

Lisäävä

Uusien tuotantomenetelmien (3D-tulostus ja ALD)
sovellettavuuden kartoitus ja kokeilut keskisuomalaisten
pk-yritysten kasvun tukijana

ALD demonstraatiot

Loppuseminaari 9.2.2022

Esa Alakoski, Projekti-insinööri, FT



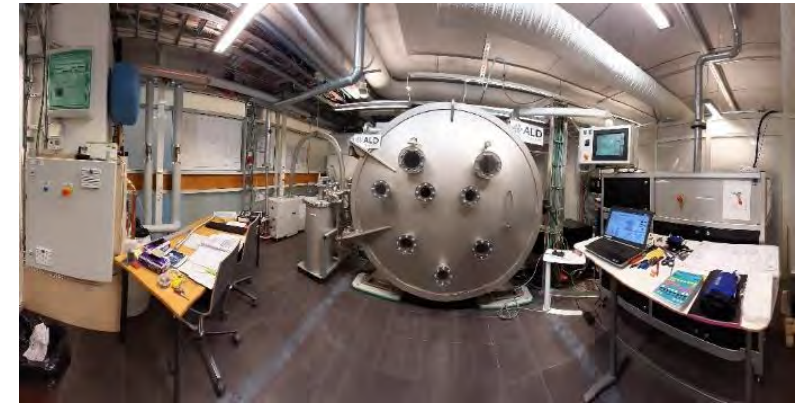
KESKI-SUOMEN LIITTO

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



jamk

Beneq WCS 500 R2R ALD



- Pinnoituspää eli kehto keinuu
- Kehdon nopeus tyypillisesti 6-12 m/min
- Kehdon liike suuntaansa keskiasennosta 41 tai 82 mm (edestakainen 82 mm tai 164 mm)
- Rummun halkaisija 600 mm
- Radan leveys 500 mm
- Radan nopeus 2 m/min, testattu 0-0.4 m/min
- Pinnoituspään ja rummun välys ~ 0.5 mm
- Pinnoitusmateriaali Al_2O_3

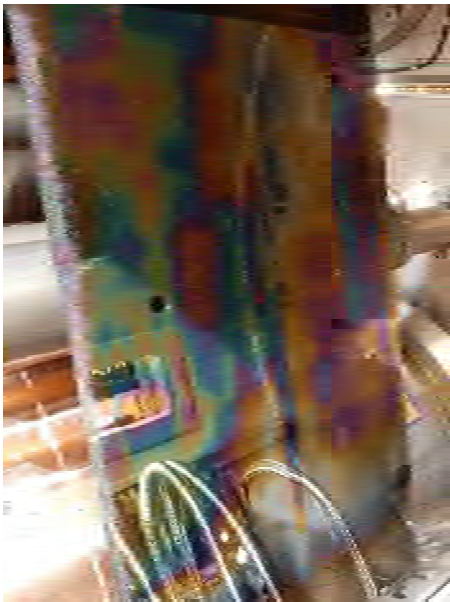
https://www.linkedin.com/posts/esa-alakoski-0a99942a_ald-cocampus-activity-6659361049902493696-Cv2K



WCS 500 R2R pinnoitus & prosessin kehitys

Ratanopeus, kehdon keinutusnopeus & liike...

https://www.linkedin.com/posts/esa-alakoski-0a99942a_activity-6762333587112005632-1-co



