

# MEGEMLÉKEZÉS SZIGETI GYÖRGY AKA- DÉMIKUS SZÜLETÉSÉNEK SZÁZADIK ÉVFOR- DULÓJÁRÓL

## SZIGETI GYÖRGY ÉLETMŰVE

### A SZIGETI-ISKOLA

Gergely György

a fizikai tudományok doktora

MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézete – gergely@mfa.kfki.hu

1948 februárjában Bay Zoltán doktorandusz-  
nak vett fel az Egyesült Izzó Kutatólabora-  
tóriumba, és Szigeti Györgyhöz osztott be.  
Erről tavaly emlékeztem meg (Gergely, 2004).  
Elhunytáig Szigeti György munkatársa voltam.  
Mint legrégebbi közvetlen munkatársa  
szeretnék róla megemlékezni.

Szigeti György 1905. január 29-én született  
Szentesen. A család Újpestre költözése után  
görög-latin szakos tanár édesapja a patinás  
Könyves Kálmán Gimnáziumban tanított,  
ahol később, 1922-ben fia érettségizett.  
Ezután a budapesti József Nádor Műszaki  
és Gazdaságtudományi Egyetemen szerzett  
gépészmérnöki oklevelet 1926-ban.

1926-ban az Egyesült Izzólámpa és  
Villamossági Rt. (Tungsram) Kutatólaborató-  
riumában kapott állást, melyben 1953-ig dol-  
gozott. A Tungsram Kutatólaboratórium ak-  
koriban hazánk legjelentősebb kutatóhelye  
volt az alkalmazott fizika terén, itt dolgozott  
többek között Bródy Imre, Selényi Pál, majd  
1935-től Bay Zoltán vezette. 1944-ben Bay  
Zoltán és Jankovics igazgató mentették meg  
Szigeti Györgyöt több mérnökkel együtt a  
deportálástól. Később ő állt ki Jankovics mel-  
lett egy koncepció ügyben, amikor ehhez  
bátorság és emberség kellett. A háború után

a laboratórium a mártírhaltalt halt Bródy Imre  
névét vette fel. A nehéz évekről objektív  
képet nyújt Bay Zoltán *Az élet erősebb* című  
életrajzi könyve, melyben elismeréssel szól  
Szigeti Györgyről.

1950-ben a Távközlési Kutatóintézet  
(TKI) vette át a laboratóriumot. Szigeti  
György a TKI 2 sz. Laboratóriuma (TKI2)  
ugyanezen épületében folytatta igazgatói  
tevékenységét. 1953-ban a KGM Szigeti  
György javaslatára létrehozta a Híradástechni-  
kai Ipari Kutatóintézetet (HIKI) melynek  
igazgatója is ő lett. A Szigeti György által 1956-  
ban alapított Műszaki Fizikai Kutatóintézet  
(MFKI) végül 1958-ban kezdte meg munkáját  
az ő vezetésével. Ezen közleményben főként  
az MFKI-ról szólok.

Szigeti György fényes tudományos pá-  
lyát futott be. 1949-ben lett az MTA műszaki  
tudományok doktora, 1954 óta az MTA le-  
velező tagja, 1958 óta az MTA rendes tagja.  
1949-ben meghatározó szerepet játszott az  
Eötvös Loránd Fizikai Társulat (ELFT) meg-  
alakításában. 1949-től az ELFT alelnöke,  
1968-tól elnöke, majd 1976-tól tiszteletbeli  
elnöke. 1968-ban részt vett az Európai Fizikai  
Társulat (EPS) megalakításában, melyhez az  
ELFT is csatlakozott. Számos hazai és külföldi

tudományos társaság tagja, többek között az Indiai Tudományos Akadémia (Bangalore), az Institute of Physics (London), a Nemzetközi Vákuum Unió (IUVSTA), a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE) választotta sorába.

