

MAGYAR  
NÉPKÖZTARSASÁG



ORSZAGOS  
TALÁLMÁNYI  
HIVATAL

# SZABADALMI LEÍRÁS

SZOLGÁLATI TALÁLMÁNY

# 181782

Bejelentés napja: 1981. I. 09. (47/81)

Közzététel napja: 1982. XII. 28.

Megjelent: 1985. VI. 28.

Nemzetközi osztályozás:

NSZO<sub>3</sub>:

H 01 J 61/36



Feltalálók:

Csapody Miklós okleveles villamosmérnök, Oldal Endre okleveles vegyész, Budapest

Szabadalmas:

Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt., Budapest

## Kisülőedény nagynyomású nátriumgőzlámpákhoz

1

A találmány tárgya kisülőedény nagynyomású nátriumgőzlámpákhoz, átlátszó vagy áttetsző alumíniumoxid szerkezeti anyagú lényegében cső alakú fallal, ennek végeihez hermetikus kötéssel csatlakozó záróelemekkel, az edény belső terében a csővégek közelében elrendezett, hermetikus átvezetésű huzalszerű legalább egy-egy árambevezetőhöz csatlakoztatott, csővégenként legalább egy elektróddal és meghatározott összetételű töltőanyaggal, amely fémadalékként nátriumot, higanyt és/vagy kadmiumot, továbbá szobahőmérsékleten néhányszor  $10^3$  Pa nagyságrendű nyomású nemesgázt tartalmaz. A kisülőedény ún. szívócső-nélküli rendszerű, azaz a kisülőedény előállításának utolsó műveleti lépése az egyik végén már lezárt, a töltőanyagban levő fémadalékokot tartalmazó kisülőedénynek a nyitott végre illesztett másik záróelemmel megolvasztott üveg-  
20 zománc segítségével a végleges nemesgáztöltettel azonos atmoszférában történő összeforrasztásából áll. A kisülőedényt általában vákuumot vagy semleges gázt tartalmazó, üvegből készült külső burába szerelik, amelyet az elektromos szerelvényekhez való csatlakoztatás céljából megfelelő szabványos, csereszabatos fejfel ellátva készítenek a legkülönbözőbb világitási célokra használható igen jó hatásfokú nagynyomású nátriumgőzlámpákat.

A lámpa üzembe helyezésekor az elektródok közé kapcsolt megfelelő feszültség következtében a nemesgázban átütés keletkezik; és a tápfeszültség és

2

a lámpához kapcsolt előtét-áramkör (a legegyszerűbb esetben soros fojtótekercs) a kisülőcsőben önfenntartó ívkisülést alakít ki. Ennek hatására a kisülőedényben levő fémadalékok (tehát a nátrium, valamint a higany és/vagy kadmium) gőznyomása és ezzel együtt a kisülés égésfeszültsége is megnő. Ez a folyamat addig tart, míg be nem áll egy stacionárius állapot. Ebben az állapotban a fémadalékok már folyékonyak és gőznyomásukat, mely összesen  $10^5$  Pa nagyságrendű, az határozza meg, hogy milyen a kisülőedényben a fémadalékok olvadáknak összetétele és mekkora ezen adalék felszínének legalacsonyabb hőmérséklete. Adott kisülőedény-geometria, környezeti hőmérséklet, előtét-áramkör és tápfeszültség esetében a kisülés elektromos és fénytani paramétereit elsősorban a fémadalékok parciális nyomásai határozzák meg.

A nagynyomású nátriumgőzlámpák kisülőedényei szerkezetük és az ezzel szorosan összefüggő előállítási technológiájuk szerint sokféleképpen osztályozhatók. Találmányunk szempontjából fontos az az osztályozás, amely az adalékok (fémek és nemesgáz) bevitelére és a végső lezárás megvalósítási módja szerint különböztet meg két rendszert.