Tavoitteena yksivärinen eli tasaisen paksu kalvo

2/9/2022

E. Alakoski, Lisäävä -hanke, Loppuseminaari



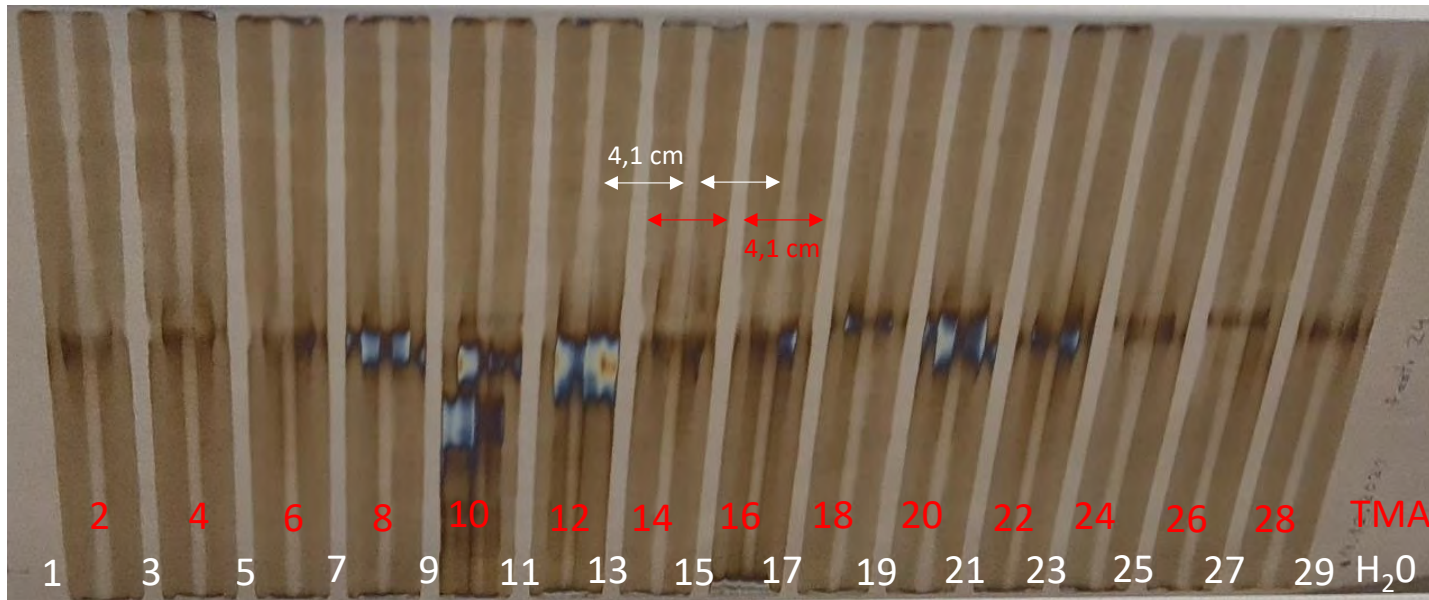
KESKI-SUOMEN LIITTO

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



jamk

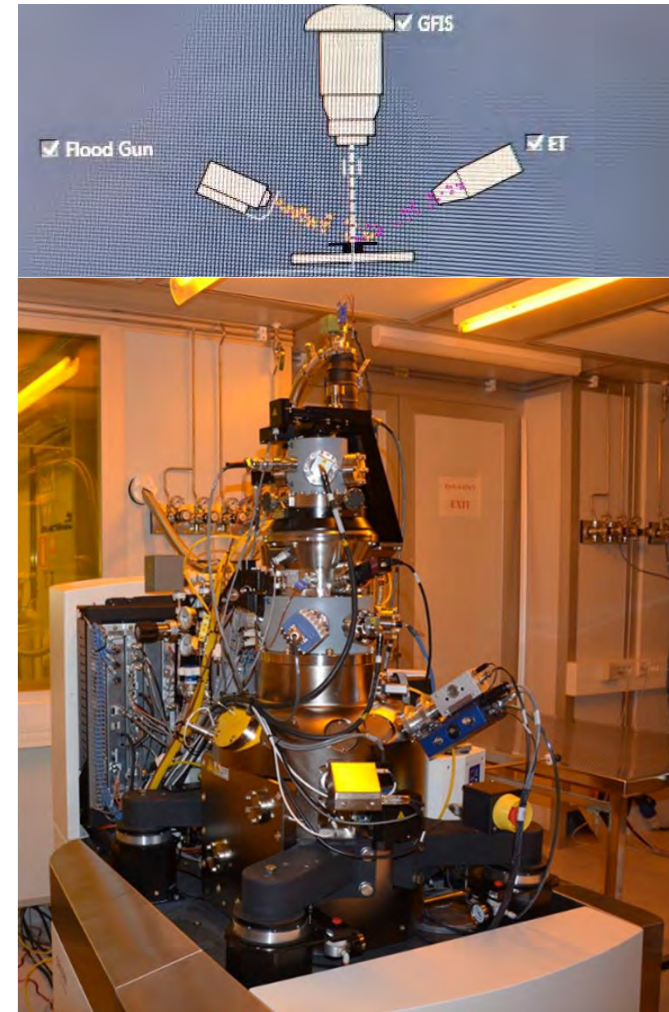
Pinnoitussuuttintestaus



- 14 paria TMA + H₂O
- Kantokaasuna N₂ (5.0)
- Jokaisen suuttimen jälkeen barrier - N₂ (5.0)virtaus
- Suutinten (pinnoituspään) edestakainen liike 4.1 cm

HIM kuvantaminen

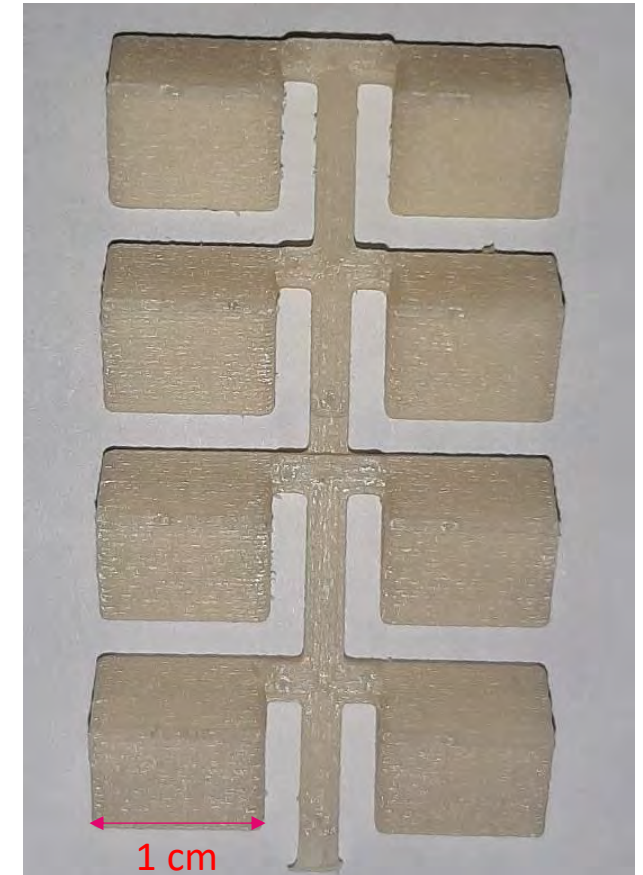
- He^+ -ionit irrottavat näytteestä ns. sekundäärielektroneja
- Kuva muodostuu näiden elektronien tuottamasta signaalista
- Sähköisesti eristävillä näytteillä käytetään elektronivuotykkiä (electron flood gun) varauskompensointiin
- Eristeillä näytettä ei tarvitse erikseen pinnoittaa johtavaksi!!



