

40 éves a CCD

Az idén a fizikai Nobel-díjat két, pontosabban három tudós között osztották meg. A rangos elismerés egyik felét Charles K. Kao tudhatja magáénak az üvegszálás telekommunikáció terén elért eredményeiért. A díj másik felén a Bell Laboratóriumok két, immár nyugalmazott munkatársa osztozik: a 85 éves Willard S. Boyle és a 79 éves George E. Smith. A két kutatómérnök érdeme, hogy 40 évvel ezelőtt feltalálták a töltéscsatorna-érzékelőt, azaz az angol Charge Couple Device szavak alapján CCD-ként ismert eszközt, amely forradalmasította a képrögzítést.

Boyle 1953-ban csatlakozott a Bell Laboratóriumokhoz, ahol Don Nelsonnal együtt 1962-ben az első folytonos fényű rubinlézer megépítésével hívta fel magára a figyelmet. Még ugyanebben az évben a NASA Űrtudomány és Felfedező Tanulmányok osztály igazgatójává nevezték ki, aminek keretein belül többek között az Apollo program számára lehetséges leszállóhelyek kiválasztásán dolgozott. 1964-től visszatért a Bellhez és az integrált áramkörök fejlesztésére koncent-

(!) disszertációját védte meg sikeresen. A Bell munkatársaként egy frissen megalakuló csoport vezetésével bízták meg, ahol újfajta lézerek és félvezető alapú eszközök fejlesztésén dolgozott.

1969-ben a vezetőség azzal kereste meg a gyakran együtt dolgozó Boyle-t és Smith-t, hogy „valami új ötlettel” álljanak elő a szilárdtest félvezetők terén. Egyetlen délutáni beszélgetés alatt egy táblára felvázolva megszületett egy újfajta memóriaegység terve, amiben egy mátrixszerűen elrendezett elektrodahálózat elemeiben elektromos töltéscsomagok formájában terveztek információt tárolni. Ezt aztán az elektrodák megfelelő ritmusú feszültségváltozásaival tudták egy kapun keresztül kiolvasni, vagy éppen az információt bevinni. Smith és Boyle rájött arra, hogy mivel az alaphordozó a fotoeffektust mutató szilícium, ezért az információt kétdimenziós kiterjedésben is be lehet írni a mátrixba fény és egy lencse segítségével.

A CCD azonban csak egy Boyle és Smith több tucat közös szabadalma közül, bár két-



Willard S. Boyle (balra) és George E. Smith (jobbra) ma, valamint a kutató-mérnök páros 40 évvel ezelőtt, az első CCD-kamerával

rált, továbbra is magas pozícióban, a részleg igazgatójaként.

Smith 1959-ben csatlakozott az intézethez a chicagói egyetemen befejezett doktori tanulmányai után, ahol is az egyetem történetének legrövidebb, mindössze három oldalas

ségtelenül az egyik legjelentősebb, amit az elmúlt négy évtizednél – illetve a Nobel-díjnál – jobban mi sem bizonyít. A Bell Laboratóriumok esetében azonban nem ismeretlen a Nobel-díj fogalma, hiszen szűkebb értelemben nyolc, kissé tágabban értelmezve a Svéd

Királyi Társaság tíz érme köthető az ipari céghez. Nem is rossz eredmény egy alapvetően profitorientált gazdasági vállalkozástól!

Pillantsunk bele a kitüntettekkel készült telefonos interjúkba a nobelprize.org honlap nyomán):

[George Smith]: Halló!

[Adam Smith, a www.nobelprize.org képviselőjében] Jó reggelt. Beszélhetnék George Smith-szel?

[GS] Igen, én vagyok.

[AS] Ó, üdvözlöm. Az én nevem Adam Smith, és a Nobel Társaság hivatalos weboldalának megbízásából telefonálok.

[GS] Ó, Istenem!

[AS] Hallotta a híreket, hogy Ön... Csak most jelentették be Stockholmban, hogy az idei fizikai Nobel-díjat Ön kapta.