A nemzetközi tudományos életben, konferenciákon számos barátot szerzett, közülük a Nobel-díjas Sir Chandrasekhara V. Raman, Gábor Dénes és Zhores I. Alferov nevét emelem ki. Kitüntetései közül a Kossuth-díjat (1959) említem meg.

Nyugalomba vonulásáig (1975) az MFKI igazgatója volt, ahol elhunytáig (1978) tudományos tanácsadóként dolgozott.

Szigeti György tevékenysége a Tungstramban elsősorban számos hazai és külföldi szabadalmaiban látható. Ezek teljes listája megjelent a Fizikai Szemlében (Nagy, 1979). Az MFKI megalakítása után hosszú távú tevékenysége a tudományszervezés és vezetés volt, melyet az ELFT-ben is folytatott. Igen eredményesen szervezett konferenciákat is. Néhány téma kutatómunkájában tevékenyen részt vett, számos, munkatársaival közös tudományos közleménye is megjelent (Nagy, 1979). Életelve volt az alkalmazott kutatások célja a megvalósult termék és annak gyártása. A fejlett technológia alapkövetelménye a mögötte álló alap kutatás.

Az MFKI 1998-ban az MTA Anyagtudományi Kutató Intézetével egyesülve, a KFKI telephelyén, MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutató Intézetként folytatja tevékenységét.

A következőkben Szigeti György munkáiról szólok. Szigeti György iskolát hozott létre. Ezen közleményemben csak a már elhunytakat nevezem meg. Több tanítványa ma is folytatja a kutatómunkát az MTA MFÁ-ban. Szigeti György az MFKI-ban számos olyan témát indított, melyek ma is időszerűek a nemzetközi kutatásokban. Mivel több munkatársa különböző témákban is dolgozott, közleményemben témákra bontva, csak

a legfontosabb eredményekről szólok. Az életmű és annak folytatása egy teljes könyvet igényelne.

Az alap kutatások nemzetközi hatása látható a *Science Citation Index*-ben közölt hivatkozásokban. Az alkalmazott kutatások hatékonyságának fő ismérve a megvalósult termék és gyártás. Rövid ismertetőben ezek a szempontok vezéreltek a legfontosabb eredmények kiválasztásánál. Említék még néhány, Szigeti György támogatásával megvalósult, elhunytá után is folytatott sikeres témát.

### *Lumineszcencia*

Szigeti György első kiemelkedő eredménye Bay Zoltánnal közös szabadalma, a történelemben első, SiC elektrolumineszcens fényforrás (Szigeti, 1939). A *Proc. IEEE* (Proceedings of the The Institute of Electrical and Electronics Engineers) ötvenéves az elektronika ünnepi száma hivatkozik erre a szabadalomra.

A háború pusztításai, a Tungstram leszerelése után a kutatólaboratórium bámulatos gyorsasággal támadt fel. Már 1948-ban a korszerű fénycsövek és új halofoszfát fényporok kifejlesztésével foglalkozott Szigeti György osztálya. Ezen kutatások végeredménye óriási volumenű, jelenleg évi százmillió darabos fénycsőgyártás és -export lett.

Szigeti György meghatározó szerepet játszott a hazai fénycsőgyártás megvalósításában. Nagy súlyt helyezett a fejlesztést támogató alap kutatásokra. Már 1947-ben publikálta a munkáját a *Nature* (Szigeti, 1947). Kiváló gárdára támaszkodott, és ért el kiemelkedő eredményeiket: Bodó Zalán (Bodó, 1950) diffúz optikai munkáját a nemzetközi irodalom számos hivatkozása ismeri el, a kvantumhatásfok mikrokaloriméteres mérési eljárását a Tungstram fénycső, majd katódsugárcső-gyártás alkalmazta. A halofoszfát fényporok hazai megvalósítása és továbbfejlesztése Makai Endre és Szabó

János, a ZnS típusú fényporok Hangos István eredménye volt.