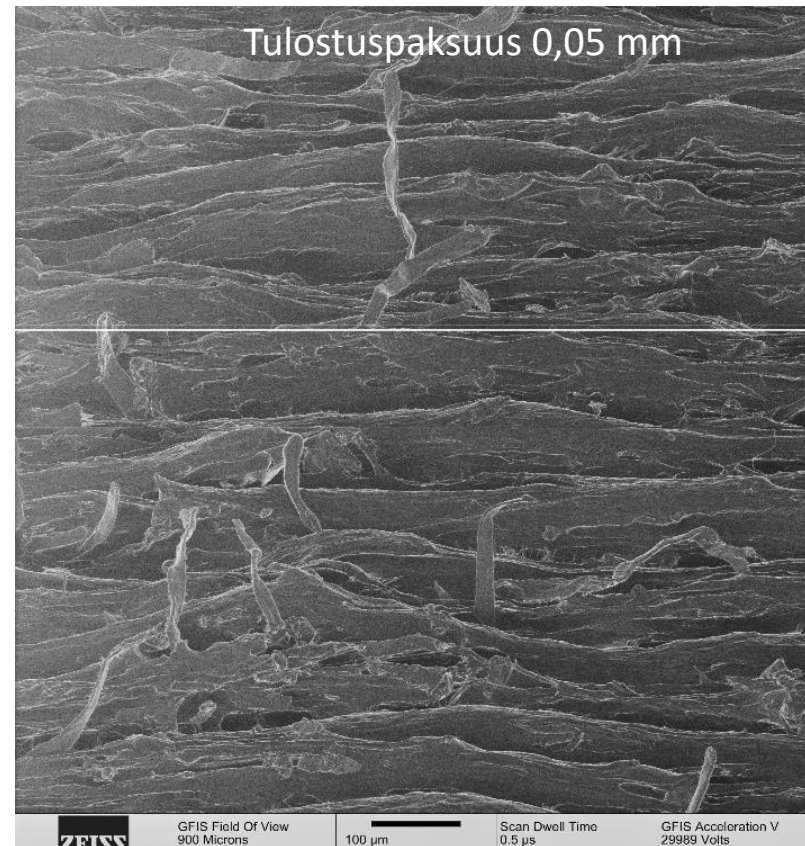
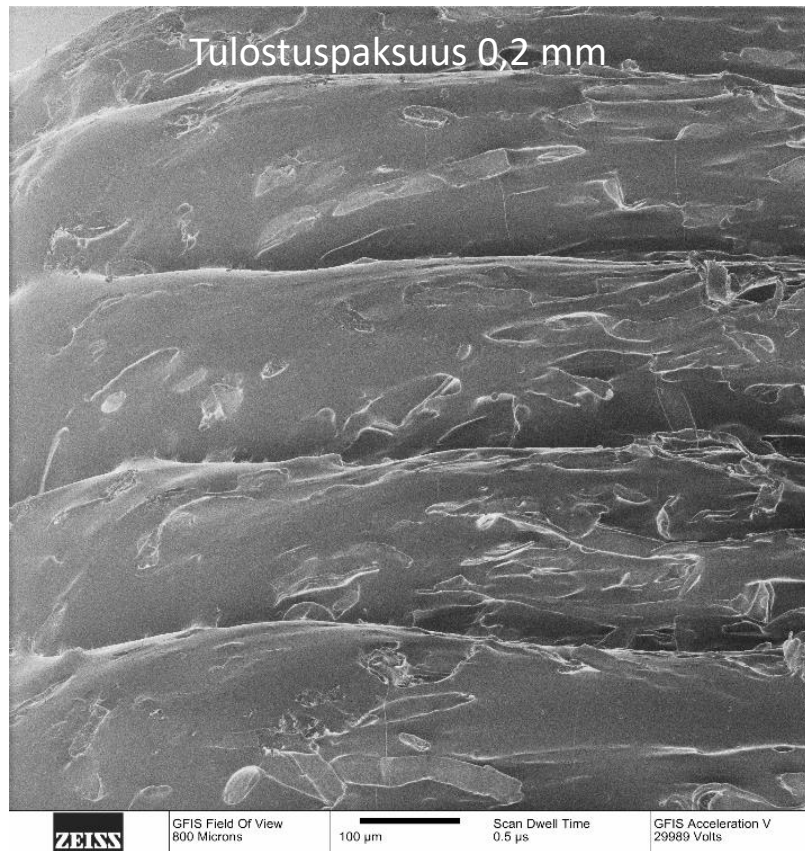
3D Tulosteet ja ALD, Inweb

Minkä kokoisia huokoisia ALD voi täyttää?

