

Atómkraftasjá

Emil Gauti Friðriksson & Garðar Árni Skarphéðinsson

Apríl 2019

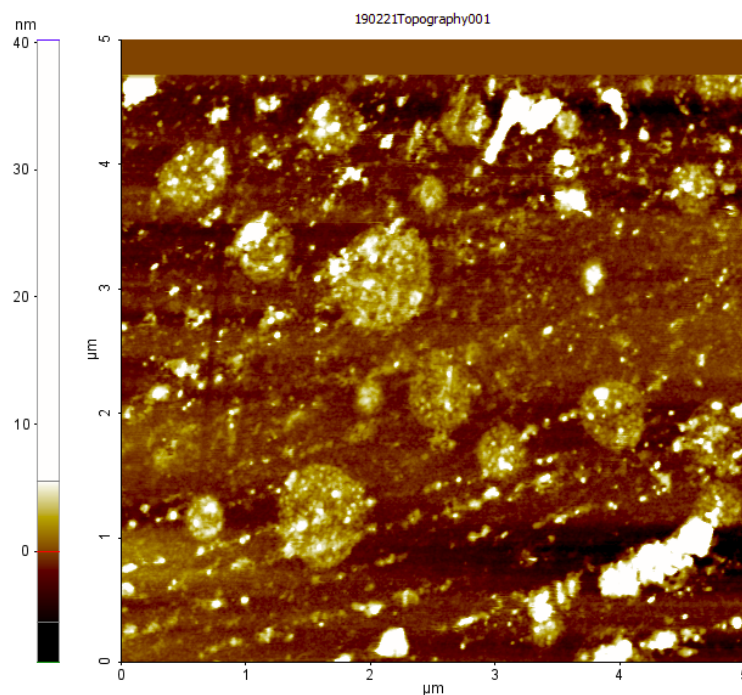


1 Inngangur

Atómkraftasjá (e. Atomic Force Microscope), eða AFM, er tæki sem er notað til þess að taka myndir af yfirborðum á nanóskala með mikilli nákvæmni. Örsmár oddur er færður eftir yfirborði efnisins, annað hvort í beinni snertingu við efnið eða rétt fyrir ofan það. Lögun yfirborðsins er greind út frá kröftunum sem verka á oddinn og sveigja brettið sem hann er festur undir. Í þessari tilraun var atómkraftasjá notuð til þess að mæla van der Waals krafta og teikna upp mynd af bæði palladín (Pd) og safír (Al_2O_3) húðum. Forrit var síðan notað til þess að skoða hrjúfleika húðarinnar.

2 Pd/MgO greining

Atómkraftasjain er notuð í þeim tilgangi að skoða hið góðkunna sýni KEN001 sem er þunn palladín húð ræktuð á magnesíum-oxíð við $100^\circ C$. Mynd 1 sýnir grófa mynd af yfirborðinu.



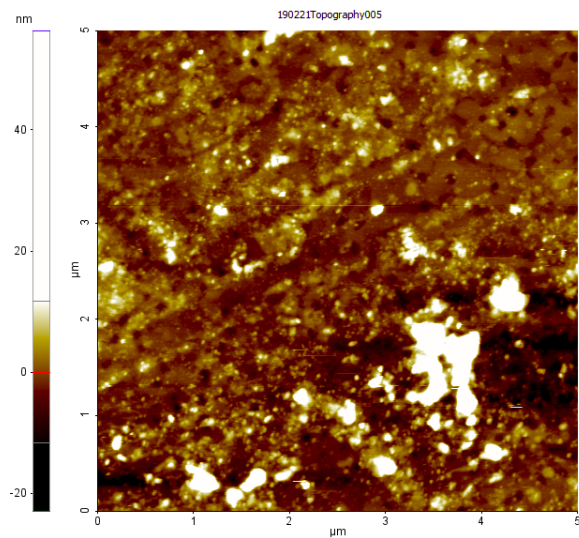
Mynd 1: $5 \times 5 \mu m$ hæðarmynd af Pd/MgO húð sem ræktuð var við $100^\circ C$. Ljósir litir eru notaðir til að tákna hóla og dökkir litir tákna dali.

