

*Dr. Siklós Kata**

LEGYEN VILÁGOSSÁG! AVAGY A FELTALÁLÓK SZEREPE A VILÁGÍTÁSTECHNIKA FEJLŐDÉSÉBEN

Az UNESCO közgyűlésének 37. ülészakán jóváhagyta azt a korábbi kezdeményezést, amelynek értelmében a 2015. évet a fény és a fényalapú technológiák nemzetközi évévé nyilvánították. A nemzetközi szervezet honlapján olvasható: „A nemzetközi év célja, hogy ráirányítsa a figyelmet a fényre és a fényalapú technológiákra, amelyek nélkülözhetetlen részét képezik mindennapjainknak.”¹

Ebből az alkalomból a fény és a fényalapú-, valamint a világítástechnikával, -technológiával kapcsolatos rendezvények kerültek, kerülnek megrendezésre az egész világon. A programokat négy téma köré csoportosítva (a fény tudománya, fényalapú technológiák, fény a természetben, fény és kultúra) igyekeznek széles körben tájékoztatást, ismeretterjesztést nyújtani az érdeklődők számára.

Alapvető tény, hogy az ember látását a szemébe érkező fény teszi lehetővé, vagyis a környezetünkben lévő tárgyakat csak akkor látjuk, ha az azokról visszaverődő fényt a szemünk érzékeli. Tehát a látáshoz elengedhetetlen valamilyen fényforrás jelenléte, vagyis olyan testé, amelyből fény indul ki a környezetébe. A fényforrások csoportosítása: természetes fényforrásoknak nevezzük azokat az izzó testeket, amelyek fényt bocsátanak ki, mint a Nap, az állócsillagok, a villám; mesterséges fényforrások pedig azok a fényt adó testek, amelyeket az ember hozott létre, alkotott meg. A fényforrások között megkülönböztetünk elsődleges (világító test) és másodlagos (megvilágított test, amely a ráeső fényt veri vissza) fényforrásokat.

A régészeti leletek arra utalnak, hogy az ember kb. 80 ezer éve alkalmazza a tüzet kettős funkcióval. Míg korábban a fényt adó természetes fényforrásokra semmilyen befolyással nem bírt, addig a tűzgyújtás technikájának a fejlődésével nemcsak a meleg, de a világosság is biztosított volt környezetében. Kezdetben a fokla, majd a fáklya és a mécses alkalmazásával pedig a fény hordozhatósága is megvalósult.

A fokla, ez a kezdetleges világítóeszköz a szabad tűzhelyek égő gallyaiból történő kiemeléssel alakult ki. A parázsló szilánk vagy izzó hasáb világítótestként való használata később már tudatosan fordult a jól égő fából hasított, nagyjából fél méter hosszú, vékony fapálcák felé. A foklát kisebb terek, szobák bevilágítására, először kézben tartva, majd foklatartóban elhelyezve használták. Sajnos ez az eszköz rendkívül sok kormot és hamut képezett, ráadásul fokozott tűzveszélyforrás volt a zárt terekben.

* Osztályvezető, HIPAVILON Magyar Szellemi Tulajdon Ügynökség Nonprofit Kft.

¹ www.unesco.hu/termeszet tudomany/feny-feny alapu

Ennek továbbfejlesztett változata a fáklya, amikor is éghető folyadékkal (olajjal, zsírral) átitatott (textil)anyagot tekertek faágra, és ezzel világítottak. Ez a szintén könnyen hordozható világítótest már nagyobb területek bevilágítására is alkalmas volt. Később szurok, viasz alkalmazásával növelték meg a világítási időtartamot, és a termeken, folyosókon belül díszes fáklyatartókat kialakítva tömegével használták.

A mécses már Kr. e. 2700-ban ismert volt Egyiptomban, és meglehetősen sokáig nem is váltotta fel más fényforrás. Ez a – főleg agyagból készült – világítótest belül olajat tartalmazott, amelybe kanócot mártottak, és azt gyújtották meg. Az Egyiptomban használt mécsesekben a kanócot még nem rögzítették, szabadon úszott az olajban. Előnye volt, hogy nem kormolt annyira (és nem is volt olyan büdös), mint a fáklya. A mécseset a rómaiak is használták, sőt a Kr. e. 500 körüli leletekből megállapítható, hogy a töltésére kőolajat, az ún. „szicíliai petróleumot” használták. A görögöknél a Kr. e. 400 körül alkalmazott mécsesek tartója már gyakran bronzból készült, amit díszes fedéllel láttak el, ez magával hozta a kanócok rögzítésének szükségességét, valamint gondoskodni kellett az olaj számára utántöltőnyílásról is.

A fény és a fényjelenségek megfigyelése és magyarázata már az ókortól kezdve érdekelte a tudósokat is. *Thalész* például az egyiptomi piramisok magasságát a fény-árnyék arány egyszerű meghatározásával számolta ki, amelyhez a háromszögek hasonlóságának elvét alkalmazta.

„Kr. e. 406 körül a görög *Kallimakhosz* építész utántöltő, automatikus olajlámpást konstruált. A lámpás aranyból, folyamatosan meghosszabbodó kanóca azbeszttől – a Ciprusról származó 'karpasziai kőlen'-ből – készült és a beléje öntött olaj mindig épp egy évig volt elegendő. A lámpás Pauszaniász útikalauza szerint az athéni Erekteionban működött.”²

A heliocentrikus világkép egyik első megfogalmazója, *Hérakleidész Pontikosz* már Kr. e. 390 körül megállapította, hogy a fény a Napból kiindulva, rezegve és hullámszerűen terjed.

Eukleidész Kr. e. 300 körül írta le először a fényvisszaverődés törvényeit, fénytannal kapcsolatos megállapításairól pedig könyvet írt, *Optika* címmel. Az élete végén főleg csillagászati megfigyelésekkel foglalkozó tudós tiszteletére az Európai Űrügynökség (ESA) 2020-ban felbocsátandó nagy hatásfokú távcsövét is róla nevezték el. „Az Eukleidész-űrteleszkóp azt fogja vizsgálni, hogy milyen változások mentek végbe az Univerzumban az elmúlt 10 milliárd év során.”³

A bizánci *Philón* Kr. e. 230 körül alkotta meg – a *Kallimakhoszé*hoz hasonló elven működő – utántöltő mécsesét. Nála azonban az olaj a légnyomás törvényszerűségeit figyelembe véve került egy tartályból a mécsesestbe. Vagyis a tartályba öntött olaj a fogyás mértékének megfelelően, önműködően utántöltött, megkímélve ezzel használóját a folyamatos ellenőrzéstől.

² <http://www.vistar.hu/pages/p-020.html>.

³ *Timothy Ferris: Első pillantásra*. National Geographic, 2015. január, p. 73.

A gyertyát már több mint kétezer éve használja az emberiség, de tömeges elterjedése csak Kr. u. 160 körülre tehető. Ekkor kezdték el ugyanis nagy tételben, elsősorban vallási szertartásokhoz alkalmazni. A kezdetekben a faggyú és a zsír, később a viasz kiváló égési tulajdonságaira alapozva kanócot vezettek a masszába, és ezt gyújtották meg. A templomokban használt gyertyákat fűtési és világítási céllal is alkalmazták. A mártott vagy az öntött gyertyák kanócaiként alkalmazott gyertyabelet először gyapotból, lenből, kócból sodorták, majd később fonták.

A fejlődési folyamat következő állomása a petróleumlámpa volt, amelynek üvegbúrával letakart kanóca már védett volt a szél és az eső ellen, az olajtartó része gyakran fémből készült, és a fényerőssége – a láng magasságának beállításával – szabályozható volt. Fehér fénye nagy intenzitással világított, és szintén hordozható volt.

