

Bírálóí vélemény

Jakab László „Optoelektronikai eszközök és rendszerek”

című MTA doktori értekezéséről

Az értekezésben Jakab László két évtizedet meghaladó, az optoelektronikához fűződő kutató-fejlesztő munka eredményeit ismerteti. Konkrétabban a munka az optoelektronika kiemelt fontosságú részeiből (fényforrás, detektor, modulátor, átviteli és memória elemek, képfeldolgozás) hármat érint: az akusztóoptikai modulátorokat, a fényforrásokat valamint a képfeldolgozást. A munka nem teljesen új, eddig ismeretlen jelenségeket, műszaki megoldásokat vezet be, hanem figyelemre méltó fejlesztéseket hajt végre az ismert elveken, anyagokon alapuló technikán, vizsgálati módszereken, műszaki alkotásokba formálva néhányat belőlük.

A témaválasztást egyrészt az optoelektronika, manapság fotonikának általánosított tudományos, műszaki és óriási ipari háttér növekvő igényei teszik fontossá, másrészt azok a kiemelkedő előzmények, amelyeket a szerző az értekezés első harmadában foglal össze, s amelyeket mindenképpen érdemes volt továbbfejleszteni. Ezek az előzmények főleg a disszertáció célkitűzéseinek, új tudományos eredményeinek azt a részét érintik, amelyek az akusztó-optikai deflektorokkal kapcsolatosak. Az előzmények elemzéséből kiderül, hogy az ilyen jellegű kutatások a BME-n a múlt század 70-s éveiben kezdődtek és lényegében már 1990-ben kifejlődtek azok az alapok, amelyeket Jakab László és utána más munkatársak kandidátusi disszertációi foglaltak össze. Szerintem ezért volt célszerű bevezetni két és fél oldal terjedelemben a kutatások célkitűzéseinek hivatkozásokkal és előzmények összegzésével kibővített leírását, ami kiemeli a szerző saját eredményeit. Az akusztó-optikai elemeken kívül még két kisebb, de nem kevésbé érdekes eszközfejlesztés szerepel a

munkában: fluoreszcens fényforrás és mikroelektronikai eszközöket vizsgáló optikai berendezések. Az utóbbiak nyilván a BME Elektronikai Technológia Tanszékének az érdeklődési körébe tartoznak és kiemelten hasznosak az ipari alkalmazásuk.

Megállapítható, hogy a disszertáció felépítése áttekinthető, arányosan tagolt: kutatási előzmények - 30 oldal, kutatási célkitűzések – 2 oldal, új tudományos eredmények – 31 oldal, tézisek – 2 oldal, az eredmények hasznosulása – 3 oldal, műszaki alkotások – 4 oldal, irodalom – 144 hivatkozás. A hivatkozások felbontásával (a tézispontokhoz kapcsolódó 10 legfontosabb közlemény, a tézisekhez kapcsolódó egyéb saját publikációk illetve egyéb saját és nem saját hivatkozások) a szerző megkönnyíti annak elbírálását, hol vannak a csapatmunkában előállított alapok és hol az önálló eredmények, további fejlesztések, bár néha még az ábrák idézése kapcsán is (1.4.4. elvi elrendezés - 3.3.1 kísérleti rendszer) időbeli hovatartozásról kell gondolkodnia az olvasónak.

Az értekezés kivitelezése gondos, elírás, gépelési hiba csak elvétve található (antenna sor- 43.old., nyalábbot -47. oldal, stb.). Jók a színes ábrák, viszont nagyon általánosak az egyes műszerek, elemek, rendszerek fényképei (1.2.2., 1.2.4, 3.6.6., 3.6.7.,3.6.9., 3.6.10). Megjegyzem, egy emissziós spektrumokat összehasonlító ábrát (3.5.9.) is másképp szokás bemutatni. Különben is, a hitelesség vagy csak a munka megkönnyítése érdekében a szerző egyszerűen kimásolta a hivatkozott irodalomból az aktuális ábrákat (lásd 1.1.1. és a továbbiak az első fejezetben, valamint 3.1.3., 3.2.1, 3.2.3, 3.2.4., 3.4.4. 3.5.7., stb.), és ezek néha nélkülözik a megértéshez szükséges részletesebb magyarázatokat (1.5.2., 1.6.7.). Továbbá, hiányolom az előzmények áttekintésében, ami egyben egy irodalmi elemzés is, azt a néhány fizikai adatot, ami érthetőbbé tenné a további fontos eredményeket, így a TeO_2 optikai áteresztési spektrumát, az összehasonlításokat más anyagokkal (például GaAs kristályokkal, amelyeket szintén alkalmaznak hasonló célokra), a gázkisüléses fényforrások paramétereit.

Áttérve az értekezésben felsorolt tudományos és műszaki eredményekre, a továbbiakban az elkülöníthető témákat és a kapcsolódó téziseket értékelem. Itt megemlítem a tézisek számozásának eltérését a tézisleveletben (3.1, 3.2...) és a disszertációban (4.1., 4.2...) ami megtévesztő lehet az elemzésekben. Jelen bírálatomban a dolgozatban található számozást használom.

