



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Gənc Alim və Tədqiqatçıların 5-ci qrant müsabiqəsinin
(EIF-GAT-5-2020-3(37)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ
VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDA
İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA
MƏLUMAT VƏRƏQİ

(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: **Ümumi işıqlandırma üçün fosfor əsaslı ağ işıq diodlarının hazırlanması və onların GSM vasitəsi ilə idarə olunması**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Orucov Teymur Yaşar oğlu**

Qrantın məbləği: **30 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-GAT-5-2020-3(37)-12/01/1-M-01**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **09 iyun 2021-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 iyul 2021-ci il – 01 iyul 2022-ci**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1 Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası

Cari layihədə sintez edilmiş $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ fosforlarından istifadə edilməklə işıq diodları əldə olunmuşdur. Sintez şəraiti ilk dəfə olaraq çoxsaylı flüslərdən istifadə etmədən və normal atmosfer təzyiqi altında təmiz fazalı hissəciklərin alınması üçün optimallaşdırılmışdır. Hazırlanmış işıq diodları analoqlarından fərqli olaraq daha yaxşı parametrlərə və daha yüksək işıq səmərəliliyinə malik olmuşdur. Işıq diodlarının səmərəliliyi 130 lm/W-ə çatır ki, bu da istehlak bazarında satılan analoqlardan təxminən 10-15% yüksəkdir. Analoq çeviriciyə əsaslanan elektrik çeviriciləri işıq diodunun temperaturu 1°C dəyişdikdə, 0.008 mW güc dəyişikliyi ilə çıxış gücünü sabitləşdirə bilir. Müqayisə üçün qeyd edim ki, adi işıq diodu üçün cərəyan mənbəyinin orta güc dəyişikliyi 1- 80°C aralığında 0,04 mW/°C -dir.

2

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sistemində tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

Küçələrin işıqlandırılması üçün istehsal edilmiş elektrik çeviriciləri ilə işləyən işıq diodları şəhərin bir çox yerlərində işıq dirəklərində quraşdırılmışdır.

1. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1

Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

Ağ işıq diodlarının istifadə perspektivləri optik parametrlərinin öyrənilməsi prosesində əldə edilən nəticələr və çıxış xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə işıq diodlarının parametrlərinin effektivliyinin bəzi vacib xüsusiyyətlərinin optimallaşdırılması üçün tətbiq edilməsidir. InGaN əsaslı işıq yayan çiplər və YAG:Ce fosforuna əsaslanan ağ işıq diodlarının istehsalı prosesində aparılan araşdırmalar geniş şüalanma spektrinə və yüksək rəng göstərmə indeksinə malik ağ işıq əldə etməyə imkan verir. Işıqlandırma və sınaq prosesində aparılan tədqiqatlar üçün istehsal olunan ağ işıq diodlarının istifadəsindən əldə edilən təcrübələr, məsələn, korpusdakı temperaturun tənzimlənməsi və modulların uzunmüddətli işləməsi işıq diodlarının konstruksiyasını ölkədə istehlak bazarına çıxarmaq üçün optimallaşdırmağa imkan verir. Həmçinin, işıq diodlarının qidalanması üçün elektrik gərginliyi çeviriciləri təkmilləşdirilmiş, onların işləmə rejimini qorumaq və çalışma müddətini uzatmaq üçün əlavə elektrik elementləri ilə təchiz edilmişdir.

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ __ ” _____ 20_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Orucov Teymur Yaşar oğlu

(imza)

“ __ ” _____ 20_ -ci il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Gənc Alim və Tədqiqatçıların 5-ci qrant müsabiqəsinin
(EIF-GAT-5-2020-3(37)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

**ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT
(Qaydalar üzrə Əlavə 17)**

Layihənin adı: **Ümumi işıqlandırma üçün fosfor əsaslı ağ işıq diodlarının hazırlanması və onların GSM vasitəsi ilə idarə olunması**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Orucov Teymur Yaşar oğlu**

Qrantın məbləği: **30 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-GAT-5-2020-3(37)-12/01/1-M-01**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **09 iyun 2021-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 iyul 2021-ci il – 01 iyul 2022-ci**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

№	Təhlil dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş
1.	Monoqrafiyalar			
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş			
2.	Məqalələr	0		
		0		
	həmçinin xarici nəşrlərdə	0		

3.	Konfrans materiallarında məqalələr O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında	0		
4.	Məruzələrin tezisləri həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda	0		
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)	0		

2. İxtira və patentlər (sayı)

Nö	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə			
2.	İxtira			
3.	Səmərələşdirici təklif			

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

Nö	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plenary, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.				
2.				
3.				

SİFARIŞÇI:
Elmin İnkişafı Fondu

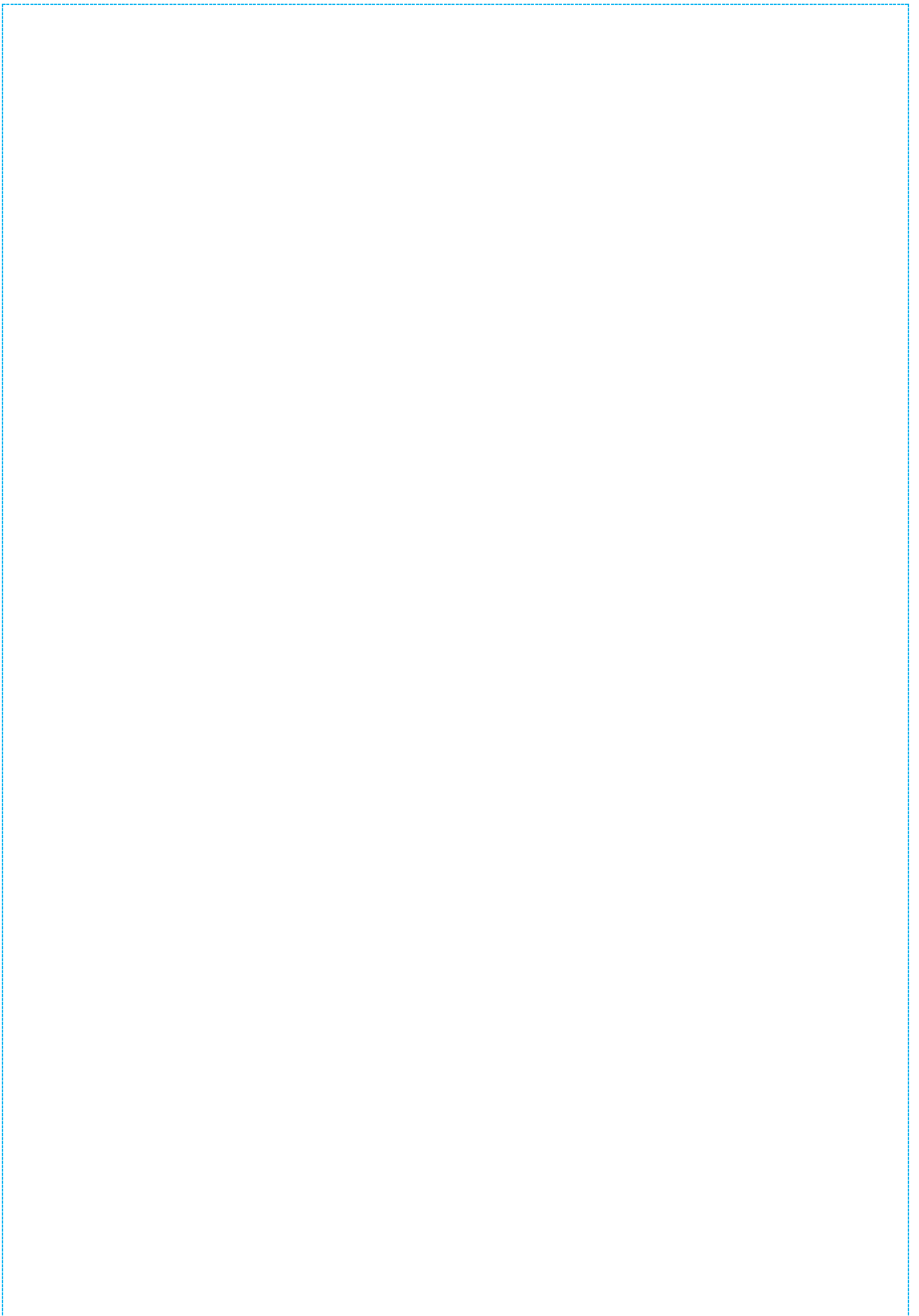
Baş məsləhətçi
Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)
“ _ ” _____ 20_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri
Orucov Teymur Yaşar oğlu

(imza)
“ _ ” _____ 20_ -ci il





AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun
Gənc Alim və Tədqiqatçıların 5-ci qrant müsabiqəsinin
(EIF-GAT-5-2020-3(37)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Ümumi işıqlandırma üçün fosfor əsaslı ağ işıq diodlarının hazırlanması və onların GSM vasitəsi ilə idarə olunması**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Orucov Teymur Yaşar oğlu**

Qrantın məbləği: **30 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-GAT-5-2020-3(37)-12/01/1-M-01**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **09 iyun 2021-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 iyul 2021-ci il – 01 iyul 2022-ci**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

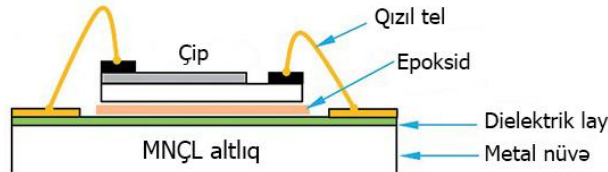
1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

Birinci mərhələdə işıq diodlarının strukturunun altlıq üzərində yığılması üçün qablaşdırma prosesi həyata keçirilməlidir. Bu proses bir neçə texniki istehsal üsulundan ibarətdir.

