

1. Féléves doktori beszámoló
Szilárdtest felületen kialakított mikro- és nanostruktúrák vizsgálata

Windisch Márk (mark.windisch@ttk.elte.hu)
Anyagtudomány és Szilárdtestfizika PhD program
Témavezetők: Dr. Dankházi Zoltán és Dr. Vida Ádám

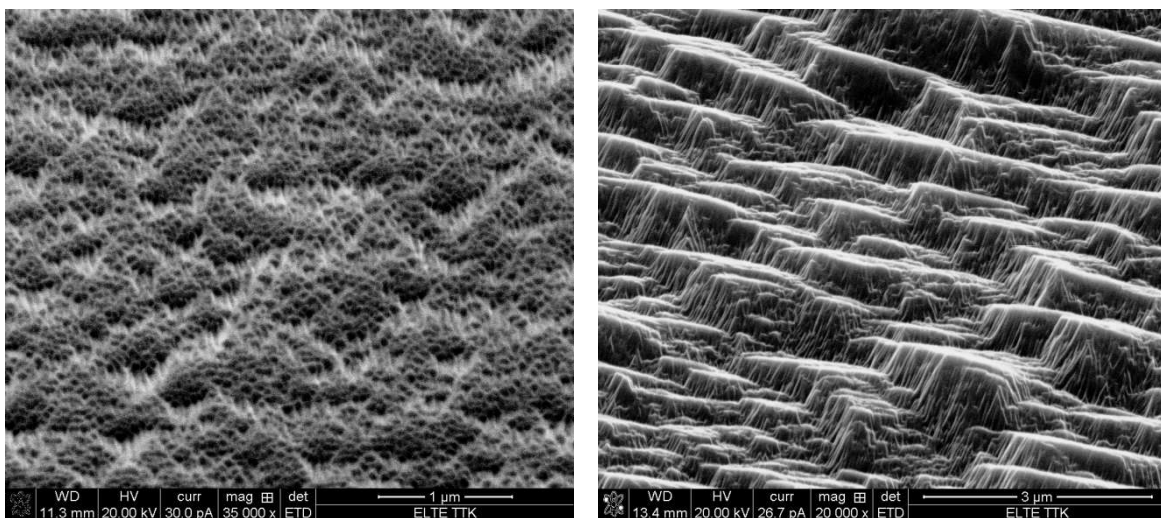
Bevezetés

A kutatás lézeres besugárzás és ionos kezelés által szilárdfelületen kialakított mikro/nano méretű periodikus struktúrák vizsgálatát és annak fizikai magyarázatát foglalja magában.

A kutatás során különböző ionsugaras technikák felületi morfológiára kialakult hatásait vizsgáljuk: a létrehozott struktúra lehetséges fajtáit, mikro- és nanométeres nagyságrendbe eső karakterisztikus méretére vonatkozó korlátait. Ezenfelül, ultrarövid impulzushosszú lézersugár segítségével kialakított felületi periodikus struktúrák, röviden LIPSS-ek (Laser Induced Periodic Surface Structure) kialakulási mechanizmusát tanulmányozzuk. A létrehozott felületi struktúrák különböző fizikai tulajdonságainak megismerése által a felületek félvezetőipari, illetve orvos-biológiai felhasználásának lehetőségét tűzzük ki célul.

Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

Az ionos felülkezelést, korábbi eredményeinkre támaszkodva, Si(111) egykristály lapkán 14 kV-os feszültség mellett, Ar ionsugaras polírozó berendezéssel végeztük. Az ionsugaras munka első részében 20 perces expozíciós idővel a besugárzás hatására kialakult morfológia változását vizsgáltuk 60° – 75° -os beesési szög (innenről a felület normálisától számítva) függvényében. A vizsgált tartományban 60° és $67,5^\circ$ -os beesési szög esetében alakult ki periodikus struktúra. Az előbbi esetben 100 nm alatti egységekből mintázat, az utóbbi esetben mikrométeres távolságban lévő lépcsős struktúra jelent meg. A 60° -os beesési szög esetén továbbá szabályos hullámmintázatot figyeltünk meg.