Við sjáum tvo einkennandi hluti við mynd 1

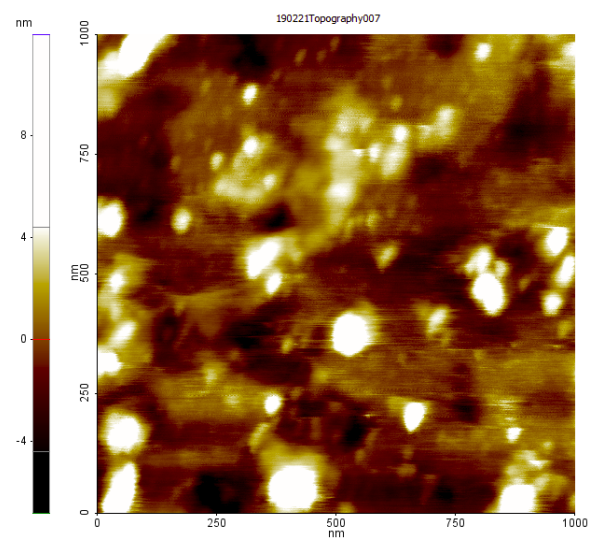
- Hvítar skrámur - Þetta er líklegast skrámur eftir lélega meðhöndlun á sýninu.
- Skífulaga hólar - Afbrigðileg uppröðun palladíns við ræktun.

Við getum metið kornastærð húðarinnar gróflega út frá mynd 1 en hún virðist vera af stærðargráðunni $\sim 100 \text{ nm}$.

Við skoðum einnig KEN004 sýnið sem er palladín húð ræktuð á magnesíum-oxíð við $400^\circ C$ en þar væntum við þess að skífulaga hólarnir séu smærri sökum þess að palladín atómin hafa meiri hreyfiorku þegar þau lenda á undirlaginu og mynda þar af leiðandi jafndreifðara/flatara yfirborð.



Mynd 2: $5 \times 5 \mu\text{m}$ mynd af Pd/MgO húð sem ræktuð var við 400°C .

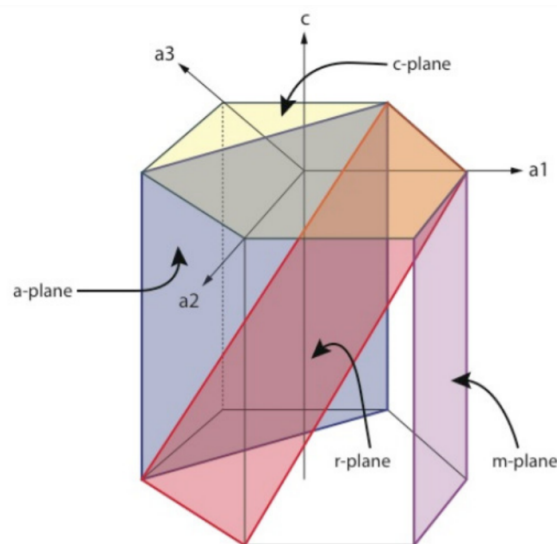


Mynd 3: $1 \times 1 \mu\text{m}$ mynd af Pd/MgO húð sem ræktuð var við 400°C .

Eins og sést á myndum 2 og 3 þá virðist kornastærð KEN004 sýnisins vera mjög sambærileg við stærðina í KEN001 eða um það bil 100 nm. Við sjáum einnig að sú ályktun að hólarnir yrðu minni á KEN004 reyndist rétt, og er yfirborðið talsvert flatara.

