásobič, kde je umístěna druhá konfokální bodová clonka, která filtruje světlo pocházející z oblasti mimo ohniskovou rovinu mikroskopu
- Obraz celé zaostřené roviny lze pak získat rastrováním bod po bodu některým z těchto postupů:
 - rozmítání laserového paprsku
 - příčný posuv vzorku před objektivem
 - posuv objektivu nad vzorkem

Výhody:

- objekt mimo rovinu ostrosti nezpůsobí rozostření, ale není zobrazen – optické řezy
- získávání 3-D obrazu - po počítačovém zpracování velká hloubka ostrosti
- omezené blednutí (bleeching) objektu - omezená doba expozice excitačním zářením
- přesnější kvantitativní měření (nejsou zkreslená hloubkou)



Rozlišovací schopnost

Při použití objektivu o NA (numerická apertura) cca 1,3 a s využitím modrozelené čáry Ar laseru ($\lambda = 488 \text{ nm}$) by odpovídala tloušťka optických řezů asi 0,4 mikrometru. Dále při maximálním průměru konfokální clonky odpovídajícímu 1/4 průměru centrálního maxima Airyho kroužku, lze tvrdit, že rozlišovací schopnost konfokálního mikroskopu je přibližně 1,4x lepší než klasického mikroskopu o téže NA objektivu.

Pozorování povrchů ve skutečných barvách

Další velkou výhodou takového zařízení je možnost využití laserového svazku společně s tradičními mikroskopovacími technikami (pozorování ve světlém/temném poli, polarizovaném světle a D.I.C. (interferenční kontrast), a to jak v režimu video - „živý“ obraz, tak i v režimu laserového konfokálního zobrazení.

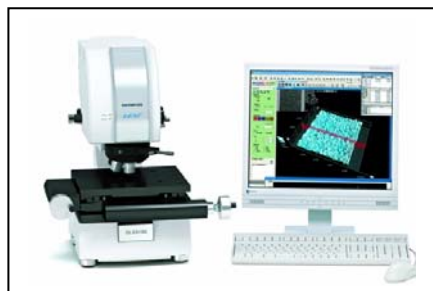
Tento nový konfokální laserový D.I.C. režim je zvláště užitečný pro zvýraznění jemných texturových změn při analýze povrchů. Konfokální mikroskop Lext je první systém, který tak umožňuje získat simultánní zobrazení vzorků ve třech rozměrech a ve skutečných barvách, tím, že kombinuje laserové 3D zobrazení s plnobarevným zobrazením obrazu např. ve světlém poli, což je užitečné zejména při pozorování barevných vzorků.

CCD je elektronická součástka používaná pro snímání obrazové informace. CCD využívá podobně jako všechny ostatní světlocitlivé součástky fyzikálního jevu známého jako fotoefekt. Tento jev spočívá v tom, že částice světla foton při nárazu do atomu dokáže přemístit některý z jeho elektronů ze základního do tzv. excitovaného stavu.

Konfokální mikroskop Olympus LEXT 3100

Konfokální mikroskop LEXT OLS 3100 (UV - ultrafialová oblast světla) je představitelem nové generace optických systémů s vysokou přesností 3D zobrazování a měření. Nabízí nové možnosti při vývoji a kontrole rozličných materiálů a součástek. Je zvláště vhodný pro nově vznikající aplikace v mikro a nanotechnologických odvětvích, která kladou stále vyšší nároky na nestandardní způsoby bezkontaktního měření a kontrolu materiálů, miniaturních součástek, velmi jemných spojů a také na kontrolu drsnosti povrchů se submikronovou přesností.

Nový LEXT OLS 3100 (UV) je konfokální laserový rastrovací mikroskop, umožňující zobrazení povrchů materiálů a součástí od přehledového zobrazení, složeného z více zorných polí, až po submikronové s výjimečnou rozlišovací schopností v ploše 120 nm a v řezu 40nm sledovaného povrchu.



Rozsah zvětšení 120x až 14 400x uspokojí požadavky nejen výzkumných a vývojových pracovníků, kteří se při práci pohybují mezi hranicemi optických světelných mikroskopů a elektronových řádkovacích mikroskopů (SEM). Navíc na rozdíl od SEM, popř. AFM (rastrovací mikroskopy na principu měření atomárních sil) se v LEXTu mohou vzorky umísťovat přímo na mikroskopický stolek, bez použití vakuové komory.

Pozorování vzorku probíhá v reálném čase a rovněž není za potřebí tzv. „zvodivění“ povrchu součásti.

LEXT OLS 3100 využívá laserový svazek o vlnové délce 408 nm s optickými prvky uzpůsobenými pro tuto krátkou vlnovou délku tak, aby se optimalizovala kvalita zobrazení a omezily se případné odchylky. Ovládací software poskytuje jednoduché, uživatelsky velmi příjemné rozhraní s pokročilou analýzou obrazu.