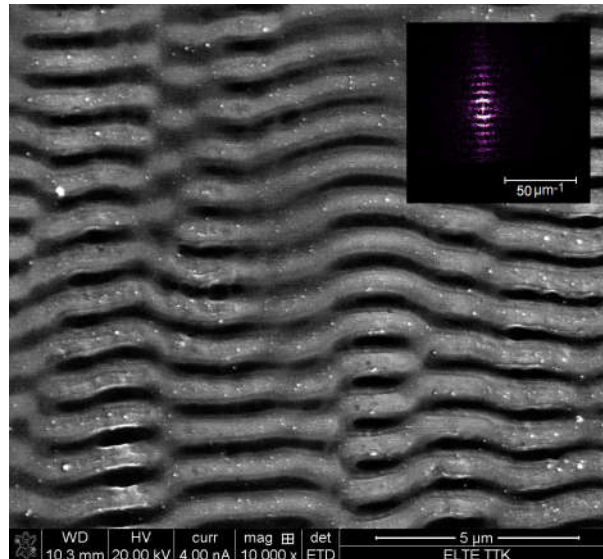


1. ábra. Szilícium egykristályon 14 kV-os Ar ionos besugárzás hatására kialakult morfológia 60° -os (bal oldali ábra) és $67,5^\circ$ -os (jobb oldali ábra) beesési szög mellett.

A szögfüggés vizsgálatát követően $67,5^\circ$ -os beesési szögnél az ion dózis változásának a kialakult morfológiára való hatását is vizsgáltuk, melynek kiértékelése folyamatban van.

A kutatás második részében femtoszekundumos impulzus lézerrel Si(111) egykristályon kialakított periodikus mintázatok anyagszerkezetét vizsgáltuk.

A szilárdtest felületen létrehozott LIPSS kialakulási mechanizmusára több elmélet létezik. A kísérleti eredmények segítségével e fizikai folyamatok megfigyelését tűztük ki célul, melynek kiindulási pontja a létrehozott struktúra anyagszerkezetének pontos meghatározása. A kialakított LIPSS anyagszerkezetének vizsgálatához spektroszkópiai ellipszometriai (SE), illetve visszaszórt elektron diffrakciós (EBSD) mérési technikát alkalmaztunk. A fókuszált gallium ionos ferde bemetszést követően az EBSD vizsgálat alapján az Si hullámos mintázat alatti 200 nm mélységig a kezdeti egykristály szerkezetet kaptuk.



2. ábra. A femtoszekundumos lézerrel Si egykristály felületén kialakított periodikus struktúra, illetve annak kétdimenziós FFT képe (jobb felső sarok).

A LIPSS felső rétegében az SE eredményei alapján annak felülethez közeli 100 nm-es tartományának nagyobb részére amorf-szerű fázis adódott. A mérési eredmények kiértékelése során az effektív-közeg közelítést alkalmazva a p-Si, a-Si és levegő diszperziójának arányát kaptuk eredményül.



3. ábra. A 2. ábrán látható LIPSS keresztmetszete.

A továbbiakban a kialakított LIPSS anyagszerkezetének még pontosabb térbeli meghatározása a célunk, melynek során transzmissziós elektronmikroszkópos, illetve egyéb spektroszkópiai vizsgálatokat tervezünk elvégezni.

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

A félév során az alábbi kurzusokat végeztem el:

- Rácshibák I. EA (FIZ/1/024)
- Transzmissziós elektronmikroszkópia és elektrondiffrakció EA (FIZ/1/021E)

Konferenciák az aktuális félévben

XIII. Országos Anyagtudományi Konferencián való részvétel:

- Poszter előadás „Femtosekundumos lézerrel Si egykristályon kialakított mikro- és nanostruktúrák vizsgálata” címmel

A konferencián poszter szekcióban további 4 munkában társszerzőként vettem részt.

Oktatási tevékenység az aktuális félévben:

A félévben az alábbi laboratóriumi foglalkozásokat tartottam meg:

- Alkalmazott Fizikai Módszerek Laboratórium pásztázó elektronmikroszkópos mérései