

## AKADÉMIAI *LEVELEZŐ* TAGSÁGRA TÖRTÉNŐ AJÁNLÁS

Név: Pécz Béla

Szűkebb szakterület: szilárdtestfizika, ezen belül transzmissziós elektron-mikroszkópia, félvezetők tudománya

### INDOKLÁS

#### Pécz Béla MTA levelező tagságra történő felterjesztéséhez

Pécz Béla tudományos munkássága a III-V félvezetők (GaAs, InP, ...) kontaktusai terén kezdődött, majd a 90-es évek közepén a széles tiltotsávú félvezető rétegek növekedésével és mikroszkópiájával kezdett foglalkozni. Jelenleg az új 2D anyagok (grafén és társai) III-V félvezetőkkel való kombinálására fókuszál.

1) Egyik első munkájában a köbös SiC Si hordozón való kialakulásának kezdeti lépéseit írta le. Megállapításai különös jelentőséget nyertek a későbbi, BME által kezdeményezett kutatásokban, amiben a Si tetején epitaxiális SiC kristallitokat sikerült kialakítani CO gázban való hőkezeléssel. Megmutatta, hogy a hexagonális (6H) SiC homoepitaxiás növesztésében biztosítható, hogy csak egyetlen fázis nukleálódjon. Eredményeit látva svéd partnerei őt kérték fel a mikrogravitációban (rakétán) növesztett SiC vizsgálatára. SiC-hoz sikerült hőmérsékletben stabil és epitaxiás TiN ohmos kontaktust készítenie. Elemezte a széles körben alkalmazott Ni kontaktusok tulajdonságait is, azonosította a bennük keletkező Ni<sub>2</sub>Si fázist és javaslatot tett ugyanazon szerkezetű, de nem reaktív kontaktusok készítésére, melyeket később meg is valósított. Rámutatott, hogy a p típusú SiC-hoz alkalmazott Al/Ti kontaktusokban kialakuló ternér fázis átszűrhatja a SiC-ban a p/n átmenetet és ezzel rövidzárat okozhat. A Rossendorfi Large Scale facility igénybevételével először gyémántban sikerült létrehozni SiC-ot, majd SiC kristályt szénnel implantálva szabályozottan tudott létrehozni abban epitaxiás gyémánt szemcséket, vagy texturált grafit réteget.

2) Barna Árpáddal együtt először a Handbook of Microscopy a TEM mintapreparációs fejezetét írta meg, majd az Ultramicroscopy-ba írtak, felkérésre, összefoglaló cikket a témáról, utóbbira 100 független hivatkozást kaptak.

3) Eredményesen kapcsolódott be a 90-es évek második felében még mindig gyerekcipőben járó GaN, kék LED, kék lézer kutatásokba. Ekkor még a nitrid rétegeket zafír hordozóra növesztették. A 2014-ben Fizikai Nobel Díjjal kitüntetett japán kutatók módszerét, a kétlépcsős növesztést, ill. annak első, alacsony hőmérsékleten leválasztott puffer rétegét optimalizálta zafír hordozóra. Megállapította, hogy ha a zafírt magas hőmérsékleten ammónia áramban tartják (0. lépés) az AlN puffer réteg leválasztása előtt, akkor az már tulajdonképpen AlN-re nő, ami a zafír és az ammónia reakciójában keletkezik.

4) Egy EU projekt (EURONIM, 2001-2004) résztvevőjeként (magyar PI) jelentősen hozzájárult az európai kék lézer dióda (OSRAM) élettartamának növeléséhez, amely a diszlokáció sűrűséggel fordítottan arányos. Ebben az időszakban ipari partnereinél saját növesztési kísérleteket kezdeményezett, melyek eredményei bekerültek az itthoni PhD hallgatói dolgozataiba.

5) A nagyteljesítményű GaN tranzisztorok működés közbeni melegedésének elkerülésére több megoldás kidolgozásában vett részt. A kész eszköz tetejére CVD-vel

leválasztott gyémánt olyan „hot topic”-nak számít, hogy brit és német csapattal sikerült USA támogatást (DARPA, 2013-14) is szerezniük. Az egykristály gyémánt hordozók egyre elérhetőbb közelségbe kerülnek és ezekre nemcsak egykristály GaN réteget sikerült növesztetni, hanem az abban kristálytani hibaként megjelenő nagyszámú inverziós domén (ID) keletkezését egy u.n. nitridálási lépéssel sikerült elkerülni. Felismerte a grafén felhasználhatóságát is, mivel hővezetőképessége még az egykristály gyémánténál is jóval nagyobb. Úgynevezett patterned grafén/SiC hordozóra növesztett GaN-det, melynek felülete sík, a diszlokációk sűrűsége viszonylag alacsony. A 2  $\mu\text{m}$  széles grafén csíkokban tipikusan 3 grafén réteg (few layer graphene FLG) van egymáson, és a hővezetés jelentősen javul.

