

Új termékek és fejlődési irányok a fényforrásiparban

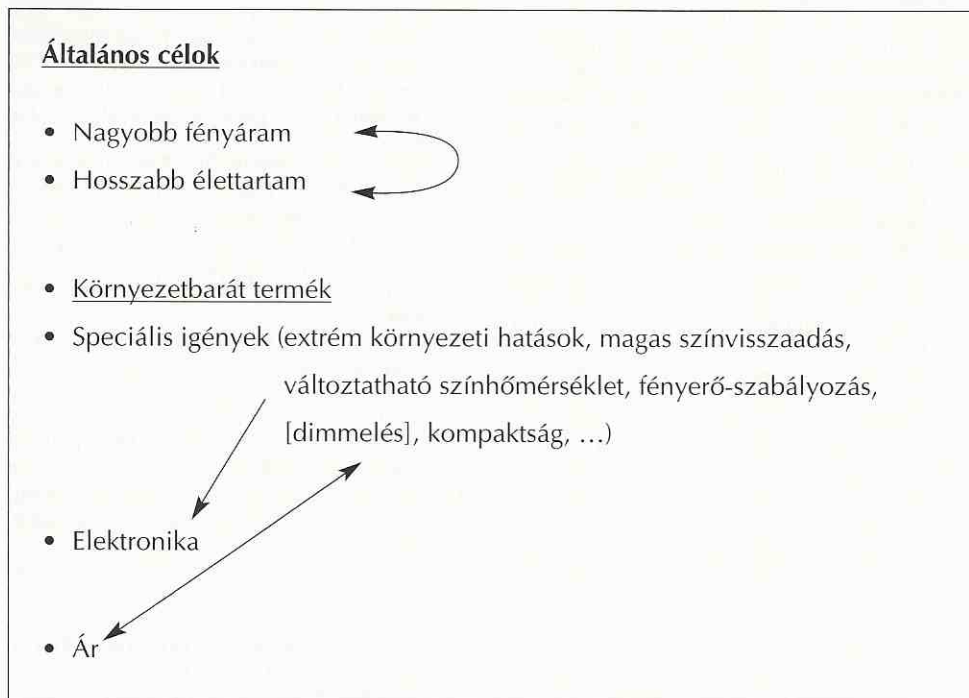
Előadásomban a fényforrásipari fejlesztések általános irányait, céljait foglalom össze, majd konkrét példákat mutatok be néhány termékcsaládra.

Általános célkitűzések

Az első ábra foglalja össze a fényforrásipari fejlesztések főbb céljait. Szinte bármelyik két pontot emeljük ki a listából, valamilyen ellentmondásba ütközünk, az egyik irányú fejlesztés a másik kárára történhet. Az első két pont: a nagyobb

fényáram és a hosszabb élettartam már is egy látszólagos ellentmondás. A nagyobb fényáram egy, már meglévő termékcsalád esetén például úgy érhető el, hogy a lámpa valamely alkatrésze (spirál, égőtest) magasabb hőmérsékleten üzemel, ami pedig felgyorsítja azokat a fizikai-kémiai folyamatokat, amelyek a lámpa fényáramának időbeli csökkenéséhez vagy működésképtelenné válásához vezethetnek.

A 2. ábra mutatja be a környezetbarát termékek lehetséges fejlesztési irányait.



1. ábra. Általános célok a fényforrásipari termékfejlesztésekben

Az egyik út a környezetbarát termékek létrehozására az, ha kiveszünk a lámpából minden környezetre káros anyagot, és környezetbarát anyagokkal helyettesítjük. Egy termék környezetbarát voltának eldöntésére két út kínálkozik. Az egyik, az USA által választott úgynevezett TCLP eljárás során a minősíteni kívánt terméket (nem föltétlenül fényforrást) összetörik apró darabokra, majd meghatározott ideig az egész törmeléklet együtt egy gyenge savban forgatva áztatják – szimulálva ezzel a termék környezetbe való kikerülését – majd megvizsgálják, melyik elemből mennyi oldódott bele a savba. Ezt az értéket hasonlítják össze a már előre felállított határértékekkel és sorolják különböző kategóriákba a termékeket. A másik út szerint – melyet Európában terveznek –, a kategóriákba sorolás alapja az egyes környezetkárosító anyagok termékbeli össz mennyisége.