Birinci, işıq diodlarının yığılması üçün mavi InGaN çipləri çip yapışdırma avadanlığından istifadə edilərək altlıqlara bərkidilir. Fosforların həyəcanlanması üçün uyğun olaraq 440-450 nm dalğa uzunluğuna malik mavi InGaN çipləri seçilmişdir. Burada metal nüvəli çap lövhə (MNÇL) altlığı əsasında hazırlanmış "lövhə üzərində çip" texnologiyasından istifadə edilmişdir. Bu texnologiya bir metal nüvəli çap lövhə (MNÇL) altlığa kiçik qızıl tellərlə bağlanmış çoxlu sayda çipləri yapışdırmağa imkan verir. Tək çipli komponentlər ilə müqayisədə, "lövhə üzərində çip" texnologiyası sayəsində işıq diodları daha yüksək qablaşdırma sıxlığına və aşağı istilik müqavimətinə malikdir. Alınan işıq diodlarında 4 - 25 sayda çip yerləşdirmək mümkündür və elektrik gücü müvafiq olaraq 4-25 Vt təşkil edir.

Tipik olaraq MNÇL-lərdə alüminium tərkibli metal altlıqdan istifadə olunur. Alüminium və alüminium nitridin istifadə olunması onların yaxşı istilik keçiriciliyinə malik olması və elektrik izolyasiya qatına ehtiyacı olmaması səbəbindən irəli gəlir. Bəzi hallarda alüminiumla müqayisədə

istilik keçiriciliyi daha yüksək olan ($401 \text{ Vt}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$ və $237 \text{ Vt}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$) mis altlığın istifadəsi daha məqsədəuyğun ola bilər. Altlığın quruluşunda ən vacib təbəqə keramik dielektrik təbəqə hesab olunur. Çünki bu təbəqə MNÇL-in sisteminin istilik xarakteristikasına, elektrik qırılması gücünə və bəzi hallarda lehimlənmiş birləşmələrə təsir edir. Belə MNÇL-in üzərindəki dielektrik təbəqənin qalınlığı təxminən 100 mikron, tipik istilik keçiriciliyi isə $2\text{Vt}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$ civarındadır. Aşağı gərginlikli dielektrik təbəqə çip və MNÇL-in arasında bir qədər uyğunsuzluq olduqda yaranan gərginliyi udur (şəkil 1).



Şəkil 1. Işıq diod metal nüvəli çap lövhə (MNÇL) altlığı

Əvvəlcə gümüş hissəciklərindən təşkil olunmuş elektrikkeçirici epoksid yapışqan altlığın üzərinə çəkilir və sonra çiplər altlığın üzərinə yapışdırılır. Bu epoksid yapışqan istiliyin çiplərdən altlığa ötürülməsini təmin edir. Epoksidin istilik keçiriciliyi $5.5 \text{ Vt}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$ -dir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu epoksid çip və altlıq arasında uzunmüddətli keçiriciliyi təmin etmək üçün 150°C -ə kimi temperatura dözə biləcək qədər davamlıdır. Növbəti addımda çiplər proqramlaşdırılmış çip seçmə və yerləşdirmə prosesi ilə altlığın üzərinə bərkidilir. Daha sonra üzərində çip olan altlıq keçirici epoksid yapışqanın bərkiməsi üçün sobada 150°C temperaturda termiki emala məruz qalır.

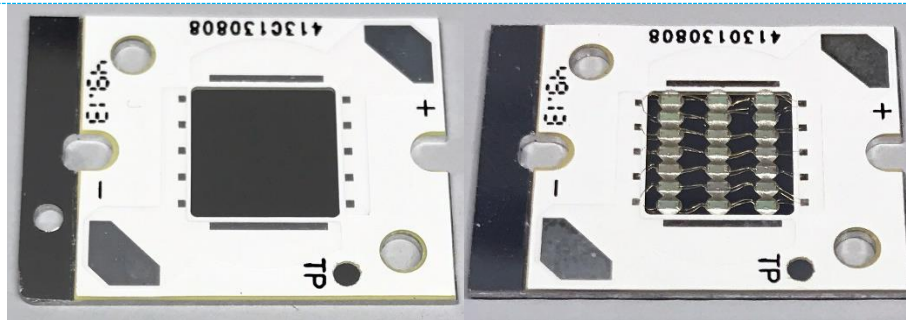
Çiplərin üzərindəki hər hansı çirklənmədən azad olmaq üçün plazma təmizləmə prosesi tələb olunur. Plazma halı Ar_2 və O_2 qazlarının ionlaşması nəticəsində yaranır, ionlar elektrik sahəsinin təsiri altında sürətləndirilir. Diodlar 3 dəqiqə ərzində plazma-ionunun təsiri altında təmizlənir. Plazma təmizlənməsi çipdəki elektrodlar və naqillər arasındakı birləşmənin gücünü artırır, həmçinin altlıq və üzərinə çəkilən epoksid polimer arasındakı adgeziyanı yaxşılaşdırır.

Çip quraşdırılma prosesindən sonra elektrik təchizatı üçün naqillərin bağlanması tələb olunur. Elektrik kontaktları ultrasəs qaynaq prosesindən istifadə edilərək çiplərin elektrikle təmasda olan hissələrinə yapışdırılır. Ultrasəs qaynaq prosesi üçün 25 mkm qalınlıqlı qızıl teldən istifadə edilir. Bu prosesin birinci mərhələsi kontakt vurma, ikinci mərhələsi isə üfqi ultrasəs vibrasiyası və tellərin sıxılmasından ibarətdir. Ultrasəs vibrasiya mərhələsində telin üfqi hərəkət dövrünün amplitudası $1 \mu\text{m}$, tezliyi 130 kHz olaraq təyin edilir. Ultrasəs vibrasiyanın müddəti 1 ms hesab olunur və bundan sonra tel 0,1 ms ərzində yuxarı uzaqlaşdırılır (şəkil 2).

Işıq diodlarının yığılma prosesindən sonra çiplərin və kontaktların qorunması üçün onların üzərinə polimer epoksid çəkilir. Bu polimer dispenser ilə xüsusi proqram vasitəsi ilə dozalaşdırılmış üsulla çəkilir. Epoksid polimer işıq diodunun matrisə daxil edilməsini, eyni zamanda qırılma indeksinin artırılmasını təşkil edir.

Işıq diodlarının istehsal mərhələsindən sonra onların işıq parametrlərinin ölçülməsi həyata keçirilmişdir. Diodların elektrik və optik parametrlərinin təyin olunması üçün ölçmələr aparılmışdır. Müvafiq olaraq işıq diodlarının cərəyanı, optik gücü, işıq seli, rəng temperaturu, rəng ötürmə indeksi, həmçinin spektrometr cihazı ilə şüalanma spektri ölçülmüşdür.

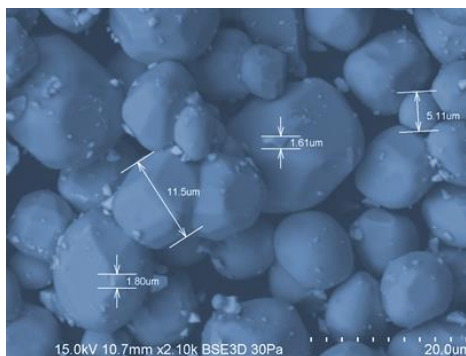
Nəticədə alınan işıq diodları 450 nm dalğa uzunluğunda işıq yayır və növbəti mərhələdə fosforla örtülmək üçün hazır hesab olunur.



Şəkil 2. MNÇL altlıq və hazır mavi işıq diod

Sarı oblastda şüalanma verən $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG:Ce) fosforları yüksək temperaturda yanma reaksiyası üsulu ilə sintez edilmişdir. Digər üsullarla müqayisədə bu sintezin bir çox üstünlüklərinin olduğu məlumdur. Bu cür sintez sürətli, enerjiyə qənaət edən və ucuz bir üsuldür. Fosfor sintezi üçün istifadə olunan reagentlər Y_2O_3 , CeO_2 , Al_2O_3 , Al və $NaClO_4$ tozlarıdır. Al_2O_3 yanma alovunun temperaturunu idarə etmək üçün seyrelədicisi kimi istifadə olunur. Seçilmiş xammallar stoxiometrik nisbətə uyğun olaraq çəkilməmişdir və kvarts stəkanında 50 ml distillə olunmuş suda $70^\circ C$ -də iki saat maqnit qarışdırıcı ilə məhlul halında qarışdırılmışdır. Bundan sonra reagentləri ilkin yanma reaksiyası hava atmosferində $600^\circ C$ -də 15 dəqiqə elektrik mufel sobasında aparılmışdır. Başlanğıc mərhələdə yanacaq kimi reagentlərin yaxşı yanmasını təşviq etmək üçün qlisindən istifadə edilmişdir. Reaksiya ekzotermik olduğundan əldə edilən alovun temperaturu $1400^\circ C$ -ə qədər yüksək olmuşdur. Qızdırılan su sürətlə buxarlanır və qalan reagentlər arasında kimyəvi reaksiya baş verir. Nəticədə ağ rəngli, aşağı sıxlığa malik maddə əldə edilmişdir. Alınmış məhsul həll olunan hər hansı lazımsız maddələri (əsasən NaCl) kənarlaşdırmaq üçün distillə suyu ilə yuyulmuşdur. Bu prosesdən sonra toz nümunələri yüngülcə üyüdülmüş və alüminium tigellərdə saxlanılmışdır. Daha sonra YAG qəfəs matrisinə Ce^{3+} -un daxil olmasını yaxşılaşdırmaq və məhsullardan hər hansı üzvi qalıqları kənarlaşdırmaqla lüminessensiyanı artırmaq üçün onlar 6 saat ərzində $1600^\circ C$ -də temperaturda emala məruz qalmışlar. Alınan materialın $30 \mu m$ -dən aşağı ölçü əldə etməsi üçün bir daha mexaniki vasitə ilə üyüdülmüşdür. Nəticədə sarı rəngli serium ionları ilə aşqarlanmış YAG tozu əldə edilmişdir.

