

**KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY**

P 02 004 36
5 1058

72.399/MK

KIVONAT

Sárga-piros fényt kibocsátó fényport tartalmazó fényforrás

A találmány tárgya sárga-piros fényt kibocsátó fényport tartalmazó fényforrás. A fénypornak $M_xSi_yN_z:Eu$ típusú nitridszilikát gazdarácsa van, ahol M a Ca, Sr, Ba, Zn alkáliföldfémek csoportjából választott legalább egy alkáliföldfém, és $z = \frac{2}{3}x + \frac{4}{3}y$.

(1. ábra)



72.899/MK

Sárga-piros fényt kibocsátó fényport tartalmazó fényforrás

A találmány tárgya sárga-piros fényt kibocsátó fényport tartalmazó fényforrás, elsősorban, de nem kizárólag világító dióda (LED). A fénypor a ritkaföldfémekkel aktivált szilícium-nitridek osztályába tartozik. Egyéb alkalmazási területek a villamos lámpák, elsősorban nagy intenzitású kisülőlámpák és fénycsövek.

Eu^{2+} -mal adalékolt anyagoknál normális körülmények között ultraibolya-kék emissziót figyelnek meg (Blasse and Grabmeier: Luminescent Materials, Springer Verlag, Heidelberg, 1994). Több tanulmány szerint lehetséges az emisszió a látható színkép zöld és sárga részében is (Blasse: Special Cases of Divalent Lanthanide Emission, Eur. J. Solid State Inorg. Chem. 33 (1975), p.175; Poort, Blokpoel and Blasse: Luminescence of Eu^{2+} in Barium and Strontium Aluminate and Gallate, Chem. Mater. 7 (1995), p. 1547; Poort, Reijnhoudt, van der Kuip and Blasse: Luminescence of Eu^{2+} in Silicate host lattices with Alkaline earth ions in a row, J. Alloys and Comp., 241 (1996), p. 75). Vörös Eu^{2+} emissziót eddig csak néhány kivételes esetben, így alkáliföldfém-szulfidokban és kősó típusú rokon rácsokban (Nakao: Luminescence centers of MgS, CaS and CaSe Phosphors Activated with Eu^{2+} ion, J. Phys. Soc. Jpn. 48 (1980), p. 534), alkáliföldfém-tiogallátokban (Davalos, Garcia, Fouassier and Hagemuller, Luminescence of Eu^{2+} in

Strontium and Barium Thiogallates, *J. Solid State Chem.* 83 (1989) p. 316) és egyes borátokban (Diaz and Keszler: Red, Green and Blue Eu^{2+} Luminescence in solid state Borates: a structure-property relationship, *Mater. Res. Bull.* 31 (1996), p. 147) figyeltek meg. Eu^{2+} lumineszcenciáról ritkaföldfém-szilícium-nitridekben eddig csak $\text{MgSiN}_2:\text{Eu}$ esetében (Gaido, Dubrovskii and Zykov: Photoluminescence of MgSiN_2 Activated by Europium, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Neorg. Mater.* 10 (1974), p. 564; Dubrovskii, Zykov and Chernovets: Luminescence of rare earth activated MgSiN_2 , *Izv. Akad. Nauk SSSR, Neorg. Mater.* 17 (1981), p. 1421) és $\text{Mg}_{1-x}\text{Zn}_x\text{SiN}_2:\text{Eu}$ esetében (Lim, Lee, Chang: Photoluminescence Characterization of $\text{Mg}_{1-x}\text{Zn}_x\text{SiN}_2:\text{Tb}$ for Thin Film Electroluminescent Devices Application, *Inorganic and Organic Electroluminescence*, Berlin, Wissenschaft und Technik Verlag (1996), p. 363) számoltak be. Mindkét esetben a színek zöld és zöld-kék részében találtak Eu^{2+} -lumineszcenciát.

A nitrid-szilikát típusú új gazdarácsok térhálósodott SiN_4 tetraéder háromdimenziós hálózatán alapszanak, amely alkáliföldfém ionokat ($M = \text{Ca}, \text{Sr}$ és Ba) tartalmaz. Ilyen rácsok például a $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ (Schlieper und Schlick: Nitridosilicate I, *Hochtemperatursynthese und Kristallstruktur von $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$* , *Z. anorg. allg. Chemie.*, 621, (1995), p. 1037), a $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ és a $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ (Schlieper, Millus und Schlick: Nitridosilicate II, *Hochtemperatursynthese und Kristallstruktur von $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ und $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8$* , *Z. anorg. allg. Chemie.*, 621, (1995), p. 1380), valamint a $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}$ (Huppertz and Schnick: Edge-Sharing SiN_4 tetrahedra in the highly condensed Nitridosilicate $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}$, *Chem. Eur. J.* 3 (1997), p. 249). A rács típusokat az 1. táblázat tartalmazza.

A szulfid alapú fényporok (például alkáliföldfém-szulfidok) kevésbé alkalmasak világító dióda alkalmazásokra, mivel kölcsönhatásba lépnek a tokozó gyantarendszerrel, és részben hidrolízis támadásának vannak kitéve. A vörös emissziójú, Eu^{2+} -mal aktivált borátok már mutatnak bizonyos hőmérsékletcsillapítást a világító diódák működési hőmérsékletén.

A találmányunk elé kitűzött egyik feladat ezért a technika állása szerinti fényforrások hátrányainak elkerülése.

A találmányunk elé kitűzött másik feladat javított R9 vörös színvisszaadású fényforrás kialakítása.

A találmányunk elé kitűzött további feladat javított Ra általános színvisszaadású fényforrás kialakítása.

A találmányunk elé kitűzött további feladat nagy színvisszaadású világító dióda kialakítása.

A világító dióda alkalmazásoknál legalább 100°C -ig rendkívül nagy stabilitásra van szükség. A jellegzetes működési hőmérséklet 80°C körül van.

Ezeket a feladatokat a találmány értelmében úgy oldjuk meg, hogy a sárga-piros fényt kibocsátó fényport tartalmazó fényforrásban a fénypor egy primer fényforrás sugárzását legalább részben átalakítja; a fénypornak $\text{M}_x\text{Si}_y\text{N}_z:\text{Eu}$ típusú nitrid-szilikát gazdarácsa van, ahol M a Ca, Sr, Ba, Zn alkáliföldfémek csoportjából választott legalább egy alkáliföldfém, és $z = 2/3 x + 4/3 y$.

A fényforrásban újszerű, sárgás-vörös fényt kibocsátó fénypor kerül alkalmazásra. Ennek az abszorpciója legalább a kék-zöld színtartományban van. Abszorpció közben fluoreszcens emissziójuk van. Ezek az Eu^{2+} -mal adalékolt lumineszcens anyagok sárga-vörös színtartományban bocsátanak ki fényt,

elsősorban hosszúhullámú vörös, narancssárga és sárga fényt. Ezek a fényporok gazdarácsként alkáliföldfém-szilícium-nitrid anyagon alapszanak. Fényporokként alkalmazva nagyon ígéretesek, elsősorban világító dióda alkalmazásokra. A fehér világító diódákat eddig kék fényt kibocsátó dióda és sárga fényt kibocsátó fényport kombinációjával alakították ki. Ennek a kombinációnak csak nagyon gyenge színvisszaadása van. Sokkal jobb működés valósítható meg többszínű (például vörös-zöld-kék) rendszer használatával. Az új anyagot jellegzetesen zöld fényt kibocsátó (vagy sárga fényt kibocsátó) fényporral, stroncium-alumináttal ($\text{SrA}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$) együtt lehet alkalmazni, amelynek a emissziós maximuma 520 nm körül van.

