



Hidrogénezett szilíciumnitrid vékonyrétegek fejlesztése

Hegedüs Nikolett¹

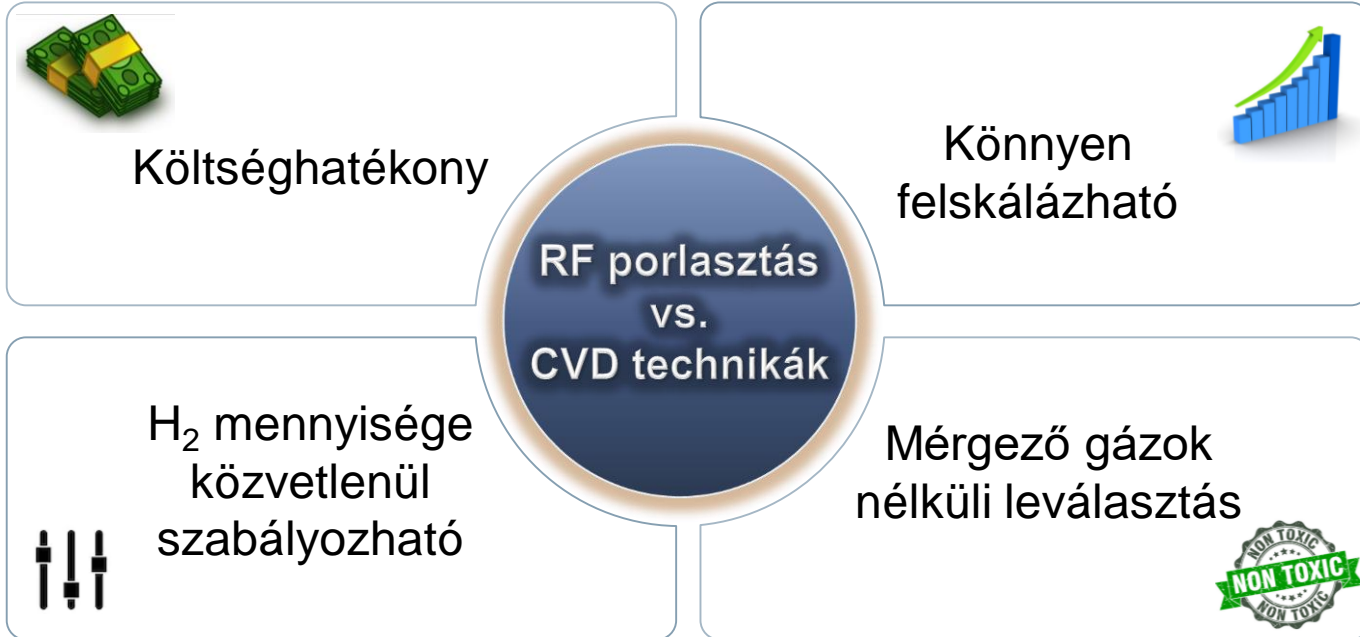
Témavezetők:

Dr. Balázs Csaba² és Dr. Balázs Katalin²

¹ Óbudai Egyetem, Anyagtudományok és Technológiák
Doktori Iskola, 5. félév

² ELKH, Energiatudományi Kutatóközpont

SiNx:H rétegleválasztás

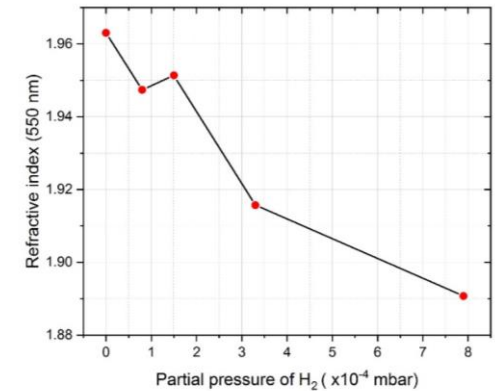
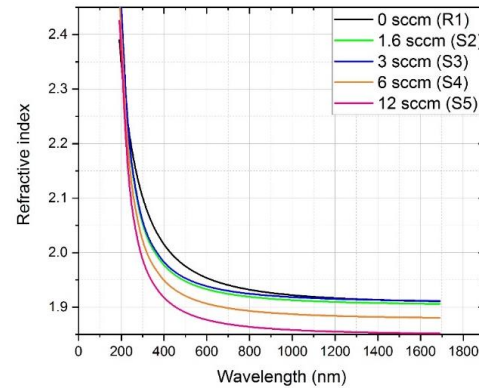
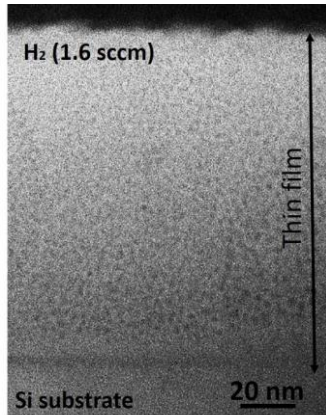
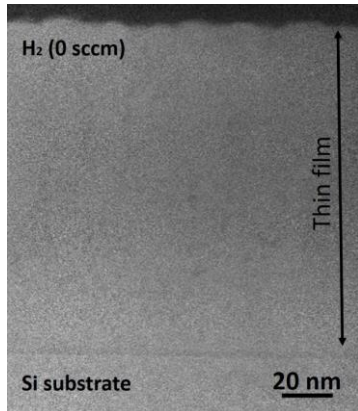


Korábbi eredmények



CVD technikával készített rétegekhez hasonló optikai tulajdonságok érhetők el

Hidrogén mennyiségének növelése → csökkenő törésmutató

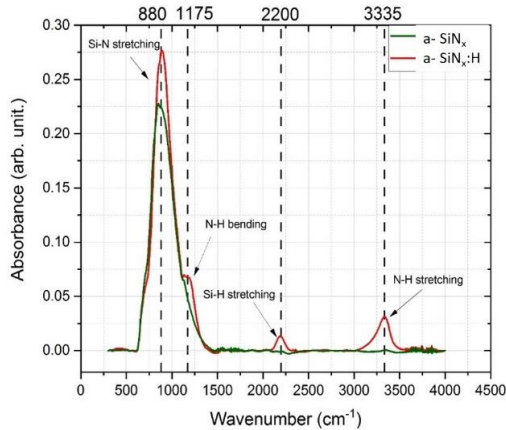


Amorf szerkezet kristályos fázisok nélkül

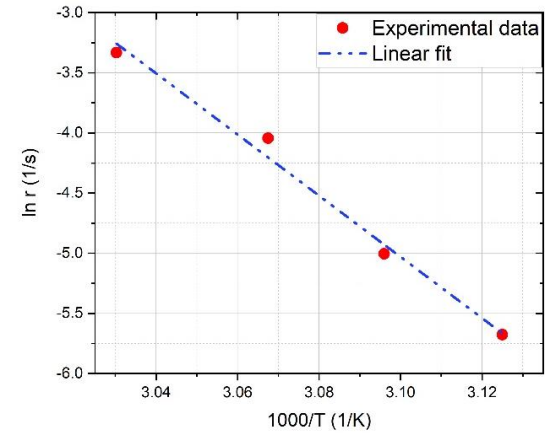
Hidrogénezés hatására nanométer nagyságrendű pórusok alakulnak ki

N. Hegedüs, et al., Examination of the Hydrogen Incorporation into Radio Frequency-Sputtered Hydrogenated SiNx Thin Films, Coatings 2021, 11, 54.

Korábbi eredmények



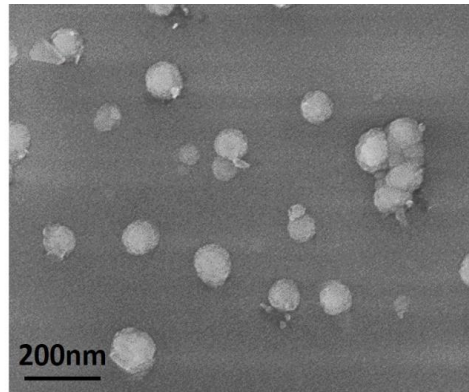
~65 °C-on történő hőkezelés következtében a felületen 100 nm nagyságrendű hólyagok alakulnak ki