Az egyik (történelmileg előbb kialakult) rendszerben először egy olyan közbülső terméket hoznak létre, amelynél a kisülőcső belső tere és a külvilág csak egy vékonyfalú, fémből (az alumínium-oxidhez közel eső hőtágulási együtthatója miatt rendszerint nióbiumból vagy nióbiium-ötveztből) készült

csövön keresztül közlekedik egymással. Ezt az ún. szívócsövet használják fel azután arra, hogy azon keresztül a kisülőedényt evakuálják, majd az adalékokat bejuttassák, végül pedig a szívócső kinyúló részén (általában ellapításos hideghegesztéssel) hermetikus elzárást alakítva ki, létrehozzák a kész kisülőcsövet. A szívócső megmaradt csonkja egyúttal az egyik elektród elektromos bevezetőjeként is szolgál.

Az ilyen szívócsöves rendszerek szerkezetéből következik, hogy üzem közben a kisülőedényen belül a legalacsonyabb hőmérsékletű rész — az ún. hidegpont — a szívócsőnek a kinyúló, lezárt vége, így üzem közben a fém-adalékok itt, a szívócső csonkjában helyezkedik el; ha nem itt lennének, akkor a fizikai kémia törvényei szerint ide desztillálnának át.

Ilyen konstrukciókat ír le pl. a 3 243 635 lajstromszámú amerikai és az 1 065 023 lajstromszámú angol szabadalmi leírás. Ez a rendszer természetesen megkívánja az említett feladatokat az előállítási folyamatba beiktatott egy vagy több külön lépésben megvalósító, általában meglehetősen bonyolult és drága célgép(ek) alkalmazását.

Éppen ezért alakult ki az adalékok bevitelének és a kisülőedény végső lezárásának másik rendszere, az ún. szívócsőnélküli rendszer. Ebben azt a körülményt használják ki, hogy a kisülőedény alumínium-oxid alkatrészeinek egymáshoz és/vagy az elektromos bevezetők fémből készült anyagához való hermetikus kötése magas olvadáspontú üveg-zománcok alkalmazásával történik (miként a szívócsöves rendszerek többségében is). Oly módon járnak el, hogy az egyik végén elektromos bevezetővel ellátott és hermetikusan lezárt kisülőedényt a lezárt végével lefelé fordítva, behelyezik a fém-adalékokat, majd felül be- vagy ráhelyeznek egy olyan szerelvényt, amely tartalmazza a másik vég lezárásához és az elektromos bevezetéshez szükséges elemeket, az elektromos bevezetőhöz csatlakozó elektródot, továbbá annyi és úgy elhelyezett üveg-zománcot, hogy az, ha megolvad, befolyhasson a még nyitott résekbe. Ezután alkalmas kamrában az egész összeállítást (esetleg többet egyszerre) a felső végén melegíteni kezdik, miközben az alsó, már lezárt véget (ahol a gravitáció következtében a fém-adalékok is találhatóak) olyan alacsony hőmérsékleten tartják, amelyen a fém-adalékok gőznyomása még jelentéktelen, a kamrában pedig előbb vákuumot, azután a kisülőedénybe bevinni szándékolt nemesgázból álló atmoszférát hoznak létre. Miután a kisülőcső felső vége még nincs hermetikusan lezárva, abban ugyanaz lesz a gáz nyomása és összetétele, mint a kamrában. A hőmérséklet további emelésével megolvastják az üveg-zománcot, amely befut a résekbe és a hőmérséklet ezután létrehozott csökkentésekor megdermedve, hermetikus lezárást hoz létre a kisülőedény felső végén is. A bezárt gáz mennyisége a kamrában létrehozott nyomás útján tartható kézben.

