



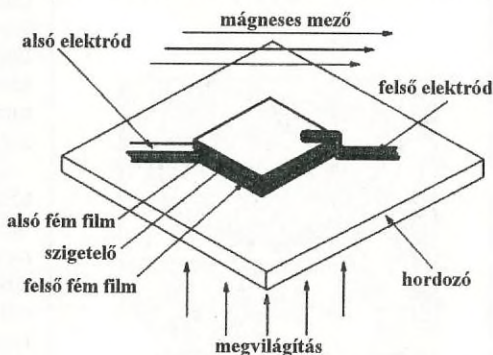
# CCD technika

## Újabb detektorok a láthatáron

### Az STJ detektor

Az STJ rövidítés a Superconducting Tunnel Junction (szupravezető alagút csatolás) angol kifejezésből ered. Az eszköz egy közel ideális fotonszámoló detektor, mely igen nagy hatásokkal rögzíti a beérkező fotonokat és azok energiáját. Már korábban is alkalmaztak hasonló elven működő érzékelőket, főleg röntgentartománybeli vizsgálatoknál, de most már az UV és vizuális, valamint közeli infravörös tartományra is kiterjesztették ezen eszközök felhasználhatóságát. Az STJ (vagy Josephson junction) két vékony szupravezető fém filmből áll (általában nióbbium, tantálm, hafnium), melyeket egy nagyon keskeny szigetelőréteg választ el. Ha a félvezető kritikus hőmérséklete alatt áll a rendszer (általában néhány K), akkor a csatolás egyensúlyi állapota nagyon könnyen megbolygatható egyetlen foton által is, ami a rendszert éri. Egy nagyon alacsony alapfeszültséget alkalmazva a csatolásra valamint egy megfelelő párhuzamos mágneses teret létrehozva, ami a Josephson áramot elfojtja, az eszközből a beérkező foton energiájával arányos töltésmennyiség nyerhető ki.

Az STJ detektorok alkalmazása a félvezető, szilícium alapú CCD-k után szinte természetes lépés a technika fejlődésében. A CCD-k esetén ugyanis az „alapállapot” és a „gerjesztett állapot” — amit egy foton elnyelése okoz — közötti energiaszint különbség összehasonlítható a beérkezett foton energiájával. Vagyis egy foton egy elektron kiváltására képes — függetlenül annak energiájától. Ezzel szemben pl. a szupravezető nióbbium esetén az előbbinek megfelelő energiaküszöb mintegy három nagyságrenddel kisebb, tehát egy beérkező foton akár több ezer elektront is kiválthat. És ami sokkal fontosabb, bár az STJ-k fizikája részleteiben különbözik a félvezető eszközökétől, az elnyelt foton által kiváltott töltésmennyiség nagysága arányos a foton energiájával. Vagyis e töltés nagyságának megméréseivel, a mért érték szórása által meghatározott pontossággal spektrális felbontást is lehetővé tesz ez a fotonszámoló detektor. Egy kétdimenziós STJ-vel tehát 3D csillagászati detektort kapunk: idő-fényesség-spektrális eloszlás rögzíthető. Vegyük számba az új eszköz igen előnyös tulajdonságait:



Az STJ érzékelő egy „pixelének” szerkezeti vázlata



**Valódi hullámhossz meghatározás.** Szűrők és színbontó elemek nélkül nyílik lehetőség meghatározni az egyes fotonok energiáját. Az eddig használt eljárások nagymértékben csökkentették a használt detektor érzékenységét, és ezzel szemben nagy az előnye az STJ-knek. Mégsem fogják az új detektorok teljesen kiszorítani a hagyományos diszperzív színekélemezési technikákat, hisz relatíve kis felbontóképesség, 5–50 nm érhető el STJ-ekkel, egyelőre. A fotonzámláló STJ-k viszont kitűnőek a nagyon halvány objektumok kis felbontású spektroszkópiájában.

**Nagyon széles spektrális tartomány.** A röntgentől a szubmilliméteres tartományig alkalmazhatók STJ-k. Az UV tartománybeli használhatóság miatt az alapréteget, a hordozót magnézium-fluoridból, vagy zafírból készítik, melyek még a 120 nm környékén is átlátszóak.

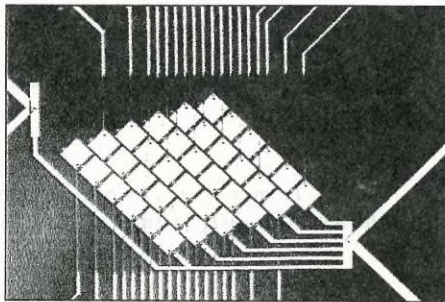
**Nagyon magas kvantumhatásfok.** 55%-ot mindenhol eléri 600 nm alatt, távoli UV-ben 70%, mely utóbbi az UV úrcsillagászatban fontos szerepet játszik.