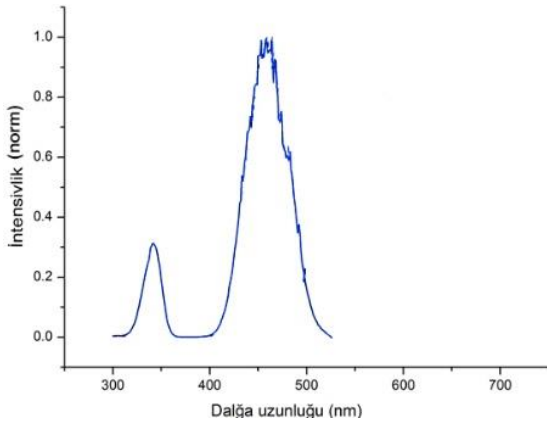
Alınan fosfor daha sonra Skanedici Elektron Mikroskopu ilə tədqiq olunmuşdur. Nümunələrin təhlili üçün Zeiss Sigma Skanedici Elektron Mikroskopundan istifadə edilmişdir. Mikroskop ikincili elektron detektoru, yüksək həssaslığa malik yarımkeçirici geri səpilənelektron detektoru ilə təchiz olunub və $3 kV$ -də $10 nm$ və $30 kV$ -da $2 nm$ ayırdetmə qabiliyyətinə malikdir. Aşağıda verilmiş şəkil 3-də nümunə üçün işıq məsafə $WD = 10,7 mm$ seçilmiş, elektron selinə verilən sürətləndirici gərginlik isə $15 kV$ olmuşdur. Şəkildən görünür ki, hissəciklər onlarla mikron miqyasında müxtəlif diametrdədir, həmçinin homogen və zəif aqlomerasiyaya malik formada alınmışdır. Hissəciklərin forması sferik və hamardır ki, bu da onların sintez prosesində yaxşı formalaşdırılmasını təsdiqləyir.



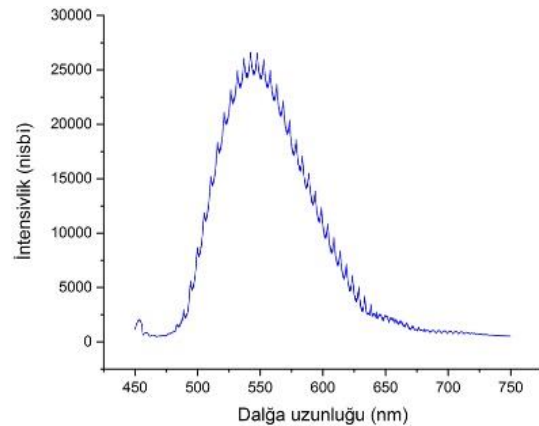
Şəkil 3. Sintez edilmiş YAG:Ce fosforun Skanedici Elektron Mikroskopda görünüşü

Əldə edilmiş fosforun həyəcanlanma spektrləri yüksək rezolyusiyalı Horiba tədqiqat spektrometrindən (model 1000M) və Andor Newton CCD detektorundan istifadə edilməklə ölçülmüşdür. Həyəcanlandırma üçün ultrabənövşəyi şüa mənbəyi tərəfindən vurulan (həyəcanlandırılmış) boya lazerindən istifadə edilmişdir. Spektr həyəcan mənbəyinin dalğa uzunluğunu tədricən artırmaqla və spektrometr detektorundan çıxışda verilən məlumatı oxumaqla ölçülmüşdür. Bütün spektral ölçmə məlumatları otaq temperaturunda əldə edilmişdir. YAG:Ce kristal qəfəslərində Ce^{3+} ionları dodekaedral yerləri tutur və bu halda əsas və həyəcanlı vəziyyətlər arasında enerji boşluğu 22.000 sm^{-1} olur ki, bu da mavi işığa ekvivalentdir. Qrafikdən (şəkil 4) görünür ki, 340 nm-də kiçik bir pik və 455 nm-də daha böyük bir pik müşahidə olunur ki, onu ${}^2F_{5/2} \rightarrow {}^2D_{3/2}$ (${}^2D_{5/2}$) və ${}^2F_{3/2} \rightarrow {}^2D_{3/2}$ (${}^2D_{5/2}$) müvafiq olaraq enerji vəziyyəti keçidləri ilə əlaqələndirmək olar.

Əldə edilmiş fosforun fotoluminessensiya spektri həmin yüksək rezolyusiyalı Horiba tədqiqat spektrometrindən istifadə edilməklə ölçülmüşdür. Alınmış $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ fosforunun şüalanma spektrlərini ölçmək üçün o, toz halına salınmış və yastı disk formasında sıxılmışdır. Fosfor nümunəsi ultrabənövşəyi N_2 azot lazeri ilə vurulan mavi boya lazeri ilə həyəcanlandırılmışdır. Həyəcanlandırıcı işığın dalğa uzunluğu 450 nm olmuşdur. Şəkil 5-dəki qrafikdən aydın olur ki, sintez edilmiş fosfor 540 nm-lik pik ətrafında tam endə yarım maksimumu 90 nm olmaqla geniş emissiya spektri göstərir. YAG fosforunun həyəcanlanmasından sonra serium ionunda yaranan $5d \rightarrow 4f$ elektron keçidləri mavi işığın ($\lambda=450 \text{ nm}$) udulması nəticəsində 450-800 nm diapazonda şüalanmaya səbəb olur. 454 nm-də mərkəzləşdirilmiş pik InGaN çiplərinin mavi emissiyası ilə böyük uyğunluq təşkil edən optoelektronik tətbiqlər üçün əsas hesab olunur. Bu, materialın ağ işıq yaratmaq üçün struktur tərəfindən yayılan mavi işığı effektiv şəkildə udmaq qabiliyyətini təsdiqləyir.



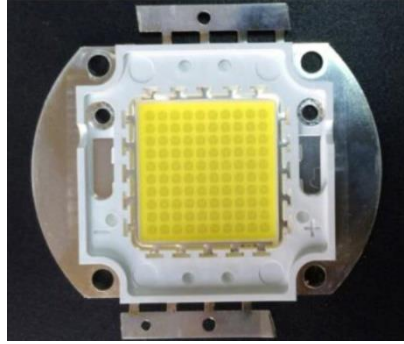
Şəkil 4. Sintez edilmiş YAG:Ce fosforun həyəcanlanma spektri



Şəkil 5. Sintez edilmiş YAG:Ce fosforun şüalanma spektri

Sintez olunmuş $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG:Ce) fosforunu işıq dioduna tətbiq etmək üçün, o xüsusi bir şəffaf polimer materialda disperqasiya olunur. Bu polimer fosfor hissəciklərini saxlamaq və işıq yayan çipləri zədələnmədən qorumaq üçün inkapsulyasiya materialı kimi istifadə olunur. Inkapsulyatorlar şəffaf, istiliyə davamlı olmalıdır və işıq sındırma indeksinin mümkün olan ən yüksək qiymət almasına üstünlük verilir. Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün fosfor hissəciklərindən işığın yaxşı çıxarılmasını təmin etməkdən ötrü kifayət qədər yüksək olan $n=1,43$ sındırma indeksinə malik polidimetilsiloksan silikondan istifadə edilmişdir. Fosforu çiplərlə substratın üzərinə tətbiq etmək üçün müəyyən dozada tökən dispenserlər istifadə olunmuşdur. Eksperimental nümunələrin istehsalı üçün Fisnar şirkətinin modeli olan – F4200N proqramlaşdırıla bilən dispenser cihazı istifadə edilmişdir. Fosforun və inkapsullaşdırıcı maddənin təxmini çəki nisbəti 1:10 olmuşdur, bu miqdar 0.5 gr/sm^3 konsentrasiyaya gətirib çıxardır. Fosfor kompoziti işıq diodu çipləri üzərinə yaymaq üçün, ucunda iynə olan bir konteynerə tökülür və

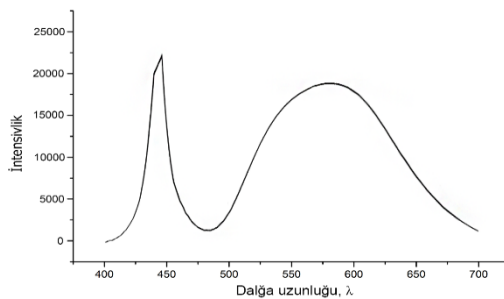
paylamasını həyata keçirmək üçün daxilində fosfor olan konteynerin yerləşdirildiyi avtomatlaşdırılmış başlıqda hərəkət etdirilir. Əvvəlcə bu kompoziti tökmək üçün sistemə kompressor vasitəsi ilə təzyiq altında hava verilir. Çiplərin tutduğu sahə böyük olduğuna görə fosforla silikonu substratın mərkəzində nöqtə istiqamətində yaymaq kifayət deyil. Fosforun işıq



Şəkil 6. Tətbiq edilmiş $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ fosforlu ağ işıq diod

diodunun səthində bərabər paylanması üçün altılığın formasını təkrarlamaq məqsədi ilə dispenser cihazına proqram yazılmışdır. Lazimi qalınlığa nail olmaqdan ötrü hər bir işıq diodu üçün paylanan kompozitin miqdarına nəzarət edilir. Girişdə təzyiqli dəyişdirməklə fosfor təbəqəsinin qalınlığını tənzimlənmək mümkündür. Bu halda fosfor kompoziti ~0,5 mm qalınlıqlı diodun üstünə çəkilmişdir (şək. 6).