Részletesebben kifejtve: az újszerű, sárga-vörös fényt kibocsátó fénypornak $\text{M}_x\text{Si}_y\text{N}_z:\text{Eu}$ típusú nitrid-szilikát gazdarácsa van, ahol M a Ca, Sr, Ba, Zn alkáliföldfémek csoportjából választott legalább egy alkáliföldfém, és $z = 2/3 x + 4/3 y$. A fényporban lévő nitrogén növeli a kovalens kötés és a ligandtér-hasadás arányát. Ennek következtében a gerjesztési és emissziós sávok az oxidrácsokhoz képest kifejezetten eltolódnak a hosszabb hullámhosszok felé.

A fénypor előnyös módon olyan típusú, amelyben $x = 2$ és $y = 5$. Egy másik előnyös kiviteli alakban a fénypor olyan típusú, amelyben $x = 1$ és $y = 7$.

Az M fém a fényporban előnyös módon stroncium, mert a kapott fénypor viszonylag rövid sárga-vörös hullámhosszú fényt bocsát ki. Így a hatékonyság más M fémekhez képest meglehetősen nagy.

Egy további kiviteli alakban a fénypor M összetevőként különböző fémek keverékét, például Ca (10 atom%) és Ba (a töb-

bi) keverékét tartalmazza.

Ezeknek az anyagoknak nagy az abszorpciója és jó a gerjesztése az ultraibolya és a látható kék színekben (450 nm feletti értékig), nagy a hatékonyságuk és 100°C-ig kicsi a hőmérsékletcsillapításuk.

Ezeket az anyagokat egy vagy több fényporral (vörös és zöld) együtt kék primer fénykibocsátó forrást tartalmazó, lumineszcenciát átalakító világító diódákban lehet használni. További alkalmazási terület a kompakt fénycsövek, valamint az ittrium-vanadát helyettesítése nagy intenzitású kisülőlámpákban.

Találmányunkat annak példaképpeni kiviteli alakjai kapcsán ismertetjük részletesebben ábráink segítségével, amelyek közül az

1. ábra adalékolatlan $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ és $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ diffúz visszaverési színeképe, a

2. ábra adalékolatlan $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}$ és $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ diffúz visszaverési színeképe, a

3. ábra $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ emissziós színeképe, a

4. ábra $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ emissziós színeképe, az

5-7. ábra $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ több kiviteli alakjának emissziós színeképe, a

8. ábra $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ emissziós színeképe, a

9. ábra fehér világító diódák emissziós színeképe, a

10. ábra fehér fényforrásként szolgáló félvezető elem.

A kereskedelemben beszerezhető kiinduló anyagok a következők voltak: Eu_2O_3 (tisztaság 99,99 %) vagy fém Eu (99,99 %), fém Ba (>99 %); fém Sr (99 %), Ca_3N_2 (98 % vagy Ca-por (99,5 %) és Si_3N_4 (99,9 %). A Ba-ot és a Sr-ot nitrogén atmoszférá-

ban 550 és 800°C között égetve nitridáltuk. Ezután Ca_3N_2 -et vagy nitridált Ba-ot, Ca-ot vagy Sr-ot mozsárban porítottunk és nitrogén atmoszférában sztöchiometrikus arányban Si_3N_4 -del elkevertük. Az Eu-koncentráció az alkáliföldfémhez viszonyítva 10 atom% volt. A porított keveréket molibdén tégelyekben kb. 1300-1400°C hőmérsékleten vízszintes csökemencében, nitrogén/hidrogén atmoszférában égettük. Égetés után a porokat a por röntgensugaras diffrakciójával (Cu, $\text{K}\alpha$) jellemeztük, ami azt mutatta, hogy minden összetevő kialakult.

Az adalékolatlan $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8$, $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ és $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}$ szürkés-fehér por. Ezeknek az adalékolatlan, ritkaföldfémekkel aktivált szilícium-nitrideknek nagy a visszaverése a látható tartományban, és a visszaverés erősen csökken 250 és 300 nm között (lásd az 1. és a 2. ábrát). A visszaverés csökkenése a gazdarács-abszorpciónak tulajdonítható. Az Eu-mal adalékolt minták narancssárga-vörösek, a $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ kivételével, amely narancssárga-sárga (1. táblázat). Az erős színezet egyedülálló az Eu^{2+} -mal adalékolt, ritkaföldfémekkel aktivált szilícium-nitrideknél, és ez érdekes narancssárga-vörös fényporrá teszi ezt az anyagot. A $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ visszaverési színeképének jellegzetes példája azt mutatja, hogy az Eu-nak köszönhető abszorpció szuperponálódik a gazdarács-abszorpcióra és 500-550 nm-ig terjed (1. ábra). Ez magyarázza ezeknek a keverékeknek a vörös-narancssárga színét. Hasonló visszaverési színeképeket figyeltünk meg $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ -nál és $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ -nál is.

A $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ -nál az Eu abszorpciója messze a látható tartományban kisebb (2. ábra). Ez magyarázza ennek a keveréknek a narancssárga-sárga színét.

Ultraibolya gerjesztéskor valamennyi mintának hatékony

lumineszcenciája volt, amelynél a emissziós maximumok a látható színek narancssárga-vörös részében voltak (lásd az 1. táblázatot). Emissziós színek két jellegzetes példája a 3. és 4. ábrán látható. Ezeken látható, hogy az emisszió rendkívül hosszú hullámhosszokon van (az Eu^{2+} emissziónál), és a maximumok $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ esetén a 660 nm-t is elérhetik (4. ábra). Gerjesztési sávokat észleltünk kis energián, ami annak következménye, hogy az Eu^{2+} 5d sáv gravitációs középpontja kis energián van és erős ligandtér-hasadás áll fenn az Eu^{2+} 5d sávban, mint az N^{3-} t tartalmazó rácsoknál várható (van Krevel, Hintzen, Metselaar and Meijerink: Long Wavelength Ce^{3+} -luminescence in Y-Si-O-N Materials, J. Alloys and Comp. 168 (1998) 272).

Mivel ezek az anyagok a kis energiájú gerjesztés következtében a kék fényt vörös fényé tudják átalakítani, ezért alkalmazhatók fehér fényforrásokban, például vörös, sárga és/vagy zöld fényt kibocsátó fényporokkal kombinált, primeren kék fényt kibocsátó (jellegzetesen GaN vagy InGaN) világító diódákban.

1. táblázat

Keverék	Kristályszer- kezet	Szín	Emissziós ma- ximum, nm [*])
Ca ₂ Si ₅ N ₈ :Eu	monoklin	narancssárga- vörös	600-630
Sr ₂ Si ₅ N ₈ :Eu	ortorombos	narancssárga- vörös	610-650
Ba ₂ Si ₅ N ₈ :Eu	ortorombos	narancssárga- vörös	620-660
BaSi ₇ N ₁₀ :Eu	monoklin	narancssárga- sárga	640-680

*¹) Az aktiváló anyag készítésének körülményeitől és koncentrációjától függően. Az Eu-koncentráció jellegzetes értékei az M alkáliföldfém ionhoz viszonyítva 1 és 10 % között változhatnak.

Ezek az emissziós maximumok szokatlanul messze benyúlnak a hosszú hullámhosszúságú oldalra. Sajátos példa az Sr_{1,8}Eu_{0,2}Si₅N₈ típusú fénypor. Ennek emissziós színe az 5. ábrán látható.