**Nagy időfelbontás.** Nanoszekundumok alatt játszódik le az STJ-kben a töltéscsomag kialakulása, mely azután mikroszekundumok alatt kiolvasható, ezáltal 100 kHz-es sebességgel működhet egy STJ. Gyorsfotometria, spektroszkópia, adaptív optikák, mind-mind olyan terület, melyen új távlatokat nyitnak az STJ-k.

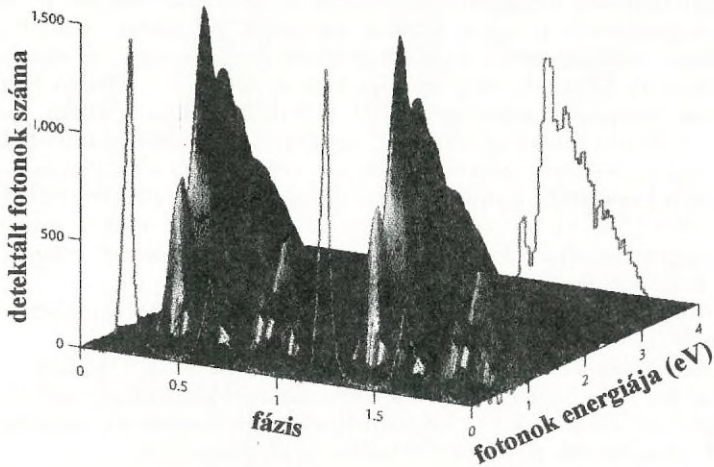
Sajnos jelenleg még nem tartozik a „házilag megoldható” kategóriába az 1 Kelvin fok alatti hőmérséklet tartós és stabil előállítása. Mind méretében és mind technikai megoldásaiban igen komoly kriosztátokat alkalmaznak jelenleg ezen detektoroknál. De sokan hallottunk már a magas hőmérsékletű szupravezetőkről, amelyek már 130 K körül mutatják a szupravezetők érdekes tulajdonságait. Ki tudja, néhány év múlva akár egy jobb termoelektromos hűtés elegendő lesz ilyen szupravezető alapú érzékelők működtetéséhez. A jövő helyett azonban inkább foglalkozzunk a jelennel: mint említettük, az STJ-k már működő detektorok. 1998-ban az ESA (European Space Agency) asztrófizikai szekciója kifejlesztett egy 6x6 elemből álló, elemenként 25x25 mikron méretű STJ detektort csillagászati alkalmazások céljából.

A 300–700 nm-es tartományon működő érzékelő kvantumhatásfoka 70% vagy afölötti volt a teljes érzékenységi tartományon. 1000 foton/másodperc volt az érzékelés sebessége, amit a kiolvasó elektronika limitált erre az értékre, csakúgy, mint a 100 nm-es spektrális feloldóképességet, aminél a detektor maga egy 5-szörös faktorialábbra képes. Az első csillagászati STJ érzékelőt 1999. februárjában a La Palmán lévő William Herschel teleszkóp Nasmyth-fókuszában helyezték el, ahol így egy 4x4 ívmásodperces területet tudtak vizsgálni. A célpont a Rák-köd pulzárja volt, amely egy 33 milliszekundumos periódusú pulzár. A mérési adatokból szépen látszik, hogy a jellegzetes, „kétcsúcús fénygörbe” minden hullámhosszon teljesen hasonló lefutású.

És hogy egy kicsit a jövőbe is tekintsünk: készül egy HSTJ elnevezésű detektor, a Kedves Olvasóra bízom, hogy kitalálja, milyen távcsőre fog kerülni várhatóan 2002-ben.



Az első, csillagászati megfigyelésekre használt 6x6-os SRJ detektor



A Rák-köd pulzárjának fényváltozása, illetve a spektrum időbeli változása, melyet az STJ detektorral egyidőben lehet rögzíteni

FŰRÉSZ GÁBOR

*Forrás: [http://astro.estec.esa.nl/SA-general/Research/Stj/STJ\\_main.html](http://astro.estec.esa.nl/SA-general/Research/Stj/STJ_main.html)  
Optical STJ observations of the Crab Pulsar, Perryman et al., A&A Letters, 346, L30-L32, 1999*

## II. Országos Kulin György Csillagászati Emlékverseny

A Bajai Observatórium Alapítvány és a Magyar Csillagászati Egyesület — emléket állítva Kulin György nagyszerű személyiségének, a kiváló szakcsillagásznak, a rendkívüli ismeretterjesztőnek — csillagászati vetélkedőt rendez középiskolás tanulók, ill. 14–18 éves fiatalok részére.

Három fős csapatok (+ kísérő felkészítő tanár) jelentkezését várjuk. A vetélkedő három írásbeli fordulóból, majd szóbeli döntőből áll, melyre az írásbeli feladatmegoldások során legtöbb pontot elért 8 csapat kerül be.

Nevezést csak postai úton fogadunk el, 1999. december 24-ig.

Jelentkezés, információ: Borkovits Tamás, Bács-Kiskun Megyei

Önkormányzat Csillagvizsgáló Intézete, 6501 Baja, Pf. 766.

Tel.: (79) 424-027, Fax: (79) 427-001