İşıq diodunun elektrolüminessensiya spektrləri spektrometr və inteqrasiya sferasından (istehsalçı- Everfine modeli – PMS-80) istifadə edilərək ölçülmüşdür. İlk ölçmə mavi emissiyalı ($\lambda=450\text{nm}$) və sintez edilmiş fosforlardan ibarət işıq diodlarında aparılmışdır. Ölçmə zamanı gərginlik 33 V, ölçmə cərəyanı 3000 mA-də olmuşdur ki, bu da tam gücün 100 Vt olmasına gətirib çıxardır. Bütün spektrlər otaq temperaturunda ölçülmüşdür. Şəkil 7-də dalğa uzunluğundan asılı olaraq YAG:Ce fosforu ilə örtülmüş mavi işıq diodunun elektrolüminessensiya spektrləri göstərilir. Qrafikdə mavi işıq diodu tərəfindən yaradılan nazik spektr zirvəsini görmək mümkündür. Spektrin qalan hissəsi YAG:Ce fosforunun yaşıl 500 nm-dən qırmızı 700 nm dalğa uzunluğuna qədər dəyişən geniş zolaqlı emissiya spektridir. $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ fosforuna uyğun gələn oblast üçün pik dəyəri 530 nm və yarım amplitudanın tam eni 91 nm, mavi çipə uyğun gələn oblast üçün isə pik dəyəri 450 nm, yarım amplitudanın tam eni - 20 nm-dir. Sintez edilmiş lüminessent materialların yüksək keyfiyyəti 650-800 nm diapazonunda zolaqların olmaması ilə də təsdiqlənir ki, bu da hissəciklərin sferik formadan başqa formada olması ilə əlaqədardır.



Şəkil 7. İşıq diodunun şüalanma spektri

İşıq diodunun səmərəliliyi 3000 mA cərəyan şiddətində 103 lm/W olmuşdur. Lümenlə ölçülən işıq diodunun parlaqlığı, boşalma müddəti ərzində atomar vəziyyətə keçid səbəbindən

məhdudiyətə malikdir. Dodekaedral zirvələrdəki Ce^{3+} ionları sürətli dağılma kinetikasının əsas səbəblərindəndir, kristal qəfəsdəki serium ionları isə bu müddətin uzanmasını təmin edir. Bu emissiya xəttinin əyilməsinə səbəb olur. Yüksək emissiya intensivliyi YAG kristallaşmasının yaxşılaşdırılması və yüksək temperaturda YAG qəfəsindəki üçvalentli ionların sabitləşməsi səbəbindən sintez prosesində axınların istifadəsindən qaynaqlanır. Bu, artan kristal sahəsi və artan hissəcik ölçüsü ilə işıq yayan oblast səbəbiylə hissəcik ölçüsünün təsirini göstərir. Sferik formalı fosforlar sayəsində parlaqlığın artması müşahidə edilmişdir. Buna görə də daha az səpilmə və daha yüksək qablaşdırma sıxlığı əldə edilmişdir.

Mövcud inteqral sfera ilə optik gücün enerji paylanmasını da ölçmək mümkündür. Bu parametr hər dalğa uzunluğuna nə qədər optik gücün düşdüyünü göstərən W/nm dəyəri ilə verilir. Bu parametr bizə işıq diodunun xalis kvant səmərəliliyini hesablamağa imkan verir. Bu kvant səmərəliliyini hesablamaq üçün həm mavi işıq diodunun çiplərinin, həm də fosforun enerji axınlarını ayrıca nəzərdən keçirmək lazımdır. Enerji paylanması (Vt/nm) parametrindən istifadə edərək spektr üzərindəki inteqrasiya müvafiq emissiyanın enerji axını komponentinin dəyərini verir. Işıq diod tərəfindən buraxılan fotonların fosforun fotonlara çevrilmə əmsalını nəzərə alaraq, işıq diodunun daxili kvant səmərəliliyini tapmaq mümkündür.

$$\eta_{kv} = \frac{F_{çixış}}{F_{çip}} = \frac{F_{çixış}^{cip} + F_{çixış}^{fos}}{F_{çip}}$$

Burada $F_{çip}$ – çipin buraxdığı enerji axını, $F_{çixış}^{cip} + F_{çixış}^{fos}$ – mavi işıq diodunun və fosforun şüalanmasının çıxış enerji axınıdır. Çip tərəfindən buraxılan fotonların bir hissəsi fosforun kristal quruluşu tərəfindən təkrar emissiya olmadan udulur. Mavi çipin toplam enerji axını 31.2 Vt, fosfor şüalanmasının enerji axını – 16.14 Vt və mavi şüalanmanın udulmuş enerji axını – 17.86 Vt olmuşdur (cədv. 1). Bu rəqəmlər əsasında sintez edilmiş YAG:Ce fosforlu işıq diodunun daxili kvant səmərəliliyinin praktiki hesablanması aparılmışdır. Fosforun kvant çevrilmə əmsalı 0,90-a bərabərdir. Beləliklə, şüalanmanın 10%-nin fosforun içərisində və səpilmə nəticəsində itirildiyi meydana çıxır. Kvant səmərəliliyi fosfor çevrilməsindən fərqli olaraq, mavi çipin udulmuş şüalanma gücünün, çipin və fosforun fotonlarından ibarət çıxış şüalanmasına çevrilməsidir. O, nisbətə 0,517 təşkil etmişdir.

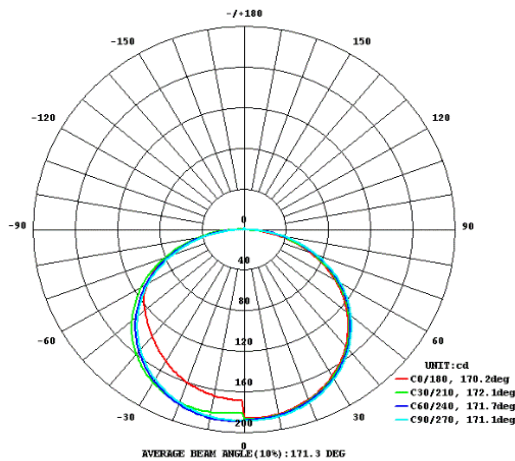
Cədvəl 1

F_e ümumi, Vt	F_e fosfor, Vt	F_e udma, Vt	η_{fosfor}	η_{kvant}
31.2	16.14	17.86	0.9	0.517

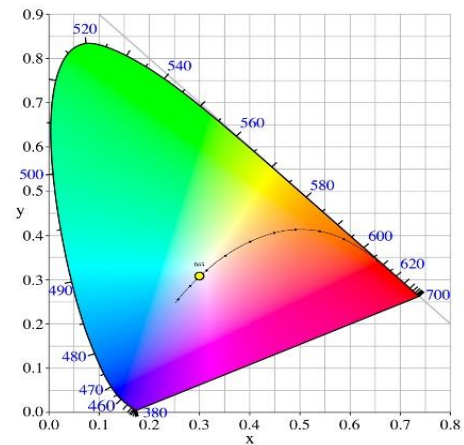
Işıq diodunun bucaq parametrləri onu qoniometrde (Everfine GO-2000) döndərən optik dəzgahda ölçülmüşdür. Şəkil 8-də işıq diodları üçün fəzada işıq selinin ikiölçülü paylanması (və ya radiasiya diaqramı) göstərilir. Burada ox üzərindəki qırmızı xətt $0^\circ-180^\circ$, yaşıl $30^\circ-210^\circ$, qöy $60^\circ-240^\circ$, mavi $90^\circ-270^\circ$ yayılma bucaqlarına aiddir. Burada radiasiyasının yayıldığı cisim bucağı 60° -dir ki, bu da işıq diodunun altlığının strukturuna və fosforun yerləşdirilməsinin xüsusiyyətinə uyğundur. Bu işıq mənbələri yayılma bucağı istiqamətli olan işıqlandırma sistemlərində quraşdırma üçün uyğun hesab edilir. Rəng temperaturunun bucaq paylanması tədqiq edilmişdir ki, burada müşahidə bucağı $0-90^\circ$ intervalında dəyişdikdə 867 K sürüşmə, rəng temperaturunun orta paylanması isə 9,6 K/dərəcə təşkil etmişdir.

