

MATERIALŞÜNASLIQ

PACS: 76.30.,78.55.,78.60.

IŞIQ MƏNBƏLƏRİNİN YARADILMA TEXNOLOGİYASI VƏ ONLARIN RƏNG TEMPERATURLARININ TƏYİNİ

İ.T. Hüseyinov

Milli Aviasiya Akademiyası

Təqdim olunan iş müasir dövrdə ağ işıq mənbələrinin rəng temperaturlarının təyin olunma texnologiyasına həsr olunmuşdur. Belə ki, qalınlıqdan asılı olaraq ağ işıq – isti (rəng temperaturu 2700-3200K), neytral (rəng temperaturu 3500-5000K) və soyuq (5000-7000K) ağ işıqlara ayrılır. Təcrübədə sintez olunan effektiv lüminessent $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ - $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$ birləşmələrinin kombinasiyasından hazırlanan lüminofor məhlul müxtəlif qalınlıqlarda 460 nm dalğa uzunluqlu həyəcanlandırıcı GaN əsasında yaradılan göy işıq diodun səthinə çəkilməmişdir. Eyni zamanda, lüminofor təbəqəsinin qalınlığından asılı olaraq rəng temperaturlarının dəyişmə qanunauyğunluğu analiz edilmişdir.

Açar sözlər: nadir torpaq elementləri, lüminessensiya, həyəcanlanma, işıq diod, tioqallat, işıq mənbələri, rəng temperaturu, lüminofor.

Giriş. Işıq diodları, bərk cisim qurğularının elektrik enerjisini işığa çevirən vacib sinfidir. Son zamanlar lüminofor əsasında işıq diodları işıq indikatorları, ekran işıqlandırıcısı və adi közərmə lampalarının led lampalarla əvəz edilməsi kimi müxtəlif sahələrdəki tətbiqinə görə özünə daha çox diqqət cəlb edir [1-3].

Ağ işıq diodları bir çox xüsusiyyətlərinə görə (uzunömürlülük, iqtisadi və ekoloji baxımdan daha sərfəlilik) ənənəvi işıqlandırma sistemlərindən daha faydalıdır. Buna görə, ağ işığın alınması üçün yeni effektiv lüminofor materialların işlənməsi və ya hal-hazırda mövcud olan lüminoforların təkmilləşdirilməsi bu sahədə müasir elm və texnologiyanın qarşısında duran əsas problemlərdəndir.

Nadir torpaq elementləri ilə aktivləşdirilmiş qələvi torpaq tioqallatlarının öyrənilməsi müasir dövrdə kvant elektronika, spektroskopiya, kristalloqrafiya və kimya texnologiyalarını özündə birləşdirən aktual elmi və texniki istiqamətlərdən biridir və bu istiqamətdə alınmış nəticələr bir sıra sahələrdə artıq öz tətbiqini tapmışdır [4].

Müasir dövrdə effektiv lüminessent material kimi nadir torpaq elementləri (NTE) ilə aktivləşdirilmiş qələvi torpaq elementlərinin (QTE - Ca, Sr, Ba) tioqallatları dünya alimlərinin marağını cəlb edir və geniş tətbiq olunur. Lantanoid ionları ilə aşqarlanmış QTE əlverişli fiziki xassələrinə görə optoelektronika və fotonikada tətbiq etmək üçün çox perspektivli materiallar hesab olunurlar. Bundan başqa qələvi torpaq tioqallatları havada stabildir, rütubətə və müxtəlif həlledicilərə qarşı yüksək müqavimətə malikdir.

Bütün sadalanan keyfiyyətlər bu tip materialların texnologiyada tətbiqi üçün uyğun olduğunu göstərir [5]. Bunun üçün tioqallat birləşmələri sintez etmək üçün avtomatlaşdırılmış qurğu işlənilib hazırlanmışdır.

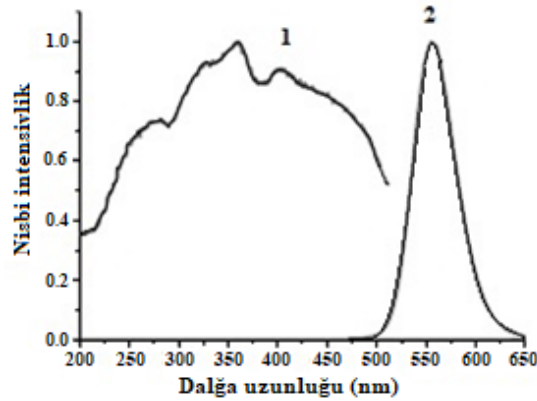
İşin məqsədi hazırlanan işıq-diodlarının qalınlığından asılı olaraq rəng temperaturlarını təyin etmək və onlar əsasında müxtəlif növ ağ işıq mənbələrinin hazırlanması üçün effektiv lüminessent materiallarının sintez edilməsi texnologiyasını işləməkdən ibarətdir.