A világítástechnika fejlődésében mérföldkőnek tekinthető *Roger Bacon* angol szerzetes 1260-ban tett elemi megállapítása. Megfigyelései vezettek annak az összefüggésnek a felismerésére, hogy a fény előállításához, vagyis a világításhoz két dolog szükséges: éghető anyag és oxigén, amelyek kémiai reakcióba kerülnek egymással.

A fény és az annak megfigyelésével kapcsolatos következő lényeges évszám 1556, amikor a német *Georg Fabricius* megállapította, hogy a fény kémiai hatás kiváltására is képes. Ezt a felfedezését a napfény hatására elfeketedett klórezüst megfigyelésének köszönhetette, és ezzel megalapozta a majd később fejlődésnek induló fotokémiát.

Bár a klasszikus fénytán alapjait az olasz *Galileo Galilei* fogalmazta meg, a fény sebességére vonatkozó első definíciót a francia *René Descartes* alkotta. Szerinte a fény terjedéséhez nincs szükség időre. Megfigyelései szerint a fény mindenhol kitölti a teret, mert a fényforrás nyomást gyakorol a környezetére, ezért a fény mindenfelé tovaterjed. Az első fénytörési megfigyeléseket *Willebrord von Roijen Snellius* már 1620-ban ismertette, magát a fénytörési törvényt azonban – vagyis, hogy az új közegbe átlépő fény haladási iránya a két közeg határfelületén megváltozik – 1637-ben Descartes írta le. Mai alkalmazása helyesen éppen ezért: Snellius–Descartes-törvény.

Az angol *Sir Isaac Newton* 1666-ban a fénnel kapcsolatban megállapította annak rézecskestermészetét, valamint hogy hullámokban terjed. Descartes-hoz hasonlóan szintén vizsgálta a fénytörés jelenségét, és felfedezte, hogy a prizmából kilépő színek nem mások, mint a prizmatesten áthaladó fehér fény alkotóelemei, tehát maga a szivárvány is fénytörési jelenség.

A fény sebességét – közvetetten – először 1676-ban *Olaf Römer* dán csillagász határozta meg. Méréseinek alapja a Jupiter egyik holdjának, az Iónak a mozgása volt, és a hold periódusideje, valamint annak eltérései alapján számolta ki a maihoz rendkívül közeli, 227 000 km/s értékű fénysebességet.

A gázlámpa

A világítástechnika fejlődése szempontjából ezután hosszú ideig nem történt lényeges változás, majd a skót *Archibald Cochrane* – aki egyébként Dundonald kilencedik grófja volt – 1781-ben szerzett szabadalmat a szén száraz desztillációjával előállított gáz eljárására, ezzel megteremtve a lehetőséget a gázzal való világításra.

William Murdock skót mérnök 1792-ben már gázpalackokat hozott forgalomba, amelyeket először – mintegy bemutatóként – saját házának világítására használt. Szintén az ő nevéhez kötődik az első gyári világítóberendezés felszerelése 1799-ben. „Foglalkozott a városi gázvilágítás kérdésével is, de ezt úgy képzelte el, hogy minden házban külön-külön állítsák elő a szükséges gázmennyiséget.”⁴

Fredric Albert Winsor (eredetileg *Friedrich Albrecht Winzer*) – a közel azonos időben éppen Londonban élő német feltaláló – felfedezte, hogy a világítás céljára alkalmazott gáz vezetéken tetszőleges helyekre is eljuttatható. „Nagy ötlete volt, hogy központi telepről vezetéseken áramoljon szét a gáz az egész városban. 1806-ban megalapította a National Light and Heat Companyt (Országos Fény- és Hőtársaság), és 1807-ben a londoni Pall Mall déli oldalán kigyulladtak az utcai gázközvilágítás első fényei.”⁵

A vegyipar a 19. században szintén gyors fejlődésnek indult, aminek egyik látványos megnyilvánulása volt a kőszén magas hőmérsékleten való száraz lepárlásakor, azaz krakkoláskor előállított világítógáz. A magas metántartalmú krakkgázt olcsón lehetett előállítani, és mind fűtésre, mind világításra használták. Nem csoda, hogy nagyobb városok határában gombamód szaporodtak el a gázzal a várost vezetéseken ellátó „gázgyárak”.

„Pesten és Budán először 1816-ban világítottak gázzal. Az első lámpát *Téhel Lajos*, a Nemzeti Múzeum természetárának őre az akkori múzeumépület homlokzata előtt gyújtotta be. Ezt a lámpát – amely sokáig az egyetlen volt Pesten – házilag készített légszesszel hozták működésbe.”⁶

Érdekes kitérő, hogy 1823-ban az orosz *Dubinyin testvérek* petróleumdesztilláló berendezést készítettek, ezért az átlaglakosság körében nagyon sok helyen az addig alkalmazott gyertyát a petróleumlámpa váltotta fel. Ebben nagy szerepet játszott, hogy 1855-ben az amerikai *Benjamin Silliman* feltalálta azt a cilinderes petróleumlámpát, amely a léghuzat elvén működött, és állítható kanóccal rendelkezett.

Budapesten 1856. december 24-én kezdtek az utcán gázlámpával világítani. A lámpa szén desztillációjával előállított gázzal működött, amelyet vezetékek juttattak el a lámpákig. A lámpa üzembe helyezése a lámpagyújtogatók dolga volt, akik hosszú rúd végére rögzített, borszeszlánggal átítatott kanóccal végezték ezt a meglehetősen balesetveszélyes műveletet.

⁴ http://www.jomagam.hu/tudomany/kemia/kem_n_p.htm.

⁵ http://www.jomagam.hu/tudomany/kemia/kem_n_p.htm.

⁶ <http://hu.wikipedia.org/wiki/Gázlámpa>.

Előnye volt, hogy a fényerősséget szabályozni lehetett, hátránya viszont, hogy rendkívül kellemetlen szagot árasztott.

Az osztrák *Carl Auer von Welsbach* 1855-ben olyan gázizzót talált fel, amelynek az alapanyagát vékony szálú, harisnyaszerű textilháló képezte. A gömbalakra feszített textilréteget átitatták – cézium-nitrátot tartalmazó – tömény tórium-nitrát oldattal, majd kiszárították és ezután izzították. Az izzás során a korábban alkalmazott szerves anyagok fénykibocsátás kíséretében elégték.

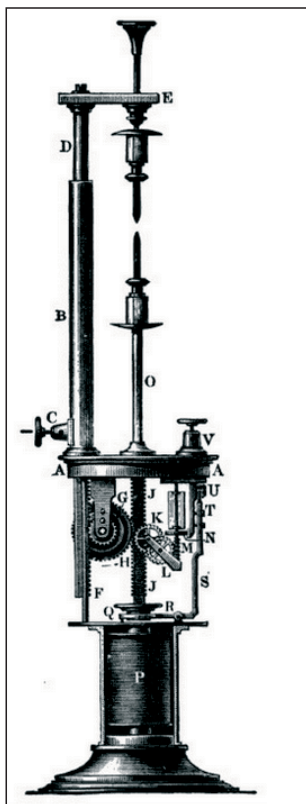
Az ívlámpa

Az elektromosság megjelenésével tovább bővült a mesterséges fényforrások köre. 1802-ben az angol fizikus és kémikus, *Humphry Davy* elektromos áram segítségével platinaszálat izzított, majd 1809-ben szénelektrodos ívlámpát készített. Az így kapott fény nem volt erős, és maga az égő sem volt tartós, de innentől számíthatjuk a korszerű világítás kezdetét.