Szeretném kiemelni a 2D akusztó-optikai fényeltérítő fejlesztésében elért eredményeket, amelyek kimutatták a kétdimenziós, TeO_2 kristályból készült egycellás deflektor alkalmazhatóságát közeli infravörös spektrumtartományban, konkrétan 1 mikrométer hullámhosszon sugárzó lézerrel. Ezért a **4.2.** tézist teljes egészében elfogadom.

Műszakilag talán még fontosabbnak vélem a **4.3.** tézispontban foglaltakat: akusztó-optikai rádiófrekvenciás iránymérő berendezés kidolgozását és műszaki megvalósítását, ami lényegesen hozzájárul a radarok bemérési technikájának a fejlesztéséhez. Igaz, hogy a munkában egy ismert tesztantenna bemérése szerepel, megfelelő pontosságú eredményekkel, de valószínűleg a további fejlesztések már más érdekeltségi körökhöz tartoznak. A tézispontot elfogadom.

A „true-time” akusztó-optikai késleltető vonal ugyancsak a TeO_2 kristályból készült Bragg cella alapján lett kifejlesztve és az elrendezések két fajtájára utal a munka (LCD és elektrooptikai modulátorokkal). Ebben fontos az alakhű impulzusátvitelnek a lehetősége. Ez a tézispont (**4.4.**) is kellően bizonyított.

Az akusztó-optikai modulátorokhoz fűződő eredmények között a **4.1.** tézispontban összefoglaltak egy TeO_2 módus csatoló (Q kapcsoló) infravörös hullámhossz tartományban működő lézerben való alkalmazhatóságát bizonyítják. *Ebben a tézisben szerepel egy mondat a lézerek bőrgyógyászati alkalmazhatóságáról, amely csak egy feltevés, és manapság sok másfajta (pld, kaszkád) lézerrel megoldott. Ezért ez a mondat törölhető,* és a tézis elfogadható.

A **4.5.** tézispont a DBG-nek nevezett fluoreszcens fényforrás konstrukciójának kidolgozásáról szól. Ennek működését igazoló

megvalósításban, a szöveg szerint, a szerzőnek csak közreműködő szerepe volt. *Ezért a kérdéseim közé sorolom annak magyarázatát, hogy konkrétan milyen tudományos eredményeket ért el a szerző ebben a témában.* Ennek függvényében értékelhető az adott tézispont.

Végül a **4.6.** tézispont illetően kissé szokatlannak látszik a „felismertem” szó, hisz a NYHL szerelési folyamatának részleteiből és elemzéséből közvetlenül következik az optikai *in situ* vizsgálatainak a fontossága és lehetősége. Maga az optikai mérés, a gyors videofelvétel képeinek elemzése viszont egy komoly probléma és nagy ipari hasznot biztosító eljárás megoldását jelenti. A PIN szerelés esetében nem igazán látom annak a lehetőségnek az elkerülését, hogy maga az alkatrész árnyéka ad hibás jelzést a kép elemzésénél, a BGA esetében viszont kiválóan alkalmazható a video kontroll, már a gyárakban működő szerelővonalakon is. Tehát a **4.6.1.** pont inkább egy fontos technikai megoldásnak felel meg, míg a **4.6.2.** pont tudományos eredményként értékelhető.

Jakab László munkájának fontos részét képezik a műszaki alkotások: TeO₂ akusztó-optikai Q kapcsoló infravörös lézeralkalmazásokra, ugyancsak TeO₂ alapú kétdimenziós fényeltérítő infravörös alkalmazásokra, valamint az akusztó-optikai rádiófrekvenciás iránymérő.

Ezek nem lettek? szabadalmaztatva, viszont alapjául szolgáltak, szolgálhatnak további kutatásoknak és fejlesztéseknek. Szabadalom védi a DBG fényforrás elvét, de ennek alkalmazása valószínűleg más ipari háttérrel igényel.

A fentiekben említett megjegyzéseken és kérdéseken túl válasz szeretnék kapni a szerzőtől a következőkre:

- Mennyire pontos TeO₂ kristályorientációra, megmunkálásra és hibamentességre van szükség a munkában leírt eszközök működéséhez és technikailag megkívánt mérési pontosság eléréséhez?
- Véleménye szerint miért nem terjednek el a leírt DBG xenon fényforrások az ismert és használt xenonlámpákhoz hasonlóan?

- Mennyire fejleszthetők és alkalmazhatók a virtuális alkatrész modellek a stencil-nyomtatás elemzéséhez, és miért nem ez lett az első megoldás? Hisz a beültetendő alkatrészeknek nagy a választéka, különbségei, holott a pasztagolyok, forraszpontok eléggé egyformák.

Az ismertetett eredmények és a fentiekben felsorolt elemzések alapján a munkát megfelelőnek tartom a nyilvános vitára bocsátásra és az MTA doktora cím odaítélésére.

Debrecen, 2014. augusztus 18.

Kökényesi Sándor Jenő
az MTA doktora