Təcrübi hissə

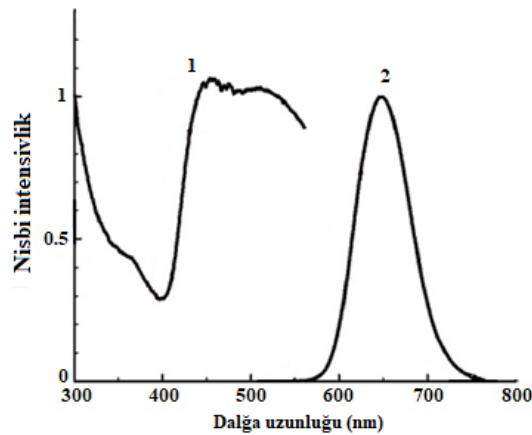
Son illərdə işıq emissiya diodları əsasında yeni nəsil ekranların yaradılmasına və eləcə də işıqlandırmada bu günə qədər istifadə olunan ənənəvi metodlardan fərqli olaraq ağ işıq diodlarının yaradılması və təkmilləşdirilməsinə böyük maraq vardır. Işıq diodları əsasında hazırlanmış

materiallar həm enerjiyə qənaət, həm uzunömürlülük və həm də ekoloji baxımdan təmizliyə görə özündən əvvəlki işıqlandırma texnologiyalarından çox fərqlənir.

Cəlbedici fiziki xassələrinə və tətbiq sahələrinin genişliyinə görə NTE - i ilə aktivləşdirilmiş optik materialların alınması və xassələrinin təkmilləşdirilməsinə olan maraq daim artır. NTE - i ilə aşqarlanmış üçqat birləşmələrin geniş yayılmış növlərindən biri tioqallatlardır [6-7]. Ağ işıq mənbələrinin hazırlanması üçün lüminofor maddə kimi nadir torpaq elementi ilə aktivləşdirilmiş tioqallat $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ (sarı-yaşıl) və $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$ (qırmızı) birləşmələrindən istifadə olunmuşdur. CaGa_2S_4 - CaS kompoziti ağ işıq diodları üçün effektiv lüminoforlardan biridir. NTE - i ilə aktivləşdirilmiş tioqallat birləşmələri sintez etmək üçün CaS və Ga_2S_3 birləşmələrini sintez etmək lazımdır. CaS birləşməsinin sintezi avtomatlaşdırılmış hidrogen sulfid sistemində aparılmışdır. Sintezi prosesi arası kəsilməz rejimdə, insan iştirakı olmadan 20 saat müddətində aparılır. Ga_2S_3 birləşməsi kvarts ampulada yüksək 10^{-4} - 10^{-5} mm civə sütunu vakuumda bərk cisim reaksiyası ilə aparılmışdır. Sintezi 1150°C temperaturda 2 saat müddətində aparılır. Yekun birləşmənin alınması məqsədilə CaS və Ga_2S_3 birləşmələri, eyni zamanda NTE - i kimi Eu^{2+} tozlarının stexiometrik qarışığı götürülərək 10^{-4} - 10^{-5} mm civə sütunu vakuum yaradılmış yüksək keyfiyyətli kvarts ampulada aparılmışdır. Sintezi prosesindən sonra alınmış polikristalların tozlarının quruluş analizləri Bruker firmasının "XRD-D8 ADVANCE" difraktometrində aparılmışdır. Sintezi olunan polikristalların həyəcanlanma və şüalanma spektrləri 300K otaq temperaturunda "Flüorat-02-Panorama" spektroflüorimetrində ölçülmüşdür. Eu^{2+} ionları ilə aşqarlanmış CaGa_2S_4 - CaS kompozitini 460 nm dalğa uzunluqlu mənbə ilə həyəcanlandırdıqda 556 nm və 654 nm-də effektiv sarı və qırmızı flüorossensiya eyni zamanda alınmışdır. Şək. 1 və Şək. 2 – də uyğun olaraq $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ və $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$ birləşmələrinin həyəcanlanma və şüalanma spektrləri verilmişdir.