[GS] Nem! Jézusom!

[AS] Nos, örvendek, hogy én lehetek, aki elújságolja ezt Önnek.

[GS] Ah, köszönöm! El vagyok ragadtatva. Nézzük csak, ugye én és Bill Boyle, ugye?

[AS] Pontosan. Ön és Bill Boyle, valamint Charles Kao az optikai szálak terén végzett munkájáért.

[GS] Ó, nagyszerű!

[AS] Nos, gratulálok még egyszer. Természetesen az a munkát, amit most elismertek, a 60-as évek végén, pontosabban 1969-ben végezte. Úgy gondolom, hogy egy kicsit meglepő a híreket hallani ennyi év után.

[GS] Igen, így van. Mondja csak, megismételné a nevét, uram?

[AS] A nevem Adam Smith, a Nobel társaság hivatalos honlapjának főszerkesztője vagyok, Stockholmból. Nálunk hagyomány egy rövid beszélgetést rögzíteni az új díjazottakkal, amint nevük nyilvánosságra került, ezért hívom most Önt. Ezekben a percekben egy sajtókonferencia zajlik a Svéd Királyi Tudományos Akadémiánál, itt Stockholmban, ahol épp most tették a bejelentést, és azt hiszem, Bill Boyle épp telefonon keresztül vesz részt azon az eseményen.

[GS] Hohó! Értem. Van bármi, amit tehetnék?

[AS] Nem, bizonyára a Svéd Királyi Akadémia hamarosan telefonálni fog. Ahogy

hallottam, már próbálták is önt hívni, így talán...

[GS] Igen, felkeltem, de mire a telefonhoz értem, már lerakták. Ezért vagyok most ébren.

[AS] Nos, akkor én szerencsés voltam. Feltehetnék néhány kérdést, mielőtt átengedném ismét nekik a telefont?

[GS] Természetesen.

.....

[AS] Mitől volt olyan különleges a hangulat a Bell Laboratóriumoknál? Többen beszéltek már róla, de tudna ön is mondani valamit erről?

[GS] Ó, Istenem. Egyszerűen csak izgalmas volt. Én a kutatási részlegnél kezdtem, ahol igazából nem is volt különösebb irányítás, szabad volt a magam útját járnom, saját sikeremen és kudarcomon tanulni. De legfőképp ott volt az a rengeteg izgalmas, intelligens ember, akikkel naponta kommunikálni tudtam.

[AS] És akkor ez adott önnek egyfajta szabadságot, hogy gondolkodjon és feltaláljon, amit sehol máshol nem tudott volna megkapni?

[GS] Igen, ez egy igaz állítás.

....

[AS] Tudom, hogy vitorlázott a világ körül éveken keresztül. Szerencsések vagyunk, hogy otthon találjuk, avagy már abba hagyta a tengerjárást?

[GS] Nem, otthon vagyok, nem vitorlázom már. A hajó még mindig itt van a hátsó kertben, de nem tervezek semmilyen tengeri utat többé. 79 éves vagyok, azt hiszem már egy kicsit öreg a vitorlázáshoz.

[AS] lassan befejezem a beszélgetést, mert tudom, hogy a Királyi Akadémia is szeretné önt elérni.

[GS] Köszönöm, és biztosan nem alszom már vissza.

[AS] Nem is hiszem, hogy egy ilyen napon az lehetséges lenne. Még egyszer gratulálok!

[GS] Nos, én is köszönöm még egyszer!

Egy rövid részlet a másik interjúból is:

[AS] Talán egy teljesen egyértelmű kérdés, de meglepődött, amikor ilyen hosszú idő után kapott egy telefonhívást?

