

Plazma izvori svetlosti

1. Uvod

Još pred kraj devetnaestog veka, Nikola Tesla je patentirao jedan od prvih modela indukcionih lampe. Ideja koju je tada realizovao Tesla, a koja se odnosila na primenu električnog polja i struje visoke frekvencije za dobijanje vidljive svetlosti, godinama se usavršavala, što je krajem dvadesetog veka dovelo i do pojave prototipa sa mogućnošću komercijalne primene u osvetljenju.

Pre više od godinu dana, na sajmu osvetljenja u Frankfurtu, prvi put je prikazan prototip svetlosnog izvora koji radi na principu *solid-state* tehnologije, gde se emisija svetlosti postiže pomoću visokofrekventnih električnih struja, čija je frekvencija reda veličine frekvencije radio talasa. Ovi izvori svetlosti nazvani su plazma izvori svetlosti. Šta su zapravo izvori svetlosti na bazi plazme, odnosno plazma izvori svetlosti?

2. Plazma izvori svetlosti

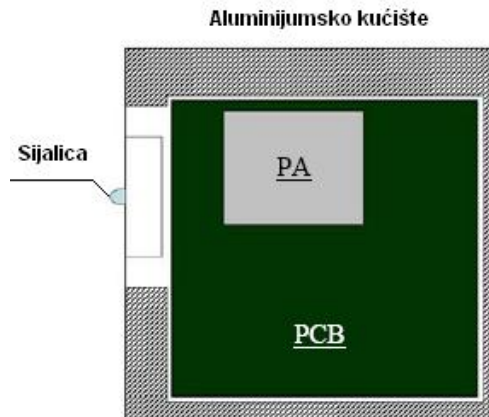
Plazma svetlosni izvori su u osnovi izvori na bazi električnog pražnjenja u gasovima. Ovi izvori svetlosti ne sadrže elektrode, a vidljivo elektromagnetno zračenje je rezultat uzajamnog dejstva nekog od inertnih gasova i metal-halogenidnih elemenata koji se nalaze u staklenom balonu.



Slika 1. Plazma svetlosni izvor

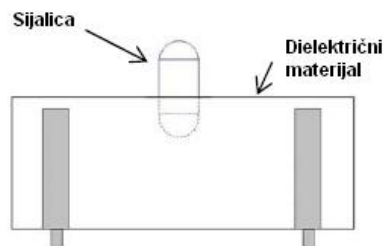
Na slici 2 šematski je prikazan LIFI, jedan od ove grupe svetlosnih izvora, proizvod firme Luxim. LIFI prototip se sastoji iz četiri osnovna dela:

- Sijalica
- RF pojačavačko kolo (PA)
- Štampana ploča sa mikrokontrolerom (PCB)
- Aluminijumsko kućište



Slika 2. Šematski prikaz LIFI plazma izvora

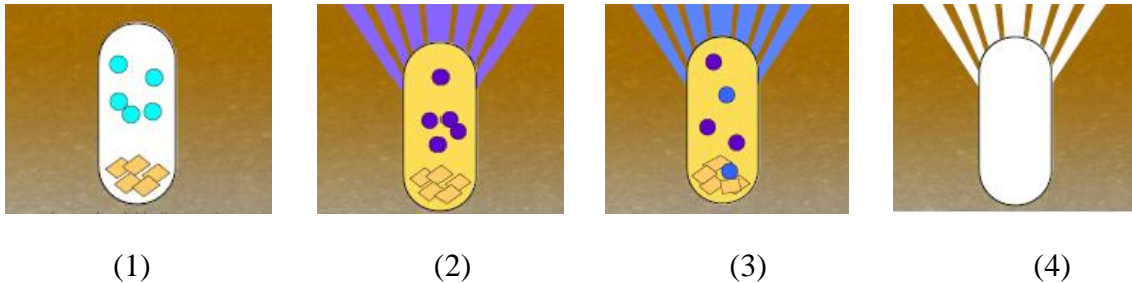
Sijalica je utisnuta u dielektrični materijal (slika 3), koji ima dvostruku ulogu. Služi kao talasovod za energiju RF talasa, a takođe ima funkciju koncentratora električnog polja koji usmerava energiju unutar sijalice. Uloga PCB uređaja je da upravlja ulaznim i izlaznim funkcijama sijalice.



