



(19) **HU**

MAGYAR KÖZTÁRSASÁG
Magyar Szabadalmi Hivatal

(11) Lajstromszám: **224 078**

(13) **B1**

SZABADALMI LEÍRÁS

(21) A bejelentés ügyszám: **P 00 03245**

(22) A bejelentés napja: **2000. 08. 09.**

(51) Int. Cl.7: **H 01 J 61/18**

(40) A közzététel napja: **2001. 03. 28.**

(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlöny és Védjegyértesítőben: **2005. 05. 30.**

(30) Elsőbbségi adatok:

199 37 312.4 **1999. 08. 10.** **DE**

(72) Feltaláló:

dr. Stockwald, Klaus, München (DE)

(73) Jogosult:

**Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische
Glühlampen mbH, München (DE)**

(74) Képviselő:

**Mák András, S. B. G. & K. Budapesti Nemzetközi
Szabadalmi Iroda, Budapest**

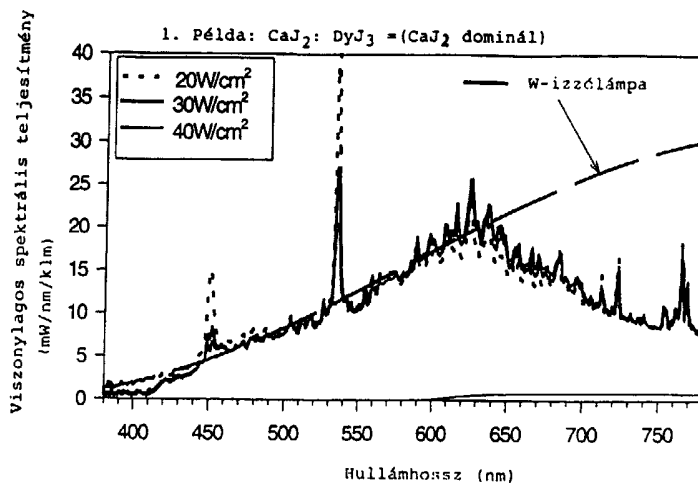
(54)

Higanymentes fém-halogenid lámpa

(57) Kivonat

A találmány tárgya higanymentes fém-halogenid lámpa meleg fehér fényszínű, amelynek a töltete a következő összetevőket tartalmazza: egy nemesgázt, amely puffergázként működik; fém-halogenid (MH) első csoportját, amelyeknek a forrponjtja 1000 °C felett (előnyös módon 1150 °C felett) van; az első csoport fémként egyidejűleg alkalmazva legalább Dy-ot és Ca-ot tartalmaz, és két fém-halogenid Ca-MH:Dy-MH aránya 0,1 és 10 között van, és ezek nehezen illanó összetevők, amelyek telített állapotban vannak; fém-halogenid második csoportját, amelyeknek a forrponjtja

1000 °C alatt (előnyös módon 900 °C alatt) van; a második csoport fémként az In, Zn, Hf, Zr elemek közül legalább egyet tartalmaz, és ezek illékony összetevők, amelyek többnyire telítetlen állapotban vannak; az első csoportbeli fém-halogenid összes töltési mennyisége 5 és 100 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ között van; a második csoportbeli fém-halogenid összes töltési mennyisége 1 és 50 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ között van, színhőmérséklet 2700 és 3500 K között van, és az általános színvisszaadási index legalább $R_a=90$, míg egyidejűleg a vörösszínvisszaadási index legalább $R_9=60$.



2. ábra

A leírás terjedelme 12 oldal (ezen belül 6 lap ábra)

HU 224 078 B1

A találmány tárgya higanymentes fém-halogenid lámpa meleg fehér fényszínrel és magas Ra színvisszaadási indexszel. Ez a lámpa tartalmaz egy kisülőedényt, amelybe az elektródok vákuumzáróan vannak bevezetve, és a kisülőedényben ionizálható töltet van. Elsősorban általános világítási célokra szolgáló, meleg fehér (WDL) fény színű lámpákról van szó, főleg olyanokról, amelyeknek a fénye tompítható.

A DE-A 197 31 168 számú szabadalmi iratból már ismert egy higanymentes fém-halogenid lámpa, amelyben a fém-halogenidek két csoportját alkalmazzák, mégpedig feszültséglejtő fém-halogenideket, amelyek főként a higany szerepét veszik át, valamint fénykeltőket, elsősorban ritkaföldfémek halogenidjeit. Ezzel 3500 K körüli meleg fehér fény színnek elérésére törekcsenek. A vörös visszaadás mindenesetre még nem kielégítő. Ezt Dy vagy Al fém-halogenidek hozzáadásával szabályozzák. Hasonló töltetrendszereket ír le a WO 99/05699 számú szabadalmi irat és az EP-A 833 160 számú szabadalmi irat.

A WO 98/45872 számú szabadalmi iratban leírt higanytartalmú fém-halogenid lámpa töltete lényegében Na- és Tl-tartalmú fém-halogenideket tartalmaz. Ehhez járulnak még Dy és Ca fém-halogenidek. Ez a töltet 3900–4200 K színhőmérsékletű, semleges fehér fény színre vonatkozik.

Meleg fehér és semleges fehér fény színnek megvalósításakor a nátrium alkalmazása hátrányos, mivel kis ionsugara következtében könnyen diffundál.

A találmányunk elé kitűzött feladat a bevezetésben leírt jellegű olyan fém-halogenid lámpa rendelkezésre bocsátása, amely környezetvédelmi okokból nemcsak hogy higanyt nem tartalmaz, hanem teljesen vagy lényegében elkerüli a nátrium alkalmazását, és az ezzel járó, jól ismert nehézségeket is. Ez elsősorban az egy oldalon fejtelt lámpák építésére vonatkozik (a fotoionizáció problémája).