Az ívlámpa működésének az a lényege, hogy két szénrudat rögzítenek – ellenállások beépítésével – az áramforráshoz, majd a kezdetben összeérintett szénrudakat széthúzzák. Ekkor a rudak között ívkisülés keletkezik, amelyet rendkívül nagy erősségű, vakító fény kísér. A technológia továbbfejlesztéseként megalkotott ívlámpát *Davy* 1812-ben mutatta be először a Royal Institutionban. A világítóeszköz hátránya az volt, hogy a két szénrúd a használat közben elégett, ezért ezeket folyamatosan cserélni, pótolni kellett.

Ehhez képest *Robert Grove* brit fizikus 1840-ben olyan vákuum-izzólámpát készített, amelybe izzótestként platinaspirált helyezett.

1848-ban *Léon Foucault* és *Jules Duboscq* elkészítette azt a szénrudas ívlámpát, amely – szemben a *Davy* által ismertetettel – már képes volt megszakításmentes ívfényt szolgáltatni. Megoldásuk lényege az volt, hogy a nagyon gyorsan elégő szénrudakat hosszabbra cserélték, és az egyiket rögzítették, a másikat pedig a szénrúd saját égésének ütemében közelítették, így garantálva az ívfény folyamatos meglétét.



1. ábra: A Foucault–Duboscq-lámpa

1862-ben Angliában üzembe helyezték az első olyan világítótornyot, amelyben az elektromosságot segítségül hívva villanyfénnyel világítottak.

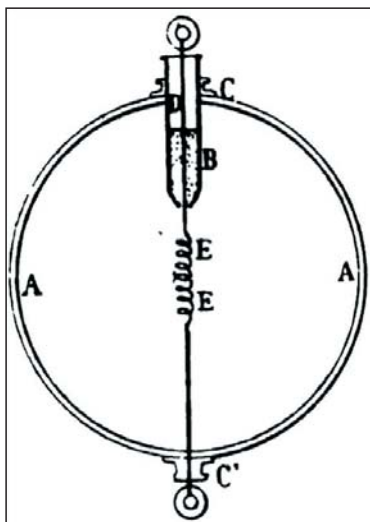
Pavel Nyikolajevics Jablockov orosz feltaláló 1877-ben már Párizs sugárútjait világította meg ívfénylámpáival. A szabadalmat kapott megoldás lényege a két, párhuzamosan elhelyezett szénrúdban rejlett. Az így előállított fény két órán keresztül világított, és nagyjából 400 gyertya fényerejét helyettesítette. Ezeknek a lámpáknak az előállítása azonban még rendkívül költséges volt, ráadásul mindennapi karbantartást igényeltek. Hátrányuk volt még, hogy nagyobb területű zárt helyiségek bevilágítására alkalmatlanok voltak.

Az izzószálas lámpa

„1840-ben *Warren de la Rue* tekercselt platinaszálas, vákuumbúrába zárt lámpát készített. Az izzószálat elektronos árammal hevítette. Bár az ötlet kitűnő volt, a platina magas ára miatt találmánya mégsem terjedt el.”⁷

⁷ <http://hu.wikipedia.org/wiki/Izzólámpa>.

Frederick de Moleyns, a folyamatosan és elkötelezetten kísérletező író politikus 1841-ben hasonló megoldásra jutott, és a platina izzószál, vákuumos izzóra szabadalmat is szerzett.



2. ábra: Részlet Moleyns 9053 nyilvántartási számú szabadalmából

Az angol *Joseph Wilson Swan* már 1850-től kezdve kísérletezett először papír, majd gyapotszál elszenesítésével. Végül 1860-ra sikerült valóban világító lámpát készítenie, amely azonban a szükséges feltételek (vákuum, áramforrás) hiányában meglehetősen rövid ideig működött.

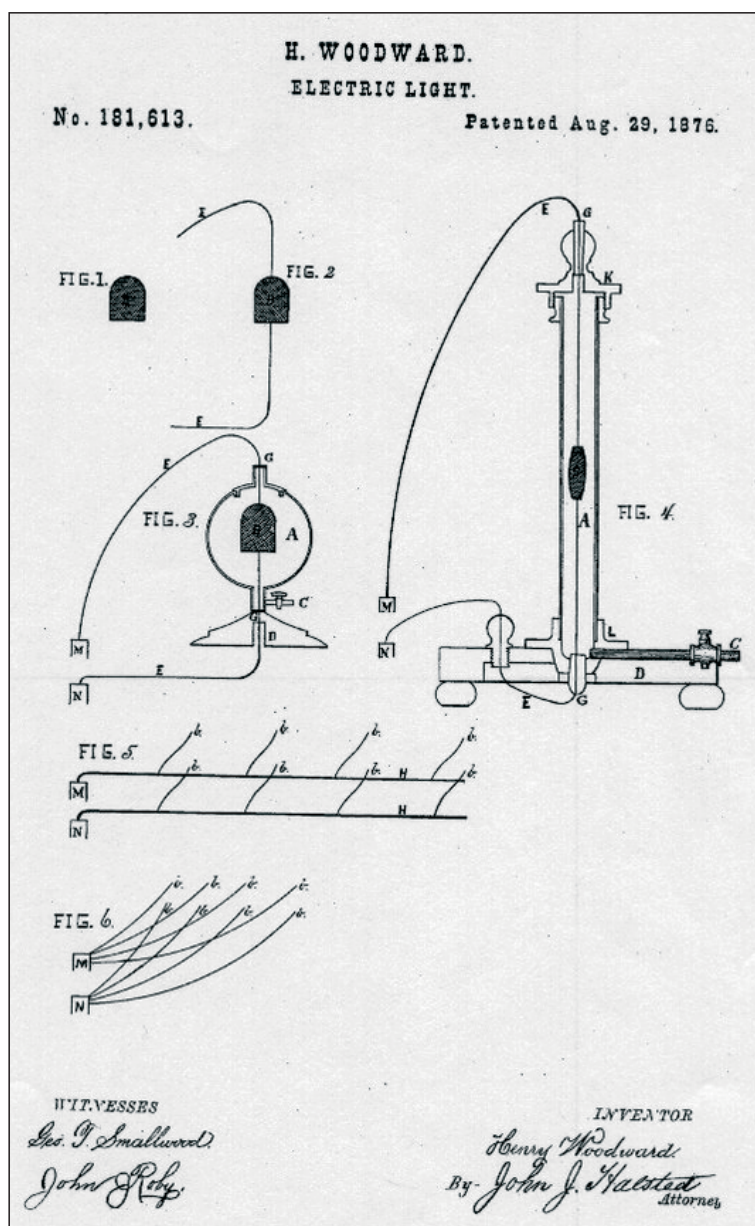
A francia *Jean Eugène Robert-Houdin* 1851-ben saját birtokán, Blois-ban mutatta be az általa kikísérletezett és megalkotott izzólámpákat.

Az 1854-ben elkészített első, zárt üvegbúrával rendelkező és elszenesített bambuszszál tartalmazó világítótestet a német *Heinrich Goebel* alkotta meg.

Alekszandr Nyikolajevics Lodygin 1874-ben kapott szabadalmat izzólámpájára.