[Willard Boyle] Igencsak! Igencsak! Valójában kétszeresen is meg vagyok lepve, mert a Bell Laboratóriumokhoz kapcsolódó több személy is részesült már Nobel-díjban, és mert valahol mindig is úgy tartottuk, hogy a mi dolgaink is esélyesek. Tudja, lehetségesnek tartottuk, hogy valami lesz belőle, vagy valami ilyesmi. És reméltük a legjobbakat, de sohasem történt semmi, és így már teljesen le is mondtunk róla. És akkor, azt hiszem épp villanyoltás előtt volt tegnap este, amikor a feleséggemmel beszélgettünk: „Nos, az orvostudományt pár nappal ezelőtt jelentették be, hamarosan a fizikait is kihirdetik, és ki tudja?” Mire ő így válaszolt: „Azt hiszem, mi biztosan tudjuk, hogy nem nyertünk, mivel annak, aki nyer, legalább egy héttel korábban szólnak.” Így hát lefeküdtünk, teljes nyugalommal, hogy emiatt ismét csak nem kell aggódní, és holnap reggel talán még kicsit tovább is maradunk az ágyban. És természetesen a telefon csörgött reggel ötkor. A feleségem vette fel, majd odajött hozzám, megpaskolta az arcomat, és mindössze annyit mondott: „Stockholmból hívnak.” Mire én: „Ó, már megint viccelődik valaki.” Tudja, egyszer valaki valóban felhívott minket ezzel, úgy emlékszem, vagy legalábbis mi találtuk ezt ki, nem tudom, végül is nem volna szörnyű, ha valaki ezzel jönne elő? De ez alkalommal éreztem, hogy nem vicc, mert pár pillanattal később hallottuk ezt a kedves hangot és valóban Stockholmból. Ott volt ez a hölgy csodálatos svéd akcentussal! Hirtelen arra gondoltam, nos, valószínűleg senki sem menne el odaáig, hogy egy svéd akcentussal beszélő emberrel hívasson fel minket reggel ötkor!

[AS] Milyen kedves történet! Tökéletes!

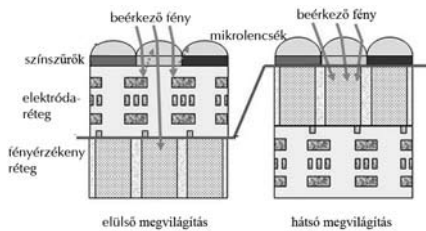
[WB] Pontosan így történt!

[AS] Csodálatos. Jó hallani, hogy ez még mindig valóban ekkora titok, és semmi sem szivárgott ki.

....

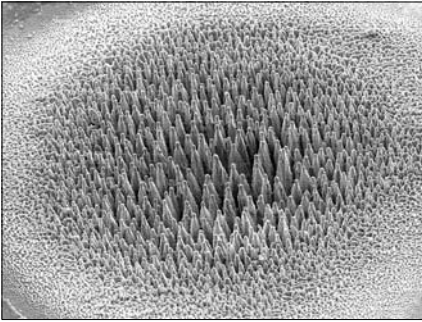
A CCD-k, a digitális képrögzítés eszközei hatalmas fejlődésen estek át az elmúlt négy évtizedben, s ennek a folyamatnak még messze nincs vége. Az egykor csak kutatási célokra használt laboratóriumi berendezé-

sekből ma már a hétköznapi élet több területén alkalmazott, tömeggyártott eszköz lett. Az ebből adódó gazdasági profitnak köszönhetően pedig a professzionális csillagászati CCD-kamerák és a digitális fényképezőgépek közötti különbségek egyre csökkennek, sőt, manapság a technológiai fejlesztések fő irányvonala a hétköznapi felhasználó igényei mentén halad. Szerencsére az egyik fő szempont az érzékenység növelése, ami lehetővé teszi a gyenge megvilágítás mellett történő, vaku nélküli fotózást. Ennek köszönhetően a tükkörreflexes digitális gépek (DSLR) kioldási zaja rohamosan csökken, összemérhető a legjobb csillagászati eszközökével. A többnyire még mindig előlről, azaz a kioldást vezérlő elektrodákon át megvilágított (1. ábra) érzékelők hatékonyságát mikrolencsék segítségével növelik: a beérkező fényt egy adott képpont azon részére gyűjtik össze, ahol a fotonok legkisebb veszteséggel tudnak eljutni a fényérzékeny szilíciumhordozóba.