M megvalósításának másik módja Zn használata. Ez teljesen vagy részben helyettesítheti a Ba-ot, Sr-ot vagy Ca-ot.

Si teljes vagy részleges helyettesítésének más lehetősége a Ge. Az egyik konkrét kiviteli alak Sr_{1,8}Eu_{0,2}Ge₅N₈.

Vizsgáltunk néhány további sajátos példát.

Vizsgáltuk a vörös fényt kibocsátó Sr₂Si₅N₈:Eu²⁺ fénypor készítésének körülményeit és optikai tulajdonságait. Optimalizáláskor a kvantum-hatékonyság 70 % körül volt. Az emisszió a mintában lévő Eu²⁺ koncentrációjától és a fűtési feltételektől

függően 610 és 650 nm közé állítható be. Az abszorpció 400 nm-en és 460 nm-en nagy (a visszaverés csak 15-40 %), és a lumineszcencia hőmérsékletcsillapítása 80°C-on kicsi (csak 4 %). A fénypor részecskemérete őrlés nélkül 5 μm alatt van. Ezek a tulajdonságok nagyon ígéretessé teszik ennek a fénypornak az alkalmazását mind ultraibolya, mind kék világító diódákban.

A nitrid szintéziséhez a kiinduló anyagok Si_3N_4 (99,9 % [főleg α -fázis], Alfa Aesar), fém Sr (99,9 % dendrites darab, Alfa Aesar) és Eu_2O_3 (4N). A fém Sr-ot nitridálni kell, és ha Eu_2O_3 helyett fém Eu-ot használunk, akkor ezt is nitridálni kell.

A fém Sr-ot achát mozsárban, argon kesztyűs-boxban porítottuk és N_2 atmoszférában 800°C-on nitridáltuk. Ez 80 % feletti nitrálást eredményezett. A nitridált fémet újraporítás után a Si_3N_4 -del és az Eu_2O_3 -dal együtt porítottuk, és kézzel, megint kesztyűs-boxban porítottuk. Ezen keverék hevítési paramétereit jellegetesen a következők voltak:

18°C/perc 800°C-ra,
 5 óra 800°C-on,
 18°C/perc T_{end} -re (1300-1575°C),
 5 óra T_{end} -en (1300-1575°C),
 H_2 (3,75 %)/ N_2 400 l/óra.

A $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ mintáknál kiinduló anyagként Ca_3N_2 -et használtunk.

A minták áttekintése a 2. táblázatban található. A mintákat jellegetesen először 800°C-ra hevítettük, majd másodsor ugyanebben a ciklusban magasabb hőmérsékletre (1300-1600°C-ra) hevítettük. A mintákat ezután porítottuk (levegőn), szitáltuk és mértük.

2. táblázat

(Ca,Sr)₂Si₅N₈:Eu²⁺ minták hevítési ciklusainak paraméterei

Kód	Ca/Sr	Eu ²⁺ , %	1. idő, óra	1. hő- fok, °C	2. idő, óra	2. hő- fok, °C
EC/HU 31/00	Ca	10	5	800	5	1400
EC/HU 42/00	Ca	1	5	800	5	1565
EC/HU 41/00	Ca _{0,4} Sr _{1,4}	10	5	800	5	1565
EC/HU 62/00	Sr	1	5	800	5	1400
EC/HU 63/00	Sr	2	5	800	5	1400
EC/HU 64/00	Sr	3	5	800	5	1400
EC/HU 65/00	Sr	5	5	800	5	1400
EC/HU 66/00	Sr	8	5	800	5	1400
EC/HU 67/00	Sr	10	5	800	5	1400

Az ez után a hevítés után kapott, 10 % Eu²⁺-ot tartalmazó Sr₂Si₅N₈ minták mély narancssárga színűek voltak. Kevesebb Eu²⁺ esetén a szín halványabb volt. A Ca minták sárga-narancssárga színűek voltak.

Van még egy érdekes jellemző: a porrészecskék nagyon kicsik. A d₅₀ közepes részecskeméret 0,5 és 5 µm között van. A jellegzetes érték d₅₀ = 1,3 µm. A kis részecskeméretűek kedvezőek a világító diódák lumineszcens anyaggal való feldolgozásához. Lehetővé teszik például a homogén eloszlást a gyantában.

A 3. táblázatban az emissziós maximum helyzete, a közepes



hullámhossz, a 400 és 460 nm-en fennálló visszaverés, a kvantum-hatékonyság, végül az x és y szinkordináta látható.

A 3. táblázatban szereplő valamennyi mintát jellegzetesen egy első ciklusban hevítettük (például 800°C-on 5 órán át), mint fentebb vázoltuk.

3. táblázat

(Ca,Sr)₂Si₅N₈:Eu²⁺ minták optikai adatai

Kód	Ca/Sr	Eu ²⁺ , %	Em. max. nm	Visz- sza- verés, 400,%	Visz- sza- verés, 460,%	Kvan- tum- haté- kony- ság	x	y
EC/HU 31/00	Ca	10	619	12	19	26	0,600	0,396
EC/HU 42/00	Ca	1	603	47	58	37	0,555	0,435
EC/HU 41/00	Ca _{0,4} Sr _{1,4}	10	660	17	22	59	0,636	0,354
EC/HU 62/00	Sr	1	609	53	58	70	0,602	0,393
EC/HU 63/00	Sr	2	618	43	48	73	0,615	0,381
EC/HU 64/00	Sr	3	621	36	41	72	0,622	0,374
EC/HU 65/00	Sr	5	624	26	32	67	0,632	0,365
EC/HU 66/00	Sr	8	636	21	26	67	0,641	0,356
EC/HU 67/00	Sr	10	644	17	22	64	0,642	0,354

A 3. táblázatból látható, hogy a tisztán Ca-ot tartalmazó minták nem olyan kedvezőek, mint az Sr minták. Meglepő módon az Sr-Ca keveréket tartalmazó minták emissziós hullámhossza

nagyobb, mint a tisztán Sr-ot tartalmazóké.

Egyes példák a 6-8. ábrán láthatók. A 6. ábrán a 3 % Eu-ot tartalmazó és 72 % kvantumhatékonyságú HU 64/00 minta ($\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$) önkényes egységekben kifejezett energiaeioszlása és százalékokban kifejezett visszaverése látható. A 7. ábrán az 5 % Eu-ot tartalmazó és 67 % kvantumhatékonyságú HU 65/00 minta ($\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$) önkényes egységekben kifejezett energiaeioszlása és százalékokban kifejezett visszaverése látható. A 8. ábrán az 1 % Eu-ot tartalmazó és 37 % kvantumhatékonyságú HU 42/00 minta ($\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$) önkényes egységekben kifejezett energiaeioszlása és százalékokban kifejezett visszaverése látható.

Fényforrásra példa egy fehér világító dióda, amelynek az elve jól ismert. Lásd például az US-A 5,998,925 számú vagy US-A 6,066,861 számú szabadalmi iratot. Ebben kék fényt kibocsátó primer fényforrást (csúcsemisszió kb. 380-470), előnyös módon egy (In)GaN csipet használnak, amelynek a sugárzását részben abszorbeálja egy gyantán és legalább egy fényporon alapuló átalakító anyag. Fehér világító diódánál jobb színvisszaadás érhető el, ha két vagy három átalakító fényport használunk a primer fényforrás kék fényéhez. A kiviteli alakok tartalmazhatnak egy 480 és 600 nm közötti fő emissziójú első fényport, például ittrium alapú gránátokat, tiogallátokat és/vagy klórszilikátokat együtt a találmány szerinti új típusú, ritkaföldfémekkel aktivált szilícium-nitrid második fényporokkal, amelyeknek a fő emissziója 600 nm felett, előnyös módon 650 nm felett van. A különböző fényporok emissziója között lehet némi átfedés 600 és 650 nm között. Elsősorban 420 és 470 nm közötti (csúcs-hullámhossz) primer emissziójú fehér, világító diódát

egy YAG:Ce első fényporral (sárga) és egy $M_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ második fényporral (vörös) együtt alkalmazva, a keverék természetének részleteitől és M választásától függően, az elért Ra színvisz-szaadási index 85, sőt 90 körül volt.