Slika 3. Položaj sijalice u LIFI izvoru

Princip rada plazma izvora svetlosti je ilustrovan na slici 4. Visokofrekventni RF signal generisan od strane *solid-state* PA uređaja dovodi se u električno polje oko sijalice. Ona ne sadrži elektrode, a u njenom staklenom balonu se nalazi smeša gasa (najčešće argon), metal-halogenidnih materijala i male količine žive (1).

Električno polje jonizuje molekule gasa u sijalici i dovodi ga u stanje plazme (2). Plazma zatim dovodi do vaporizacije metal-halogenidnih elemenata (3). Na kraju dolazi do njihovog sjedinjavanja, a ova složena elektro-hemijska reakcija kao rezultat daje emisiju bele svetlosti velikog intenziteta, temperature boje od 5.300 K do 9.000 K (4).



Slika 4. Proces dobijanja bele svetlosti

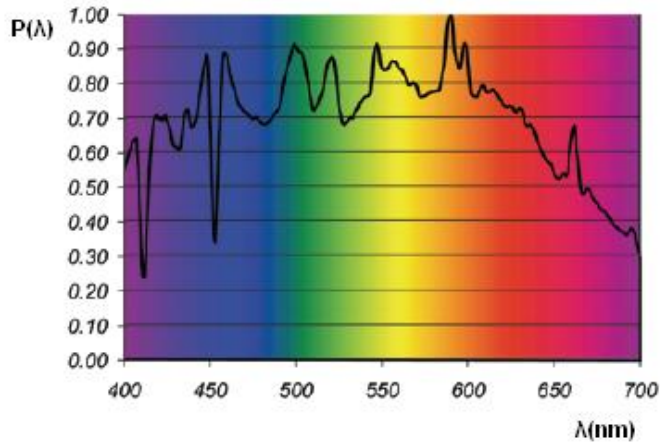
Ovakvo rešenje, koje isključuje postojanje elektroda u samom staklenom balonu, pruža veću pouzdanost u odnosu na konvencionalne izvore svetlosti na bazi električnog pražnjenja u gasovima, kod kojih vremenom dolazi do razgradnje materijala od koga su sačinjene elektrode, što između ostalog direktno utiče na skraćanje životnog veka izvora.

Osim toga, plazma izvori svetlosti se odlikuju značajno većom vrednosti svetlosne iskoristivosti u odnosu na konvencionalne izvore. Na primer, izvor dimenzija reda veličine 1.5 cm i snage 267W emituje svetlosni fluks jednak svetlosnom fluksu metal-halogenog izvora snage 400W. Takođe, LIFI minijaturni svetlosni izvor veličine Tic Tac mint bombone emituje svetlosni fluks od 22.000 lm.



Slika 5. LIFI svetlosni izvor

Spektar emitovane svetlosti je približno kontinualan i omogućava izuzetno dobru reprodukciju boja , gde je indeks reprodukcije boje čak $Ra=95$.



Slika 6. Spektar plazma izvora svetlosti LIFI PRJ 30-02

LIFI izvori se mogu dimovati do 20% vrednosti nominalnog svetlosnog fluksa, čime se produžava životni vek koji sada iznosi 30.000 sati. Prilikom dimovanja boja svetlosti ostaje nepromenjena.

Svetlosni fluks posle 30.000 sati iznosi 65% vrednosti nominalnog svetlosnog fluksa, a grupna zamena se preporučuje nakon 25.000 sati pri 70% vrednosti nominalnog fluksa.

Vrednost svetlosne iskoristivosti od 120 lm/W svrstava ovu grupu izvora u energetski efikasne izvore svetlosti, snage od 70W do čak 5KW. Rade pri jednosmernom naponu od 24-28V, tako da je neophodan AC/DC konvertor.

Odsustvo buke i pojave stroboskopskog efekta su još jedan od razloga opravdanosti primene ovih izvora.