Şək. 1. $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ birləşməsinin həyəcanlanma və şüalanma spektrləri



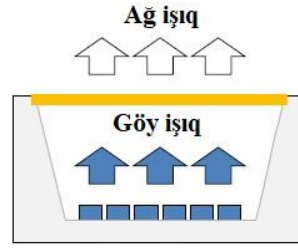
Şək. 2. $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$ birləşməsinin həyəcanlanma və şüalanma spektrləri

Sintezi olunan birləşmələr Planetary Micro Mill PULVERISETTE 7 dəyirmanında üyüdüülərək, ovuntular 30mk ölçüsündə ələkdən keçirilir. $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ və $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$ birləşmələrinin

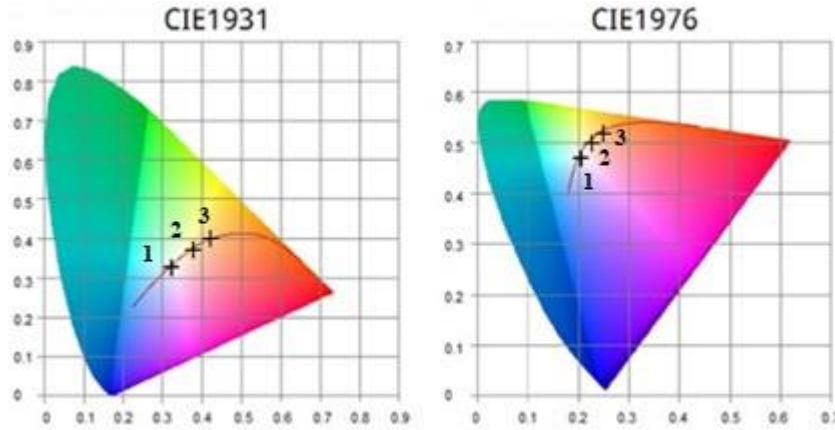
ovuntuları uyğun nisbətlərdə iki komponentli silikon ilə qarışdırılaraq məhlul halına gətirilir. Sonra lüminofor məhlul 460 nm dalğa uzunluqlu həyəcanlandırıcı göy işıq diodun səthinə rəqəmsal D8000 dispenserli ilə müxtəlif qalınlıqlarda vurulmuş [8] və məhlul 120°C temperaturda sobada 40 dəqiqə müddətində qurudulmuşdur [9].

Hazırlanan işıq diodun işıq parametrləri 380-780nm görünən işıq diapazonunda işləyən miniatur UPRtek MK350D spektrometri ilə ölçülmüşdür. Ağ işıq rəng temperaturlarına görə üç əsas qrupa bölünür: isti ağ işıq (2700K-3200K), gündüz ağ işıq (3500K-5000K) və soyuq ağ işıq (5000K- 7000K).

Şək. 3 – də 460 nm dalğa uzunluqlu həyəcanlandırıcı GaN əsasında yaradılan göy işıq diodun səthinə silikonlu lüminofor məhlul vurulmuş işıq diodun sxematik görünüşü verilmişdir [10]. Bu silikonlu lüminofor göy işığı ağ işığa çevirməklə, ağ işıq mənbəsinin hazırlanmasının əsasını təşkil edir. Tədqiqat işləri 50Vt gücündə olan işıq diod üzərində kamerada aparılmışdır.



Şək. 3. Lüminofor məhlul vurulmuş ağ işıq diodun sxematik görünüşü



Şək. 4. 50Vt gücündə olan göy işıq-diodların səthinə çəkilmiş lüminofor təbəqəsinin qalınlığından asılı olaraq rəng temperaturları

Ümumiyyətlə, qalınlıqdan asılı olaraq işıq-diodun rəngi dəyişir. Belə ki, səthinə 348 mkm, 413 mkm və 487 mkm qalınlıqda lüminofor təbəqəsi çəkilmiş işıq-diodların rəng temperaturları müvafiq olaraq Şəkil 4 – də 1 (6635K), 2 (4013K) və 3 (3248K) ilə işarə olunmuşdur. Hazırlanan ağ işıq mənbələri Beynəlxalq İşıqlandırma Komitəsi tərəfindən qəbul edilmiş işığın etalon rəng modelinə uyğun gəlir.

Nəticə

Təqdim olunan işdə işıq-diodların lüminofor təbəqəsinin qalınlığından asılı olaraq rəng temperaturlarının dəyişməsi tədqiq edilmişdir. Eyni zamanda səthinə lüminofor çəkilmiş işıq-diodun parlaqlığı qalınlıqdan asılı olaraq dəyişmişdir. Səthə çəkilən lüminofor təbəqənin qalınlığı buraxılan enerjinin qiymətinə böyük təsir göstərir. Belə ki, göstərilən nümunənin lüminofor təbəqəsinin qalınlığı çox olarsa (487 mkm) göy işıq diodun daha az enerjisini buraxır. Lakin göstərilən nümunənin lüminofor təbəqəsinin qalınlığı az olan işıq-diod (348 mkm) göy hissəsini daha az udduğuna görə çıxışda soyuq ağ işıq şüalanması müşahidə olunur. Göstərilən təcrübələrin nəticəsi olaraq, nümunələrin parlaqlığı da lüminofor təbəqəsinin qalınlığının artması ilə azalır.