További javulás jelentkezett zöldebb emissziójú (maximum 490 nm körüli) első fényporok alkalmazásakor.

Egy másik koncepció szerint ultraibolya sugárzást kibocsátó primer fényforrás három fényport gerjeszt (VZK-koncepció), ahol a Vörös összetevő a találmány szerinti új típusú, ritkaföldfémekkel aktivált szilícium-nitrides fénypor, és a Zöld, valamint a Kék összetevő a fentebb említett, jól ismert fénypor.

A találmány szerinti új fénypor emellett felhasználható nagyon stabil, vörös vagy sárga vagy narancssárga fényt kibocsátó világító dióda létrehozására. Ez körülbelül 380-480 nm csúcsemissziójú primer fényforráson (előnyös módon InGaN csip) alapulhat, amelynek a fényét a találmány szerinti típusú, ritkaföldfémekkel aktivált, Eu-mal adalékolt szilícium-nitrid fénypor teljesen átalakítja. Ezeknek a világító diódáknak jobb a hatékonysága és a stabilitása, mint a sárga-piros színeket közvetlenül gerjesztő, jól ismert kereskedelmi világító diódáké.

A 9. ábrán több fehér világító dióda spektrális emissziója látható. Ezek InGaN csipen alapszanak, amely 460 nm hullámhossznál lévő csúcsemisszióval primer sugárzást bocsát ki. Ez a csipet borító epoxigyantában részben átalakul.

A fehér fényt kibocsátó fényforrás felépítését vázlatosan a 10. ábrán ábrázoltuk. A fényforrás InGaN típusú félvezető elem (1 csip), amelynek a csúcsemissziója a 460 nm hullámhosz-



szon van. Az 1 csipnek van egy 2 első villamos kapcsa és egy 3 második villamos kapcsa, tartalmaz továbbá egy 14 kötőhuzalt. A félvezető elem a 9 mélyedésnél be van ágyazva a 8 alapházba, amely nem fényáteresztő. A 8 alapház és a 9 mélyedés közötti határt egy fal képezi, amely reflektorként szolgál az 1 csipből kibocsátott primer kék sugárzás számára. A 9 mélyedés 5 tokozó masszával van töltve, amelynek a fő összetevői epoxi öntőgyanta és 6 fénypor pigment (kevesebb, mint az 5 tokozó massa 15 tömeg%-a). Tartalmaz továbbá kis mennyiségben metil-étert és aeroszilt.

A gyanta több kiviteli alakban különböző összetételű fényporokat tartalmaz. Részletesen megadjuk egy standard fehér világító diódáét, amely csak YAG:Ce fénypor által kibocsátott primer kék fény átalakításán alapszik. Ez arányát tekintve a gyanta 3,6 tömeg%-a (1. görbe). Három kiviteli alakot vizsgáltunk, amelyek YAG:Ce-on kívül $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ -ot tartalmaztak. Az átalakító fényporok teljes arányát változatlanul tartva (3,6 %), a YAG:Ce 0,25 %-át $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ -mal helyettesítettük (lásd a 2. görbét). A $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ mennyiségét 0,5 %-ra (3. görbe) és 0,75 %-ra (4. görbe) növeltük. Az R_a színvisszaadási index a referenciához (1. görbe) képest jelentősen javult, rendre 6 %-kal (2. görbe), 10 %-kal (3. görbe) és 12 %-kal (4. görbe).

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Sárga-piros fényt kibocsátó fényport tartalmazó fényforrás, amelyben a fénypor egy primer fényforrás sugárzását legalább részben átalakítja, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy a fénypornak $M_xSi_yN_z:Eu$ típusú nitrid-szilikát gazdarácsa van, ahol M a Ca, Sr, Ba, Zn alkáliföldfémek csoportjából választott legalább egy alkáliföldfém, és $z = 2/3 x + 4/3 y$.

2. Az 1. igénypont szerinti fényforrás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy $x = 2$ és $y = 5$.

3. Az 1. igénypont szerinti fényforrás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy $x = 1$ és $y = 7$.

4. Az 1. igénypont szerinti fényforrás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy M stroncium.

5. Az 1. igénypont szerinti fényforrás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy M a csoportban lévő legalább két fém keveréke.

6. Az 1. igénypont szerinti fényforrás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy a Si-ot teljesen vagy részben Ge helyettesíti.

7. Az 1. igénypont szerinti fényforrás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy a fénypor közepes részecskemérete 0,5 és 5 μm között van.

8. Az 1. igénypont szerinti fényforrás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy a fényforrás primer sugárzást bocsát ki, és a fénypor a másodlagos sugárzást a primer sugárzás által létrehozott gerjesztés hatására bocsátja ki.

9. A 8. igénypont szerinti fényforrás, a z z a l j e l -

l e m e z v e , hogy a primer sugárzás kék, előnyös módon 420 és 470 nm között van (csúcshullámhossz), és fehér fény előállítására végett kombinálva van a szekunder sugárzással, és opcionálisan legalább egy további fényforrás további szekunder sugárzásával.

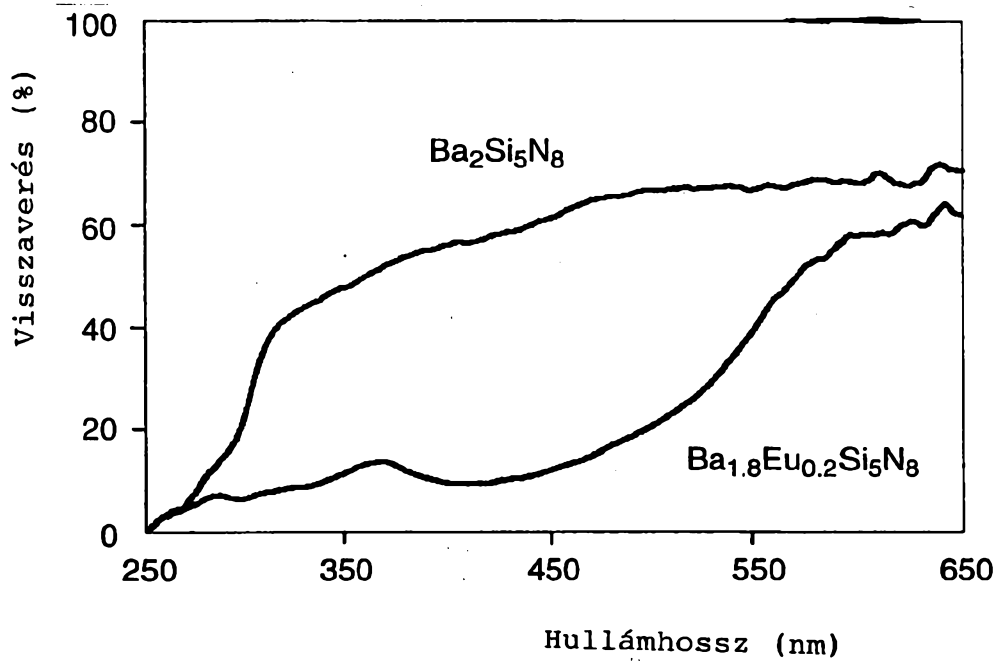
10. A 9. igénypont szerinti fényforrás, a z z a l j e l l e m e z v e , hogy az Ra színvisszaadási index legalább 85, előnyös módon 90.