Iz razloga montaže samo jednog LIFI izvora u kućištu i jako male toplotne disipacije, radna temperatura se kreće u intervalu od -40°C do $+45^{\circ}\text{C}$, bez potrebe za dodatnim hlađenjem.

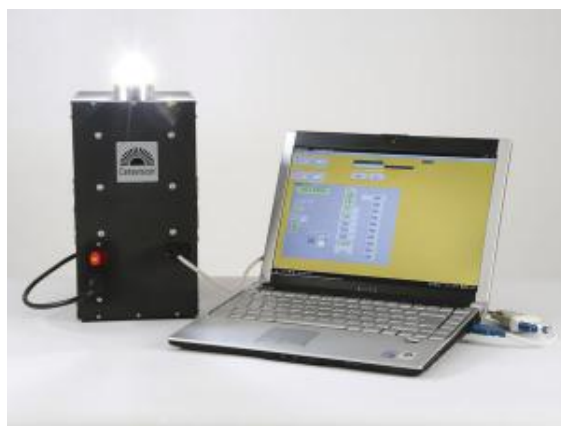
Izvor svetlosti	Svetlosna iskoristivost (lm/W)	Indeks reprodukcije Ra	Životni vek (čas)
LIFI	120	95	30000
Metal-halogeni	85	75	20000
Metal-halogeni sa keramičkim gorionikom	100	90	15000
LED	70	75	50000
Natrijum visokog pritiska	125	20	24000
Natrijum niskog pritiska	180	<20	16000

Tabela 1. Poredjenje plazma izvora svetlosti sa ostalim izvorima

U tabeli 1 dato je poređenje LIFI plazma svetlosnih izvora sa LED izvorima i izvorima sa električnim pražnjenjem u gasovima.

Pored već navedenih osobina, treba naglasiti da za razliku od metal-halogenih izvora svetlosti, vreme paljenja LIFI izvora iznosi svega 30 sekundi, dok je vreme ponovnog paljenja maksimalno 60 sekundi. Najnovija saznanja govore da se vreme paljenja i ponovnog paljenja kreću u intervalu od 15 sekundi.

Takođe je moguće vršiti monitoring, što pored regulacije svetlosnog fluksa omogućava i informacije o stanju svetlosnih izvora i njihovoj eventualnoj zameni.



Slika 7. Monitoring LIFI svetlosnih izvora

Pored visokoefikasnih tačkastih plazma svetlosnih izvora, takođe postoje i varijante linearnih plazma izvora, kao i izvora u obliku ravnih ploča koji u velikoj meri podsećaju na OLED svetlosne izvore.



Slika 8. Plazma svetlosni izvoru u obliku ploča

Bez obzira što LIFI izvori emituju manju količinu elektromagnetnog zračenja od prosečnog mobilnog telefona, postoji i dodatna zaštita koja ograničava ovu emisiju na vrednosti propisane CISPR i FCC standardima za unutrašnje i spoljašnje osvetljenje.

Takođe, bitna činjenica je da su ovi izvori svetlosti, zahvaljujući usavršenoj tehnologiji, dostupni sa potpunim odsustvom žive, što omogućava njihovu reciklažu na kraju životnog veka.

3. Zaključak

Zbog svojih izuzetnih karakteristika, plazma svetlosni izvori su našli primenu u različitim oblastima. Koriste se za proizvodnju najsavremenijih TV uređaja i medicinskih aparata.

Što se tiče osvetljenja, ovi izvori su pogodni za osvetljavanje spoljašnjih prostora, puteva, fasada, sportskih i industrijskih objekata. Praktično, njihovo područje primene je ograničeno zahtevom za svetlosnim fluksom izvora većim od 10.000 lm.

Planovi koji se odnose na budući razvoj plazma svetlosne tehnologije odnose se na postizanje još većeg svetlosnog fluksa, što bi omogućilo još veću svetlosnu iskoristivost izvora.

4. Literatura

1. *PLD* publikacije
2. *Luxim Corporation News Bilten*
3. *Mondo arc magazine* publikacija, Issue 50 Aug/Sep 2009
4. *LEDs magazine* publikacije