- Näytteet: 4 eri tulostuspaksuutta 0.2, 0.15, 0.1, 0.05 mm
- Beneq TFS 200
- Kasvatuksen kesto 42,5 h
- 5000 ALD sykliä
- kalvon paksuus $\sim 500 \pm 30$ nm (profilometri, Si)
- **Max huokoskoko 1 μ m**

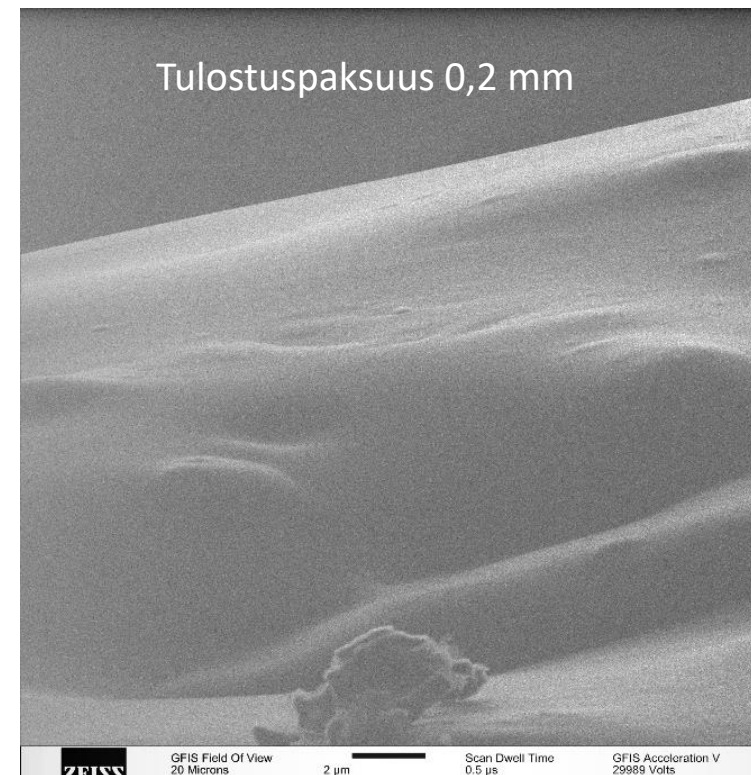


3D tulosteet + ALD, HIM



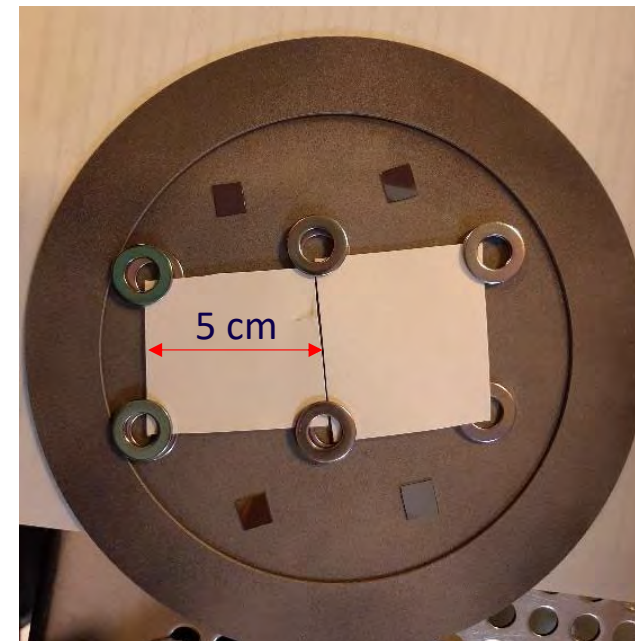
3D tulosteet + ALD, HIM

- Ei havaittavia mikrometrikokoluokan huokoisia
- Huokoisten täyttäminen hidasta
- ALD:n mahdollisuuksia (yhdessä muiden käsittelyjen kanssa) 3D tulosteiden funktionalisoinnissa
 - Muotoja seuraava tasainen pinnoite monimutkaisen 3D rakenteen sisäpinnalle
 - Pintaenergian muokkaus
 - Antimikrobiset käsittelyt



Selluloosa, ALD

- Selluarkkien valmistus, arkkimuottikone, Jamk
- Kalvon kasvatus, Beneq TFS 200
- Pulssitus
TMA/N₂ /TMA/ N₂/H₂O/N₂/ H₂O/ N₂
300ms/3s/300ms/10s/3s /300ms /10s
Kalvon paksuus n. 100nm (profilometri, Si)
- Poikkileikkeet Top Analytica Ltd. (Turku), Broad Ion Beam cutting (BIB)
- Kuvantaminen, JYY, Nanotiedekeskus, Helium Ioni Mikroskooppi (HIM)

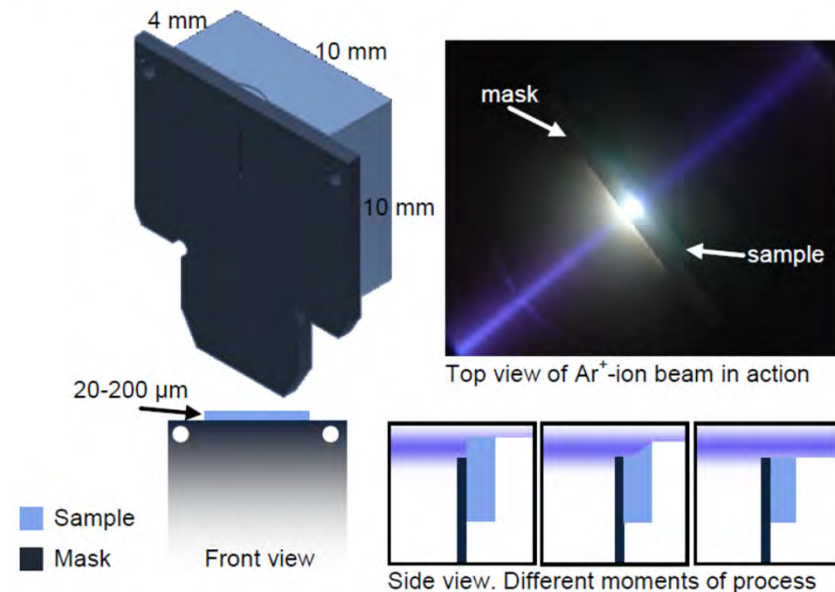


Broad Ion Beam (TopAnalytica)