A meghatalmazott

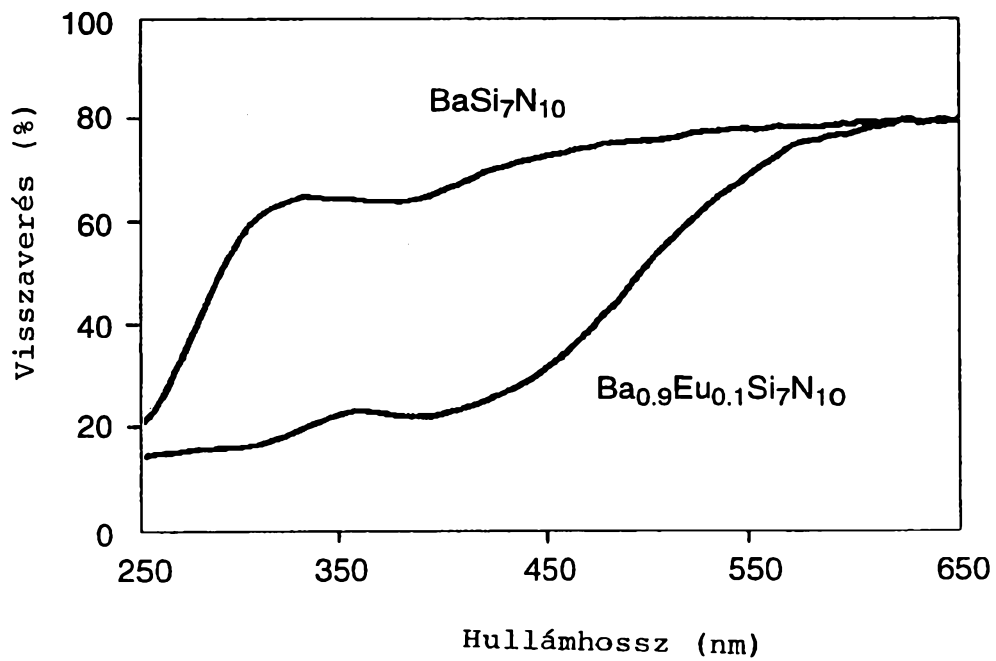
Handwritten signature

Handwritten signature

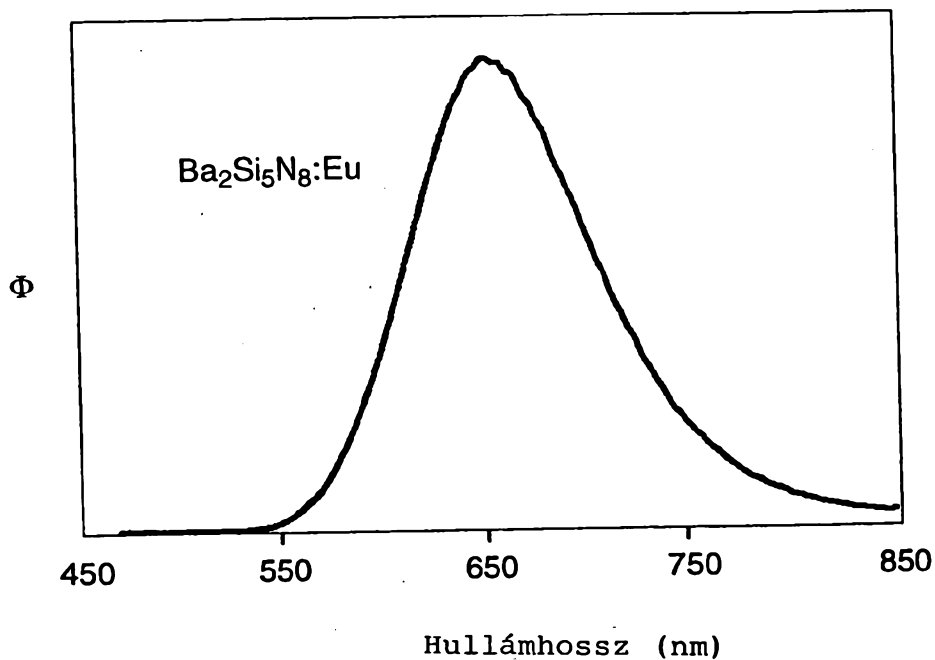
8 lap rajz, leírás