Ezt a feladatot a találmány értelmében úgy oldjuk meg, hogy a bevezetésben leírt jellegű fém-halogenid lámpában a töltet a következő összetevőket tartalmazza:

- egy nemesgázt, amely puffergázként működik,
- fém-halogenidek (MH) első csoportját, amelyeknek a forrponjtja 1000 °C felett (előnyös módon 1150 °C felett) van; az első csoport fémként egyidejűleg alkalmazva legalább Dy-ot és Ca-ot tartalmaz, és két fém-halogenid Ca-MH:Dy-MH mólaránya 0,1 és 10 között, előnyös módon 0,2 és 5 között van; ezek nehezen illanó összetevők, amelyek telítetten állnak rendelkezésre,
- fém-halogenidek második csoportját, amelyeknek a forrponjtja 1000 °C alatt (előnyös módon 900 °C alatt) van; a második csoport fémként az In, Zn, Hf, Zr elemek közül legalább egyet tartalmaz; ezek illékony összetevők, amelyek többnyire telítetlenül állnak rendelkezésre,
- az első csoportbeli fém-halogenidek összes töltési mennyisége 5 és 100 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ között van,
- a második csoportbeli fém-halogenidek összes töltési mennyisége 1 és 50 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ között van,
- a színhőmérséklet 2700 és 3500 K között van,

– a színvisszaadási index legalább $R_a=90$, míg egyidejűleg a vörösszín-visszaadási index legalább $R_9=60$.

A két fém-halogenid Ca-MH:Dy-MH mólaránya előnyös módon 0,3 és 4 között van. A második csoport előnyös módon járulékosan Tl fém-halogenidet tartalmaz legfeljebb 30 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$, előnyös módon 5+25 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ mennyiségben.

Az első csoport továbbá tartalmazhatja a Na egy fém-halogenidjét is az összmennyiséghez viszonyítva legfeljebb 30 mol% részarányban, előnyös módon legfeljebb 5 mol% részarányban.

Az első csoport járulékosan tartalmazza a Cs egy fém-halogenidjét legfeljebb 40 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$, előnyös módon 5+30 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ mennyiségben. Ezenkívül a nemesgáz hideg töltési nyomása előnyös módon 100 és 10 000 mbar között van.

A második csoport tagjait járulékosan fémekeként legfeljebb 30 mol% részarányban lehet hozzáadni. Ezenkívül járulékosan az Al, Ga, Sn, Mg, Mn, Sb, Bi, Sc fémek közül legalább egy elemi fémet vagy ezek legalább egy fém-halogenidjét lehet a második csoporthoz hozzáadni, mégpedig összesen járulékosan legfeljebb 40 mol% részarányban.

Ezenkívül járulékosan a Sr, Ba, Li fémek és/vagy a ritkaföldfémek legalább egy fém-halogenidjét lehet az első csoporthoz hozzáadni, mégpedig összesen járulékosan legfeljebb 30 mol% részarányban.

A kisülőedény előnyös módon kerámia, és a belső hosszirányú és oldalirányú maximális méretének jellegzetes aránya legfeljebb 3,5.

Előnyös módon a kisülőedény belső fala felületének méretezése úgy van megválasztva, hogy a falterhelés 10+60 W/cm².

A Hg-mentes töltet lényegében Na-szegény töltet (előnyös módon az 1000 °C feletti forrponjtú Na-halogenid részaránya a töltetben legfeljebb 5 mol%). A töltet összetétele úgy van megválasztva, hogy az 1000 °C feletti forrponjtú töltőanyagok a töltet összetevőjeként legalább Dy-halogenidet és Ca-halogenidet tartalmaznak, és a töltet legalább egy 1000 °C alatti forrponjtú MH fém-halogenidet tartalmaz, amely az In, Zn, Hf, Zr csoportból van kiválasztva.

Előnyös lehet – elsősorban akkor, ha a Ca-MH/Dy-MH arány kettőnél nagyobb (különösen négyénél nagyobb értékek esetében) – további fém-halogenideket hozzáadni a töltethez, előnyös módon az alább említett lantanoidelemeket legfeljebb 25 mol% részarányban, hogy a vörös színektartományban a Ca₂ jelenléte által előidézett felesleg ki legyen egyenlítve.

Az első csoport összes töltési mennyiségének a kisülőedényben CaX₂+DyX₃=100 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ -nek kell lennie (itt X a J, Br és Cl közül kiválasztott tetszőleges halogenid). Az In, Zn, Hf, Zr fémek MeX_n fém-halogenidjeit tartalmazó második csoport összes töltési mennyiségének összesen MeX_n=1+50 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ -nek kell lennie. Ha ezt az értéket kisebbre választjuk, akkor a feszültség gradiense 50 V/cm alatt lesz, ami a gyakorlatban nem felel meg.

A hozzáadott TI-MH mennyisége előnyös módon $TIX=5+30 \mu\text{mol}/\text{cm}^3$. Az optimális mennyiséget a többi alkotóelemtől függően kell megválasztani úgy, hogy az eltérés a Planck-féle görbétől a lehető legkisebb legyen.

A fényforrás spektrális emissziója a meleg fehér színképtartományban 2700 K és 3500 K között van, és az általános színvisszaadási index előnyös módon $R_a > 90$, míg a telített vörös vörösvisszaadási indexe $R_9 > 60$.

A találmány különösen figyelemre méltó jellemzője, hogy a színvisszaadás állandósága akkor is megmarad, ha a lámpa fényét a lámpa teljesítményének kb. 50%-ára tompítják. Az eddigi töltetek nem voltak alkalmasak fénytompításra. Ennek oka a Dy és Ca közötti kiegyensúlyozott arány, annak lehetőségével együtt, hogy Ca (és esetleg Cs is) dúsul fel a gőzfázisban molekulaképződés (komplexek képződése) révén. Ez a mechanizmus a higanymentes töltetknél különösen hatékony. Ezzel létrejön a látható színképtartományban a spektrális emisszióeloszlásnak a teljesítménytől való függetlensége, ami kifejezett tompíthatóságnak felel meg.

A lámpa töltete az 1000 °C feletti forrpontról töltőanyagokban a töltet alkotóelemeként Cs-halogenidet előnyös módon 10 és 50% közötti mol%-koncentrációban tartalmazhat. A CsX összmenyisége jellegzetesen 5 és 40 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ között van, mivel a CsX javítja az iv stabilitását, és növeli a fényhasznosítást.

A lámpa töltete járulékosan tartalmazhat legalább egy 1000 °C-nál alacsonyabb forrpontról töltőanyagokból az Al, Ga, Sn, Mg, Mn, Sb, Bi, Sc csoportból. Ezeket az anyagokat a feszültség pontos beállítása végett lehet hozzákeverni. Egyes anyagok a spektrális emisszióeloszlás befolyásolására is alkalmasak.