A kanadai illetőségű *Henry Woodward* és *Mathew Evans* szintén 1874-ben kapott szabadalmat új megoldást tartalmazó világítótest találmányára. „Lámpáikban különböző méretű és formájú szénrudak (izzószál) voltak, ezeket elektródok tartották. Az izzószálakat búrával védték és nitrogén védőgázt alkalmaztak. Megpróbálták kereskedelmi forgalomba hozni a lámpát, de nem jártak sikerrel. Végül a szabadalmat 1879-ben eladták Edison-nak.”⁸

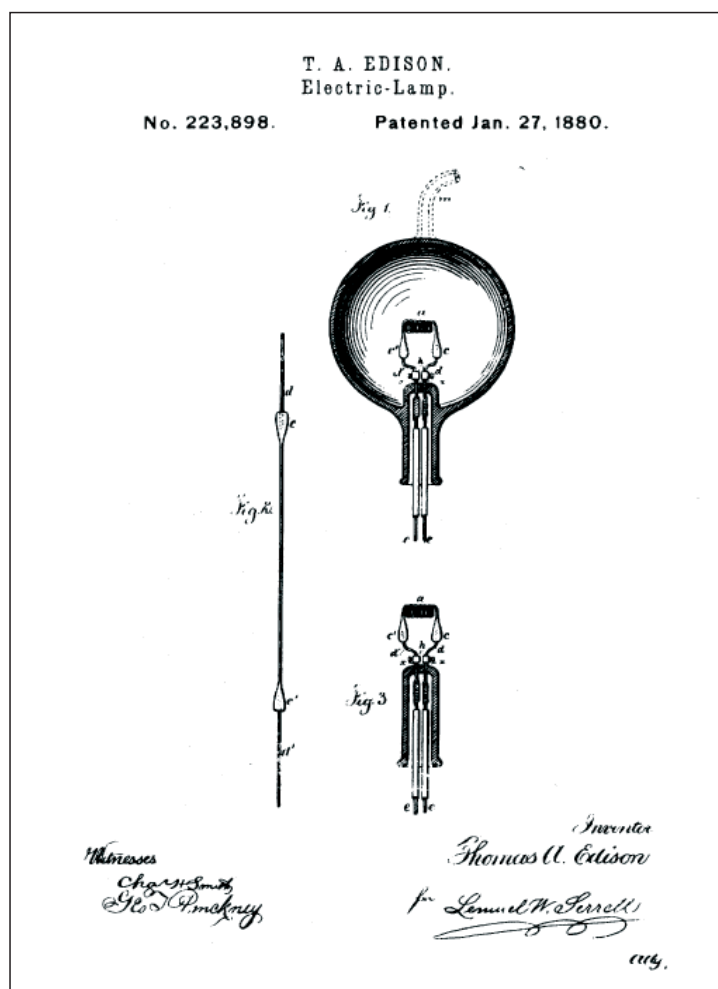
⁸ <http://hu.wikipedia.org/wiki/Izzólámpa>.



3. ábra: Woodward és Evans 181613 sz. amerikai szabadalma

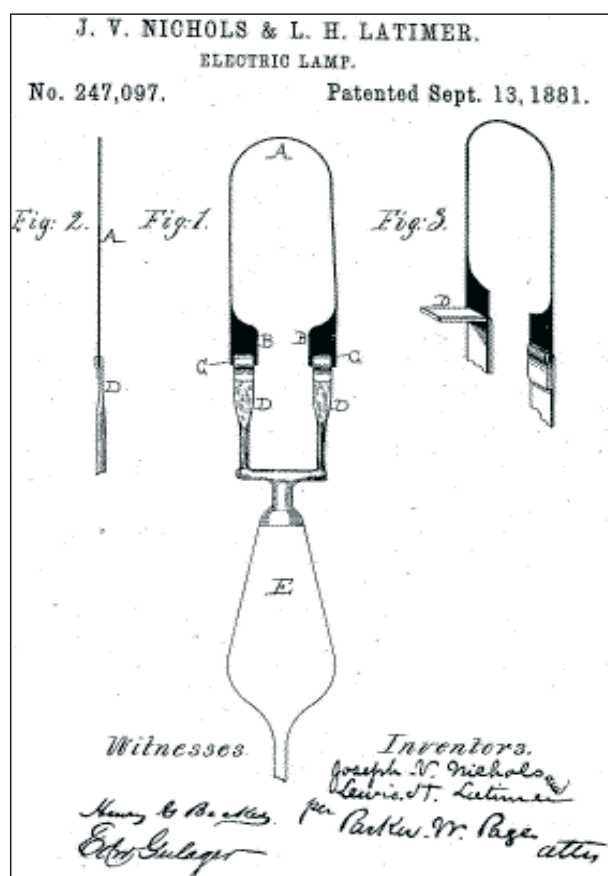
Thomas Alva Edison 1879-ben – a korábban vásárolt szabadalom tárgyát továbbfejlesztve – alkotta meg a szénzászalas izzólámpát. Az általa fejlesztett égőben az izzószálat egy izzítóval elszenesített bambuszrost adta. Az üvegbúrában vákuum uralkodott, hogy védje az izzószálat az oxidációtól. A bambuszrost izzítás után kezdett el világítani. Az így keletkezett fény hatásfoka nagyban függött az izzószál hőmérsékletének a magasságától. Az elszenesített bambuszrost, vagyis a szénzászál magas hőmérsékleten gyorsabban párologott, miközben

a búra belülről – a lecsapódó szénpor miatt – megfeketedett. Az elvékonyodott szénszál könnyen elszakadt, ezért vált szükségessé a fémből készült izzószál alkalmazása.



4. ábra: Részlet Edison szénszálalás izzólámpára vonatkozó szabadalmából

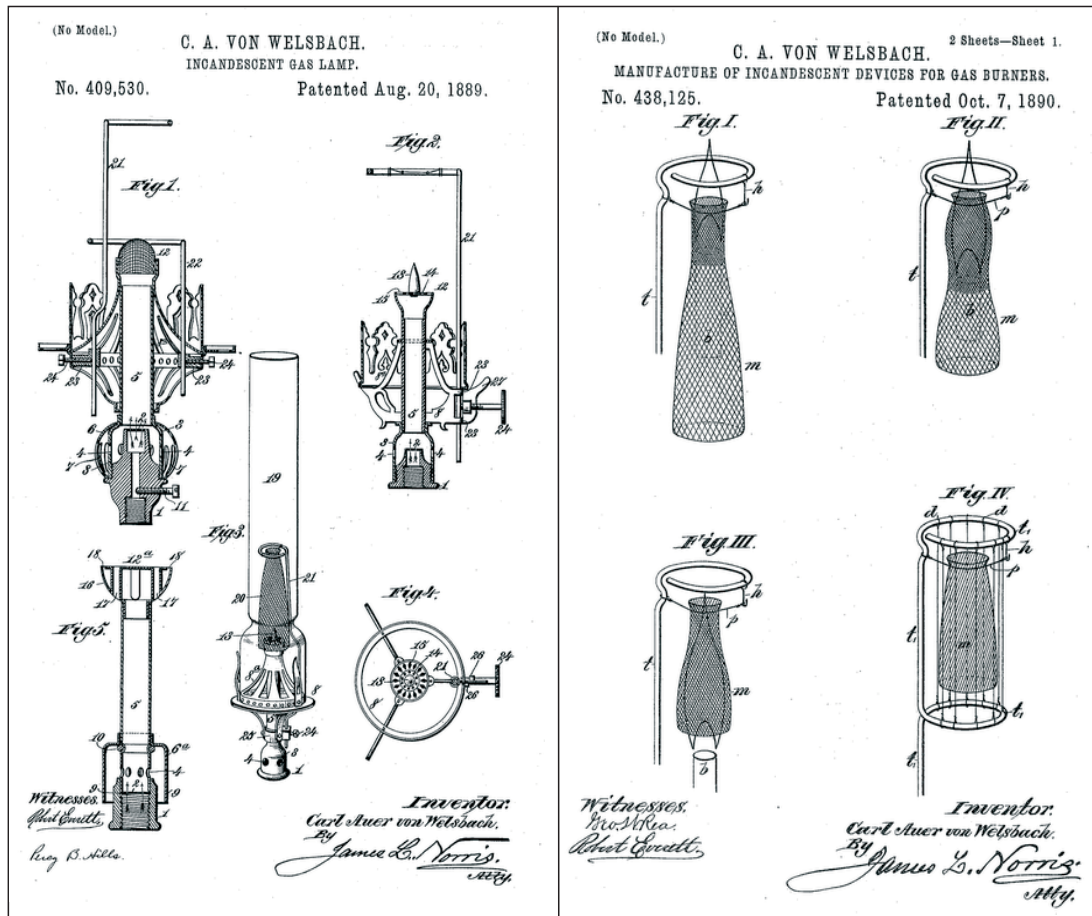
1880-ban újabb irányt vett az izzószálás világítótestek fejlődésének a menete. Hiram S. Maxim az izzószálak élettartamának növelése érdekében a szénszálakat hidrogén-karbonáttal vont be. Az így keletkezett szénszálak azonban rendkívül törékenyek bizonyultak, ezért Lewis Latimer olyan hőkezelési eljárást fejlesztett, amely – nemcsak a törékenységet csökkentette, de lehetőséget biztosított az izzószálak formai alakítására is. Megoldására 1882-ben szerzett szabadalmat.