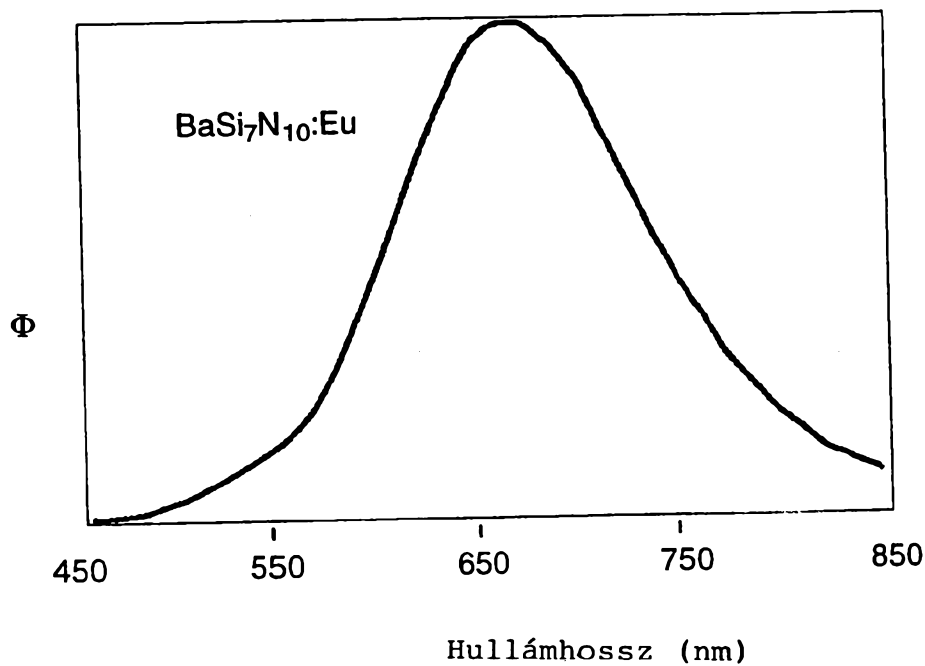
1. Ábra



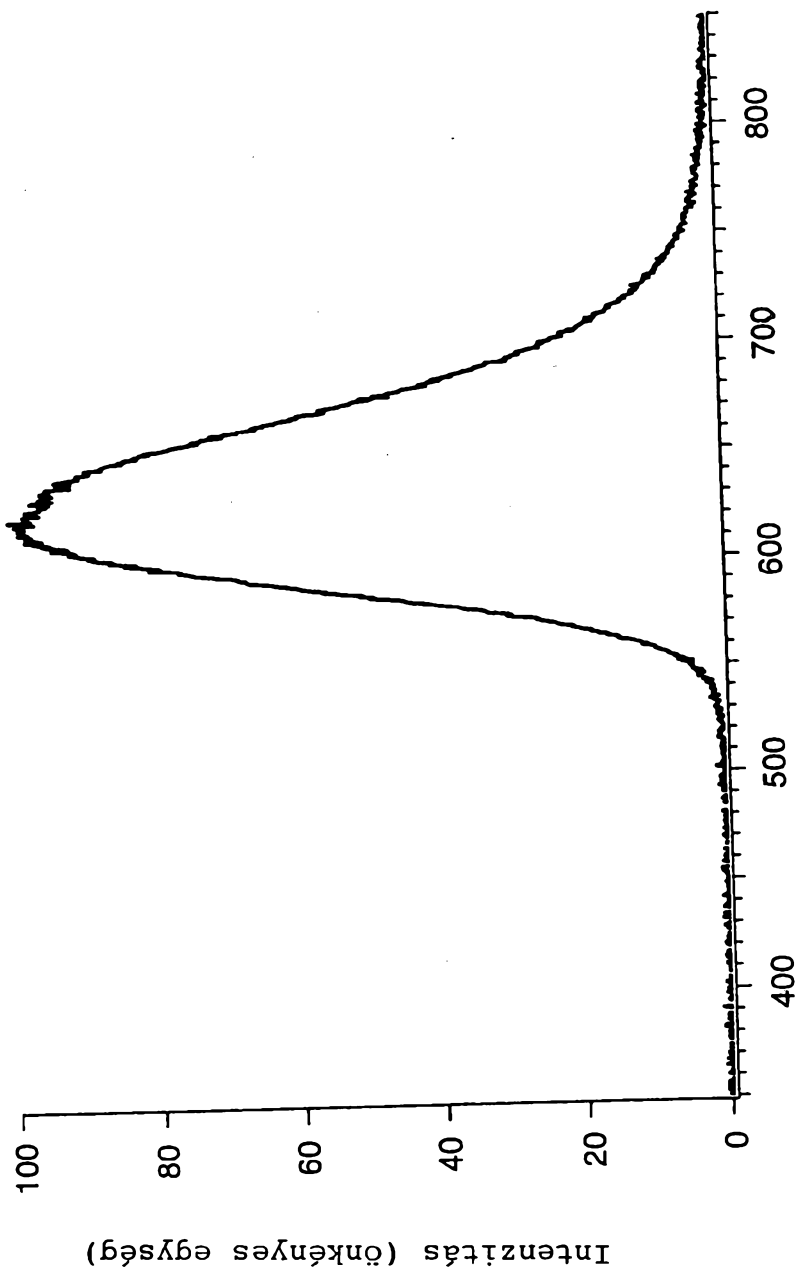
2. Ábra



3. Ábra

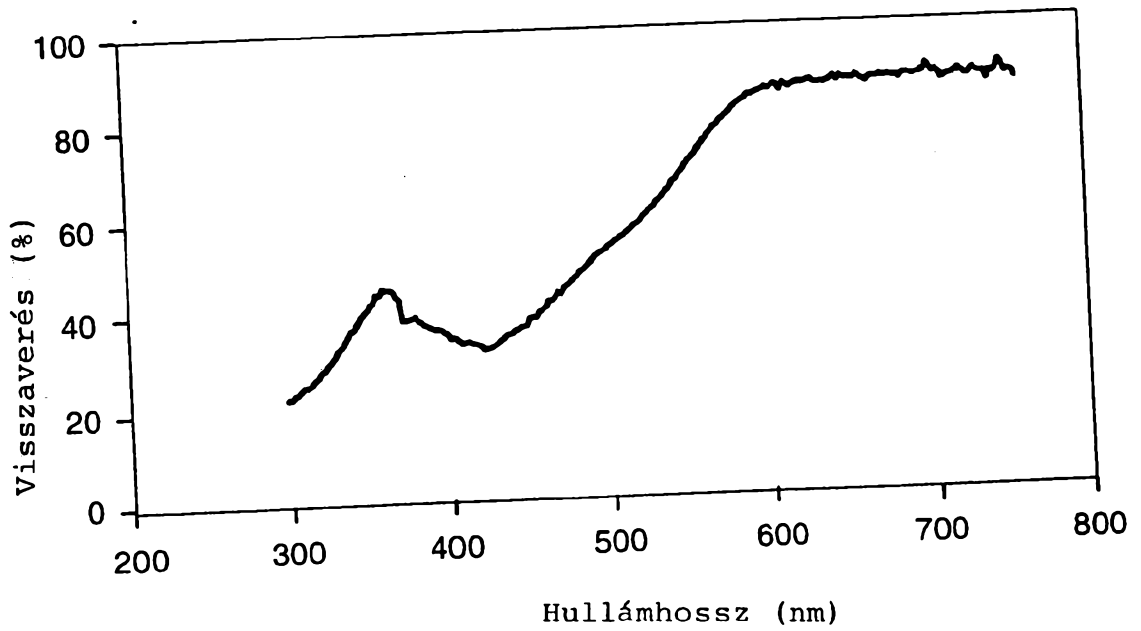
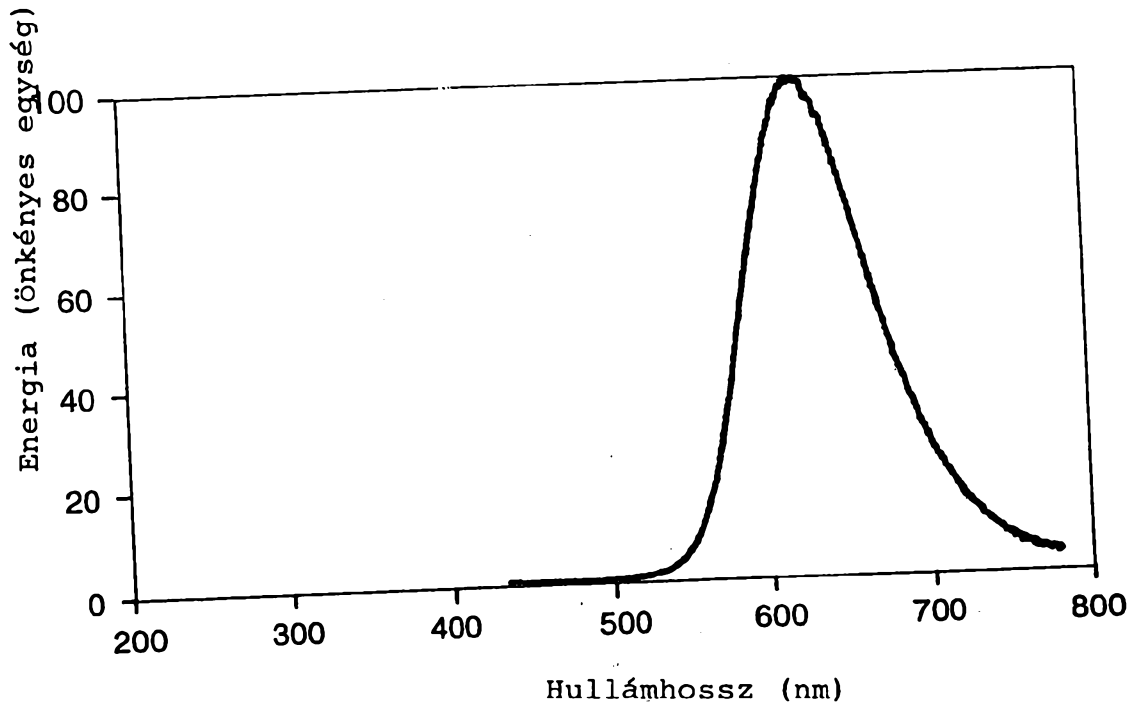