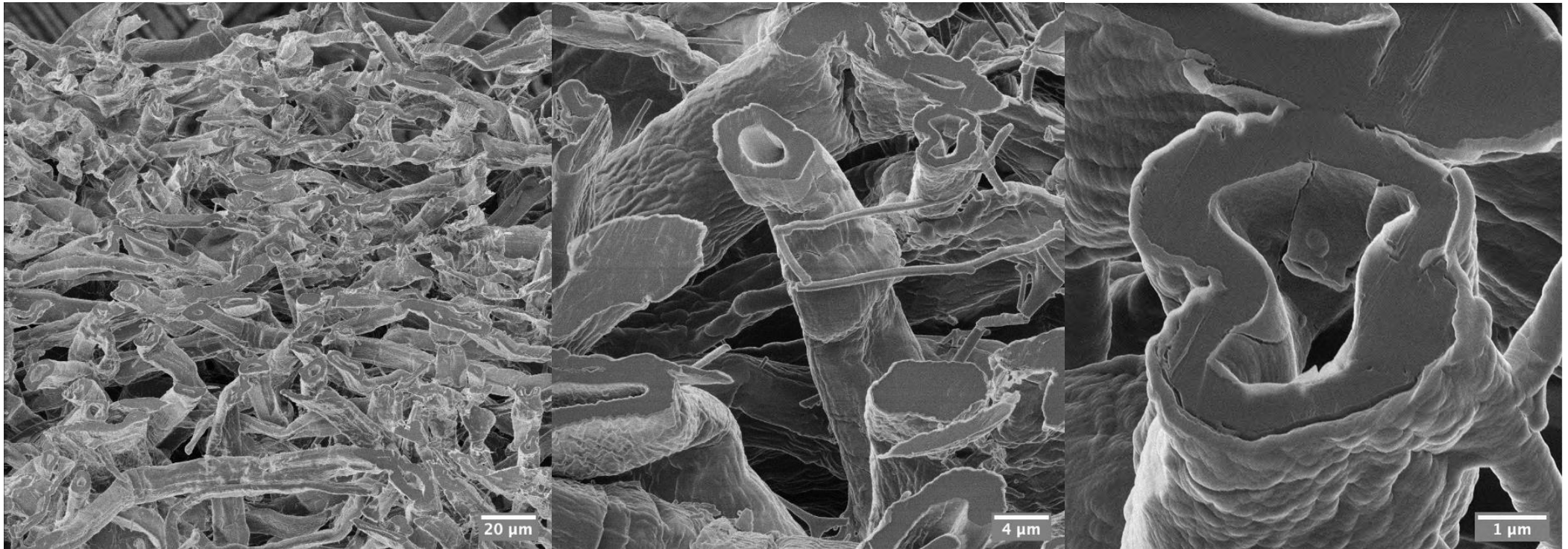
Poikkileikkeet Mikroskopiaan



- ❑ Preserves internal structures
- ❑ Minimum strain and distortion on the cross-sectioned surface
- ❑ Does not leave abrasive artifacts on the surface
- ❑ Cracks and voids are not filled with polished material



Miten ALD kasvaa sellukuidulle?



Syvennemmälle sellukuidun ominaisuuksien muokkaamiseen iADDVA (EAKR) kesä 2021- kevät 2023

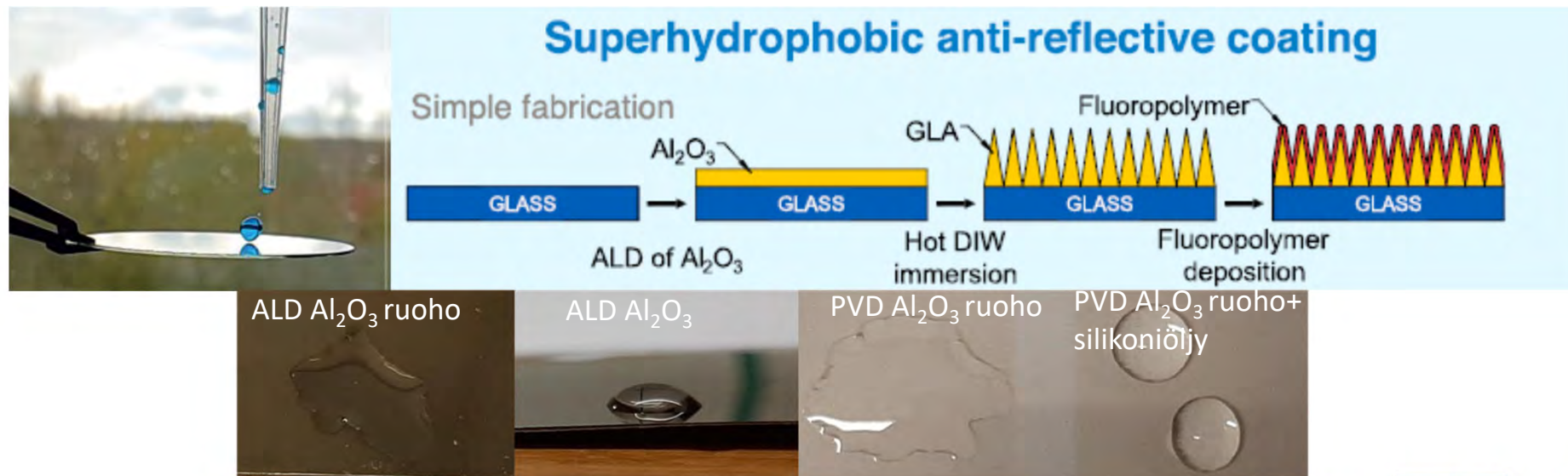
Pintaenergian muokkaus

”Alumiininoksidiruoho”