A másik kínálkozó út környezetbarát fényforrás létrehozására, ha azt mondjuk, hogy villamos energiát termelni – az előállító erőmű fajtájától függő mértékben ugyan, de – környezetszennyezéssel jár. Minél kevesebb villamos energia felhasználásával érem el az adott világítási szintet, azaz minél nagyobb a lámpám lumen per watt értéke, annál környezetbarátabb terméket állítottam elő, aminek üzemeltetése nem mellékes szempontként kevesebbe is kerül a felhasználónak. E két lehetséges út: maximális hatásfok minél kevesebb környezetszennyező anyaggal, mint később látni fogjuk, pl. Hg-mentes fluoreszcens lámpa létrehozásánál, néha sajnos ellentmondásban áll egymással.

Speciális, a környezetbarát témakörnél említendő kategória fényforrások UV-sugárzás kibocsátása is. A lámpa által kibocsátott UV-szintet nemcsak azért kell csökkenteni, hogy a felhasználót minél kisebb mértékű káros sugárzás érje, hanem pl. műanyag lámpatestek

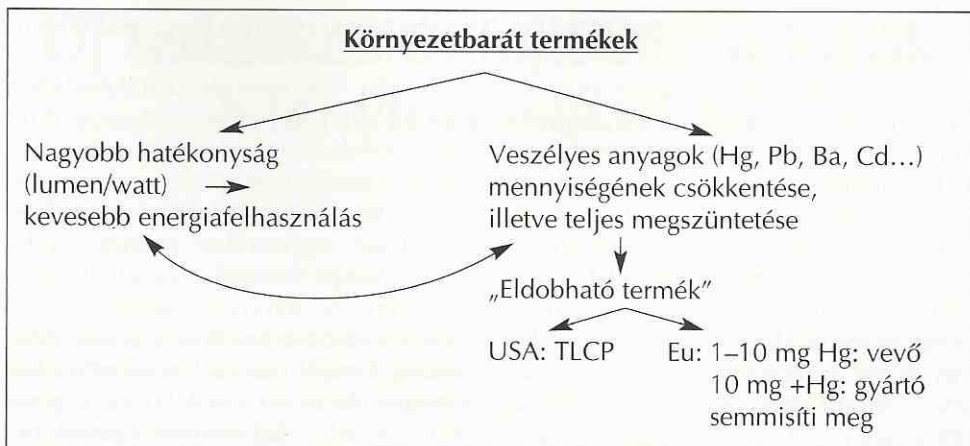
esetén csökkenthető a lámpatest UV-sugárzás okozta elöregedése is.

Szintén az energiatakarékossághoz kapcsolódik a fényerő-szabályozás (dimmelés) kérdése is, amikor a lámpát a névlegesnél kisebb teljesítményen üzemeltetik. Ez természetesen energiatakarékossággal jár, ugyanakkor megjegyzendő, hogy a lámpa hatásfokát ezzel általában lerontom. A dimmelés legegyszerűbb módja a hálózati feszültség csökkentése, néhány lámpatípus esetén azonban különleges elektronika kell hozzá. Ugyancsak speciális elektronikát igényel néhány egyéb alkalmazás, mint például a változtatható színhőmérsékletű lámpa, ahol egy kapcsoló átkapcsolásával pl. hidegfehér fényű lámpát melegfehér fényűvé lehet kapcsolni. Ez már nem lehetséges egy egyszerű induktív előtéttel, hanem nagyfrekvenciás táplálást vagy impulzus üzemmódot igényel. A fényforrások fejlesztése szorosan összekapcsolódik tehát az őket tápláló elektronika fejlesztésével is. Ezen fejlesztéseknek természetesen a minél kisebb veszteségű és minél jobb hatásfokú elektronika fejlesztését is célul kell kitűznie.

Ezen speciális elektronikák sajnos növelik a fényforrás költségeit, és itt érkezzünk el a talán legnagyobb látszólagos ellentmondáshoz: az előbb vázolt fejlesztéseket oly módon kell végrehajtani, hogy a termék alacsony árú, illetve megfizethető maradjon. A költségcsökkentő fejlesztéseket pedig oly módon kell végrehajtani, hogy az ne menjen a lámpa minőségének a rovására.

Konkrét fejlesztések, eredmények

Ragadjunk ki most néhány példát – a teljesség igénye nélkül – termékcsaládonként, nézzük meg, milyen fejlesztéseken dolgoznak a fényforrásgyártó cégek.



