**A Pásztázó Elektronmikroszkóp képének feldolgozása LabView segítségével**

**Témalaboratórium**

**Tóth Ádám Raymond**

**Mikroelektronikai tervezés specializáció**

**Konzulens: Dr. Neumann Péter Lajos, adjunktus**

**Tartalomjegyzék**

**Abstract**

This paper…

**Bevezetés**

A pásztázó elektronmikroszkóp, az angol szakirodalomban scanning electron microscope (továbbiakban csak SEM), egy olyan eszköz ami leképezi a minta felszínét. Ezt olyan módon teszi meg, hogy egy fókuszált elelktronnyalábbal végigpásztázza a minta felületét, amiből ennek hatására elektronok lépnek ki és ezeket detektálja. A leképezés a képcsöves televíziók pásztázásához hasonlít. A mikroszkóp jeleit egy LabVIEW-val (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) programozható fpga fogadja, dolgozza fel és jeleníti meg.

A fénymikroszkópokhoz képest a SEM sokkal jobb felbontóképességel rendelkezik, míg az első a fény hullámhossza miatt körübelül 500 nm-ig képes lemenni, addig egy átlagosnak mondható elektronmikroszkóp 5 nm-es felbontásra képes (speciális téremissziós katóddal 1 nm). Mélységélességet tekintve a pásztázó elektronmikroszkóp 3-4 mm-ével szemben a fénymikroszkóp 1-10 um ér el.

Az első pásztázó elektronmikroszkóp 1942-ben építette Vladimir Kosmich Zworykin. Kereskedelmi forgalomba 1965-ben került.

1. **Felépítés**
2. **Vákuumrendszer**

A pásztázó elektronmikroszkóp működésének egyik feltétele, hogy az elektronágyú nagyvákuumban van, ez azért szükséges, hogy a környezetében ne keletkezzenek pozitív ionok, amik az ellenkező töltések vonzása miatt megroncsolnák a katódot. Másik célja az, hogy megakadályozza a krakkolást, ami annyit jelent, hogy az elektronnyaláb lebontja a levegőben lévő szénhidrogéneket és egy szénréteget hozt létre a minta felületén. Elővákuumot létrehozatunk egy rotációs szivattyúval, majd ezt tovább javíthatjuk diffúziós vagy turbomolekuláris szivatrtyúval (ez kiegészülhet ion szivattyúval is).

1. **Elektronágyú**

Az elektronágyú hozza létre az elektronnyalábot, aminek nyalábátmérője fordítottan arányos a felbontóképességgel. Az átmérő csökkentésével csökken a nyaláb árama is, ami zajos képhez vezethet, ezért nagy forrásfényességre van szükségünk. A fényességet az egységnyi térszögre vonatkoztatott áramsűrűséggel mérjük. A legelterjedtebb katódok a termikus volfrám-, lantán-hexaborid-, cérium-hexaborid- és a termikus katód.

1. Mágneses lencsék

Az elektronnyaláb fókuszálására használnak mind mágneses mind elektromos lencséket, de a SEM esetében a mágneses elterjedtebb, mivel könnyebben kezelhetők és kissebek a lencsehibák. Feladata a minimális nyalábátmérőt lekicsinyítse a minta felületére, ezt a Lorentz erő segítségével éri el.

1. Pásztázó tekercsek

A pásztázást két tekercspár segítségével valósítják meg. A vízszintes és a függőleges eltérítést is fűrészfogas jelekkel irányítják. Lassú pásztázással javítható a jel-zaj viszony. Analóg esetben a nyaláb folyamatosan mozog, míg digitális pásztázáskor a nyalábot diszkrét értékek vezérlik. Ez utóbbinka az az előnye, hogy elterjedtebb a számítógépes vezérlés, képfeldolgozás és automatizálás területén