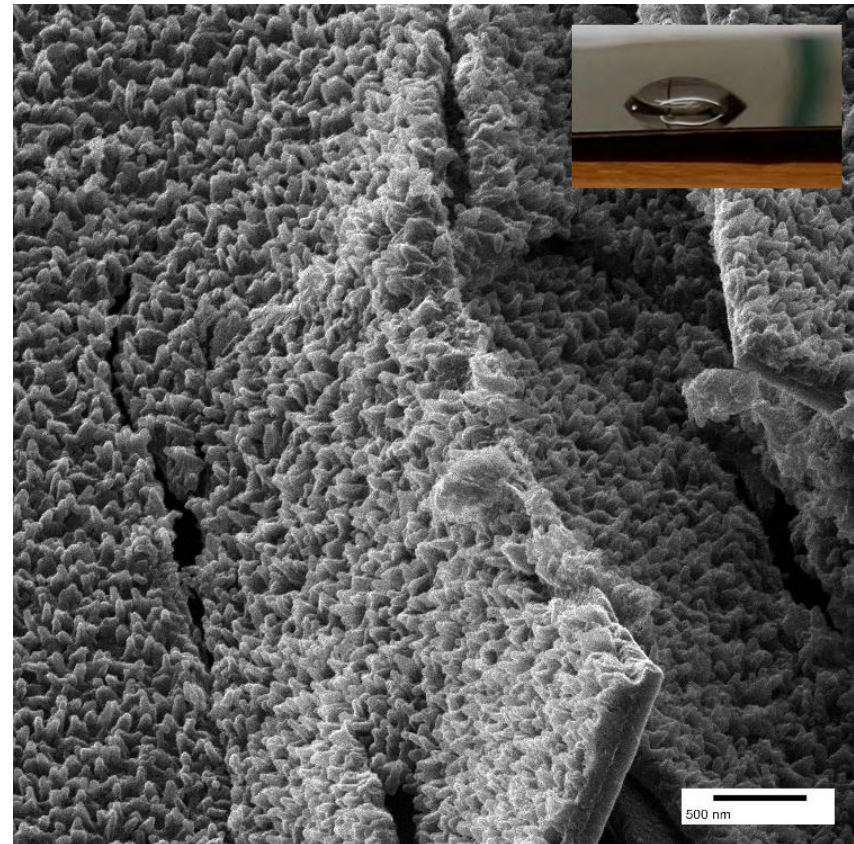
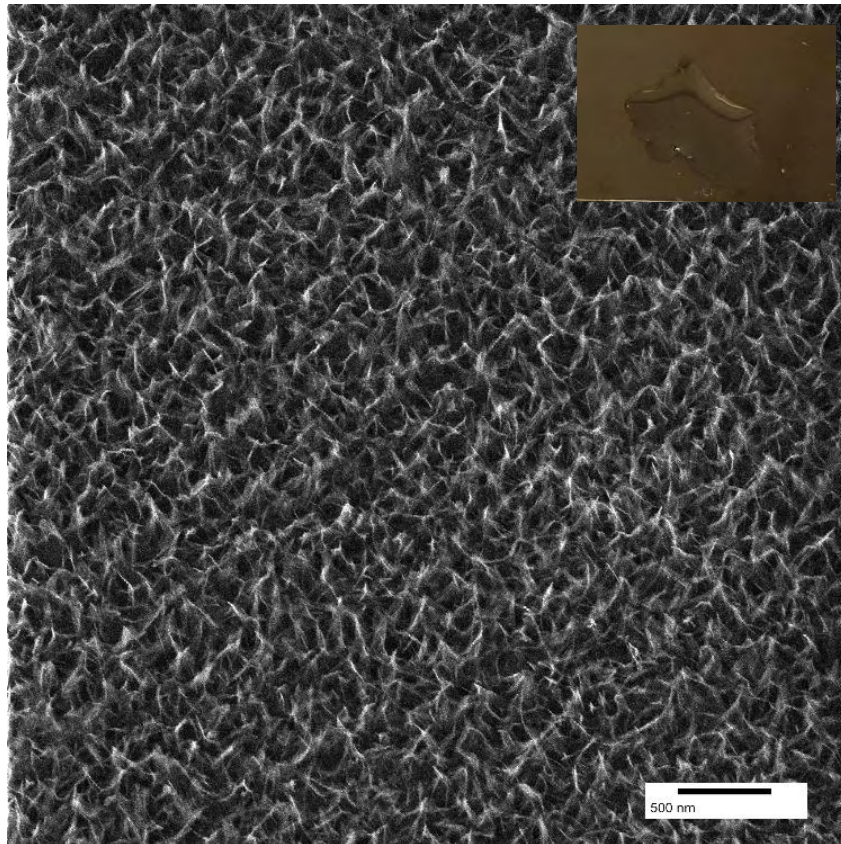
”ALD November networking at Aalto” –seminaari 2019

C.Kauppinen, K. Isakov, M Sopanen, Grass-like Alumina with Low Refractive Index for Scalable, Broadband, Omnidirectional Antireflection Coatings on Glass Using Atomic Layer Deposition, ACS Appl. Mater. Interfaces 2017, 9, 15038–15043

K. Isakov, C.Kauppinen, S- Franssila, H- Lipsanen, Superhydrophobic Antireflection Coating on Glass Using Grass-like Alumina and Fluoropolymer, ACS Appl. Mater. Interfaces 2020, 12, 49957-49962.