A szívócsőnélküli rendszernek számos változata ismeretes, amelyek főképpen az elektromos bevezető kialakításában különböznek egymástól. Ez lehet pl. belső végén zárt nióbium-cső, 1 639 086 lajstromszámú NSZK szabadalmi leírás, kerámia-dugó felületére felvitt fémréteg, 159 714 lajstromszámú magyar szabadalmi leírás, több, elektromosan párhuzamosan

kapcsolt nióbiummal 178 836 lajstromszámú magyar szabadalom, vagy egyetlen, a kisülőcsővel koaxiálisan elhelyezkedő nióbium-huzal (178 880 lajstromszámú magyar szabadalom). Ismeretesek olyan rendszerek is, amelyek az elektromos bevezetést úgy oldják meg, hogy a záróelemet, vagy annak egy részét, elektromosan vezető, de az alumínium-oxidéhoz közeli hőtágulási együtthatójú ún. cermet-anyagból hozzák létre (pl. 1 571 084 lajstromszámú angol szabadalmi leírás).

Az eddig ismert szívócső-nélküli rendszerek közös szerkezeti sajátossága, hogy azokban az előzőleg már definiált hidegpont és ennek megfelelően üzem közben a fém-adalékok olvadáka is a kisülőedény falán helyezkedik el, általában olyan helyen, amelyet a lezáráskor alkalmazott üveg-zománc fed be.

A tapasztalat szerint a szívócső-nélküli rendszerek egyszerű, megbízható, és gazdaságos gyártást tesznek lehetővé, ezért széles körben elterjedtek. Ha azonban a felhasznált anyagok, előkészítési és gyártási eljárások nincsenek a legszigorúbb ellenőrzés alatt, olykor alkalmasszerűen előfordul, hogy ezekkel készült lámpák elektromos és fénytani paramétereinek kezdeti szórása, stabilitása és az átlagos élettartamnál jóval rövidebb idő alatt meghibásodó lámpák aránya nemkívánatos módon megemelkedik.

Találmányunk kiindulási pontja az a feltételezés volt, hogy ezek a nemkívánatos jelenségek a szívócső-nélküli rendszerek előbb említett szerkezeti sajátosságával, tehát a hidegpont és az olvadék elhelyezkedésével függenek össze, amiben többféle mechanizmus is szerepet játszhat.

Az egyik mechanizmus abból adódik, hogy az üveg-zománc és a fém-olvadékok közvetlenül érintkeznek egymással. Ismeretes, hogy az ilyen célokra alkalmazott üveg-zománcok erősen higroszkópos és bázikus jellegűek és ennek következtében nagyon érzékenyek nedvességre, szén-dioxidra, vagy a környezetből az előállítás során fölvehető bármilyen más szennyezésre. Ugy látszik, hogy az üveg-zománc nátriummal szembeni ellenállóképességét a legkisebb mértékű szennyeződés is erősen lecsökkenti és ez a csökkenés az olvadékokban jelenlevő nátriummal szemben sokkal fokozottabb mértékű, mint a gőzállapotúval szemben. Az üveg-zománc és a nátrium közötti kémiai reakció következtében megváltozik az olvadék összetétele és megváltoznak a zománc tulajdonságai: fényáteresztőképessége, szilárdsága, hőtágulása stb. Mindezek a tényezők természetesen alapvetően kihatnak a kisülőedények és ezáltal a lámpák tulajdonságaira.

A másik mechanizmus szintén az eddig ismert szívócső-nélküli rendszerek közös szerkezeti sajátosságának következményéből adódik, nevezetesen abból, hogy — a szívócsöves rendszerekhez képest — a hidegpont és a közelében levő elektród között viszonylag gyenge a hőkontaktus, csekély a hővezetés. A szívócsöves rendszerekben a hidegpont hőmérsékletét — adott geometriai felépítés és külső hőleadási viszonyok mellett — elsősorban az elektród hőmérséklete határozza meg, ez viszont döntően az ív-talppont hőmérsékletétől és kiterjedésétől függ. Az ív-talppont egy ívkisülésben tudvalevőleg úgy alakul ki, hogy a váltóáramú táplálásban abban a félperiódusában, amelyben az elektród katódként