5. ábra: Latimer szabadalmának egyik rajza

Budapesten először 1882-ben, a Vigadóban világítottak izzólámpák, majd egy évvel később a Nemzeti Színház, rá egy évre pedig a Keleti pályaudvar is elektromos világítással, Edison-féle izzókkal büszkélkedhetett.

Az osztrák *Carl Auer von Welsbach* elkötelezetten vizsgálta és kutatta a gázzal való világítás megreformálásának a lehetőségét. Gázlámpa és gázharisnya fejlesztésére szabadalmakat is szerzett az 1880-as évek végén. Szintén az ő nevéhez fűződik az első fémszálas izzólámpa megalkotása, ami az 1890-es évek elejére tehető. Az izzószálat először platinából készítette, majd áttért az ozmiumszálas fejlesztésre. Az alkotófolyamat végén, 1898-ban szintén szabadalmat szerzett addigi megoldásaira.



6. ábra: Rajzok Welsbach szabadalmaiból

Walther Hermann Nernst 1897-ben alkotta meg sajátos izzólámpáját. Ebben az izzószál helyén egy kerámiarúd került izzításra, vagyis a fény előállításához nem volt szükség sem vákuum, sem védőgáz, sem búra jelenlétére.

A búrás világítótestek belülről való feketedésének problémájára Willis Whitnew igyekezett megoldást találni. Végül 1903-ra alkotott olyan, fémbevonattal rendelkező szénszálat, amely kevésbé kormolt.

A rövid élettartamú világítótesteket magyar mérnökök – dr. Just Sándor és Hanaman Ferenc – fejlesztették tovább. Megoldásuk lényege az volt, hogy a rendkívül rövid élettartamú szénszálat más, tartósabb – magas olvadáspontú fémből készült – izzószállal helyettesítették. Először az ozmiummal kísérleteztek, de ez a fém vékony rétegben rendkívül törékenynek bizonyult. Ezért a tantáliból készült izzószálat kezdték vizsgálni. Ennek viszont nagyon magas volt az előállítási költsége, ezért sorozatgyártása gazdaságtalannak bizonyult. Végül a megfelelő megoldásnak a volfrám bizonyult.



7. ábra: Just Sándor és Hanaman Ferenc szabadalmának fejléce

Kísérleteik eredményeként a korábban alkalmazott szénszálla olyan koncentrációban vittek fel volfrám-oxi-klorid vegyületet, amelyen – hidrogéngáz jelenlétében – elektromos áramot vezettek keresztül, hogy a magas hőmérséklet miatt a szénszálla kicsapódott a fém volfrám, és végül az izzószál volfrámszállá alakult át. Az Egyesült Izzó és Villamossági Rt. – Just és Hanaman szabadalmát megvásárolva – 1905-ben kezdte meg a volfrámszállal ellátott izzólámpák tömeges gyártását Tungram márkanev alatt. A sorozatgyártás azonban rávilágított egy újabb problémára, nevezetesen az így kialakított izzószálak vastagságának egyenetlenségére. Ugyanis a szál vékonyabbra sikerült részein hajlamos volt – a megnövekedett ellenállás miatt – a túlmelegedésre. Ennek következtében nagyobb határfokkal párolgott, ezért elvékonyodott, végül elszakadt. A megoldást a *William Coolidge* által 1910-ben alkotott porkohászati eljárás jelentette, melynek segítségével a szabályozott húzási műveletek eredményeként megfelelő minőségű volfrámszálat lehetett készíteni.

Újabb problémaként a lámpabúrában, az izzószál közelében keletkezett magas hőmérséklet jelentkezett, mely sajnos fokozta a volfrámszál párolgási sebességét: ezért vált szükségsszerűvé a vákuum helyett más védőgáz alkalmazása. A megoldáshoz nagy segítséget jelentett *Irving Langmuir* felfedezése, aki 1913-ban tette közzé azt a megállapítását, hogy a vákuum helyett olyan gáz alkalmazása lenne célszerű, amely kevésbé párolog. Szintén az ő nevéhez fűződik annak a felismerésnek, hogy az így alkalmazott gáz valójában nem magát a szálat, hanem annak környezetét hűti. Megállapította, hogy ha egy vékony, egyenes izzószál helyett azonos szálból spirált alkot, akkor az így képzett spirált megfelelő vastagságú gázburrok fogja körülvenni.

„Az első gáztöltésű lámpák nitrogéntöltését 1916-ban *Jacobi* a hőt kevésbé vezető argonra cserélte fel. Az izzó volfrámszállal szemben a nitrogén is és az argon is kémiaiilag közömbösek.”⁹ A stockholmi illetőségű Ferdinand Adolph Wilhelm Jacobi által alapított cég a mai napig is azonos üzletágban, az alapító nevéhez hűen, innovatívan működik.

Millner Tivadar és *Tury Pál* újabb fejlesztésének köszönhetően 1927-től már kettős spirált alkalmaztak a lámpák készítésénél. Megoldásuk lényegét a nagykristályos volfrám adta, melynek durvább kristályszerkezete kiküszöbölte a törékenységet, és lehetőséget biztosított az izzószálak alakítására.



8. ábra: A HU 103551 sz. szabadalom

A kriptonlámpa

Bródy Imre a gázok hővezető képességét és az izzó felület hőleadását vizsgálva megállapította, hogy ha csökkenteni tudja az izzószál párolgását, akkor hatékonyabban világító fényforrást tud előállítani. Mivel szerinte ezt a leghatékonyabban nemesgázok alkalmazásával lehetett elérni, ezért a búrákat – a rosszabb hővezető képességgel, viszont nagyobb sűrűséggel rendelkező – kriptonnal töltötte meg.

⁹ <http://www.sztnh.gov.hu/hu/magyar-feltalalok-es-talalmanyaik/mozgokepek-a-magyar-technikatortenetbol/pillanatkepek-az-2>.



9. ábra: A HU 113488 sz. szabadalom

Bródy Imre találmányát 1936-ban mutatták be Budapesten. A megoldás lényege az volt, hogy a speciális kiképzésű üvegbúrában kriptongázt kevert nitrogénhez, ezzel tudta csökkenteni a termikus diffúziót. Az így előállított fényforrás hővezető képessége emelte a határfokot, belülről kevésbé feketedett, és a korábbi égőkhöz képest hosszabb élettartammal bírt. Az égőből kisugárzott fény összetétele már sokkal természetesebb volt. Az égők határfoka a mérettől függött, élettartamuk több mint 1000 óra volt. Az égő jellegzetes gombaformáját Bródy munkatársával, *Theisz Emillel* kísérletezte ki. Fejlesztésükkel a búra mérete jelentősen csökkent, így sokkal kevesebb – drága előállítású – kriptont kellett felhasználni.