1950-ben a Távközlési Kutató Intézet vette át a Tungstram kutólaboratóriumát. Én a katódsugárcsövekkel foglalkoztam. Mint Szigeti György tanítványai, Hangos Istvánnal és számos TKI, továbbá Tungstram-munkatársunkkal a hazai tévéképcsőgyártást valósítottuk meg, mely elérte az évi 300 ezer darabot. Ezt is a nemzetközi színvonalú alap kutatás segítette elő. Csupán *Surface Recombination and Diffusion Processes in Cathodoluminescence* című (Gergely, 1960) munkámra utalok, melyre azóta folyamatosan, még 2003-ban is voltak hivatkozások a *Citation Index*-ben.

Szigeti György a HIKI-ben folytatta a fényforráskutatásokat, majd az MFKI-ban visszatért az elektrolumineszcencia alap kutatásokhoz. A HIKI, majd az MFKI alapításánál nagy súlyt helyezett a volfrámkutatásra. Ezeket Millner Tivadar akadémikus irányította. Munkáját Szigeti György teljes mértékben támogatta.

#### *Félvezetőkutatások*

Szigeti György munkatársaival a HIKI-ben valósította meg a hazai Ge egykristályt és első tranzisztort. Ezért 1959-ben Bodó Zalánal és Szép Ivánnal megosztva Kossuth-díjat kaptak. A kutatás-fejlesztésből a Tungstramban gyártás, majd a Mikroelektronikai Vállalatban (MEV) szilíciumipari (Si) kutatás valósult meg.

Az alap kutatások az MFKI-ban folytatódtak. 1970-ben úttörő eredmény volt az Si- alapú félvezető heteroátmenetek megvalósítása (Szigeti, 1971). A későbbiekben Szigeti György indította el a III–V félvezető alapú mikrohullámú eszközök kutatását, a Gun- dióda, a félvezető lézerek és a CCD optikai eszköz, továbbá az akusztikus felületi hullámszűrők alap kutatásait. Ezekből sikeres MFKI- és MFA-termékek valósultak meg. Az EGA (evolving gas analysis) MFKI-módszer,

a III–V technológia segédeszköze még Szigeti György életében alkalmazást nyert.

A félvezető kutatások terén a Szigeti-iskola tagja (Ferenczi György) kiemelkedő eredménye volt a mélynívóspektroszkópia (DLTS) kidolgozása, melyből ma is működő gyártás (Semilab Rt.) és jelentős export fejlődött ki. Az eljárás és a műszer a Si és III–V félvezetők nyomszennyezőinek nagyérzékenységű kimutatását eredményezte.

A félvezető heteroátmenetek kutatásait folyamatosan folytatta a Szigeti-iskola, mely III–V félvezető rétegszerkezetekkel valósította meg hazánkban a félvezető lézereket, infravörös LED diódákat.

A felületi kutatások hatékony eszköze az ellipszométer. Az első hazai ellipszométer a TKI2-ben került megépítése, 1966-ban. Az MFKI és a TKI2 együttműködése az ellipszometria területén azonnal elkezdődött, majd Szigeti György engedélyezte az MFKI-ban egy Gaertner-spektroellipszométer beszerzését. Jelentős eredménynek bizonyult a Si-SiO<sub>2</sub> rendszer új ellipszométeres méréseinek elvégzése és egy táblázatos kézikönyv elkészítése (Gergely, 1971) a TKI2-együttműködés keretében.

1969-ben még csak három nagyszámítógép működött Budapesten, ezt alkalmaztuk a táblázat elkészítésénél, melyet a hazai félvezető ipar (Tungstram) és kutatás (MFKI, MEV) alkalmazott a MOS technológiában. A könyvet az Akadémiai Kiadó Szigeti György javaslatára adta ki. Számos külföldi hivatkozás is történt. Az MTA MFA-ban ma korszerű spektro- és szögfüggéses ellipszométerekkel folytatják a kutatásokat.