İşıq diodunun şüalandırıldığı ağ işığın keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün onun xromatiklik koordinatları CİE 1931 diaqramında tərtib edilmişdir (şək. 9). Diaqramdan görünür ki, mavi çip və fosfor birləşdirildikdə ağ işığın koordinatı Plank əyrisində yerləşərkən, koordinatları $X=0.308$ $Y=0.312$ -ə bərabərdir. Sintez olunmuş fosfor və istifadə olunan çipləri tətbiq etməklə əldə edilən xromatiklik ümumi işıqlandırma üçün uyğun təmiz ağ işığa malikdir. Şüalanan işığın rəng temperaturu 6694K idi ki, bu da çox ağ və ya mavi tonda olmadan, təmiz ağ işığa kifayət qədər yaxındır. İstehsal edilmiş işıq diodunun rəng ötürmə indeksi 75 olmuşdur, bu da işıqlanan rənglərin düz göstərildiyini sübut edir.

Silikon/fosfor təbəqələrinin 130°C -ə qədər qızdırılması nəticəsində həyəcanlanan fosforların lüminesensiya intensivliyinin temperaturdan asılılığı tədqiq olunmuşdur. Temperaturun ölçülməsi inteqrasiya sferasından istifadə edilməklə aparılmışdır. Sferaya xüsusi hazırlanmış alüminium parçası yapışdırılır və onun cilalanmış səthindəki fosfor təbəqəsi fokuslanmış mavi şüa ilə düz bucaq altında şüalandırılır. Fosfor nümunəsinin temperaturunu dəqiq təyin etmək üçün alüminium parçasının üzərinə fosfor qatına çox yaxın olan (1 mm) məsafədə 10 k Ω termistor yerləşdirilmişdir. Alüminium parçası arxa tərəfinə bərkidilmiş isti yapışdırıcı vasitəsi ilə yavaş-yavaş qızdırılır. Temperatur 20°C -dən 130°C -ə yüksəldikcə əks olunan işıq və çevrilmiş işıq davamlı olaraq qeydə alınmış və müxtəlif temperaturlarda emissiya intensivliyi spektrləri qeydə alınmışdır. İsti alüminium parçasının materialla birbaşa təmasının qarşısının alınmasına diqqət edilmişdir. Temperaturu 130°C -ə qədər artırıqdan sonra inteqral sfera ilə aparılmış ölçmənin nəticəsində heç bir dəyişiklik olmamış və ölçülmüş spektral axında saxlanma effekti aşkar edilməmişdir. Bu ölçmələrin nəticələri şəkil 10-də göstərilən qrafiklərdə əks olunmuşdur. Lüminessensiya deqradasiyası onun kvant məhsuldarlığına birbaşa təsir göstərir. Tədqiq olunan fosforlar üçün fotolüminessensiya intensivliyinin temperaturdan asılılığından görünür ki, temperaturun artması yalnız cüzi eniş təsvir edir. Temperaturun bu cür sabitliyinin fosfor üçün mükəmməl olacağı gözlənilir. Oxşar lüminessensiya xassələri olan silikat fosforlar bu tipli

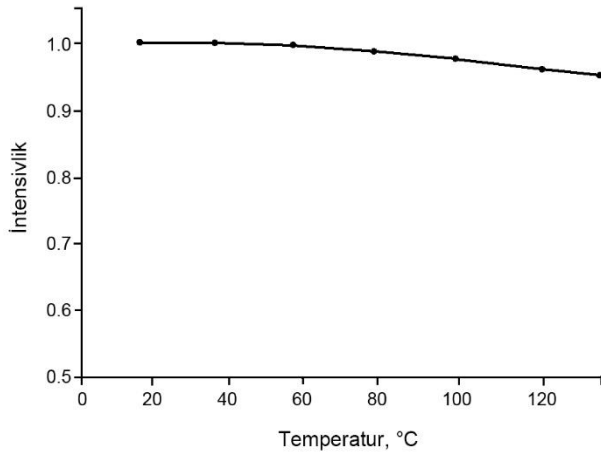


Şəkil 8. Işıq diodunun işıq selinin ikiölçülü fəza paylanması

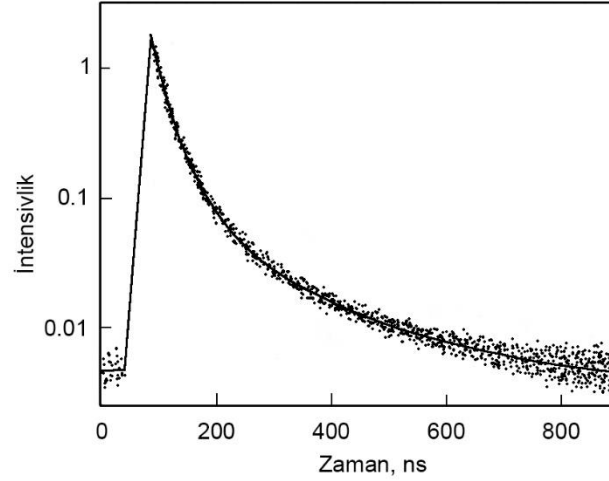


Şəkil 9. Işıq diodunun CİE 1931 rəng diaqramı koordinatları

fosforlarla müqayisədə daha pis temperatur sabitliyinə malikdir.



Şəkil 10. Işıq diodunun lüminesensiyanın temperaturdan asıllıq



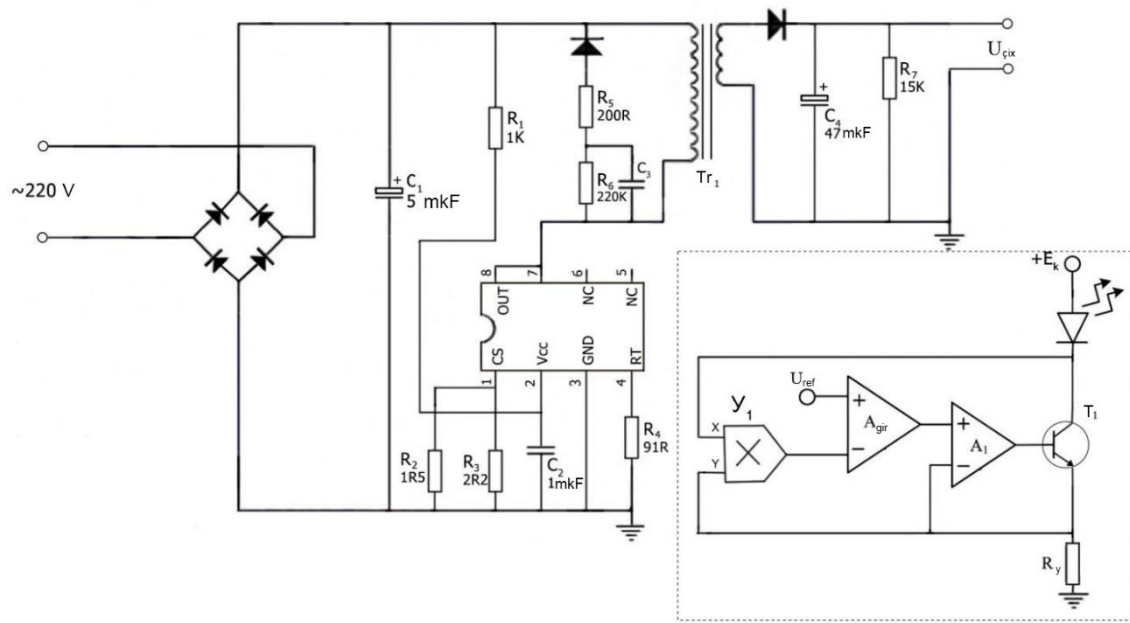
Şəkil 11. Işıq diodunun lüminesensiyanın yaşama müddəti

İstehsal olunan işıq diodunun lüminesensiyanın yaşama müddəti də ölçülmüşdür. Bu, xüsusilə uzaqdan idarəetmə ilə işıqlandırma sistemlərində istifadə zamanı vacibdir. Məlumdur ki, mavi işıq diodunun yaşama müddəti bir neçə nanosaniyədir. Fosfor tətbiq edilmiş diodun sönmə isə daha uzun çəkir. Bu müddəti ölçmək üçün C1-65 ossiloqrafla birlikdə fotodetektor da istifadə edilmişdir. Fotodetektordan gələn siqnal işıq diodundan gələn parlaqlığın sıfıra enməsi üçün lazım olan vaxt çərçivəsini qeyd etməkdən ötrü ossiloqrafa yönəldilmişdir. Lüminesensiyanın eksponensial qanunla sönməsi emissiya mexanizminin mürəkkəbliyini göstərir (şək. 11). Həmçinin bu vaxt Ce^{3+} konsentrasiyasından da asılıdır və 131-93 ns aralığındadır. Bu dəyişiklik Ce^{3+} ionları arasında yük transferi, relaksasiya və rekombinasiya prosesinin birgə təsiri ilə bağlıdır və bütün bu proseslər YAG qəfəsində Ce^{3+} ionlarının arasındakı məsafədən asılıdır.

Lövə üzərində çip texnologiyası əsasında işıq diodları, enerji təchizatı və cərəyan sabitləşməsi üçün ağıllı çeviricilər hazırlanmışdır. Bu cür diod işıqlarının smart kontrolu üçün GSM modulu hazırlanmalıdır. Işıq diodunun parlaqlığı elektron-deşik qovşağından keçən cərəyanın miqdarından asılıdır, buna görə də elektrik dövrəsi sabit parlaqlıq üçün sabit çıxış cərəyanını təmin etməlidir.