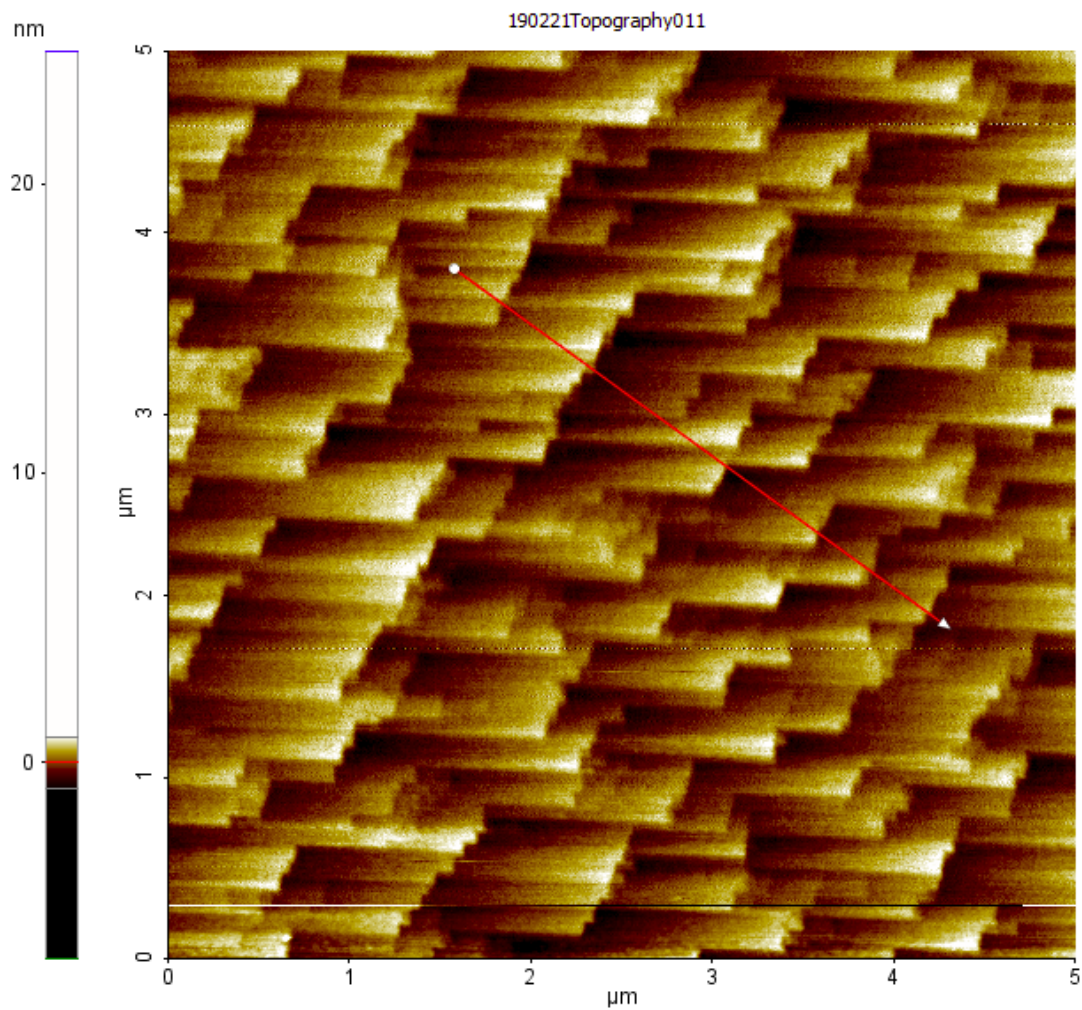
3 Greining á Safírhúð (Al_2O_3)

Við skoðum nú þrjár mismunandi safírhúðir, og er eini munurinn á þeim er hvaða plan kristalsins er samsíða yfirborði húðarinnar. Við skoðum a-, c- og m-plön, en legu þeirra miðað við einingargrind safírs sést hér á mynd 4.