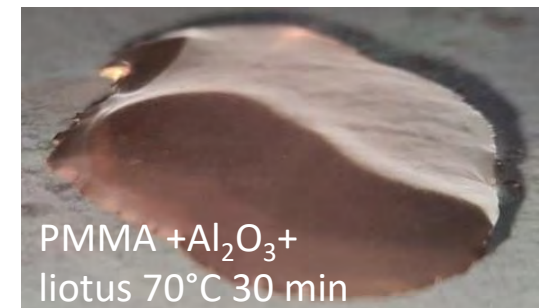
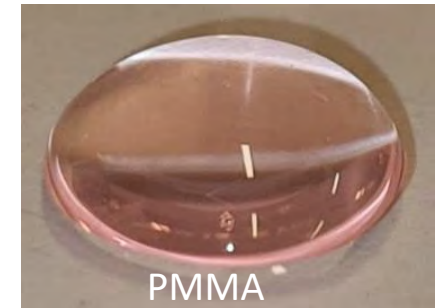


100 nm Al₂O₃ Lotus tislatussa vedessä, 80°, 30 min, ZnO kasvatus



PMMA (Akryyli) kalvo taustamateriaalina

- Monikäyttöinen muovi
- Taipuisia kalvoja käytetään mm. liikennemerkkeissä
- R2R käsittelyt mahdollisia
- Onnistuuko pintaenergian muokkaus ”ruoholla” ?
- Al_2O_3 pinnoitus + 30 min liotus 70°C tislatussa vedessä

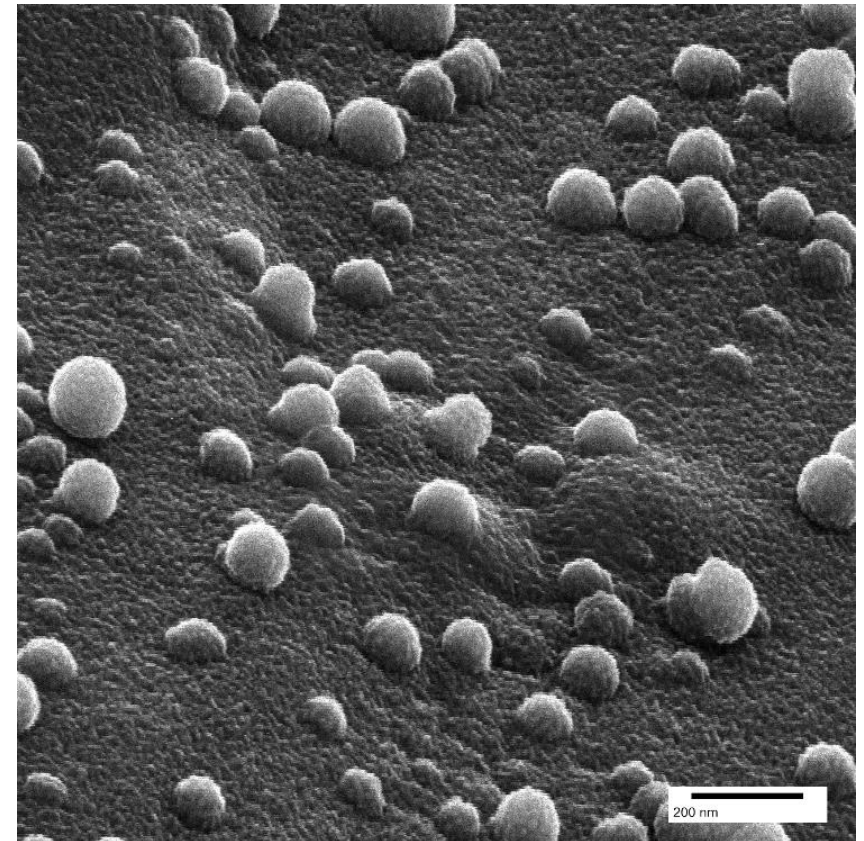


Antimikrobisuus

Sami-Samu (EAKR) jatkoa

Käsittelyjärjestys !!! 1. ALD 2. Ag partikkelit

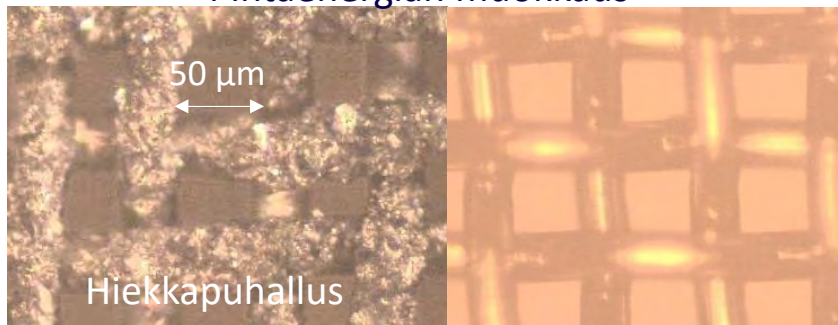
Sample	CFU's/sample	Microbicidal Efficacy ($\log(\#CFU_{ref}/\#CFU_{sample})$)
PP curtain	454 545 455	
PP curtain with Ag	76 363 636	0,77
PP curtain with ALD (ALD 1)	93 636 364	0,69
PP curtain with Ag and ALD (ALD 2)	38 181 818	1,08
PP curtain with Ag and S-ALD (ALD 3)	89 090 909	0,71