szerepel, szolgáltatni tudja az adott előtét-áramkör és tápfeszültség, valamint a kisülés jelleggörbéje által meghatározott áramot. Tegyük fel most, hogy valamilyen oknál fogva megváltozik, pl. megnő az elektród kilépési munkája, ami azt jelenti, hogy a szükséges elektronemisszió eléréséhez magasabb ív-talpponti hőmérséklet és/vagy nagyobb kiterjedésű ív-talppont szükséges; erről az ív a katódot érő ionbombázás megnövelésével automatikusan gondoskodik. Szívócsöves rendszernél ez szükségszerűen maga után vonja a hidegpont hőmérsékletének és ezáltal a fémadalékok gőznyomásának emelkedését. A gőznyomás emelkedése viszont megnöveli a kisülőedény égésfeszültségét (az ívkisülés jelleggörbéje eltolódik), a tápfeszültségből, mely állandó, több esik a kisülőedényre, kevesebb az előtét-áramkörre és emiatt, bár a felvett teljesítmény növekszik, csökkenni fog a kisülés áram-szükséglete, amihez már alacsonyabb ív-talpponti hőmérséklet és/vagy kisebb kiterjedésű ív-talppont is elegendő. Láthatjuk, hogy bizonyos értelemben önmagát gyengítő hatású, negatív visszacsatolós jellegű folyamatról van szó.

Ez a visszacsatolás a jelenlegi szívócső-nélküli rendszerekben is működik, csak – az elektród és a hidegpont közötti hőkontaktus már említett gyöngesége következtében – kisebb mértékben. Fokozottan lép viszont előtérbe egy másik visszacsatolás, ti. a hidegpont hőmérsékletének a kisülés plazma-hőmérsékletétől való függése, mivel a hidegpont ezekben a rendszerekben „látja” a kisülést, az utóbbiból kisugárzott energia közvetlenül melegíti a fémadalékok olvadátként felszínét. Ha most megint feltételezzük, hogy megnő a kisülőedény égésfeszültsége, ezáltal megnő a plazma felvett és ennek megfelelően a kisugárzott teljesítménye is, ami – a plazma és a fém-adalékok olvadátként felszíne közötti sugárzásos hőátadás következtében – megemeli a gőznyomást, amitől viszont tovább nő az égésfeszültség. Láthatjuk, hogy ez a folyamat egy lényegében pozitív jellegű visszacsatolás.

A kétféle – negatív és pozitív – visszacsatolás relatív súlya attól függ, hogy a fém-adalékok olvadátként hőmérsékletét illetően egymáshoz képest mennyire meghatározó szerepű az elektród illetve a plazma hőmérséklete. Különösképpen érvényesülhet a pozitív visszacsatolási folyamat a nióbium-huzal árambevezetővel készült szívócső-nélküli rendszerekben, lévén itt az elektród és a hidegpont közötti hőkontaktus különösen csekély. Nyilvánvaló, hogy a pozitív visszacsatolás következtében fokozottabban kifejezésre jut, úgyszólván felerősödik bármiféle instabilitás a kisülőedényben.

A találmányunk tárgyát képező nagynyomású nátriumgőzlámpa-kisülőedények egy harmadik meghibásodási mechanizmusa abból adódik, hogy az ismert konstrukciók jelentős részében megvan a lehetősége annak, hogy a kisülőedényben levő adalékok kondenzált fázisa úgy helyezkedik el, hogy közvetlen elektromos összeköttetésben van valamelyik árambevezetővel. Ez a lehetőség üzemi állapotban is fennáll, de különösképpen, amikor a lámpa fém adalékanyagainak legnagyobb része kondenzált (ebben az esetben szilárd) állapotban van.