6) Egy FLAG-ERA projektben sikeresen növesztettek és elemeztek 2D GaN, AlN és InN rétegeket az epitaxiális grafén és SiC közti térben. E munkában igazolta a GaN 2D/3D váltásban a polaritás (nitrogén és gallium poláros felület) váltását. A munka során a 2D InN létrehozására és elemzésére koncentrált, mert ettől várta a leglényegesebb új fizikai paramétereket. Ezt bilayer InN formájában sikerült létrehozni, melyről igazolta, hogy tiszta InN (nincsen benne oxigén) és a tiltott sáv szélessége 2 eV, azaz lényegesen eltér a tömbi 0,7 eV-től. Jelenleg GaN-re növesztett 2D MoS<sub>2</sub> rétegeken dolgozik. 2020-ban első szerzős cikket publikált ezekről az eredményekről az Advanced materials-ban (IF = 30,849)

7 OTKA pályázatot nyert, kiemelkedően sikeres az EU pályázatokban (2 PHARE és 7 EU FP6, FP7), egy DARPA pályázat nyertese (2000 - 2015 időszakban 1,5 millió eurót és 47.500 USD-t meghaladó intézeti bevétel). Újabban két FLAG-ERA pályázatot nyert. A nemzetközi elismertségét mutatja, hogy szakterületének számos rangos konferenciáját hozta Magyarországra, elősegítve ezzel a hazai részvételt (pl. JVC-12/EVC-10, 2008. szeptember 22-26, Balatonalmádi; 12th Multinational Congress on Microscopy, 2015 augusztus 23-28, Eger, 500 résztvevő), 2020-ban ICTF-JVC online konferencia 250 résztvevő). 2014-ben a European Materials Research Society (E-MRS) az Executive Committee tagjává választotta, hat évig volt a Magyar Mikroszkópos Társaság elnöke, egy új folyóirat (Resolution and Discovery, Akadémia Kiadó) főszerkesztője, Újabban a Nanomaterials (IF=4,32 Editorial Board tagja). Kétszer választották MTA közgyűlési képviselőnek. Egy ciklusban OTKA zsűri tag, majd az OTKA Matematikai és Természettudományi Kollégium tagja volt. Évek óta az OTKA képviselője a Materials ERA-NET Steering Board-ban. Az ELFT Kondenzáltanyag-fizikai Szakosztályának elnöke, a Vákuumfizikai, - technológiai és Alkalmazásai Szakcsoport volt elnöke, most titkára.

2004 és 2016 között az MFA igazgatóhelyetteseként és 2016-tól igazgatóként vezette az MFA-t. Ezzel párhuzamosan az intézetben folyó elsősorban az anyagszerkezeti és az atomi felbontású elektronmikroszkópiára, elektrondiffrakcióra és elektronsugár gerjesztéses módszerekre alapozó kutatásokat. Sikeres pályázati tevékenysége nyomán elnyerte a forrásokat, beszerezte és sikeresen beüzemelte az első hazai, valódi atomi felbontású TEM vizsgálatok lehetőségének megteremtő gömbi hiba korrigált TEM/STEM-et és egy a célzott TEM mintapreparációban elengedhetetlen modern cross-beam FIB-et. Mindezzel az ország legteljesebben kiépített elektronmikroszkópos laborját hozta létre és tehetséges fiatalok bevonásával biztosította a korábban Pócsa-Barna nevekkel fémjelzett szakmai iskola folytatását. Vezetésével számos fiatal pályája indult az atomi felbontású TEM kutatások terén, közülük többen is nemzetközi porondon is sikeresen megállták a helyüket. Nem kíván szakterülete rabja lenni, hanem a legteljesebb anyagtudományi kutatási kapacitás kiépítése érdekében most éppen fotoelektron spektroszkópiára épülő felületfizikai berendezést szerez be.

343 publikációjára több mint 3500 hivatkozást kapott, H indexe 32. Munkásságának nemzetközi elismerését mutatja, hogy az utóbbi három évben évente 200 hivatkozást kap. Hazai elismerései közül megemlítjük: Bolyai Érem, 2007; Akadémiai Díj, 2011; OTKA Ipolyi Arnold Díj, 2013. Említést érdemel, hogy széleskörű nemzetközi kapcsolatai ellenére, Pécz Béla kiemelkedő eredményeit Magyarországon dolgozva érte el és sikerrel vont be a nemzetközi kutatási projektekbe az általa vezetett osztály kutatóit, különös tekintettel a fiatal kutatókra.

Budapest, 2021 szeptember 06

Ajánlók:

Biró László Péter r.t., Faigel Gyula r.t., Gránásy László I.t., Kamarás Katalin r.t.,  
Pósfai Mihály r.t. (X. Osztály), Szabó Gábor r.t., Vincze Imre r.t., Zaránd Gergely I.t.