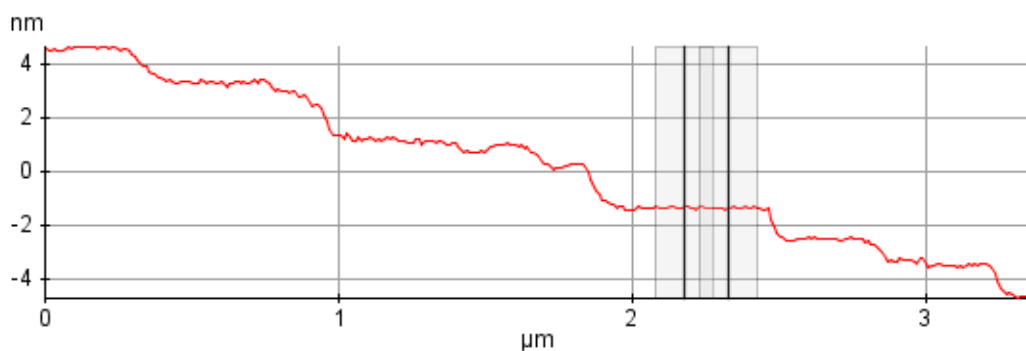


Mynd 4: Kristalsplön safírs.

Safír a-plan



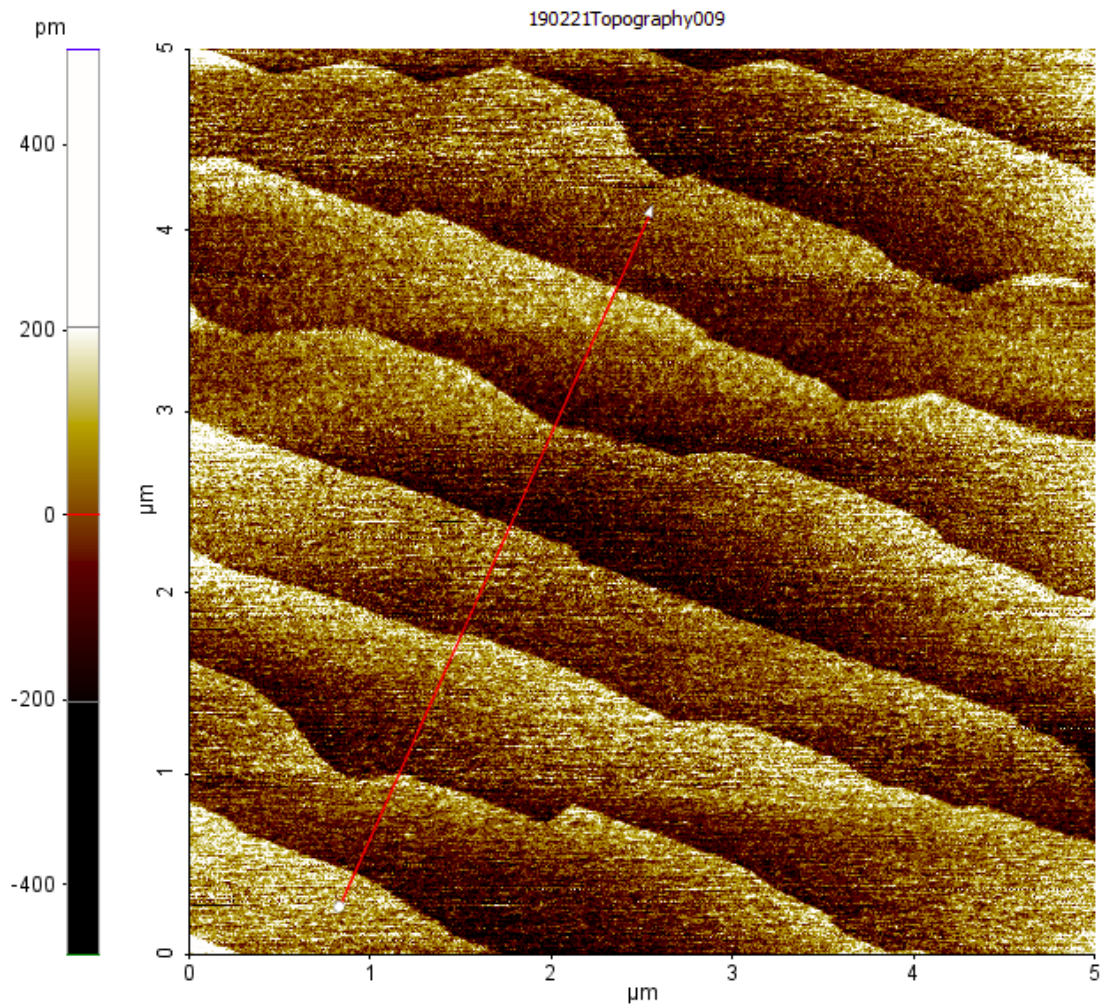
Mynd 5: $5 \times 5 \mu m$ hæðarmynd af safír húð sem með a-plan samsíða yfirborði.