Ez a jelenség azért káros, mert a nátrium és ötvözetei meglehetősen alacsony elektron-kilépési munkájú anyagok lévén, ha ezek az anyagok kondenzált állapotban fémes összeköttetésben kerülnek valamelyik árambevezetővel, könnyen létrejöhetnek olyan körülmények, amelyek között az ívkisülés talppontja nem az erre a célra szolgáló elektródon, hanem a kondenzált adalék-fázis felületén ül meg. Ez azután különböző kedvezőtlen következményekkel jár, mint a nagymértékű lokális felmelegedés, a nátrium fogyását okozó kémiai reakciók felgyorsulása, az elektromos és fénytani paraméterek megváltozása és végső fokon a kisülőedény idő előtti tönkremenetele.

Meg kell jegyeznünk, hogy a szakirodalomban találkoztunk olyan szerkezeti megoldásokkal, amelyek az előbbieken ismertetett meghibásodási mechanizmusok egyikének vagy másikának a csökkentését célozza. Így a 1 465 212 lajstromszámú angol szabadalmi leírás felismeri az üvegrománc és a kondenzált fázisú adalékanyag közötti kémiai reakció káros voltát és ezért az árambevezető és a kisülőedény fala között egy körgyűrű alakú bemélyedés kiképzését ajánlja a kisülőedény végét lezáró dugóban, amely hivatva volna tartalmazni a nem gőz-állapotú adalékokot. Ez az elrendezés – bár ezt a szóban forgó találmányi leírás nem említi – még azzal az előnnyel is járna, hogy kondenzált adalék és az árambevezető között csökken az elektromos összeköttetés létrejöttének lehetősége. Ez az elrendezés azonban semmit nem tesz az előzőekben ismertetett „pozitív visszacsatolás” megakadályozására, az olvadék változatlanul „látja” az ívkisülést. Az elrendezés egy további hibája, hogy reális méretű kisülőedényekben, tekintettel az olvadt fémek nagy felületi feszültségére, igen nehéz elérni, hogy a szükségszerűen kis szélességű bemélyedésben helyezkedjék el a kisülőedény kívánt működéséhez szükséges mennyiségű adalék. Ez utóbbi hibán bizonyos mértékig segít az elrendezésnek a szóban forgó találmányi leírásban említett olyan módosítása, amelyben a körgyűrű alakú bemélyedés egészen a kerámia-csőig kéri; ilyenkor azonban a dugó és a cső közötti kötés érintkezik az adalék-ötvözet olvadátkával és ezért ott a kötetést nem lehet üvegrománccal létrehozni. A szóban forgó leírás ún. aktív fémes forrasztást ajánl, de ennek elvégzése bonyolult, költséges, és a tapasztalat szerint az így kapott kötés megbízhatósága gyakran nem kielégítő.

A bevezetőben ismertetett meghibásodási mechanizmusok közül egy másiknak, az ív-talppont az árambevezető közelében való kialakulásának a kiküszöbölését célozza az 1 414 442. lajstromszámú angol szabadalom. Ez ugyancsak a kerámia dugóban kialakított hideg-kamrát ír le, amelyet azonban most egy kerámiából kialakított árnyékoló választ el az elektród egy részétől. Ez a megoldás, bár csökkenti az ív-talppontnak az olvadékon való kialakulási lehetőségét és bizonyos mértékig – bár a leírás ezt nem említi – a plazma sugárzó tere és az olvadék közötti termikus csatolást is, viszont nem küszöböli ki az árambevezető beforrasztásához alkalmazott üvegrománc és az adalék olvadéka közötti érintkezést. Ennek az érintkezésnek káros mivoltát egyáltalán nem is említi. Ez az érintkezés a szóban forgó

leírás összes kiviteli formájában megvalósul, kivéve talán az annak 10. ábráján közöltet, amely viszont gyakorlatilag megegyezik a már említett 1465212 lajstromszámú angol szabadalmi leírás 1. ábrájával és az ott elmondott hátrányokkal bír.