#### *Elektronmikroszkópia és vékonyrétegfizika*

Pócza Jenő ELTE tanszékének megszüntetése (1959) után Szigeti György biztosította számára a lehetőséget kutatásainak folytatásához az MFKI-ban. Szigeti György egyetértett Pócza Jenő azon felismerésével, hogy a

vékonyrétegek alapelemei lehetnek új technológiáknak és eszközöknek. A műszaki fizikai alap kutatások egyik célkitűzése lehet a vékonyrétegek kialakulásának és szerkezetének a technológia-szerkezeti tulajdonságok alkalmazások közti összefüggések feltárása. Pócza Jenő javaslatára és Szigeti György támogatásával az MFKI hozta létre az első hazai, fizikai és technológiai kutatások céljára szolgáló elektronmikroszkóp-laboratóriumot, egy 1963-ban korszerű, 100 keV-es JEOL elektronmikroszkóppal. Pócza Jenő munkatársaival együtt indította el a hazai vékonyréteg-kutatásokat. A kutatócsoport erre építve dolgozta ki a világon elsők között a vékonyrétegek szerkezet kialakulásának (ma ezt nanofizikának nevezzük) közvetlen vizsgálatára alkalmas *in situ* elektronmikroszkópos módszert. Az elektronmikroszkópos kísérletek eredményeit összefoglaló filmeket a világ számos egyetemén használják. A Szigeti György támogatásával létrejött és kifejlődött iskola másik korai eredménye volt az amorf Ge szemcsék (ma fraktálnak nevezett) morfológiájának feltárása (1974) és a folyamatok szimulálása. Sajnos Pócza Jenő 1975-ben elhunyt. Pócza Jenő és munkatársai nemzetközileg kiemelkedő eredményeire még 2003-ban is található hivatkozás a *Citation Index*-ben. A Szigeti-iskola jelenleg is folytatja a kutatásokat az MTA MFA-ban, ma már 300 keV-es, 1,7 A feloldású mikroszkóppal. Az utóbbi évtizedek egyik jelentős eredménye volt az elektronmikroszkópos minták készítésére alkalmas új ionsugaras vékonyítására alkalmas eszköz kidolgozása. A fizikai alap kutatásokat és számos ipari alkalmazást támogatták az MFKI, majd MFA-ban kifejlesztett új vékonyréteg- és felületi kutatási módszerek, valamint műszerek. Az ionsugaras vékonyítót a Technoorg-Linda Kft. gyártja, már több mint háromszáz nagy értékű berendezést exportált négy világ-részbe.

### Felületfizika

1967-ben javasoltam Szigeti akadémikusnak a felületfizikai kutatások indítását az MFKI-ban, és ezen célra korszerű LEED-UHV nagyműszer beszerzését. Szigeti György a gáncsokodások ellenére helyet adott javaslatomnak, és 1968 végén megkezdtük munkánkat. Az irodalomban 1968-ban jelent meg az Auger-spektroszkópia. Javaslatomra, melyet Pócza Jenő is támogatott, Szigeti akadémikus lehetővé tette a LEED továbbfejlesztését. A fő nehézség akkoriban a devizahiány volt, ezért amit lehetett – az UHV és elektronikai berendezéseket – hazai fejlesztéssel kellett megvalósítanunk. Szigeti akadémikus messzemenően támogatta az együttműködést az UHV eszközök terén a Tungstam Bródy-laborral, az elektronika terén pedig a KFKI-val.

Végül is 1973-ban valósult meg az első hazai Auger-spektrométer, majd 1977-ben az Auger-fraktográfia. Az utóbbit az ipari célú anyagkutatásokban alkalmaztuk acélokon, vékonyrétegeken stb. A fő eredmény a vofrámtörek és hasított huzalfelületek AES elemzésének kidolgozása volt.

Az MFKI majd MFA-ban a felületfizikai kutatásokat Szigeti György elhunytá után is folytattuk. A nagyszámú publikációból csak két témát emelek ki. 1981-ben a rugalmas elektronszórás spektrometriát (jele a nemzetközi irodalomban EPES) (Berényi, 1992), melyet tizenhét ország harminckilenc kutatóhelye alkalmaz. A NIST (National Institute of Standards and Technology, USA) az EPES-t javasolja elektronok szabad úthosszának mérésére.