Şəbəkə gərginliyini 220V-a çevirmək üçün şəkil 12-də sxematik təsvir olunan elektrik dövrəsi yığılmışdır. Girişdəki bu çevirici dəyişən gərginliyi sabit gərginliyinə çevirən diod körpüsü və C1 tutumunda hamarlaşdırıcı filtr tərəfindən hazırlanır. Yüksək tezlikli impulslar yaratmaq üçün LD7552BPS PWM kontroller istifadə olunur. Işıq diodundan keçən cərəyanı sabitləşdirmək üçün sabit cərəyan mənbəyi dövrəsindən istifadə edilə bilər ki, burada yük dəyişdikdə belə cərəyan sabit qalır. Bu sxem ən çox işıq diodlarının cərəyanını sabitləşdirmək üçün istifadə olunur. Lakin, yarımkeçirici çipin keçidlərinin temperaturunun artması ilə cərəyan dəyişməzsə, belə dövrədə gərginlik azalacaq və müvafiq olaraq işıq diodunun enerji istehlakı da azalacaq. Buna görə də işıq diodunun sabit gücünü saxlamaq məqsədi ilə sxemi Şəkil 1-də ayrı bir blok kimi göstərilən fərqli üsul tətbiq edilmişdir.

Işıq diodunda sabit elektrik və optik gücü saxlamaq üçün analoq çevirici Y1 istifadə edərək yenilikçi bir yanaşma istifadə olunur. Bu məqsədlə AD633JNZ seriyasının ümumi analoq çeviricisindən istifadə edilmişdir. Analıq çeviricidən analıq siqnalların emalı üçün geniş istifadə olunur: qeyri-xətti və parametrik siqnal çevrilmələri, məsələn, modulyasiya, demodulyasiya, siqnalın yaradılması, bəzi arifmetik əməliyyatların hesablanması və s. Analıq çevirici sxemi diferensial gücləndiriciyə əsaslanır, yekun emitter cərəyanı cərəyan mənbəyi tərəfindən idarə olunur, onun dəyəri yalnız gücləndiricinin əmsalını dəyişir. Çıxış gərginliyi gücləndirici mərhələnin girişindəki gərginliklərin hasilinə və emitter cərəyanını idarə edən gərginliyə bərabərdir.

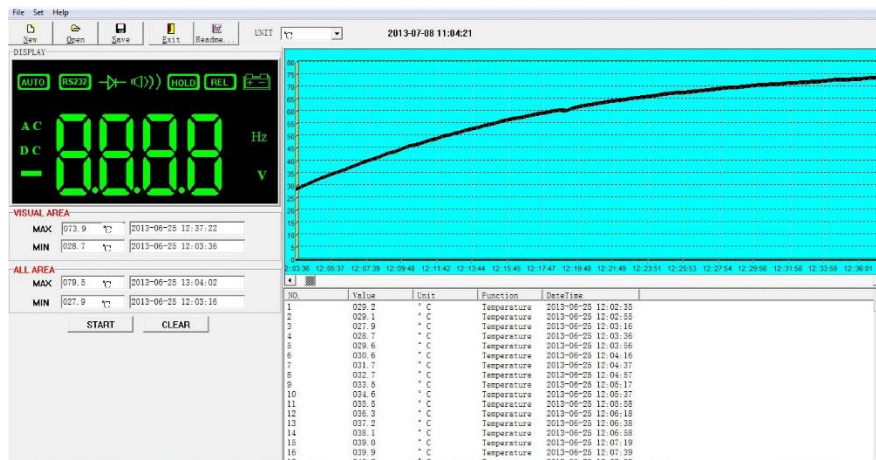


Şəkil 12. İstehsal olunmuş işıq diod gərginlik çeviricisinin sxemi

Sabit bir gərginlik mənbəyinin çıxış gücünü tənzimləmək üçün geribildirim döngəsində aktiv gücləndirici kimi bir analoq çeviricidən istifadə olunur. Onun X girişi işıq diodunun cərəyanına mütənasib potensialla təchiz edilir ki, bu da cərəyanı hiss edən R rezistorunda gərginlik düşgüsü kimi seçilir və onun girişində Y işıq diodunun özündən gərginliyin azalması ilə nəticələnir. Nəticədə, çıxışdakı analoq çevirici işıq diodunda cərəyan və gərginlik dəyərlərinə bərabər bir siqnal istehsal edir. Əməliyyat gücləndiricisindən çıxan gərginlik, əməliyyat gücləndiricisi və tranzistor T1 şəklində cərəyan mənbəyini təmin edir. Bu mərhələdə tranzistorun əsas cərəyanını təyin edən A1 əməliyyat gücləndiricisinin tərs girişinə tranzistorunun emitterindən gələn gərginlik tətbiq olunur. Beləliklə, tranzistordan keçən cərəyan sabit saxlanılır və mənbə çıxış impedansı yüksəlir.

Belə bir sxemdə əsas vəzifə işıq diodunun güc rejimini təyin etmək üçün əməliyyat nöqtəsi seçməkdir. Çeviricinin iş rejimi onun çıxış xüsusiyyətlərindən asılı olaraq seçilir, çünki bizə lazım olan cərəyan mənbəyinin çıxış gərginliyini tənzimləməkdir. Cari gərginlik xarakteristikası üzrə nöqtənin seçilməsi həddi gücləndiricilərin iş rejimindən kənara çıxmayan ərazidə aparılır. Çeviricinin çıxış gərginliyi, amperajı və başqa spektral xarakteristikaları cədvəldə göstərilmişdir.

Yığılmış çeviriciləri sınaqdan keçirmək üçün müəyyən müddət ərzində onların çıxış elektrik xüsusiyyətləri ölçülmüşdür. Çıxış optik gücü və digər optik parametrlər inteqrasiya sferasında təyin edilmişdir. 10 dəqiqə ərzində substratın temperaturu bir termocüt istifadə edilərək ölçülmüş və temperatur 20°C -dən 80°C -yə dəyişdirilmişdir. Işıq diodunun çıxış gücündə dəyişiklik $0,008 \text{ mV/t}^{\circ}\text{C}$ olmuşdur. Müqayisə üçün qeyd edək ki, adi cərəyan mənbəyi ilə idarə olunan işıq diodunun gücündə orta dəyişiklik 1 ilə 80°C arasında olan temperatur diapazonunda $0,04 \text{ mV/t}^{\circ}\text{C}$ təşkil edir.



Şəkil 13. Yük altında olan çeviricinin elektrik xüsusiyyətləri

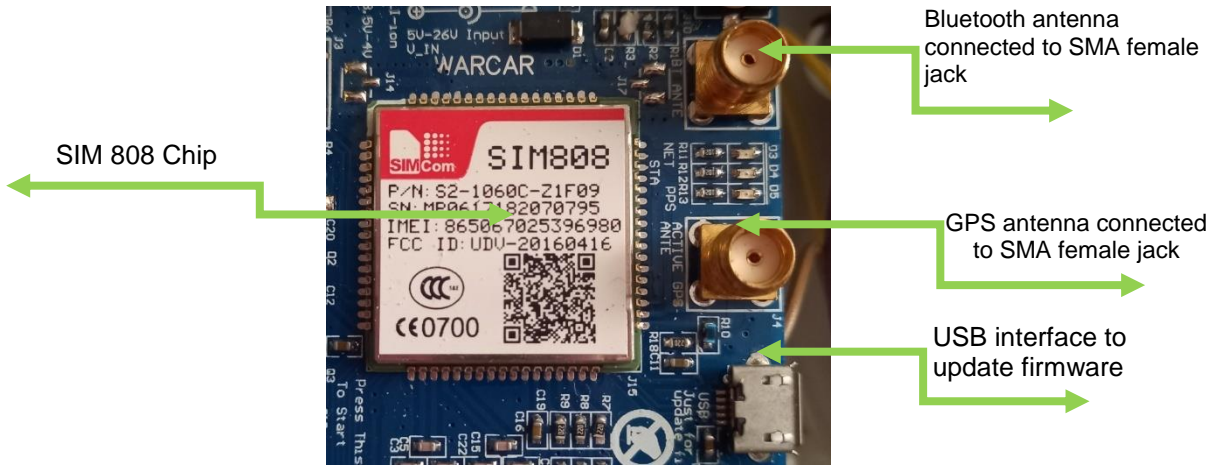
25° C-də elektro-optik xüsusiyyətlər:

Parametr	Simvol	Ölçmə dəyəri	Min.	Tipik	Maks.	Vahid
İrəli gərginlik	V_{f1}	$I_f = 10\mu A$	16			V
	V_{f2}	$I_f = 3.06A$	31.5	32.04	33.8	V
Əks cərəyan	I_r	$V_r = 30V$	0.01	0.03	0.05	μA
Dominant dalğa uzunluğu ⁽²⁾	λ_d	$I_f = 2.06A$	444	450	552	nm
Spektral yarım genişlik	$\Delta\lambda$	$I_f = 2.06A$	16	18	20	nm

Absolyut maksimum dəyərlər:

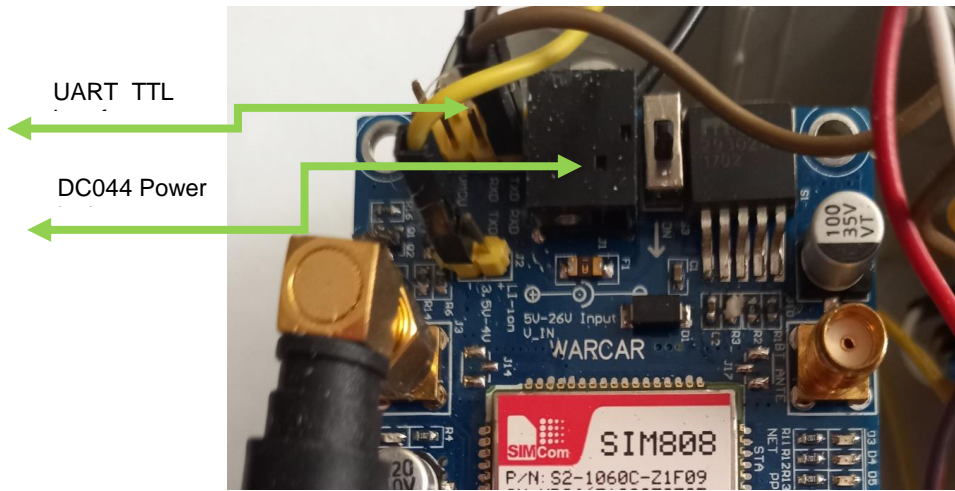
Parametr	Simvol	Ölçmə dəyəri	Qiymət	Vahid
İrəli sabit cərəyanı	I_f	$T_a = 25^\circ C$	≤ 3.3	A
Əks gərginlik	V_r	$T_a = 25^\circ C$	≤ 30	V
Keçidin temperaturu	T_j	---	≤ 115	$^\circ C$
Saxlama temperaturu	T_{stg}	çip	$-40 \sim +85$	$^\circ C$

Uzaqdan idarə olunan GSM ağıllı idarəetmə üsulundan istifadə edərək modem və elektron cihazlardan istifadə ilə küçələrin işıqlandırılmasını manipulyasiya etməyə şərait yaradılmışdır. SIM808 GSM / GPRS modulu çox sayda IoT layihəsinə inteqrasiya edilə bilən miniatur GSM modemidir. Bu modul mobil telefon ilə əlaqələndirilərək edə biləcəyi bütün əməliyyatları yerinə yetirmək üçün istifadə edilmişdir. SMS mətn mesajları, GPRS, TCP / IP vasitəsilə internetə qoşulur, zəng edir və ya zəng qəbul edir. Bundan əlavə, modul dörd bantlı GSM / GPRS şəbəkəsini dəstəkləyir və yeni məkandan aslı olmayaraq hər yerdə işləyir. Modulun mərkəzində SimCom-un bir SIM808 GSM mobil çipi var. Çipin işləmə gərginliyi 3.4V-dən 4.4V-ə qədərdir və bu da onu birbaşa LiPo batareyası təchizatı üçün ideal bir "namizəd" halına gətirir.



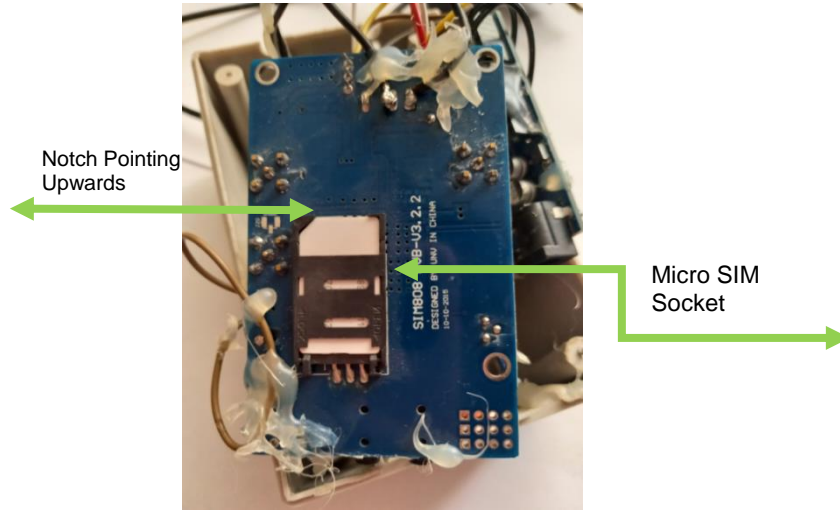
Şək. 14 GSM modulun sxemasının interfeysi

SIM808 GSM çipinin bütün lazımi məlumat pinləri 0.1 duym aralıqlı pinlərə bölünmüşdür. Bura **UART** üzərindən mikrokontrollerlə əlaqə üçün lazım olan pinlər də daxildir. Modul, **Auto-Baud** aşkarlanması ilə 1200bps-dən 115200bps-ə qədər ötürmə sürətini dəstəkləyir (şək. 14).



Şəkil 15 GSM modulun sxeması

Modulu şəbəkəyə qoşmaq üçün xarici bir antena əlavə etdik. Modul ümumiyyətlə lehimlə birbaşa PCB-dəki NET pininə birləşdirilən Helical Antenna ilə mövcud olur. Nəzərdə tutulan GSM Modulu ARDUINO-ya mesajlar göndərir ki, bu da işıq diodu əsasında gələn mesajları ON/OFF (yandırır söndürə bilər) edir. SIM kartı daxil etmək üçün düzgün istiqamət normal olaraq SIM yuvasının səthinə həkk olunub. Aktivləşdirilmiş, 2G mikro SIM kartı yerinə taxılaraq iş rejimini bərpa edə bildik (şək. 15).



Şəkil 16 GSM modulun sxeması

Dörd diapazonu dəstəkləyir: GSM850, EGSM900, DCS1800 və PCS1900

- İstənilən 2G SIM ilə istənilən qlobal GSM şəbəkəsinə qoşulur
- Xarici 8Ω dinamik və elektret mikrofonundan istifadə edərək səsli zənglər edir və qəbul edir
- SMS göndərir və qəbul edir
- GPRS məlumatlarını göndərir və qəbul edir (TCP / IP, HTTP və s.)

Ötürmə gücü:

- GSM850 üçün sinif 4 (2W)
- DCS1800 üçün sinif 1 (1W)
- Serial əsaslı AT Komanda Dəsti
- Hüceyrə antenaları üçün FL konnektorları
- Mikro SIM Kartı qəbul edir

İşıq diodun status göstəriciləri

SIM808 Cellular Modulunun sağ üst tərəfində, mobil şəbəkənin vəziyyətini göstərən bir LED var. Hansı vəziyyətdə olduğunu göstərmək üçün müxtəlif aralıqlarla yanib-sönür:

1 saniyədən bir yanib-sönəndə

Modul işləyir, lakin hələ də mobil şəbəkəyə qoşulmayıb.

2 saniyədən bir yanib-sönəndə

İstədiyiniz GPRS məlumat bağlantısı aktivdir.

3 saniyədən bir yanib-sönəndə

Modul mobil şəbəkə ilə əlaqə qurub, səs və SMS göndərir / qəbul edə bilir.

Antenin seçilməsi

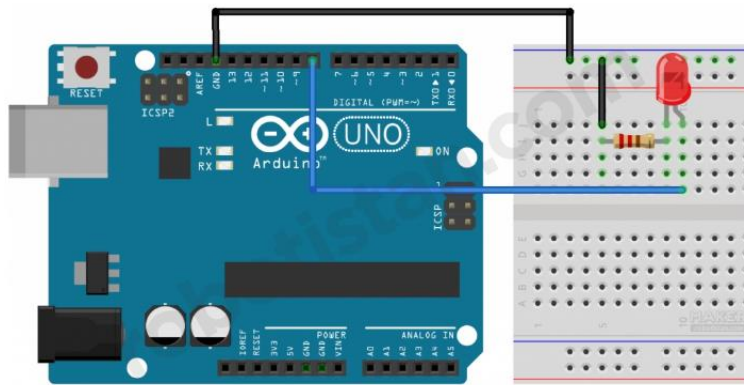
Modulu hər hansı bir səs və ya məlumat rabitəsi və bəzi SIM əmrləri üçün istifadə etmək üçün bir antennaya ehtiyac duyulur. Beləliklə, antenna seçmək həlledici bir şeydir. SIM808 modulumuza antenna əlavə etməyin iki yolu var. Birincisi, ümumiyyətlə modul PCB-də NET pinin-ə birbaşa

[serialından](#) (software serial) istifadə edirik. Arduino Uno-dan gələn Tx signalının SIM808 moduluna zərər verməmək üçün 3.3V-ə endirilməli və SIM808 Rx və Arduino D2 arasında 10K və SIM808 Rx və GND arasında 20K müqavimət yaxşı iş rejimi yaradı. Modulu çalışdırmaq üçün çox seçimimiz olduğundan, iki nümunə sxem təqdim etdik. Biri 1200mAh Li-Po batareyadan, digəri LM2596 DC-DC buck çeviricisindən istifadə etdik.