Egy további kiviteli alakban a lámpa töltete járulékosan tartalmazhat legalább egy elemi fémet a Tl, In, Zn, Al, Ga, Sn, Mg, Mn, Sb, Bi, Sc csoportból. A töltési mennyiség 0,5 és 50 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ között van. Ezeket az anyagokat a villamos viselkedés javítása végett lehet hozzákeverni, és például az újragyújtási csúcsok minimalizálására szolgálnak.

A Na-halogenid opcionális részaránya a töltet 1000 °C feletti forrpontról összetevőiben a töltetnek legfeljebb 30 mol%-a lehet. A NaJ ugyan jellegzetesen rontja a fénytompítási viselkedést, illetőleg a színvisszaadás állandóságát, de a fényhasznosítás növelése végett hozzákeverhető.

Egy további előnyös kiviteli alakban a töltet 1000 °C feletti forrpontról része járulékosan tartalmazhatja a lantanoid elemeket és a Sr és Ba és Li csoport legalább egy halogenidjét jellegzetesen legfeljebb 35 mol% molkoncentrációban. Ezeket az anyagokat a látható színképtartományban fennálló spektrális eloszlás optimalizálása végett keverjük hozzá, az emisszió további javítására például a vörös színképtartományban Sr-ot, Ba-ot és Li-ot, a kék és zöld színképtartományban lantanoid elemeket.

Az ionizálható töltet előnyös módon legalább egy nemesgázból (Ar, Kr, Xe) áll, amelynek a hideg töltési nyomása 10–10 000 mbar. Jellegzetesen 500 mbar Ar

feletti hideg töltési nyomással elsősorban az élettartamot lehet meghosszabbítani. 100 mbar alatt a lámpa indítási szakaszában túl nagy elektródterhelés következik be, ami rossz fénycsökkenési viselkedéshez vezet.

5 Találmányunkat annak példaképpen kiviteli alakjai kapcsán ismertetjük ábráink segítségével, amelyek közül az

1. ábra kerámia kisülődényes fém-halogenid lámpa, a

10 2. ábra egy fém-halogenid lámpa színeképe, a

3. ábra R_a , R_9 és a színhőmérséklet a fénytompítási fok függvényében az első kiviteli alaknál, a

4. ábra a színkoordináták a fénytompítási fok függvényében az első kiviteli alaknál, az

15 5. ábra fém-halogenid lámpa második kiviteli alakjának színeképe, a

6. ábra R_a , R_9 és a színhőmérséklet a fénytompítási fok függvényében a második kiviteli alaknál, a

20 7. ábra a színkoordináták a fénytompítási fok függvényében a második kiviteli alaknál, a

8. ábra fém-halogenid lámpa harmadik kiviteli alakjának színeképe, a

25 9. ábra R_a , R_9 és a színhőmérséklet a fénytompítási fok függvényében a harmadik kiviteli alaknál, a

10. ábra a színkoordináták a fénytompítási fok függvényében a harmadik kiviteli alaknál.

30 Az 1. ábrán vázlatosan ábrázoltunk egy 70 W teljesítményű fém-halogenid lámpát. Ez a fém-halogenid lámpa egy lámpatengelyt meghatározó, kvarcüvegből álló, henger alakú 1 külső burából áll, amely két oldalon van lapítva (2 lapítás) és fejelve (3 fejrész). Az alumínium-oxid-kerámiából álló, tengelyirányban elhelyezett 4 kisülődény ellipszoidot képez, a kisülődény az 5 közepén kihasasodik, és két henger alakú 6a és 6b edényvége van. A kisülődény lehet azonban henger alakú is, és dugóként hosszú hajszálcöveket tartalmazhat. 40 A kisülődényt az 1 külső burában két 7 áram-hozzávezetés tartja, amelyeket 8 fóliák kötnek össze a 3 fejrészekkel. A 7 áram-hozzávezetések össze vannak hegesztve 9, 10 átvezetéssel, amelyek a kisülődény végén lévő egy-egy 11 záródugóba vannak beillesztve.

45 A 9, 10 átvezetést például molibdén-szegek képezik. Mindkét 9, 10 átvezetés a 11 záródugón mindkét oldalon túlnyúlik, és a kisülés oldalán egy-egy 14 elektródot tart. A 14 elektródok volfrám 15 elektródszárból és a kisülés oldalán felhúzott 16 spirálból állnak. A 9, 10 átvezetést a megfelelő 15 elektródszárral, valamint 50 külső 7 áram-hozzávezetéssel tompahegesztett kötés köti össze.

A 11 záródugók lényegében önmagában ismert fém-kerámiából állnak, amelynek a kerámia összetevője 55 Al_2O_3 , és a fém összetevője volfrám vagy molibdén is.

A második, 6b edényvégen ezenkívül a 11 záródugóban van egy tengelypárhuzamos 12 furat, amely önmagában ismert módon a kisülődény evakuálására és töltésére szolgál. Ezt a 12 furatot töltés után a 13 szeg 60 zárja le. Elvileg azonban választható a kerámia kisülő-

edény minden más konstrukciója és a lezárás más technikája.

A kisülődény töltete inert gyújtógázból, illetőleg puffergázból, itt 250 mbar hideg töltési nyomású argonból és különféle fém-halogenid-adalékokból áll.

Három találmány szerinti töltetet az 1. táblázatban adunk meg. Az utolsó két oszlopban szerepelnek a fém-halogenidek forrpointjai. Az elliptikus alakú kisülődény belső térfogata mindegyik esetben $0,32 \text{ cm}^3$, és a belső felszíne $2,35 \text{ cm}^2$, 9 mm ívhossz esetén.