2. ábra. Környezetbarát termékek

Izzólámpák

Izzólámpáknál az egyik fő cél a wolfrámspirál mechanikai tulajdonságainak kutatása és javítása, mely jobb magas hőmérsékletű viselkedést, ütés- és rázásállóságot eredményez (utóbbi fontos olyan alkalmazásoknál, ahol a lámpa nagy vibrációnak van kitéve, pl. közlekedési lámpák). A kutatás irányai itt a K-Si-Al adalékolás, a K buborékok méretének és alakjának analízise, a kristályosodási folyamatok vizsgálata.

Másik lehetséges irány a spirál emisszivitásának javítása, azaz nagyobb emisszivitás legyen a látható, míg kisebb az infravörös tartományban. Ez például HfN bevonattal érhető el.

A lámpabura felületére vitt különböző reflektor multirétegek által visszavert hő fűti a spirált, így azonos spirálhőmérséklet kisebb energiafelhasználással érhető el.

Fluoreszcens lámpák

Fluoreszcens lámpák esetében cél a lámpába bevitt Hg mennyiségének csökkentése. A lámpa működése szempontjából ez lehetséges, hiszen – mint az a 3. ábrán látható, működés közben a kisülésben mindössze 10-100 mikrogramm Hg vesz részt, ezzel szemben a különböző lámpa-

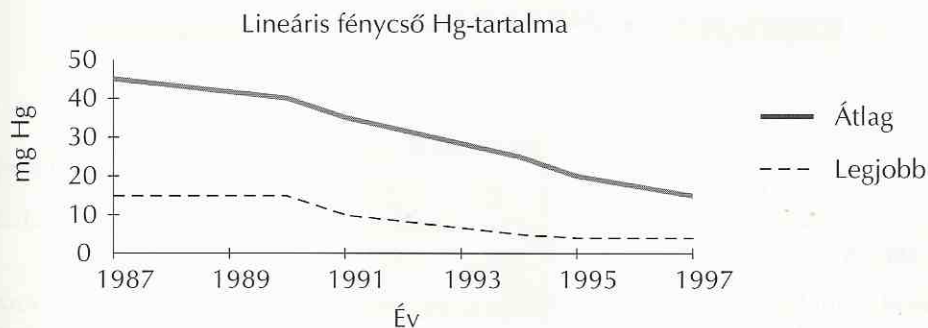
alkatrészek üzemelés közbeni Hg-fogyasztása miatt – hogy legyen elegendő Hg-mennyiség a lámpa élete végén is – a bevitt higanyt jelentős mennyiségben túll kellett adalékolni. A 3. ábrán látható a bevitt higany mennyiségének időbeli változása az elmúlt pár évben: a felső görbe az átlagos lámpát mutatja, míg az alsó a Hg-fogyasztás és -adalékolás szempontjából legjobb terméket. A 4. ábra mutatja, hogy mely lámpaösszetevők milyen mértékben járulnak hozzá a higanyfogyasztáshoz. Kis mennyiségű Hg pontos adalékolása nem egyszerű dolog. A folyékony adalékoláson kívül megoldható amalgámokkal (InHg, BiInHg, ...), Hg-diszpenzerrel (Ti₃Hg 900 °C-ra felfűtve), vagy például fémkapszulás módon.

Célul lehet, és kell is kitűzni a teljesen higanymentes lámpák kifejlesztését is. Mivel a tiszta nemesgázkiszülések leginkább VUV-sugárzást bocsátanak ki kevés látható mellett, szükség van olyan fényporokra, amelyek a VUV-sugárzást alakítják át a lámpa élete végéig jó hatással látható sugárzássá. A VUV-sugárzás komoly sugárkárosító hatása miatt, mely az átalakítás hatásfokát rontja, ezen rendszereknél komoly élettartam-problémákkal nézünk meg szembe. Mindazonáltal speciális alkalmazásokra

Fluoreszcens lámpák

- Hg-mennyiségének csökkentése

Egy lineáris fénycső (4 ft T8) kisülés Hg-szükséglete: 50 µg



Hg-fogyás miatt túladagolás szükséges

3. ábra. Hg-adalékolás változása az elmúlt évtizedben

Lámpaalkatrész	Hg-fogyasztás (mg Hg)	Megjegyzés
Üvegbura (védőréteg nélkül)	5 mg	Függ az üveg típusától (Na), a fénypor típusától és vastagságától, a falterheléstől
Üvegbura (védőréteggel)	0,1 mg	Függ az alkalmazott bevonattól (Y_2O_3 , Al_2O_3), a bevonat minőségétől és vastagságától
Fénypor	0,1–2 mg	Függ az alkalmazott fényportól és vastagságától, az adalékanyagoktól (Willemit: 1–3 mg, halofoszfátok, LAP: 0,1–1 mg, YEO: 0–0,1 mg)
Emissziós anyag	0,1–1 mg	Függ az anyagi minőségtől és a működtetés módjától (hideg vs. meleg katód indításkor, dimming)
Egyéb	0,3 mg	Szennyezések, fémalkatrészek