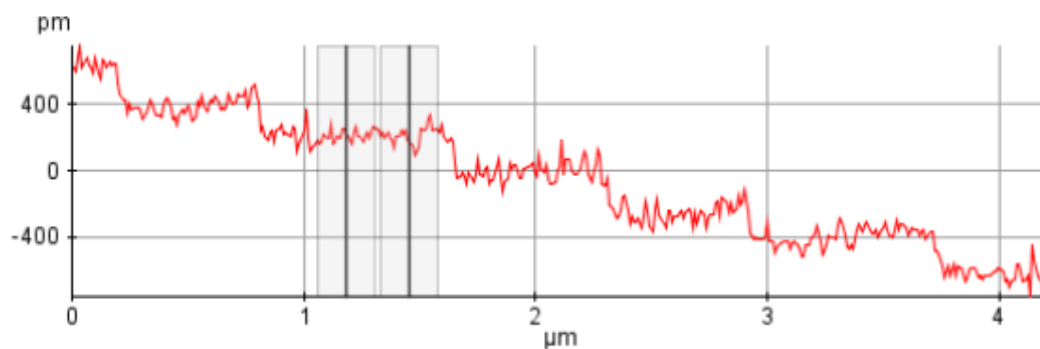
Mynd 6: Hæð yfirborðsins eftir rauðu línunni á mynd 5

Af myndum 5 og 6 sést hvar plön kristalsins liggja ofan á hverju öðru. Á yfirborðinu myndast því þessi u.þ.b. 2 nm þrep þar sem plönin enda. Hvert þrep virðist vera um $0.5 \mu m$ á lengd þannig að hornið sem þrepin mynda eru um það bil $\arctan(2 \text{ nm}/0.5 \mu m) = 0.23^\circ$.

Safír c-plan



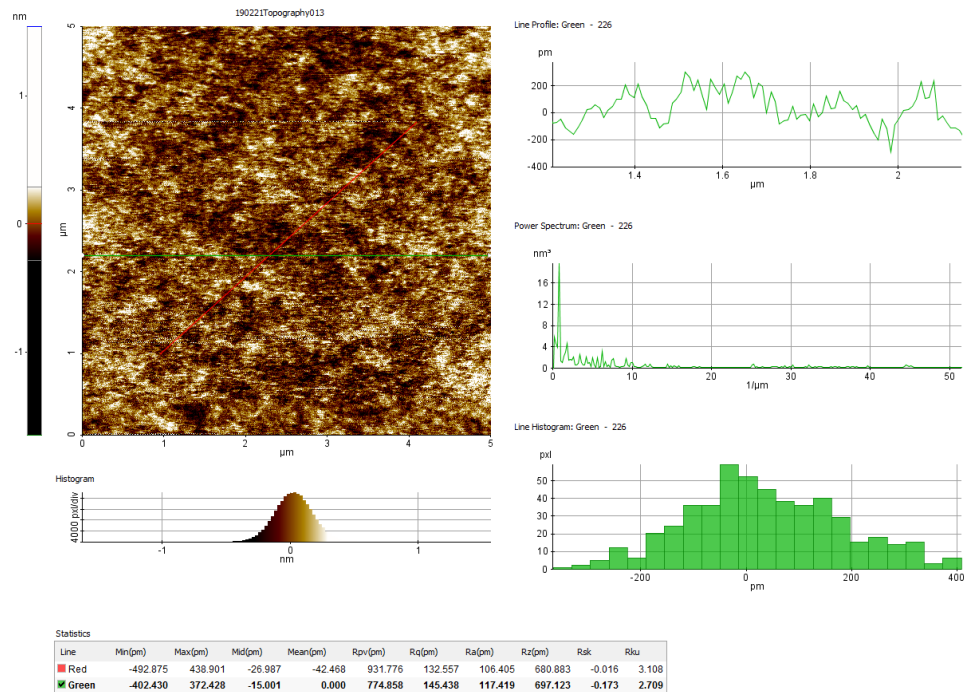
Mynd 7: $5 \times 5 \mu m$ hæðarmynd af safír húð sem með c-plan samsíða yfirborði.