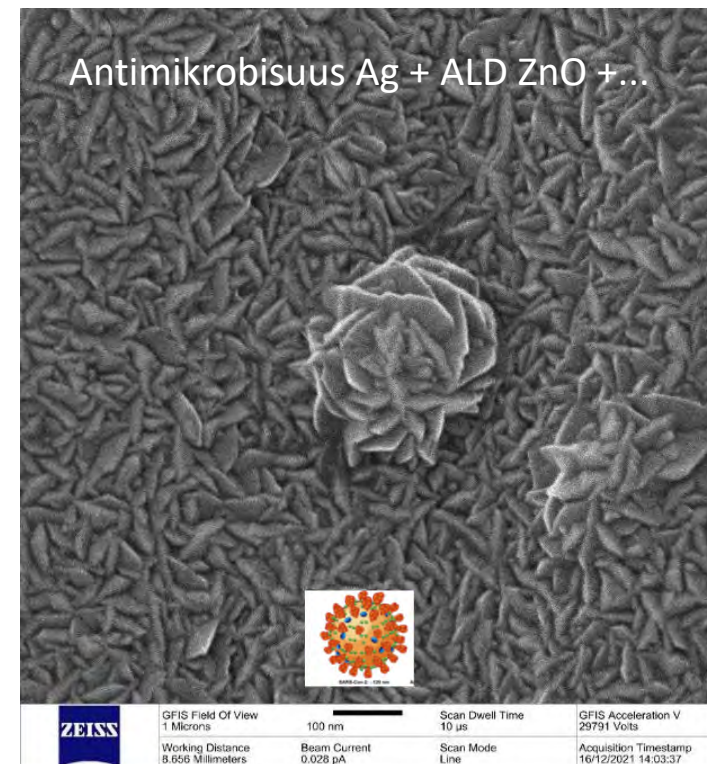
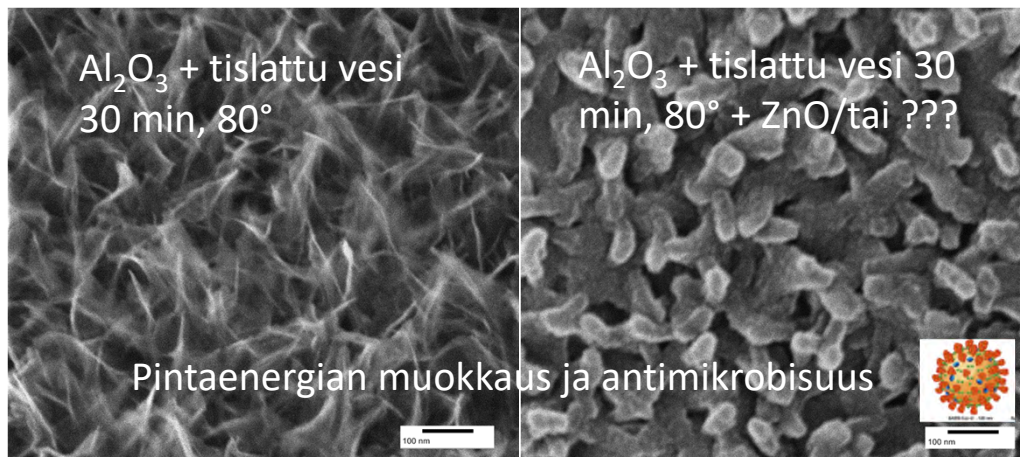
Multifunktionaaliset pinnat

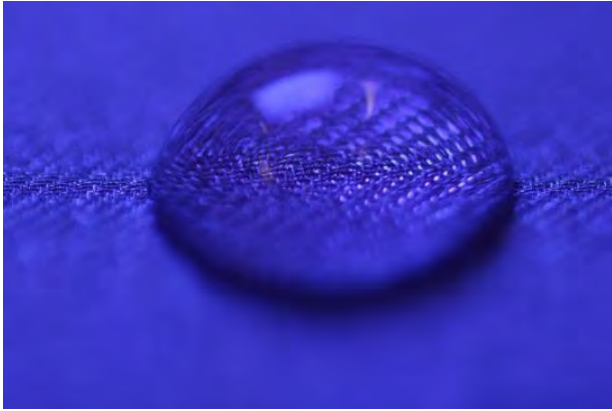
Ominaisuuksien muokkaamista eri mittakaavan käsittelyillä

Pintaenergian muokkaus



Metallit
Muovit
3D - tulosteet
Taipuisat
substraatit





Kiitos!



ALD+Pehmeät Kädet: Timo Laine, JAMK

ALD Velho: Sami Kinnunen, JYU

HIM Magiikka: Sami Kinnunen, Kai Arstila, JYU



Yhteystiedot:

esa.alakoski@jamk.fi

040 547 0520

jamk



Jyväskylän ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences