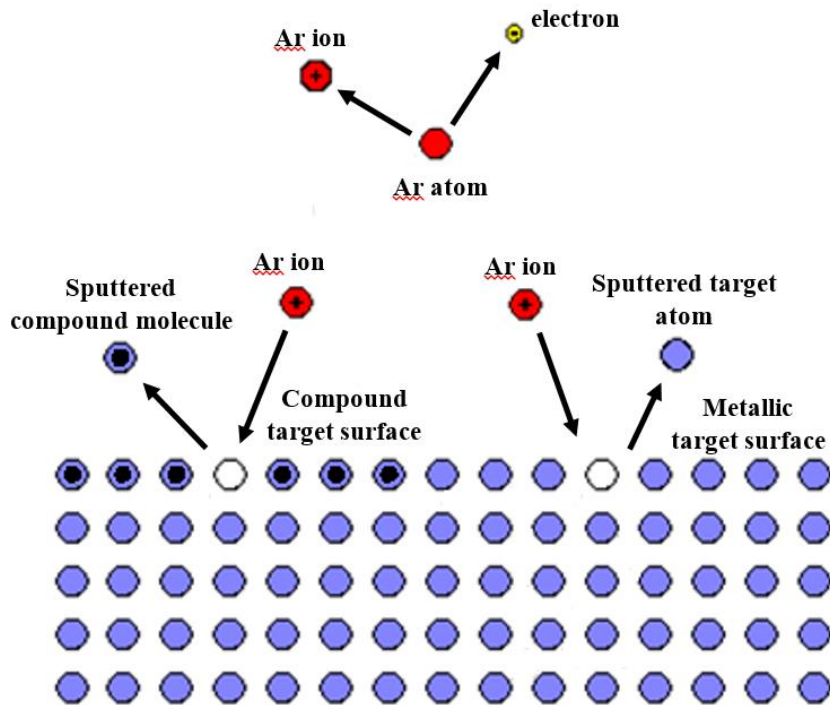
Az Arrhenius-egyenletből számított aktivációs energia (~2.2 eV) molekuláris hidrogén távozására utal

Si-N, Si-H és N-H vegyértékrezgésekhez tartozó csúcsok

Molekuláris formában beépült hidrogén jelenléte (ERDA)



Berg-modell, paraméterek



Y_c

Ar ion porlasztási tényezője
kompozit felületre

α

A reaktív gázmolekula és a
targetatom kölcsönhatási
valószínűsége

Y_m

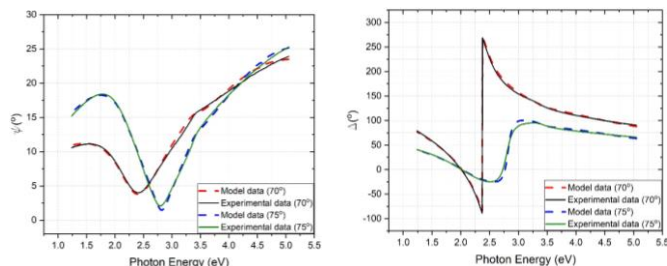
Ar ion porlasztási tényezője
fémes felületre

Berg-modell, mintakészítés



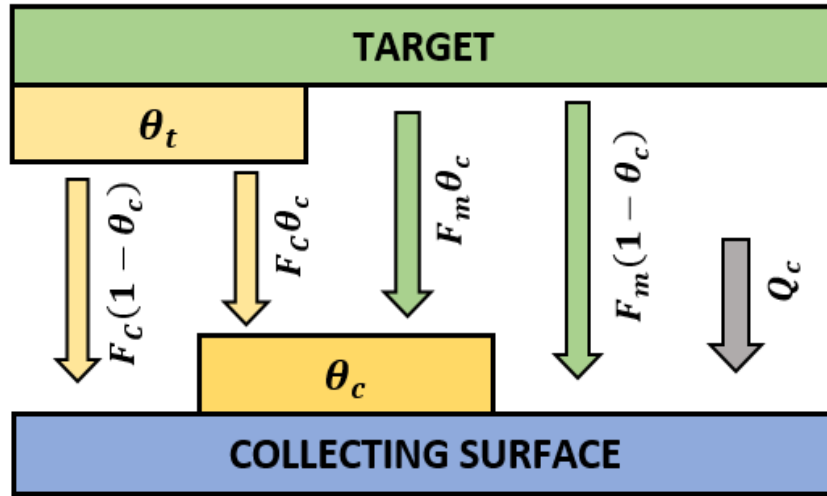
#	$P_{\text{össz}}$ (Pa)	H_2 flow (sccm)	t (s)	d (nm)	C_H (at%)
1	2	0.4	420	48	10.8
2	2	0.8	420	51	14.7
3	2	1.5	420	56	17.6