1. táblázat

1. csoportbeli fém-halogenidek	Az 1. csoport részaránya (mol%)	Abszolút részarány (μmol)	2. csoportbeli fém-halogenidek	A 2. csoport részaránya (mol%)	Abszolút részarány (μmol)	Vegyület	Forrpoint ($^{\circ}\text{C}$)
1. kiviteli alak						a második csoportból	
InBr	18	1,4	CsJ	25,0	3,1	InBr	677
InBr ₃	27	2,1	DyJ ₃	15,0	1,9	InJ	726
HfBr ₄	16	1,2	CaJ ₂	60,0	7,4	InBr ₃	500
TIJ	39	3,0				HfBr ₄	322
						TIJ	823
2. kiviteli alak						az első csoportból	
InJ	64	4,1	NaJ	21,7	3,4	CsJ	1280
HfBr ₄	22	1,4	TmJ ₃	5,3	0,8	TmJ ₃	1260
TIJ	14	0,9	DyJ ₃	28,8	4,5	DyJ ₃	1320
			HoJ ₃	5,3	0,8	HoJ ₃	1300
			CaJ ₂	38,9	6,1	CaJ ₂	1230
						NaJ	1304
3. kiviteli alak							
InBr	51,5	3,8	CsJ	25,0	3,1		
HfBr ₄	20,1	1,5	DyJ ₃	45,0	5,7		
TIJ	28,3	2,1	CaJ ₂	30,0	3,8		

Az égési feszültség az első kiviteli alakban kb. 40 V. A Ca-MH:Dy-MH molarány itt 60:15=4. Ezzel meg tudunk valósítani egy 70 W-os meleg fehér (WDL) fény színű lámpát, amelynek az emissziós színképét a CaJ₂-sávok dominálják (lásd a 2. ábrát). Ezek a vörös színképtartományban 626 és 642 nm között 45 vannak.

A fényhasznosítás 50 lm/W, ahogyan ez a 3. ábrán látható. Az Ra színvisszaadási index és az R9 érték szorosan 100 alatt van. Ezek a nagyon jó értékek lefelé a teljes teljesítmény 50%-áig függetlenek a fénytompítástól, ahogyan ez a 2. és 3. ábrán látható, ahol fénytompítási paraméterként a falterhelés 20, 30 és 40 W/cm² között változik, ami rendre 50%, 75% és 100% fénytompítási foknak felel meg. Ezért ez a lámpa kiválóan alkalmas izzólámpák helyettesítésére. A T_n 55 színhőmérséklet a fénytompítással 3400 és 2950 K között fokozatmentesen szabályozható. Az x és y színkoordináta változása fénytompításkor majdnem pontosan követi a Planck-féle görbét (lásd a 4. ábrát). Itt a hozzáadott TIJ helyes mennyisége fontos szerepet ját- 60

szik. Ez a tényállás rendkívül előnyös az eddigi töltetekhez képest.

A második kiviteli alakban, amelynek a színképe az 5. ábrán látható, az égési feszültség 80 V volt. A Ca-MH:Dy-MH molarány 29:39=0,74. Az R9 index a 6. ábra szerint a fénytompítástól függően 60 és 85 között volt. Az Ra mindig jóval 90 felett volt, a színhőmérséklet 50 és 100% közötti fénytompításkor állandóan kb. 3100 K volt. Az R9 érték alacsony, 50%-hoz közeli (20 W/cm² falterhelésnek megfelelő) fénytompításkor kb. 50, de a lehetséges teljesítmény 100%-áig terjedő (falterhelés jellegzetesen 32 W/cm²) fénytompításkor meglehetősen magas, 75–80. Az x és y színkoordináta a 7. ábrán látható.

Egy harmadik kiviteli alakban, amelynek a színképe a 8. ábrán látható, az égési feszültség 73 V volt. A Ca-MH:Dy-MH molarány 30:45=0,67 volt. Feszültségillesztés végett InJ és HfBr₄ keverékét alkalmaztuk. Fénytompításkor (9. ábra) nagyon stabilan viselkedett: mindegyik színindex (Ra és R9) közel állandó volt, és majdnem egyáltalán nem függött a fénytompítás foká-

tól. Az R9 vörös érték jóval 70 felett van, Ra kb. 90. Az x és y szinkordináta (10. ábra) fénytompításkor kb. 3000 K állandó színhőmérsékleten volt.

Az ellipszoid alakú kisülődényben valamennyi kiviteli alakban a belső hosszának az oldalméretéhez viszonyított aránya kb. 1,7 volt. A belső tengelyirányú hossz 12 mm (az 1. ábrán vonalkázva ábrázolt, beírt ellipszis teljes hosszaként értelmezve). A kör alakban kidomborodó kisülődény maximális belső átmérője a lámpa tengelyére keresztben 7 mm volt.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Higanymentes fém-halogenid lámpa meleg fehér fényszínnel és magas Ra színvisszaadási mutatóval, amely lámpa tartalmaz egy kisülődényt, amelybe az elektródok vákuumzáróan vannak bevezetve, és a kisülődényben ionizálható töltet van, *azzal jellemezve*, hogy a töltet a következő összetevőket tartalmazza:

- egy nemesgázt, amely puffergázként működik,
- fém-halogenidek (MH) első csoportját, amelyeknek a forrpontja 1000 °C felett van; az első csoport fémként egyidejűleg alkalmazva legalább Dy-ot és Ca-ot tartalmaz, és két fém-halogenid Ca-MH:Dy-MH aránya 0,1 és 10 között van,
- fém-halogenidek második csoportját, amelyeknek a forrpontja 1000 °C alatt van; a második csoport fémként az In, Zn, Hf, Zr elemek közül legalább egyet tartalmaz,
- az első csoportbeli fém-halogenidek összes töltési mennyisége 5 és 100 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ között van,
- a második csoportbeli fém-halogenidek összes töltési mennyisége 1 és 50 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ között van,
- a színhőmérséklet 2700 és 3500 K között van,
- a színvisszaadási index legalább Ra=90, míg egyidejűleg a vörösszín-visszaadási index legalább R9=60.

2. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy a két fém-halogenid Ca-MH:Dy-MH mólaránya előnyös módon 0,2 és 5 között van.

3. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy a második csoport járulékosan TI fém-halogenidet tartalmaz legfeljebb 30 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$, előnyös módon 5–25 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ mennyiségben.

4. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy az első csoport tartalmazza a Na egy fém-halogenidjét is az összmennyiséghez viszonyítva legfeljebb 30 mol% részarányban, előnyös módon legfeljebb 5 mol% részarányban.

5. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy az első csoport járulékosan tartalmazza a Cs egy fém-halogenidjét legfeljebb 40 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$, előnyös módon 5 $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ mennyiségben.

6. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy a nemesgáz hideg töltési nyomása 100 és 10 000 mbar között van.

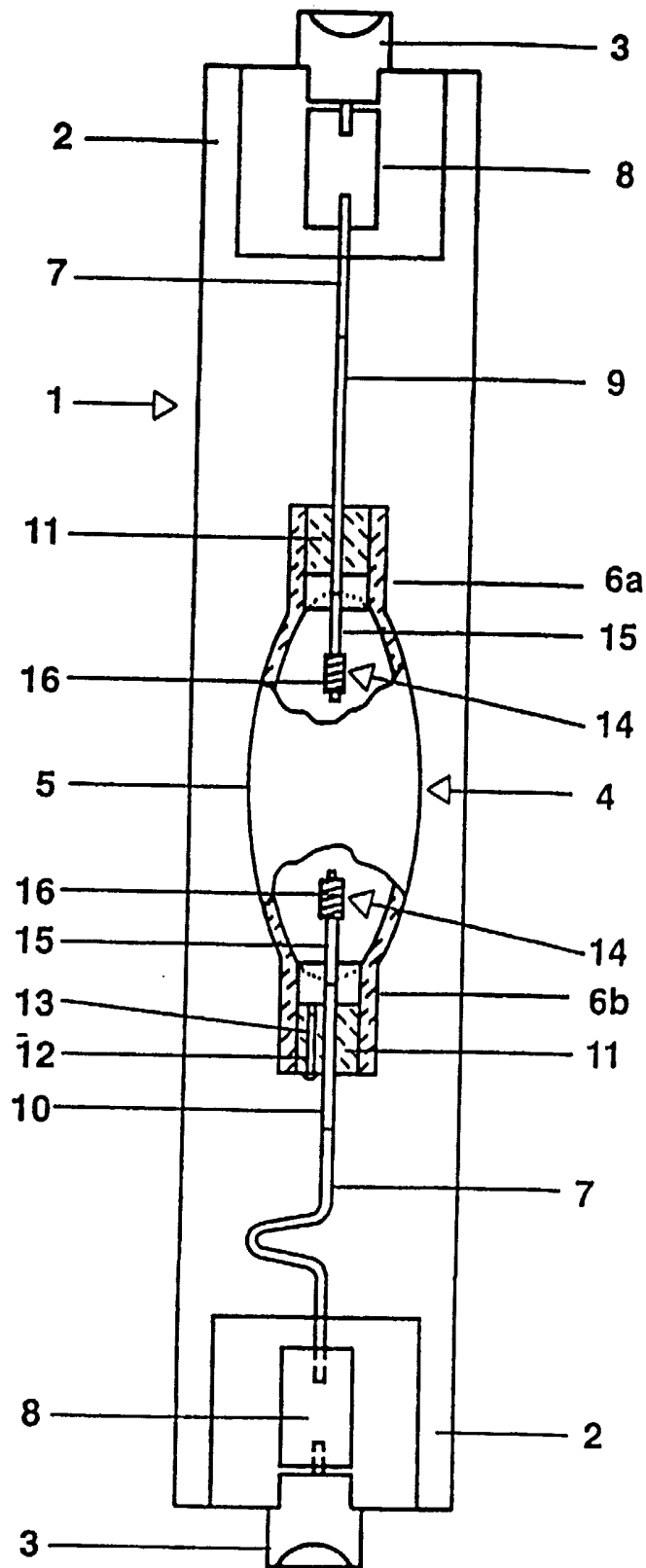
7. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy a második csoport tagjai járulékosan fémekeként legfeljebb 30 mol% részarányban vannak hozzáadva.

8. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy járulékosan az Al, Ga, Sn, Mg, Mn, Sb, Bi, Sc fémek legalább egy fém-halogenidje van a második csoporthoz hozzáadva, mégpedig összesen járulékosan legfeljebb 40 mol% részarányban.

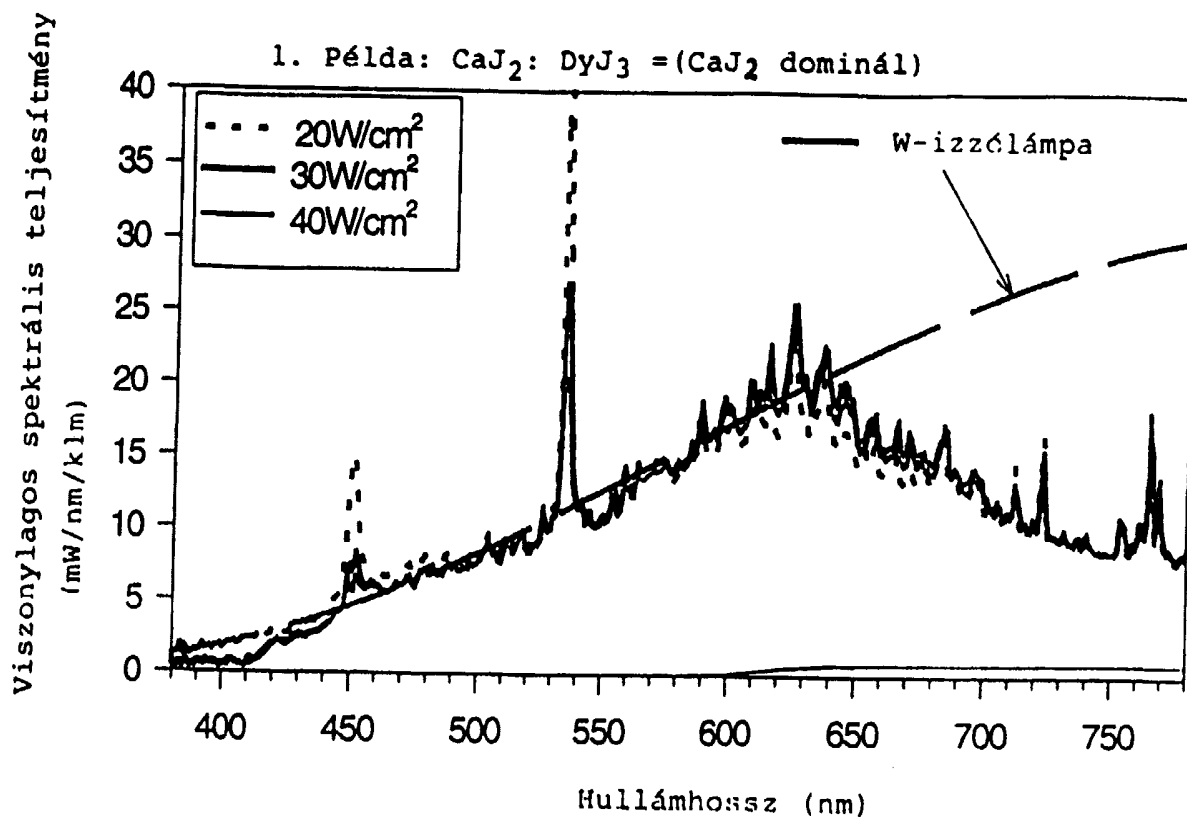
9. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy járulékosan a Sr, Ba, Li fémek és/vagy a ritkaföldfémek legalább egy fém-halogenidje van az első csoporthoz hozzáadva, mégpedig összesen járulékosan legfeljebb 30 mol% részarányban.

10. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy a kerámia kisülődényben a belső hosszirányú és oldalirányú maximális méret jellegzetes aránya legfeljebb 3,5.

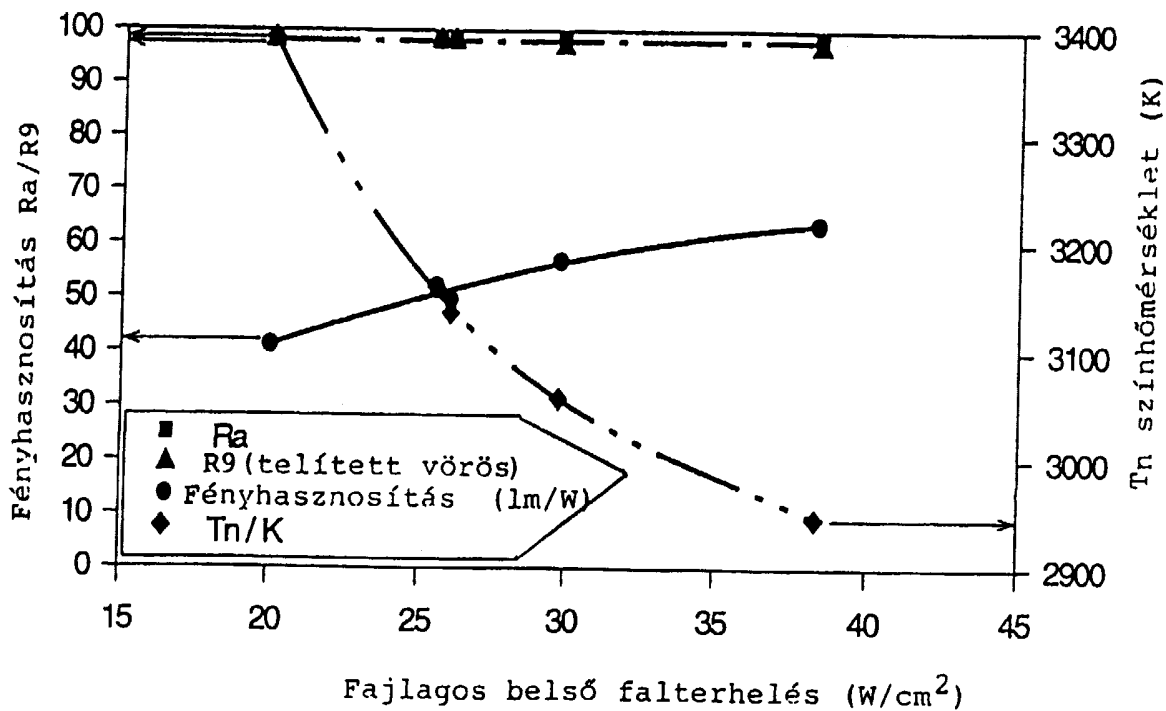
11. Az 1. igénypont szerinti higanymentes fém-halogenid lámpa, *azzal jellemezve*, hogy a kisülődény belső falának felülete úgy van méretezve, hogy a falterhelés 10–60 W/cm².