4. ábra. Az egyes lámpaalkatrészek Hg-fogyasztása

már léteznek kisnyomású, Hg-mentes kisülőlámpák, például autoindexlámpa.

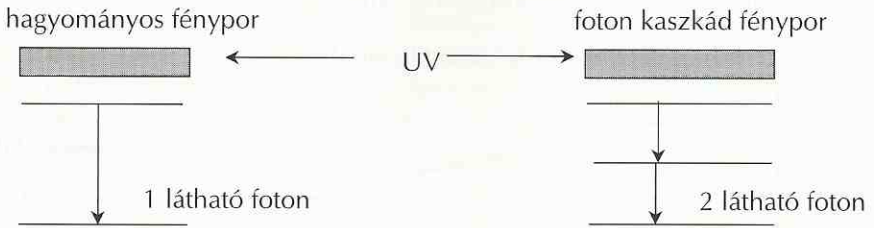
Fluoreszcens lámpáknál újdonság az úgynevezett foton kaszkád fénypor. Míg a mai fényporok egy UV-fotont egy látható fotonná alakítanak át – vörös látható foton esetében igencsak nem energia-

hatékony módon – addig a foton kaszkád fénypor egy UV-fotonból két láthatót tud előállítani. Egy sematikus energiaszint-elrendezés az 5. ábrán látható.

Tovább tart az elektródanélküli kisülőlámpák térhódítása. Két fő irány látszik kibontakozni: a beépített elektroni-

Fényporújdonságok

- Foton kaszkád fénypor (Pr aktivátorral)



5. ábra. A foton kaszkád fénypor

kával rendelkező, néhány tíz wattos teljesítményű lámpa, mely közvetlenül a hagyományos foglalatokba csavarva az izzólámpák helyett kínál energiatakarékos, hosszú élettartamú lámpát, és a külön elektronikával rendelkező, inkább a nagyobb wattitású tartomány például utcai világításra.

Nagynyomású kisülőlámpák

Komoly elméleti modellezések és a lámpa fizika-kémia folyamatok megértését célzó kísérletek jellemzik a nagynyomású kisülőlámpák fejlesztését. A főbb területek:

- Adatbázisok építése (termokémiai, plazma ütközési hatáskeresztmetszetek, anyagtulajdonságok)
- Nem egyensúlyi folyamatok számítása
- Háromdimenziós lámpageometria modellek
- Katódfolyamatok modellezése
- Falfeketedési folyamatok minimalizálása

A konkrét fejlesztések közül a környezetbarát, higanymentes nátriumlámpákat, illetve a kerámia fémhalogén lámpákat érdemes megemlíteni.

Nem (feltétlen) világítástechnikai alkalmazások

Projector lámpák esetében a szép, torzításmentes leképezés érdekében fontos a

minél pontoszerűbb, ámde annál intenzívebb fényforrás. Extra rövid ívhosszú (1,3 mm) kisülőlámpát fejlesztettek ki erre a célra.

Tovább tart a LED-ek fejlesztése. Izzólámpa hatásfokú (10 lm/W), nagy felületi fényességű, fehér fényű LED került kifejlesztésre, mely az eddig szokásos alkalmazások (képernyők, jelzőfények) mellett az izzólámpás alkalmazások kiváltását is felveti olyan helyeken, ahol a hosszú élettartam és a megbízható üzemelés a legfontosabb feltétel (például közlekedési lámpák).

Összefoglalás

A fényforrások kutatása, fejlesztése, mint láttuk, dinamikusan fejlődő, komoly elméleti tudományos háttérrel és rengeteg kísérletező kedvet igénylő terület. Remélem, hogy az elkövetkezendő anketokon újabb izgalmas kutatásokról, fejlesztési eredményekről számolhatok be.

Tóth Zoltán

IRODALOM

LS-8 – the 8th International Symposium on the Science and Technology of Light Sources, konferenciakiadvány. Greifswald, Németország 1998. augusztus 30.–szeptember 3.