Találmányunk célja olyan nagynyomású nátriumgőzlámpa kisülődény megalkotása volt, amely lehetővé teszi a szívócső-nélküli rendszer alkalmazását, de kiküszöböli az eddig ismert ilyen rendszerekben nemkívánatos jelenségeket okozó, a fentiekben részletesen leírt mechanizmusokat.

A kitűzött célt a szívócső-nélküli rendszerrel a már említett 178 836 lajstromszámú magyar szabadalom szerint készült kisülődény olyan kialakításával és alkalmazásával érjük el, amelynél a találmány értelmében a kisülődény legalább egyik végének záróelemében egy üzemi állapotban a kisülődény legalacsonyabb hőmérsékletű tartományát képező falrészsel bíró, a kisülődény elektródjának szárával lényegében egytengelyű és e szár meghosszabbításában elhelyezkedő, célszerűen hengeres zsákfuratszerű üreg van elhelyezve, amelynek térfogata legalább a kisülődényben levő fémadalékok térfogatával egyenlő.

A találmányunk szerinti kisülődény működését az 1. ábrán szemléltetjük, mely a találmány egy megvalósítási lehetőségét mutatja be. Itt a kisülődény 1 falához, mely áttetsző vagy átlátszó alumínium-oxidból áll, az 5 üvegrománc-kötés segítségével hermetikusan csatlakozik a 2 záródugó, amelynek az ábrán feltüntetett esetben két párhuzamos furatán van a 6, 6' üvegrománc-forasszal hermetikus kötést biztosító módon átvezetve a kívül sodrással egyesített 3 és 4 huzalszakaszokkal bíró, az alakíthatósági tulajdonságok javítása céljából 1% cirkóniummal ötvözött nióbbiumhuzalból készült árambevezető. Vilamos szempontból a 3 és 4 huzalszakaszok párhuzamosan vannak kötve. A nióbbiumhuzal árambevezetőhöz 7 hegesztőkötéssel a 8 elektród 10 elektród szára van csatlakoztatva. A kisülődény árambevezetőjének ilyen megoldása lényegében megegyezik a 178 836 lajstromszámú magyar szabadalommal. A találmány lényegét a 10 elektródszár tengelyének folytatásában a 2 záródugóban hengeres zsákfuratként kialakított 9 üreg képezi. Ennek hiányában a kisülődény üzemi állapotában olvadákfázisban levő fémadalék a 2 záródugó belső élének az 1 fallal való érintkezési tartományában rakódik le, amely tartomány egyrészt üvegrománccal fedett, másrészt erősen ki van téve a plazmából érkező sugárzó hő hatásának; továbbá, mivel a 3 és 4 huzalszakaszok igen közel vannak az említett tartományhoz, könnyen létrejöhet elektromos csatlakozás az adalék és az árambevezető között. A 2 záródugóban találmányunk szerint kiképzett 9 üreg belsejének hőmérséklete az előbb említett tartomány hőmérsékleténél mindenkor kisebb, így üzem közben a hidegpont itt alakul ki, a kisülődény kikapcsolásakor pedig a gőzállapotból is főképpen ide kondenzálódnak a fémadalékok. A 9 üreg térfogatát

úgy választjuk meg, hogy az nagyobb legyen, mint a kisülődényben levő fémes adalékok térfogata. Ugyanakkor a 9 üregben levő adalék üzem közben elsősorban a katód szárával áll sugárzásos hőközlés-kapcsolatban, amely leárnyékolja a plazma elől, az előzőkben említett pozitív visszacsatolós folyamat létrejöttére tehát nincsen lehetőség.

A rajzon csupán példaképpen bemutatott találmány szerinti kisülődény kivitel 8 elektródjai általában volfrámból (esetleg tóriumoxid tartalmú volfrámból) készülnek és célszerűen valamilyen emissziós bevonattal vannak ellátva. Felépítésük hagyományos, ismert, ezért azokat a rajzon csak jelképesen ábráztuk.