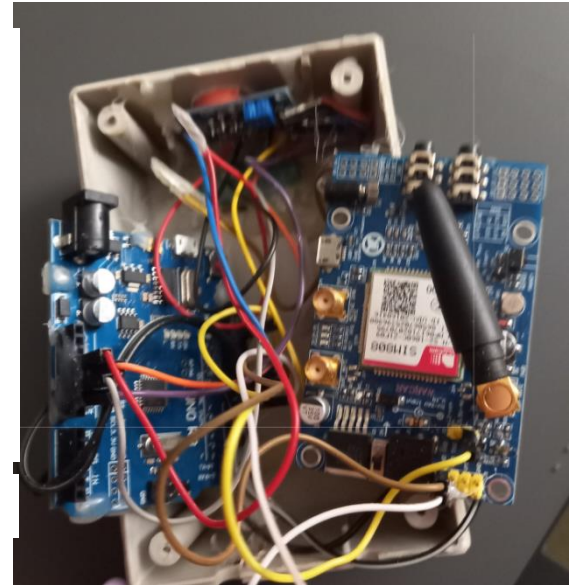
External Lithium Ion
battery pins 3.5-4V
DC



Şəkil 18 GSM modulunun akkumulyatoru



Şəkil 19 GSM modulun sxematik təsviri

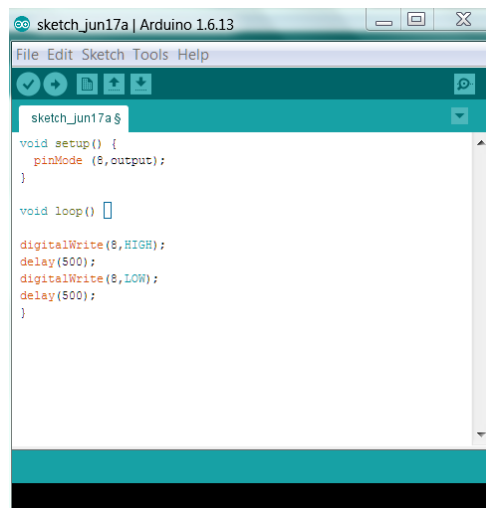


Şəkil 20 GSM modulun sxeması

Dövrədəki işıq diod ilə bir rezistor ardıcıl olaraq bağlanır. Beləliklə, işıq dioddan keçən yüksək cərəyanın və işıq diodun zədələnməsinin qarşısı alınır. Sxemində işıq diodun (+) ayağı Arduino-nun 8-ci pininə qoşulub. Işıq diodun (-) ayağını rezistorla ardıcıl birləşdirərək, rezistorun digər ayağı Arduino-nun GND pininə qoşduq. Beləliklə, bizə lazım olan dövrə hazırladıq (şək. 19, 20).

Arduino-nu USB ilə kompyuterimizə qoşduq (şək. 21). Arduino proqramını açıb new arduino bölməsinə daxil olub setup hissəsini silib kodlaşdırmanı edərək işıq diod-i 8 pine qoşduğumuz üçün pinin nomresini pin mode(8,output) olaraq qeyd edirik. Işıq diodun yanib sönmə müddətində delay(500) hissəsində qeyd edilərək bunlada arduinodan işıq dioda məlumat ötürülür və işıq diod yanib-sönür.

Arduinomuzu istədiyiniz telefon nömrəsinə SMS göndərmək üçün proqramlaşdırdıq. Eskizləri sınaqdan əvvəl telefon nömrəsini daxil etdik. ZZxxxxxxxxxx sətrinə və ZZ-i +994 ölkə kodu ilə, xxxxxxxxx isə 7 rəqəmli telefon nömrəsi ilə əvəz etdik. Hazırlanan GSM antennalı işıq diod nümunələri sınaqdan keçirilmiş, isıqlanmaya yararlı və uzun ömürlü olduğu elektro-optik parametrlərinin (rəng ötürmə indeksi, Rəng temperaturu, effektivlik) təyini ilə təsdiq olunmuşdur.



```
sketch_jun17a | Arduino 1.6.13
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun17a $
void setup() {
  pinMode(8, output);
}
void loop() {
  digitalWrite(8, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(8, LOW);
  delay(500);
}
```

Şəkil 21 Arduino proqramı

2

Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)

Layihə çərçivəsində InGaN çipləri ilə qranat ($Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$) və perovskit ($BaTiO_3$) fosforları əsasında işıq diodlarının yaradılması nəzərdə tutulmuşdur. Bu fosforların sintezi bərk hal reaksiyası üsulu ilə aparılmışdır. Hazırlanmış işıq diodlarının optik xüsusiyyətlərinin ölçülməsi və skanedici elektron mikroskopundan istifadə edərək fosforun tədqiq olunması nəzərdə tutulmuşdur. Həmçinin işıq diodlarını elektrik enerjisi ilə təmin etmək üçün innovativ çeviricilərin istehsalı, eləcə də işıq diodlarının uzaqdan idarə edilməsi üçün GSM antenasının istifadəsi də nəzərdə tutulmuşdur. Layihənin icrası zamanı bu və başqa işlər yüksək dərəcədə təmiz şəraitdə həyata keçirilmişdir. Layihə zamanı yalnız perovskit fosforunun sintezi həyata keçirilməmişdir. Bu baxımdan deyə bilərik ki, nəzərdə tutulan işlərin təxminən 70% yerinə yetirilib.

3

Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

Hesabat dövründə Azərbaycanda ilk dəfə çip quraşdırma texnologiyası tətbiq olunaraq yeni tipli "lövhə üzərində çip" texnologiyasına əsaslanan işıq yayan diodlar əldə edilmişdir. Alınan işıq diodları 3 Vt optik gücə və 9 lm işıq selinə malikdir. Işıq diodlarında şüalanmanın dalğa uzunluğunun piki 451 nm-dir, pikin yarım maksimumunda eni isə 20 nm-dir. Şüalananan işığın rəng

temperaturu 10000K bərabərdir, lakin fosfor tətbiq etdikdən sonra rəng temperaturunun azalması gözlənilir. Belə işıq diodlarının kiçik form faktoru optik dizaynı xeyli sadələşdirir və bununla da işıq səmərəliliyini daha da artırır. İstilik yayılmasının yaxşılaşdırılması çiplərin bahalı, yüksək keçirici altlığa (CuW kimi) ehtiyac olmadan yüksək cərəyanlarda idarə olunmasına imkan verir ki, bu da defektlərin azalmasına gətirib çıxardır.

Sarı oblastda səmərəli işıq şüalanmasına malik fosforlar enerjiyə qənaətli yanma üsulu ilə sintez edilmişdir. İlk dəfə olaraq sintez şəraiti çoxlu flüslərdən istifadə etmədən və atmosfer təzyiqi altında təmiz fazalı hissəciklərin alınması üçün optimallaşdırılıb. Alınan fosforlar Skanedici Elektron Mikroskopundan istifadə edilməklə tədqiq edilmişdir. Sintez edilmiş fosforların fotoluminessensiya spektri CCD detektorlu olan müasir yüksək rezolusiyalı spektrometrdən istifadə etməklə ölçülmüşdür. Sintez olunan mikron-ölçülü fosforlarda nadir torpaq elementi olan Ce^{3+} ionlarının elektron keçidləri təyin edilmişdir. $Y_3Al_2O_4:Ce^{3+}$ fosforlarının şüalanma spektrində yaşıl oblastda ($\lambda=540$ nm) müşahidə olunan zolağın yaranma səbəbləri araşdırılmış, bu şüalanmaya uyğun həyəcanlanma spektrində müşahidə olunan iki geniş zolağın Ce^{3+} aşqarının daxilində $4f^1 (^2F_{7/2}) \rightarrow 4f^05d^1$ səviyyələrinə keçidlərlə xarakterizə olunduğu göstərilmişdir.

Sintez olunmuş $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ fosforları əsasında işıq diodları hazırlanmışdır. Dispensiya üsulundan istifadə etməklə mavi işıq diodunun spektrinin çevrilməsi üçün nazik fosfor təbəqələri əldə edilmişdir.

İşıq diodunun işıq axını, enerji axını, optik spektrlər, rəng temperaturu və rəng göstərmə indeksi kimi optik xüsusiyyətlər ölçülmüşdür. Həmçinin rəng temperaturunun paylanması, üçölçülü işıq paylama diaqramı qeyd edilmişdir. Ölçülmüş parametrlər göstərir ki, hazırlanmış işıq diodları yüksək effektivliyə malikdir. Optik xüsusiyyətlərin tədqiqi mavi işıq diod çiplərindən istifadə edilərək ağ işıq şüalanma cihazlarının inkişafında tətbiq oluna bilən fosforların mövcudluğunu təsdiqləyir. Həmçinin, yüksək performanslı ağ işıq emissiya sistemlərinin istehsalına imkan verən rəng koordinatlarında və rəng temperaturunda bir qədər yaxşılaşma müşahidə edilmişdir.

İlk dəfə olaraq işıq diodlarının elektrik qidalanması üçün çeviricinin çıxışında sabit gücü saxlamaq məqsədi ilə dövrədəki geri əlaqəli analoq gərginlik çeviricisi istifadə edilərək sxem hazırlanmış və tətbiq edilmişdir. Analoq çeviriciyə əsaslanan elektrik çeviriciləri işıq diodunun temperaturu $1^\circ C$ dəyişdikdə, 0.008 mW güc dəyişikliyi ilə çıxış gücünü sabitləşdirə bilər. İlk dəfə olaraq işıq diodlarından buraxılan işığı modulyasiya etmək üçün arduino mikrokontroller tərəfindən idarə olunan GSM modulundan istifadə edilmişdir.

4	Layihə üzrə elmi nəşrlər (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezlər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərməlidir) <i>(sürətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!)</i>
5	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər
6	Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərməlidir)
7	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)

8	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak (burada doldurmalı)
9	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq) (burada doldurmalı)
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmullatları
11	Yerli həmkarlarla əlaqələr
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa)
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)
16	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərilməlidir)

SİFARIŞÇI:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ _ ” _____ 20_-ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Orucov Teymur Yaşar oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 20_-ci il