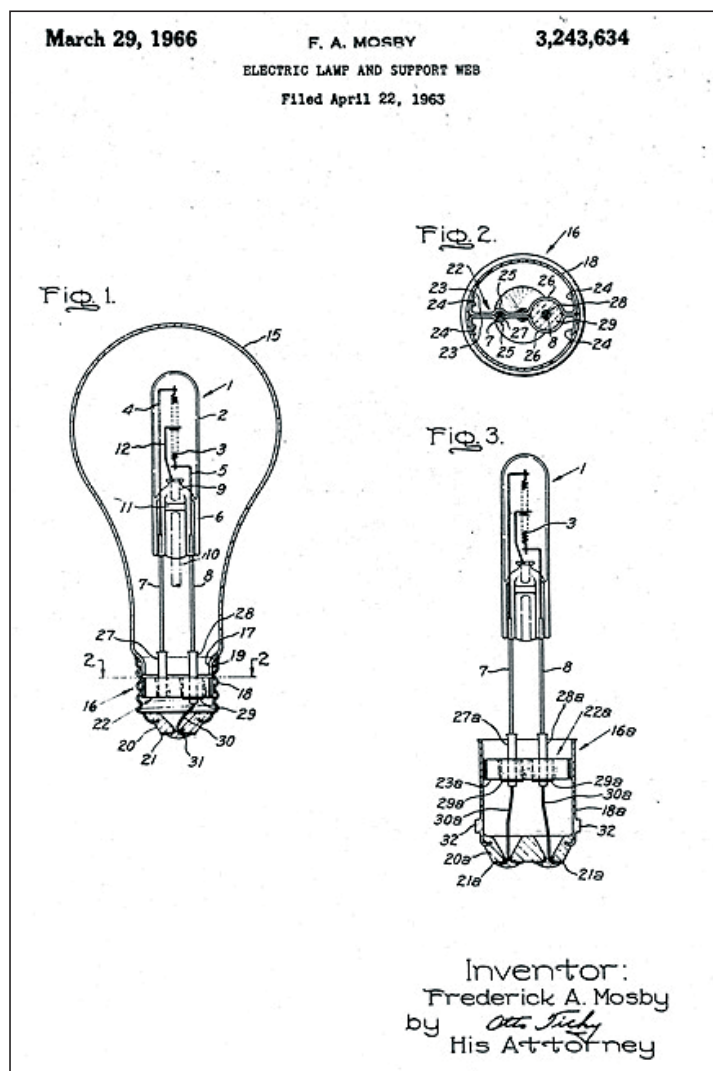
Bródy *Miháلكovits Tibor* munkatársával együtt folyamatosan kereste a leghatékonyabb kriptongyártási megoldást, melyet végül 1941-re dolgoztak ki, *Neumann Mihállyal* pedig túlnyomásos lámpák előállításának a lehetőségét vizsgálták. Sajnos a háborús körülmények miatt egyik megoldást sem sikerült tökéletesíteni.

A xenonlámpa

A xenonlámpát 1958-ban használták először. A világítótest jó fényhasznosításának következtében a napfényhez közeli színhőmérséklettel képes fényt kibocsátani. Hátránya, hogy magas előállítási költségéhez képest rövid élettartamú. A lámpatestbe az elektromos áramot molibdénzalag vezet be. Az egyenárammal működő, rövid ívű, hosszú ívű és villanólámpák speciális hűtést igényelnek.

A halogénizzó

1959-ben az amerikai *Edward George Zubler* és *Frederick Anderson Mosby* előállította az első halogén izzólámpát. Ezek a világítótestek a kriptonlámpákhoz képest sokkal hosszabb élettartamúak. A lámpatest búrája kvarcüvegből készült, melybe a kriptonhoz jód- vagy fluorózt adtak. Ezáltal az izzószál könnyebben és magasabb hőmérsékletűre hevíthetővé vált. Az izzószálból kilépő volfrámatomok a jódgőzzel reakcióba léptek, és ez a vegyület visszadiffundált az izzószál közelébe, ott elbomlott és lerakódott, vagyis a szál párolgási vesztesége folyamatos pótlásra került. Azonban ennek a világítótestnek is gondoskodni kell az alapos hűtéséről. Használata főleg fényszórókba, vetítógépekbe, reflektorokba alkalmas.



10. ábra A halogénizzó ábrája a 3243634 sz. amerikai szabadalomból

A fénycső

A fénycsövek alkalmazásakor az üvegcsövet higanygőzzel töltik meg. A kis nyomáson bekövetkező gázkisülés hatására a csőben ultraibolya sugárzás jön létre, melyet a cső falán található fluoreszcens anyagok elnyelnek, ettől világít. A fényalkotáshoz gyújtószerkezet segítségével szükséges. A hideg- és melegfényű csövek jobb hatásfokkal, hosszabb élettartammal bírnak, viszont többszöri fel-, lekapcsolás esetén „pislognak”. Budapesten az utolsó ilyen világítással ellátott terület az óbudai Gázgyári lakótelep, melynek modernizálása éppen ebben az évben kezdődik meg.

Georges Claude nevéhez fűződik annak a megállapítása, hogy a kibocsátott fény színe függ a csőbe töltött gáz fajtájától. Fénypor nélkül a csőbe töltött neon narancsvörös, a hélium fehéres rózsaszín, a nitrogén sárgás rózsaszín, a kripton fehér, az argon kék, míg a széndioxid kékesfehér színű fényt ad.

A kompakt fénycső

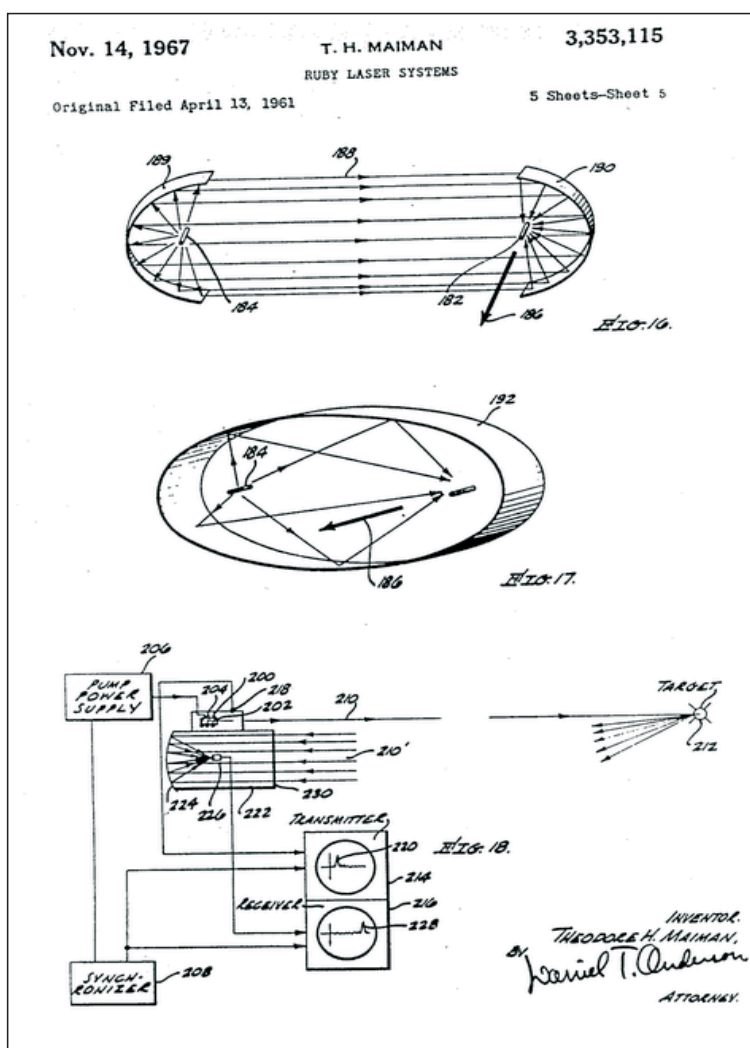
A korábban ismertetett fénycső működési elvével megegyező, ugyanakkor alakjában teljesen eltérő világítóttest. Széles körű elterjedése az 1980-as évekre tehető. Előnye, hogy – az izzóba beépített elektronika következtében, mely a begyújtást vezérli – teljesen kiküszöböli a fel- és lekapcsolgatás miatti „pislogást”, valamint a korábban ismertetett világítóttestekhez képest lényegesen kevesebb energiát fogyaszt, tehát az üzemeltetési költsége nagyon alacsony. Hátránya, hogy a felkapcsolás után minimum 30 másodperc „bemelegedési” időre van szüksége ahhoz, hogy teljes fénnel világítson. Vagyis olyan épületrészek bevilágítására célszerű használni, ahol hosszú időn keresztül van szükség a fényforrás alkalmazására.