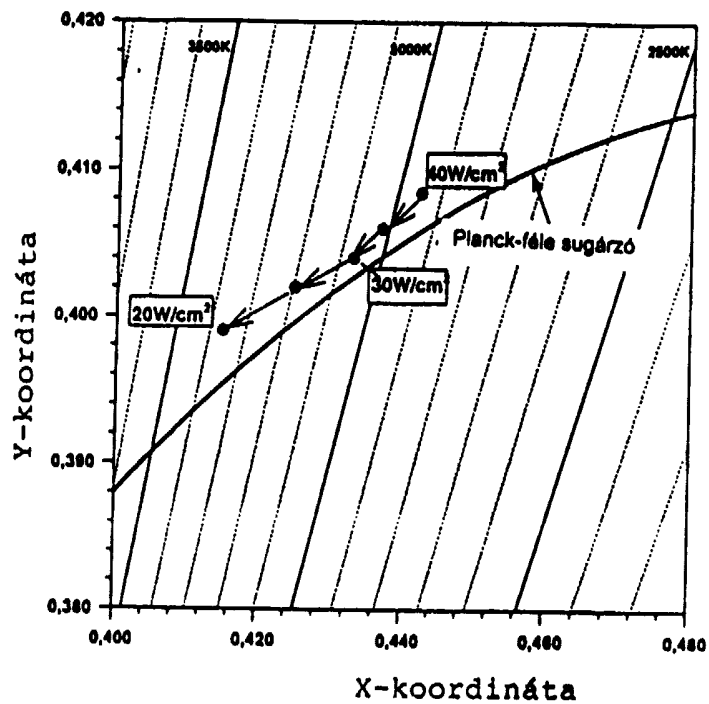
1. ábra



2. ábra



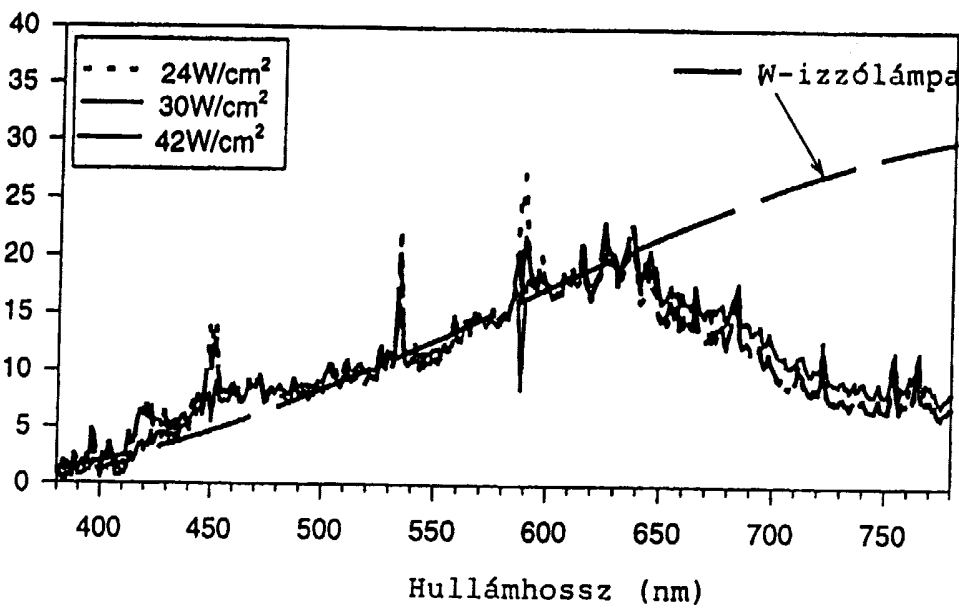
3. ábra



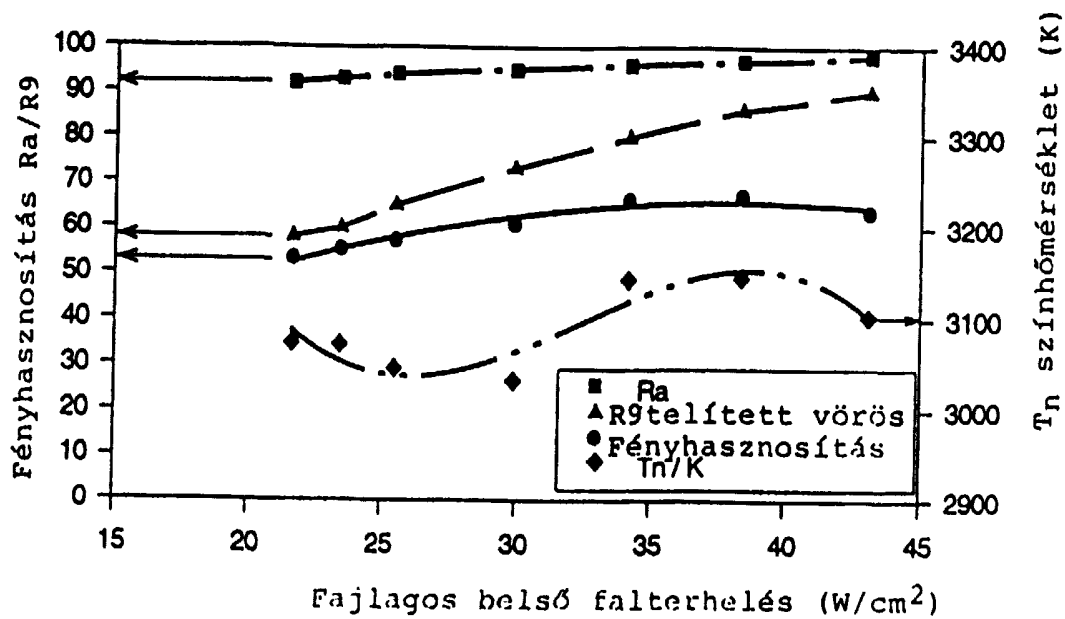
4. ábra

2. Példa $\text{CaJ}_2:\text{DyJ}_3 = 1,35$ (+22 mól% NaJ)

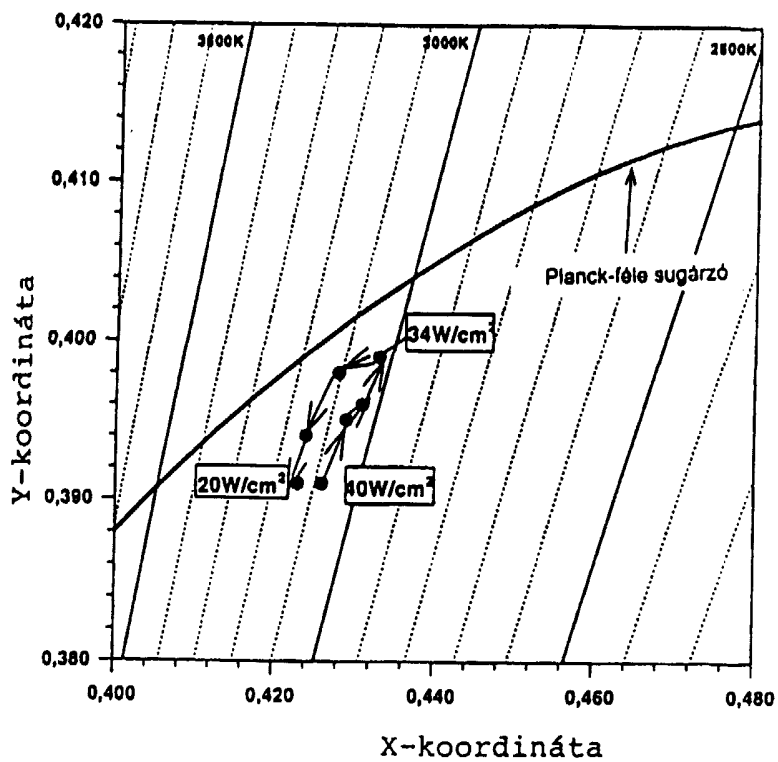
Viszonylagos spektrális teljesítmény
 (mW/nm/klm)