Mynd 8: Hæð yfirborðsins eftir rauðu línunni á mynd 7

Af myndum 7 og 8 sést svipaður þrepastrúktúr og á myndum 5 og 6. Hér virðist þrepinn einnig vera um $0.5 \mu m$ á lengd en hæð þeirra er nú um það bil 200 pm. Hornið sem þrep plananna mynda er því ca. $\arctan(200 \text{ pm}/0.5 \mu m) = 0.023^\circ$.

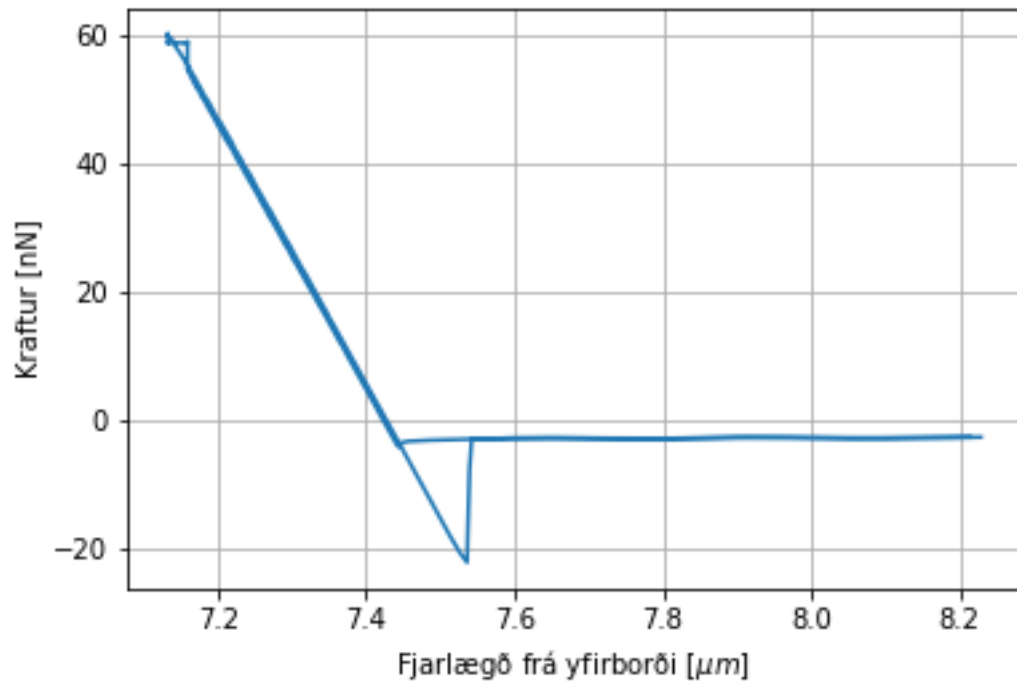
Safír m-plan



Mynd 9: 5x5 μm hæðarmynd af safír húð sem með m-plan samsíða yfirborði. Efsta grafið sýnir hæð yfirborðsins eftir grænu línunni á myndinni.

Á mynd 9 sést mjög gróft yfirborð og ekki má greina nein augljós þrep eins og fyrir hinar tvær safír húðirnar.

4 Kvörðun



Mynd 10: Kraftur sem fall af fjarlægð frá yfirborði

Athugum að við fáum öðruvísi kúrfu þegar nálin er að nálgast yfirborðið og þegar hún fjarlægist það, það kemur til vegna van der Waals krafta sem gerir það að verkum að við mælum neikvæðan kraft. Þetta er í samræmi við fræði úr fyrirlestri.