Az indukciós lámpa

Az elektróda nélküli, kisüléssel fényforrás hosszú élettartamú, könnyen kezelhető. A kripton-gázzal és higanyal töltött lámpatestben az elektromos áramot generátor állítja elő, és ez gerjeszti a higanyatomokat. A világítóttest érdekessége, hogy a lámpatérbe benyúlik egy ferritrúd, amelynek tekercsében – a nagyfrekvenciás generátor által előállított – elektromos áram folyik. A kisülős csőben a nagy térerősség hatására – mágneses mezőt gerjesztve – induktív módon kisülés keletkezik, vagyis a villamos tér energiája gerjeszti a higanyatomokat. Ekkor – a csőben létrejövő magas hőmérséklet hatására – a higany elpárolog. Az így keletkezett higanygőzben szintén lesznek további kisülések. A búrát a jobb hatásfok érdekében belülről luminoforréteggel vonják be. Mivel az ilyen típusú fényforrásoknak nincs belső elektródjuk, lényegesen magasabb élettartamúak.

A lézer

Éppen 55 évvel ezelőtt, 1960-ban mutatta be először az érdeklődőknek *Theodore Harold Maiman* amerikai mérnök, fizikus New-York-i laboratóriumában az általa kifejlesztett lézert. „A rubinkristály két végére féligáteresztő, illetve nagy visszaverő képességű tükörreteg párologtatott, és a kristályt villanólámpával gerjesztette. Ennek hatására atomok léptek ki, és létrejött egy meghatározott energiájú fény, amely elindította a lézerfény kibocsátását. A fény a két tükör között cikázott, majd – amikor már kellő energiával rendelkezett – kilépett a féligáteresztő tükrön, és vörösen világítani kezdett.”¹⁰



11. ábra: Ábra Theodore Harold Maiman szabadalmából

¹⁰ <http://www.mtva.hu/hu/sajto-es-fotoarchivum/55-eve-theodore-harold-maiman-a-nagykoezoensegnek-a-lezersugarat#lezer>.

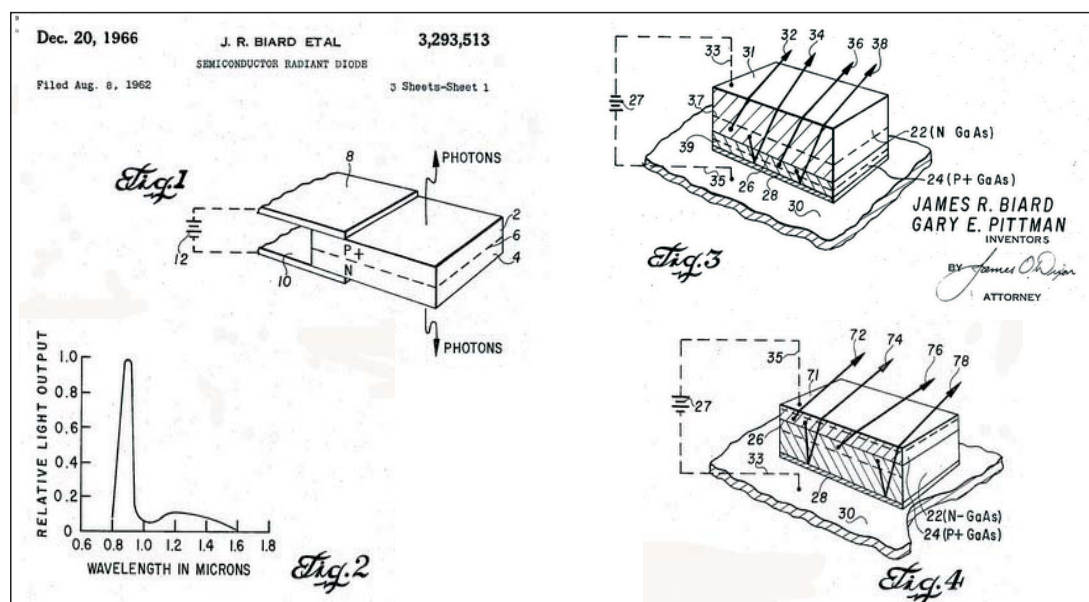
A lézer tehát olyan speciális fényforrás, amely a fénysugár létrehozásához indukált emissziót használ. Az így létrejövő fény egyszínű, meghatározott frekvenciájú, viszont koherenciahossza – a hagyományos fényforrásokhoz képest – többméteres is lehet. Ez a fény időben és térben is koherens, kis szóródási szöggel rendelkező, jórészt párhuzamos fénysugarakból tevődik össze. Ugyanakkor meglehetősen keskeny fénynyaláb, amelynek teljesítménysűrűsége a hagyományos fényforrásokénak a sokszorosa.

Az eredeti angol írásmódú LASER tulajdonképpen egy betűszó, a Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (fényerősítés a sugárzás indukált emissziójával) kifejezés rövidítése. A magyar nyelvben az eredeti kiejtéshez hasonló „lézer” honosodott meg.

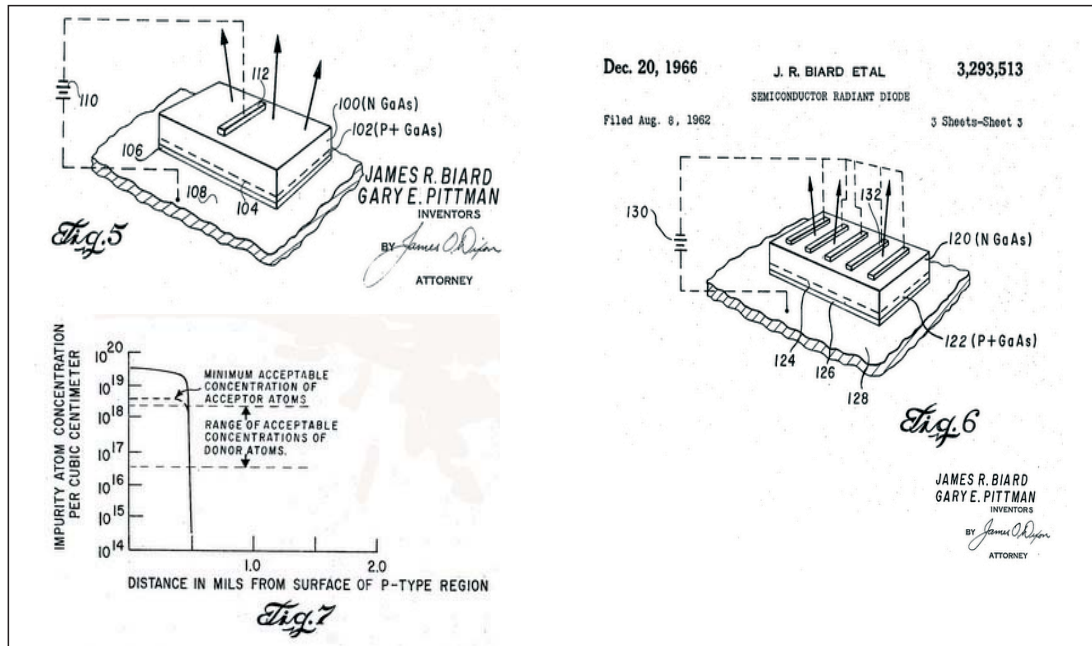
A világításon túl ma már számtalan felhasználási területe ismert: a szemműtéttől a navigációig, a fóliák hegesztésén keresztül a fémfelületek polírozásáig, a villámvédelemtől a fogfűrásig vagy a boltokban a vonalkódok leolvasásáig sok helyen találkozhatunk vele a hétköznapi használatában.