Az előlső és hátsó megvilágítású C-MOS szenzorok felépítése közötti különbség: utóbbi fényhasznosítása sokkal jobb hatásfokú

Az egyre hatékonyabb térkitöltésű mikrolencsék mellett azonban a Sony az olcsó, hátsó megvilágítású érzékelők fejlesztésén is dolgozik. Tegyük hozzá, hogy ezek nem a hagyományos CCD, hanem az ún. C-MOS szenzorok, amelyekben minden egyes képpontnak külön kioldásos áramkörre van, ami kicsit bonyolultabb a CCD-k töltésléptető elektrodáinál, így nagyobb felületet takar ki a fényérzékítő pixelből. A C-MOS szenzorok előállítására azonban egyszerűbb és olcsóbb, valamint áramfelhasználásuk is kisebb, így egyre több területen ezeket alkalmazzák. A Sony Exmor R szenzora az első tesztek alapján mintegy kétszeresére növeli a C-MOS



Az abszolút fekete szilícium felülete mikroszkóppal nézve képpontok érzékenységet. Az ok, amiért e technológiát eddig nem használták széles körben, az, hogy míg az elülső megvilágítás esetében a fényérzékeny szilíciumhordozó tetszőlegesen vastag, és így mechanikailag szilárd lehet, addig a hátsó megvilágítás esetében a teljes szenzor egy nagyon vékony, törékeny félvezető lapocskára.

Egy másik, az előbbinél sokkal korábbi fázisban járó újítás a fekete szilícium feltalá-

lása és alkalmazása. A Harvard Egyetemen kifejlesztett eljárás során femtoszekundumos lézerpulzusokkal bombáznak egy szilíciumlapot kén-hexafluorid jelenlétében, minek során a félvezető felszínén egy kúpokból álló, önrendező mikrostruktúra alakul ki. Az így kezelt szilíciumonlapokból készült érzékelők hatásfoka megnövekszik, mivel az érzékelő felülete teljesen matt, 100%-ban fényelnyelővé válik a polírozott szilícium mintegy 8%-os reflexiójához képest. További előny, hogy a beépülő kénatomok hatására a közeli infravörösbe is kitolódik az érzékenységi hullámhosszakon a természetes szilícium már átlátszó.

Mint ez a néhány példa is mutatja, a CCD (és C-MOS) szenzorok aranykorukat élik így 40 évesen. S míg amatőr csillagászként türelmetlenül várjuk az újabb, nagyobb, jobb és olcsóbb DSLR-ek és webkamerák megjelenését, gondolatban emeljük kalapot az immár Nobel-díjas Boyle és Smith előtt!

Fűrész Gábor

Makszotov.hu

Távcső- és mikroszkóp bolt

VAN
2 jó
érvünk
TÁVCSŐ
vásárlásra

1. Még kedvezőbb szállítási költségek

Rendeljen **30 000 Ft** értékben és átvállaljuk a szállítási költséget. **100 000 Ft** feletti összeg esetén az utánvétel költségét is mi álljuk!

2. Planetary okulár kevesebb mint félfélon

Vásároljon csillagászati távcsövet legalább **75 000 Ft** értékben és **14 400 Ft** helyett mindössze **4 400 Ft**-ért Öné lehet egy bolygózó (Planetary) okulár.



Orion SkyQuest
150/1200
dobson
79 000 Ft



SkyWatcher AutoTrek
130/650 goto
newton
99 000 Ft



Celestron Omni
120/1000
refraktor
139 000 Ft



William Optics
70/430
apokromát
109 000 Ft

Postacím:

Budapest, 1096 Thaly Kálmán u. 34.
(Klinikák metro megálló mellett)

Telefon:

1/707-85-12
20/5-981-941

Nyitva:

hétfő-péntek
11-17h

Web:

<http://www.makszotov.hu>
info@makszotov.hu