5. ábra



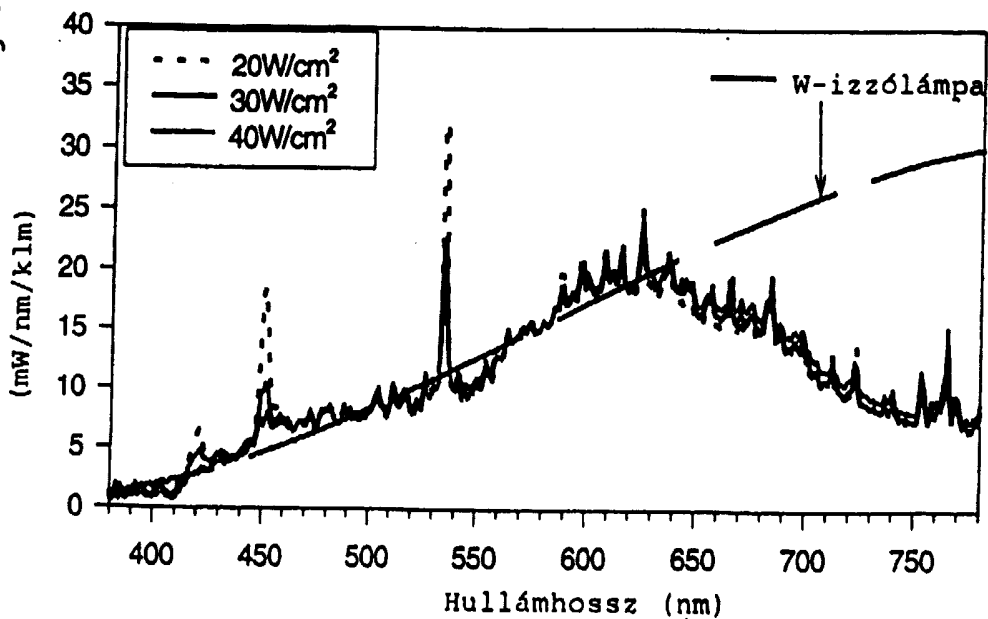
6. ábra



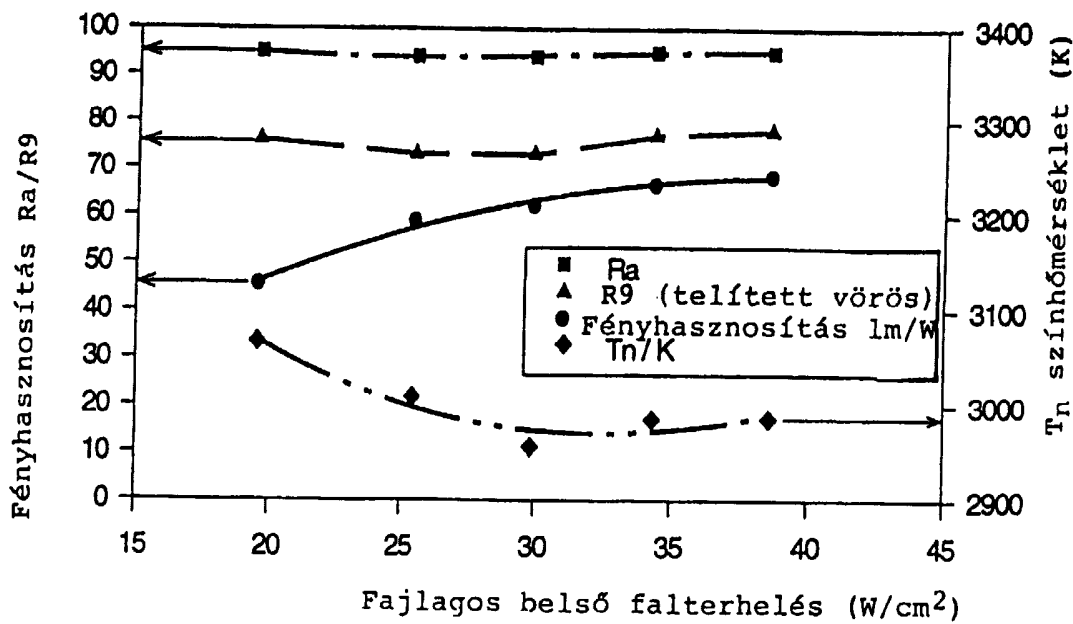
7. ábra

Viszonylagos spektrális teljesítmény
 (mW/nm/klm)

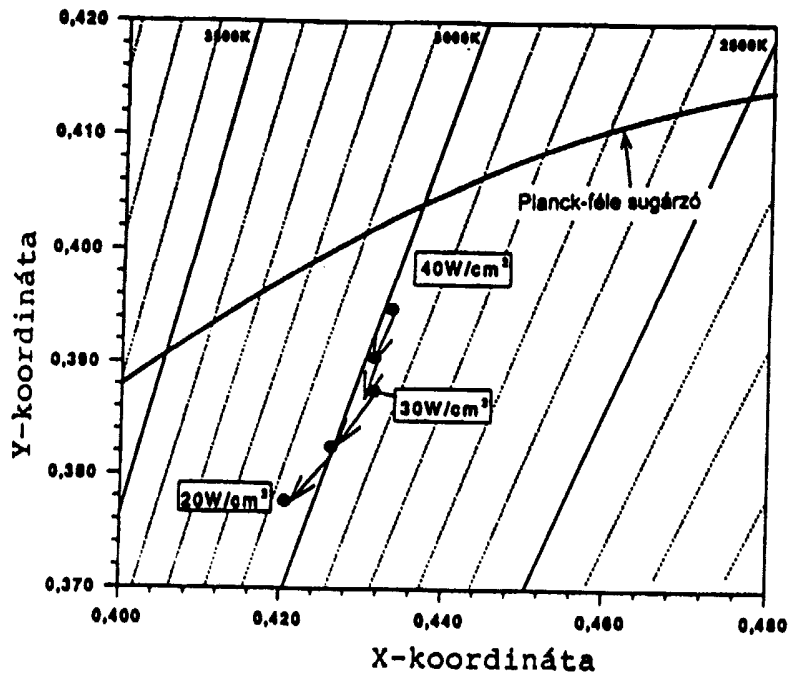
3. Példa: $\text{CaJ}_2:\text{DyJ}_3 = 0,66$ (DyJ_3 dominál)



8. ábra



9. ábra



10. ábra