Jölehet nincsen minden kétséget kizáró módon tudományosan bizonyítva, hogy a kerámia záróelemen találmányunk szerint történő hidegpont kialakítás hatása valóban a bevezetőben vázolt mechanizmusok káros hatásainak csökkentésére vezethető vissza, de kísérleti eredményekkel alátámasztott tény, hogy a találmány szerinti üreges kisülődények alkalmazása mintegy felére csökkentette a kezdeti égéshőszükség relatív szórását és megszüntette az átlagosnál feltűnően rövidebb élettartamú lámpaegyek jelentkezését.

Találmányunk természetesen nem korlátozódik az 1. ábrán feltüntetett két nióbbium-huzalos bevezetőre, hanem az pl. három vagy négy, esetleg nem nióbbium anyagú bevezető esetén is előnyösen alkalmazható.

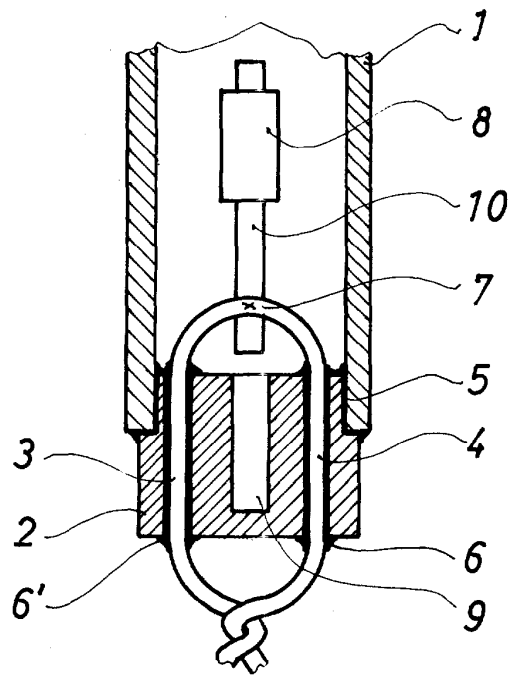
#### Szabadalmi igénypont:

Kisülődény nagynyomású nátriumgőzlámpához, átlátszó vagy áttetsző alumíniumoxid szerkezeti anyagú, cső alakú fallal, ennek végeihez hermetikus kötéssel csatlakozó keramikus záróelemekkel, a záróelemeken átvezetett, egymással elektromosan párhuzamosan kapcsolt huzal, csővégenként legalább két árambevezetőhöz csatlakoztatott legalább egy elektróddal és meghatározott összetételű töltőanyaggal, amely fémadalékként nátriumot, higanyt és/vagy kadmiumot, továbbá szobahőmérsékleten néhány-szor  $10^3$  Pa nagyságrendű nyomású nemesgázt tartalmaz és amely ún. szívócső-nélküli rendszerű, azaz a kisülődény előállításának utolsó műveleti lépése az egyik végén már lezárt, a töltőanyagban levő fémadalékokot tartalmazó kisülődénynek a nyitott végre illesztett másik záróelemmel megolvasztott üvegrománc segítségével a végleges nemesgáztöltettel azonos atmoszférában történő összeforrasztásából áll, azzal jellemezve, hogy a kisülődény legalább egyik kerámia anyagú záródugójában (2) egy a kisülődény legalacsonyabb hőmérsékletű tartományát képező falrészsel bíró, a kisülődény e záróelemen keresztül csatlakoztatott elektródszárának (10) tengelye meghosszabbításában elhelyezkedő üreg (9) van kiképezve, amelynek térfogata nagyobb, mint a kisülődényben levő fémadalék mennyiség térfogata.

1 rajz, 1 ábra

A kiadásért felel: a Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó igazgatója

84.4444 - Zrínyi Nyomda, Budapest



1.ábra