A már említett MFA 200 V-os ionágyúval az AES mélységi elemzés mélységi feloldásánál 200 nm felületi réteg eltávolítása után is 2 nm-t sikerült elérni (Bama, 1998) a DESA 100 (Stailb) elektronspektrométerrel.

Az MFKI vékonyréteg, elektronmikroszkópia és felületfizika számos eredménye megjelent az *A szilárdtestkutatás újabb*

*eredményei* 24. kötetében (Berényi, 1992). Sajnálatos, hogy a *Fejezetek a magyar fizika elmúlt 100 esztendejéből* (1891–1991) ELFT könyv *A fizika Újpesten* fejezete a Szigeti-iskola eredményeit nem is említi.

Szigeti György még a Bródy Imre-féle épületben létrehozta a Gombás-szemináriumokat, Gombás Pál előadásaival, aktív részvételével. Ez a tudományos szeminárium Szigeti György haláláig működött. Itt kerültek megvitatásra a benyújtandó kéziratok is. Összegezve: a Szigeti-iskola munkatársai közül hat Kossuth- illetve Állami Díj, tizenkét MTA doktora (fizika, műszaki, matematika) fokozat elnyerése és nagyszámú kandidátus

került ki. Szigeti György életműve maradandó tudományos értékeket és jelentős ipari eredményeket hozott létre. Szigeti György elhunytá után az MFKI egy domborműves arcképet helyezett el épületében. Ez az MFA megalakulása után a KFKI 29. sz. épületének előcsamokába került áthelyezésre. 1998-ban Szigeti György nevét vette fel Budapesten egy Műszaki Szakközépiskola. Életműve és emléke tovább él iskolájában és a fizikusok, valamint az ipar emlékezetében. Tisztelettel őrizzük emlékét.

Kulcsszavak: *Szigeti György élete, munkássága, tudományos öröksége, Szigeti-iskola.*

#### IRODALOM

- Barna Árpád – Pécz Béla – Menyhárd Miklós (1998): Amorphization and Surface Morphology Development at Low Energy Ion Beams. *Ultramicroscopy*. 41, 77.
- Berényi Dénes – Gergely György – Giber, János (1992): *A felületkutatás helyzete hazánkban. A szilárdtestkutatás újabb eredményei*. 24. köt. Akadémiai, Budapest, 172.
- Bodó Zalán (1951): Some Optical Properties of Luminescent Powders. *Acta Physica Hungarica*. 1, 135–150.
- Gergely György (1960): Surface Recombination and Diffusion Processes in Cathodoluminescence. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 17, 112–116.
- Gergely György – Forgács G. – Szűcs B. – Phouc, D. van (1971): *Ellipsometric Tables of the Si-SiO<sub>2</sub>*

*System for Mercury and HeNe Laser Spectral Lines*. Akadémiai, Budapest, 1–158.

- Gergely György (2004): Szigeti György öröksége. Szigeti György és Bay Zoltán. Megemlékezés Szigeti György halálának 25. évfordulójáról. *Fizikai Szemle*. 1, 25–26.
- Nagy Elemér – Kónya Albert (1979): Szigeti György. *Fizikai Szemle*. 29, 1–5.
- Szigeti György – Bay Zoltán (1939): Az elektrolumineszcencia jelenségét hasznosító fényforrás. *Magyar szabadalom* 140.587., USA Patent 2. 254.957
- Szigeti György – Nagy Elemér (1947): Dielectric Losses and Fluorescence in Zinc Silicate. *Nature*. 160, 641–642.
- Szigeti György (editor in chief) et al. (1971): *Proc. Int. Conf. Phys. and Chem. of Semiconductor Heterojunctions and Layer Structures*, Budapest, 1970. I-IV. Akadémiai, Budapest