4. Ábra

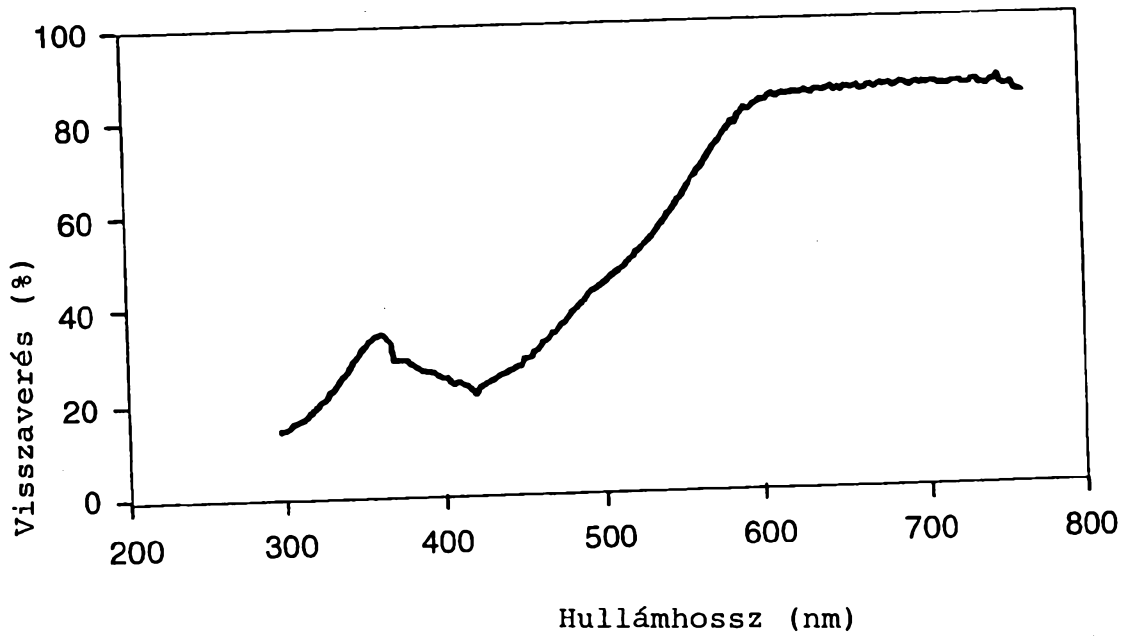
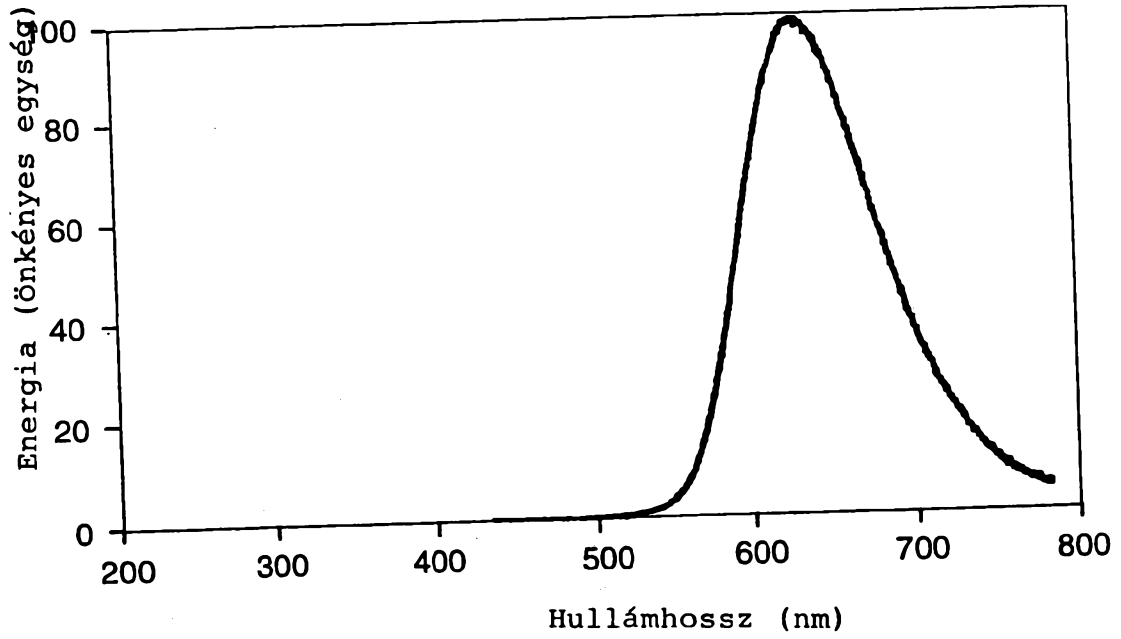


Hullámhossz (nm)

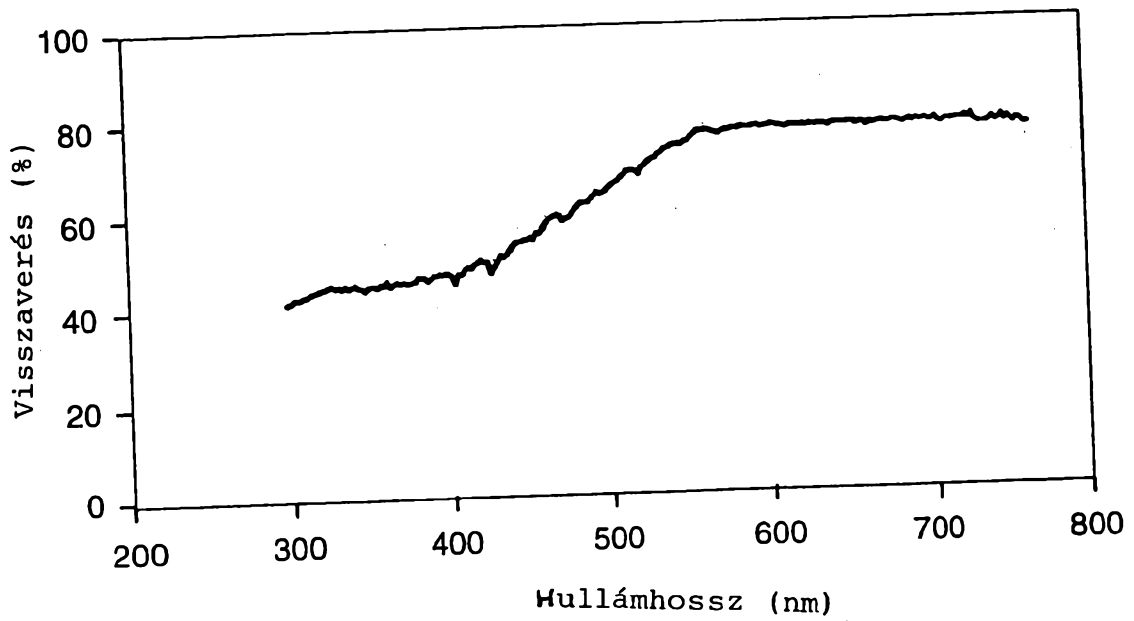
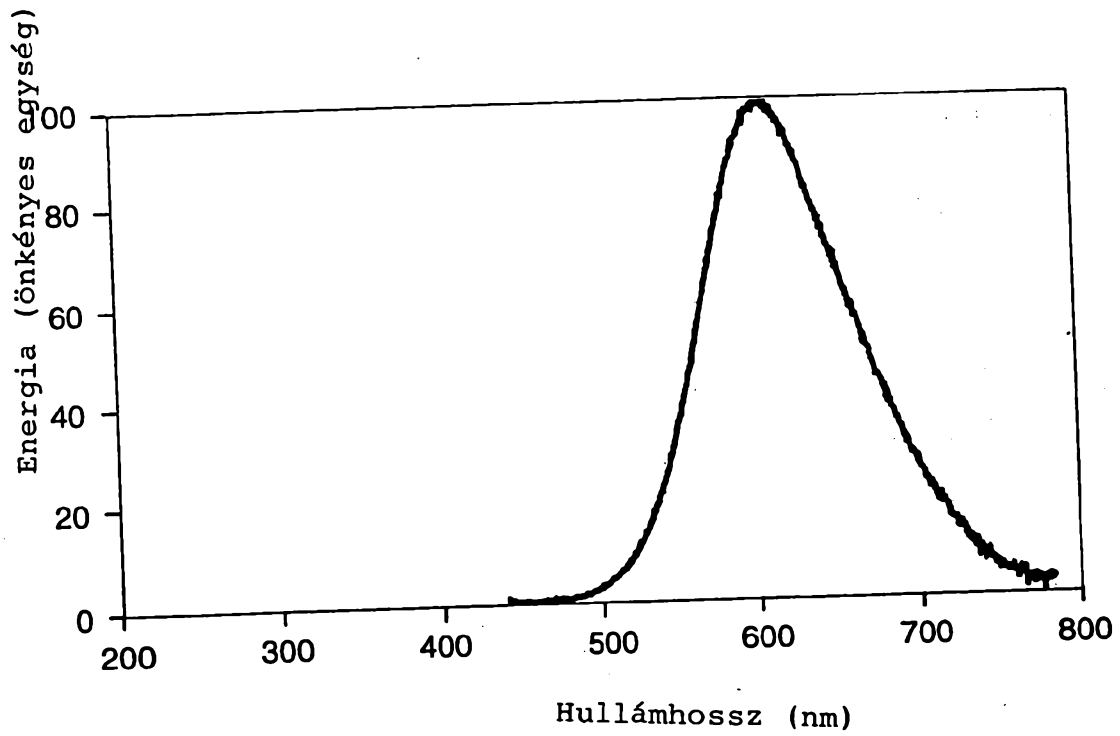
5. Ábra