A LED

A félvezető ötvözetek infravörös emissziójára *Rubin Braunstein* figyelt fel – mintegy mellékesen – 1955-ben, miközben a gallium-arszenid tulajdonságait vizsgálta. Ezen az elven elindulva *James Robert Biard* és *Gary Pittman* amerikai kutató 1961-ben rájött, hogy a gallium-arszenid elektromos áram hatására fényt bocsát ki, amely a nem látható infravörös tartományba esett. Később ők szereztek szabadalmat a LED diódára, majd *iff. Nick Holonyak* 1962-ben már a látható fénytartományba sugárzó LED-et fejlesztette ki.



12. ábra: Részletek Biard és Pittman szabadalmából



13. ábra: Részletek Biard és Pittman szabadalmából

A LED betűszó a Light Emitting Diode elnevezésből vált fogalommá. Ez a fénykibocsátó dióda félvezető anyagból készül gallium-arszenid alapokon, és elektromos áram szükséges a működéséhez. Kevés energiafogyasztással képes azonnal teljes fényerővel világítani. Jól tűri a fel- és lekapcsolgatást. Rendkívül hosszú élettartam és minimális hőleadás jellemzi. A kezdetekben főleg digitális kijelzőkhöz használták, ma már szinte mindent ezzel világítunk meg.

A LED működésének lényege, hogy az elektromos áram a gallium-arszenid vegyület atomjaiban található szabad elektronoknak töltést ad át, aminek következtében az elektronok nagyobb töltésű elektronpályára lépnek. Azonban ez az elektronpálya nem eléggé stabil, ezért az elektronok visszaesnek eredeti pályájukra, miközben a két pálya közötti többletenergijukat fény formájában kisugározzák. Majd újabb elektromos impulzus hatására kezdődik a körfolyamat előlről.

Gyakorlati alkalmazására már olyan műemlékek esetében is sor került, ahol ismét magyar mérnökök adtak számot kivételes tudásukról: „A veszprémi Pannon Egyetem Virtuális Környezetek és Fénytan Kutatólaboratórium munkatársai is részt vettek a vatikáni Sixtus-kápolna világítási rendszerének megújításában. A freskót a nyolcvanas évek óta 150 wattos spotlámpákkal és 1000 wattos halogénfényforrásokkal világították meg, amelyek rengeteget fogyasztottak, és sok káros hőt termeltek. Néhány hónapja már negyven lámpatestben hét-ezer LED világítja meg a mennyezetet és a falakon levő freskókat. A kutatólaboratórium munkatársai a LED alapú fényforrások színképi teljesítményeloszlásának meghatározását

végezték el. Az volt a cél, hogy a látogatók a freskókat ezentúl eredeti formájukban láthassák, ahogy azt Michelangelo 1512-ben elképzelte.”¹¹

Az OLED

Az organikus LED olyan szerves fénykibocsátó dióda, amely a napfényhez nagyon hasonló homogén fényt áraszt. Kifejlesztésekor a szentjánosbogarak és a mélytengeri halak fénykibocsátó technikáját vették alapul és alkalmazták a mai modern kívánalmaknak és szabályoknak megfelelően. A nagy hatásfokú, lapos és rendkívül hajlékony fényforrás vékony felületekre is felvihető. Érdekessége, hogy kikapcsolt állapotban átlátszó, valamint hogy képes elbomlani.

A biolumineszcencia, vagyis az élőlények fénykibocsátó tudománya a természetben számtalan alkalommal megfigyelhető. Minden gyerek rácsodálkozik a szentjánosbogarak rajzására, de van számos gombafaj és jó néhány tengeri élőlény is, amelyek fénykibocsátása hol a zsákmányszerzésben, hol a rejtőzködésben van segítségükre. Bizonyosan ez a tulajdonsága is közrejátszott abban, hogy a 2015. év rovarának a nagy szentjánosbogarat választották.

„A fény előállításához mindössze három összetevő kell: oxigén, luciferin és luciferáz. A luciferin molekulája reakcióba lép az oxigénnel, közben fény formájában energiát bocsát ki; a luciferáz enzim pedig a luciferin és az oxigén reakcióját segíti elő. Képletesen: a luciferáz dolga, hogy fölkapcsolja az áramot, a luciferiné meg, hogy világítson. (A latin *lucifer* szó jelentése: fényt hozó.)”¹²

A technológia fejlődése következtében ma már több típusa is ismert: PLED (Polymer LED), PHOLED (Phosphorescent LED), TOLED (Transparent OLED). Sőt, a kutatók már a Quantum dot LED technológiában gondolkodnak, amelynek lényege, hogy a fény előállítására a félvezető fluoreszcenciás tulajdonsággal rendelkező nanokristályait használják fel.

Ugyanakkor az is látható, hogy a fény és a fényalapú technológia további vizsgálata, a világítástechnika-technológia fejlesztése még mindig nyitva áll a kor feltalálói, tudósai előtt, és izgalmas, a mindennapi életünket jobbra, gazdaságosabbá tevő lehetőségeket rejt. Így remélhető, hogy az előbbi néhány oldalon ismertetett 56 név mellé hamarosan újabb nevek – remélhetőleg közöttük kiváló magyar feltalálók, mérnökök nevei – kerülnek.

Szabályozás

„Az EU az éghajlatváltozás kihívását, a környezetvédelem és az energiatakarékosság szempontjait szem előtt tartva 2008. december 8-án a nagy energiafogyasztású, hagyományos

¹¹ Bogdán Zoltán: A világítástechnika új jelszava: LED it be: www.innoteka.hu/cikk/a_vilagitastechnika_my_jelszava_led_it_be.1102.html.

¹² Olivia Judson: Eleven fények. National Geographic, 2015. március, p. 44.

izzólámpák fokozatos kiszorítását javasolta (az Európai Bizottság 2009. március 18-án véglegesen jóváhagyta a határozatot).¹³

A gyakorlati életben 2010-től kezdték meg a hagyományos izzók fokozatos kivonását a kereskedelmi forgalomból. A környezetvédelem célkitűzéseit is figyelembe véve a korábbi izzólámpák helyére mára már olyan energiatakarékos fényforrások kerültek, amelyek teljesítménye nem haladja meg a 0,5 Wattot.

Fény és kultúra

Végül a bevezetőben említett negyedik témakör alátámasztására álljon itt egy versrészlet, hiszen a fény, a fény-árnyék játék vagy maga a világítás mint technológia sok költőt is megihletett. A legszebben talán *Tóth Árpád* személyesítette meg a fényforrást, a világítótestet *Lámpafény* című versében.

*„Lámpám, öreg butor, szelíd és furcsa törpe,
Ki nappal elhagyatva válladra ejted árván
Porcellán süveged, s tunyán, tünődve vársz rám,
Míg este megjövök: halkán és meggyötörve,
Lásd, újra itt vagyok, gyúljon föl enyhe lángod,
Mely, mint hű eb szeme, oly élő és oly sárga,
Csendesen ráfordítom a kulcsot most a zárra,
És kettesben maradtunk; kizártam a világot.”*

¹³ <https://hu.wikipedia.org/wiki/Izzólámpa>.