1. Detektor

A szekunder és visszaszórt elektron-kép előállításában leggyakrabban haszált az Everhart-Trornley detektor, amely úgy működik, hogy a mintáról jövő elektronok vékony fémréteggel bevont scintillátorba csapódnak, és ez által fényfelvillanásokat okoznak. Az így keletkezett fényjelek fényvezetőn keresztül kerül a fotoelektronsokszorozóba, amelynek első elektródáján elektronokat váltanak ki. A szcintillátort egy fémréteg borítja, amire +10kV-os feszültséget kapcsolunk, ez elősegíti a szekunder elektronok gyorsítását, amik gyorsítás nélkül nem lennének képesek áthatolni ezen a fémrétegen. A szcintillátor körül egy fém ház is megtalálható ami árnyékolja a szekunderelektron-detektor hatását az elektronnyalábra. Erre a fémházra kapcsolt potenciállal lehet befolyásolni, hogy milyen jeleket detektálunk, ha csak visszaszórt elektronokat akarunk, akkor ezt a pontenciált 50 V-ra állítjuk be (visszaszórtelektron-üzemmód). Ellenkező esetben mind visszaszórt- mind pedig szekunderelektronokat is detektálunk, de geometriai elhelyezkedés miatt szekunder elektronból többet (szekunderelektron-üzemmód).

Az előbb ismertetett, módok hatással vannak a a kapott kép megvilágítására, és erős összefüggést mutat a fényoptikai megvilágítással. Visszaszórt elektron üzemmódban a fémház előfeszítése miatt nem detektálunk szekunder elektronokat csak visszaszórt elektronokat, ez utóbbit nagy sebessége miatt a minta detektorral ellentétes irányba néző részeiről nem tudunk begyűjteni. Ezért ezek a részek sötétek maradnak a képen, ami olyan hatást kelt, mintha a mintát egyik oldaláról egy pontból világítottuk volna meg. Szekunderelektron üzemmódban való leképezéskor a mintából kilépő szinte összes szekunderelektront (50-100%) detektáljuk, valamint elenyésző mennyiségű visszaszórt elektront is. Ebben az esetben a megvilágítás annak felel meg, mintha körben minden irányból, a minta minden része egyenletesen lenne megvilágítva

1. Gerjesztett jelek

Az mikroszkóp által besugárzott elektronok többféleképpen lép kölcsönhatásba a mintával, ami ezen gerjesztés hatására, egy adott gerjesztési térfogatból különböző jeleket pl.:elektronok, sugárzás, fényemmisszió bocsát ki magából

1. Szekunder elektronok

Az 50 eV-nál kisebb elektronokat hívjuk szekunder elektronnak. Ezek úgy keletkenek, hogy a besugárzó elektronnyaláb leszakítja őket a külső elektronhélyról. A szekunder elektronok a minta felületi geometriájáról (topográfiájáról) hordoznak információt, velük készíthető a legjobb felbontású kép, mivel kis energiájuk miatt kisebb mintapontokból származnak a többi jelhez képest

1. Visszaszórt elektronok

Az 50 eV-nál nagyobb energiájú elektronokat visszaszórt elektronnak nevezzük. Mind topográfiai mind kompozíciós (kémiai összetétel) információt hordoznak. A rendszámfüggése monoton növekvő, így a minta nagy rendszámú elemekben sűrűbb részei világosabban jelennek meg.

1. Abszorbeált elektronok

A besugárzó áramból a mintában abszorbeált elektronok alkotják a mintaáramot, ami kémiai információt tartalmaz. A visszaszórt elektronhoz képest a kapott képnek fordított a kontrasztja.

1. Röntgensugárzás

A mintából kétfajta röntgensugárzás lép ki. Az egyik az elektronok rugalmatlan ütközése során energiaveszteségből létrejövő karakterisztikus röntgensugárzás. A másik a lassú elektronok által kisugárzott energiából adódó folytonos röntgensugárzás. Mindkettő kémiai információt hordoz a mintáról.

1. Fényemisszió

A fényemissziót vagy más néven katódlumineszenciát, a mintát érő nagy energiájú elektronok gerjesztik. A kibocsátott fényt vizsgálva a rekombinációs centrumok helyéről kaphatunk információt.

1. Elektronsugárindukálta áram

A besugárzás hatására áram indukálodik a p-n átmeneteknél (vagy Schottky-átmeneteknél), így ezekről a helyekről kaphatunk információt.

1. Auger-elektronok

Ha a nyaláb egy belső héjről lök ki elektront akkor a külső héjról „beugrik” a helyére egy másik, energiafeleslegét vagy kisugározza vagy kilök egy másik elektront ami elviszi az energiakülömbséget, ezt nevezzük Auger-elektronnak. Ezek az elektronok nem tartalmaznak számunkra információt.

**Irodalomjegyzék**

[1] Pozsgai I.: A pásztázó elektronmikroszkóp és az elektronsugaras mikroanalízis alapjai