Konfokální mikroskop LEXT OLS 3100 umožňuje submikronové zobrazení povrchů materiálů s rozlišením 120 nm a se schopností přesného 3D měření. Rozsah zvětšení se pohybuje v rozmezí 120x až 14 400x. Vzorky se umísťují přímo na mikroskopický stolek a pozorování na monitoru počítače probíhá v reálném čase. Automatickým stolkem mikroskopu se dá pohybovat v rozsahu 100 x 150 mm, softwarové ovládání stolku umožňuje velmi přesné

nastavení požadovaného místa pozorování. Široké pole pozorování lze získat pomocí spojení pořízených obrazů v řadách těsně vedle sebe. Protože je pozorovací metoda nedestruktivní, může být pozorování a měření prováděno mnohem efektivněji a kdykoliv opakováno. Opakovatelnost měření je do 0,020 mm (3 sigma) s opakovatelností osy z do 0,052 mm (3 sigma).

Aplikace

Lext OLS 3100 se výborně uplatňuje při kontrole výroby komponentů s velmi malou tolerancí přesnosti výroby, např. MEMS (Micro Electro Mechanical System), automobilových součástek, lomových ploch, vodivých i nevodivých materiálů, jako jsou polovodiče, keramiky, plasty, povlaky, vrstvy a kovy. Pro řízení jakosti nabízí měření drsnosti, měření profilů, analýzu částic a objemovou analýzu přímo v 3D zobrazení. Schopnosti systému Lext OLS 3100 nyní v kombinaci s AFM modulem lze také velmi dobře využít při analýze vad a poruch, navíc výrazně překračuje rámec konvenční mikroskopie také tím, že představuje velmi výkonný 3D metrologický nástroj s přesností měření (3 sigma) v ose X-Y až 1 nm a v ose Z také až 1 nm.



Lext OLS 3100 (UV – ultrafialová oblast světla) se výborně uplatňuje při kontrole výroby komponentů s velmi malou tolerancí přesnosti výroby, automobilových a leteckých součástek, lomových ploch, vodivých i nevodivých materiálů, jako jsou polovodiče, keramiky, plasty, povlaky, chemické a biologické preparáty a kovy.

Pro řízení jakosti nabízí měření skutečných vzdáleností, objemů, ploch a průmětů, měření drsnosti povrchů, měření profilů, analýzu částic a mnoho dalších funkcí přímo v 3D zobrazení. Schopnosti takového systému lze také velmi dobře využít při analýze vad a poruch, navíc výrazně překračuje rámec konvenční mikroskopie také tím, že představuje velmi výkonný 3D metrologický nástroj s repeabilitou měření (3 sigma) v rovině X-Y 40nm a v ose Z 20nm.

Poznámka:

Do rodiny „LEXT systems“ náleží i další velmi pozoruhodné zařízení - LEXT OLS 3000 IR (IR - infračervená oblast světla), které umožňuje sledovat nejen povrch součástí, ale i jejich vnitřní strukturu. LEXT OLS 3000 IR je unikátní měřicí laserový konfokální mikroskop se zvětšeními 120x až 12.960x. Principem je obdobně rastrující laserový svazek (technologie EMS) o dlouhé vlnové délce 1310 nm => ideální pro kontrolu součástí propustných pro tuto vlnovou délku, jako jsou křemenné krystaly, sklo, čipy, propustné substráty atd. Mikroskop poskytuje vysoký kontrast pořízených obrázků, umožňuje provádět vysoce spolehlivé, opakovatelné měření v osách X, Y, Z s přesností 0,1 μm, včetně analýzy obrazu.

LEXT OLS 3000 IR je velice operativní systém, který také nevyžaduje pracnou přípravu vzorků a vakuum. Nejčastější aplikace jsou v oblastech vývoje a kontroly výroby případných miniaturních defektů „IC patterns“ po implementaci „flip“ čipů (viz. obrázek vpravo), zjištění přesné pozice „alignment marks“ a stav povrchu „bump pads“. Dále je umožněno měření defektů v křemíku a měření stupňovitosti, MEMS, duté konstrukce, styčné plochy a pro měření odbroušení „SOI“ destiček. LEXT OLS3000 IR dále podporuje budoucí technologie a

aplikace, jako jsou SiP a MEMS, technologie CCD snímačů (např. metoda FCB), kontroly pájení kontaktů a výzkumu sledování vlastností mezivrstev tenkých povlaků na substrátu, který je transparentní pro IR oblast.

Závěr

Konfokální laserový měřicí mikroskop LEXT OLS 3100 (UV) nabízí nejen v metrologii nové možnosti kontroly materiálů, povlaků, elektrotechnických vzorků a součástek s vysokou přesností měření v 3D, ale hodí se zejména pro nově vznikající aplikace v mikro a nanotechnologickém odvětví.

Literatura a odkazy

[1] Confocal Scanning Laser Microscope OLS3000/3100, User's manual, Ver. 5.0, 2007