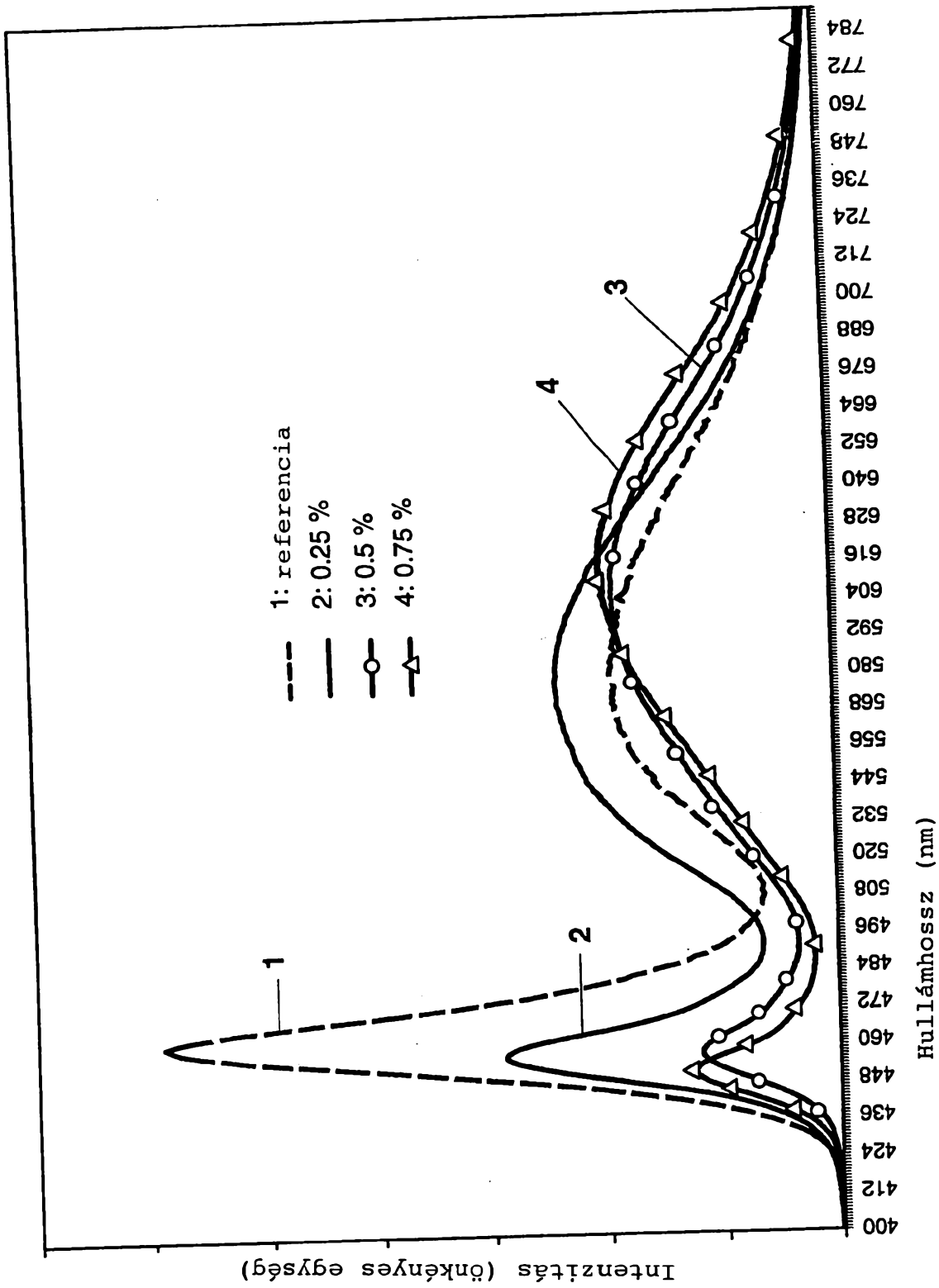
6. Ábra



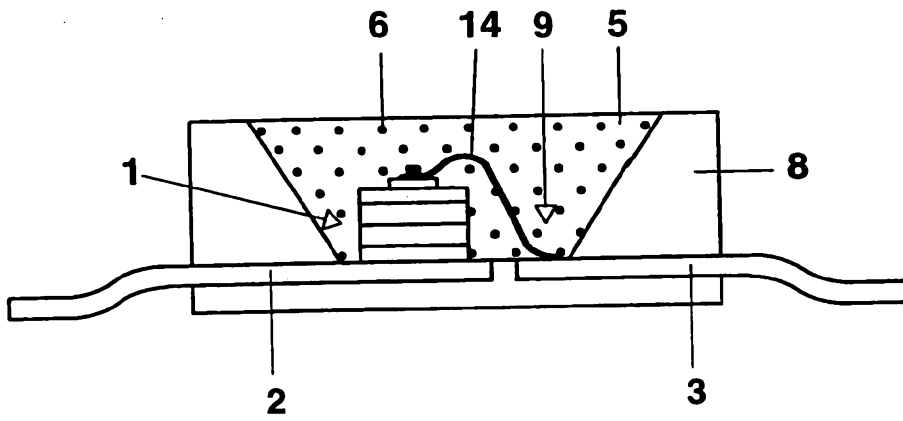
7. Ábra



8. Ábra



9. Ábra



10. Ábra