Ellipszometriai modellezés (Tauc-Lorentz modell):



ERDA mérés

Berg-modell, eredmények



Eredmények: $Y_c = 0.51$
 $\alpha = 0.003$
 $Y_m = 0.98$

↑
3 különböző porlasztásra alkalmazva:
3 egyenletből álló, 3-ismeretlenes egyenletrendszer

$$Y_c \cdot D_{tot} \frac{J}{q} + \alpha \cdot 2FD_{tot} - Y_m Y_c \cdot \frac{J^2}{q^2} A_t - \alpha Y_c \cdot \left(4F \frac{J}{q} A_t + F(1 - \theta_c) A_c \frac{J}{q} \right) - \alpha^2 \cdot F^2 (1 - \theta_c) A_c = 0$$



- A hidrogén beépülésének folyamata RF porlasztás során leírható a Berg-modellel Si:H rétegek leválasztására vonatkozóan
- A modellezés a hidrogén atomok és a Si-céltárgy atomjai közötti reakció valószínűségére kis számot eredményeztek, mely utal a hidrogén rétegbe való korlátozott beépülésére
- A fentiek miatt a szilícium vegyületek, például SiO_2 vagy Si_3N_4 hidrogénezése RF porlasztással alacsony hidrogénmennyiség mellett célszerű





- N. Hegedüs, R. Lovics, M. Serényi, P. Petrik, Cs. Balázs, K. Balázs, Interpretation of hydrogen incorporation into amorphous silicon by reactive sputtering, **International Conference on Thin Films**, 2020. november 22-26, virtuális konferencia, **(poszter prezentáció)**
- N. Hegedüs, Cs. Balázs, K. Balázs, Hydrogen effect on the optical and mechanical properties of SiN thin films on Si wafers and glass, **45th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites**, 2021. február 8-12, virtuális konferencia **(absztrakt elfogadva poszter prezentációra)**
- N. Hegedüs, R. Lovics, M. Serényi, Zs. Fogarassy, P. Petrik, J. Mihály, Zs. Zolnai, Cs. Balázs, K. Balázs, Hydrogen formation in Radio Frequency (RF) hydrogenated silicon nitride thin films, **International Conference on Thin Films**, 2020. november 22-26, virtuális konferencia, **(szóbeli előadás)**



- N. Hegedüs, R. Lovics, M. Serényi, Zs. Zolnai, P. Petrik, J. Mihály, Cs. Balázsi, K. Balázsi, Examination of the Hydrogen Incorporation into Radio Frequency-Sputtered Hydrogenated SiNx Thin Films, **Coatings** 2021, 11, 54. **(folyóiratcikk, IF = 2.436)**
- N. Hegedüs, R. Lovics, M. Serényi, Zs. Fogarassy, P. Petrik, J. Mihály, Zs. Zolnai, Cs. Balázsi, K. Balázsi, Hydrogen formation in Radio Frequency (RF) hydrogenated silicon nitride thin films, *cikk folyamatban*
- N. Hegedüs, M. Furkó, K. Balázsi, C. Balázsi, Környezetbarát energiatermelés, energiahatékonyság és közlekedés szempontjából kritikus üvegek, kerámiák és fémek, **Anyagok Világa**, *bírálat alatt*



- További cikkek publikálása
- Berg-modellezés folytatása, kiterjesztése $\text{SiN}_x\text{:H}$ rétegekre vonatkozóan
- Egyéb leválasztási paraméterek (pl.: feszültség, N_2 és Ar-gáz mennyiség hatásának vizsgálata a leválasztott rétegekre vonatkozóan)



Köszönetnyilvánítás



- Dr. Balázs Csaba¹ (témavezetés)
- Dr. Balazsi Katalin¹ (témavezetés)
- Dr. Lovics Riku¹ (RF-porlasztás)
- Dr. Serényi Miklós¹ (RF-porlasztás, Berg modellezés)
- Dr. Mihály Judith² (FTIR-mérések)
- Dr. Petrik Péter¹ (SE-mérések)
- Dr. Zolnai Zsolt¹ (ERDA-mérések)

¹ Energiatudományi Kutatóközpont

² Természettudományi Kutatóközpont



Köszönöm a figyelmet!