

## 2014-CÜ İL ÜÇÜN ƏSAS QRANT MÜSABİQƏSİ (EIF-2014-9(24)) ÇƏRÇİVƏSİNDƏ YERİNƏ YETİRİLMİŞ LAYİHƏ ÜZRƏ NƏŞRLƏR

---

Layihənin əsas məqsədi yarımkeçirici materialların radiasiyaya davamlılığının artırılma yollarının işlənilməsi və alınmış nəticələr əsasında yeni praktiki təkliflərin hazırlanması idi.

Layihənin birinci mərhələsində sadə və mürəkkəb yarımkeçiricilərin davamlılığının artırılması radiasiya texnologiyası ilə tədqiq edilmişdir. Alınmış nəticələr əsasında müəyyən edilmişdir ki, yarımkeçirici materiallarda mövcud olan qüsurlar təbiətinə və energetik parametrlərinə görə kəskin fərqlənirlər. Bu səbəbdən, məsələnin həllinə bir neçə üsulla yanaşılmışdır. İlk olaraq ionlaşdırıcı şüaların təsiri ilə materialların xassələrinin modifikasiya olunma üsulları işlənmişdir. Bu məqsədlə bircins və qüsursuz kristallar alınmış və onun parametrləri rengenografiya üsulu ilə müəyyən edilmişdir. Alınmış GaS və GaSe monokristallarının elektik, optik xassələri implantasiyadan əvvəl və sonra tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, kristallar spektrin görünən oblastında yüksək fotohəssaslığa malikdir. Eyni zamanda kvant çuxurlarının yaradılması məqsədi ilə enerjisi 50-300 keV olan ionların (proton, azot, hidrogen) GaS və GaSe kristallarına implantasiyası nəticəsində tormozlanmanın ən kəsiyini hesablamaq üçün SRİM-2011 proqramından istifadə edilmişdir. Alınmış nəticələr əsasında GaS və GaSe kristallarında qeyd olunan enerjili ionlar üçün amorflaşma dozasının astana qiyməti hesablanmışdır. Nəzəri hesablamalar üçün alınan qiymətlər kvant çuxurlarının yaradılması üçün optimal rejimin seçilməsinə imkan verir.

A3B6 kristallarında amorflaşma prosesinin tədqiqi üçün ağır metalların ionlarından Sb, Sn, As, Ga və təsirsiz qaz ionlarından Xe, Kr, Ne, N istifadə edilmişdir. İlk növbədə bu ionların GaS kristalında müxtəlif enerji intervalında (100-300 keV) qaçış yolları SRİM proqramı ilə hesablanmışdır.

Tədqiq edilən laylı və zəncirvari kristallar öz analoqlarından (Ge, GaAs, InP və s.)struktur quruluşlarının kəskin fərqlənməsi ilə bağlı xüsusi xassələrə malik olduğundan, fərdi texnoloji üsulların işlənilməsi zərurəti yaranır. Onların fərdi xassələri kristal qəfəsdə olan struktur defektlərinin miqdarı ilə bağlı olduğundan, yerinə yetirilən tədqiqat işi zamanı məqsədimiz radiasiya aşqarlanma metodu ilə defektlərin konsentrasiyasını idarə etmək olmuşdur və bu məsələ laylı kristallar üçün həll edilmişdir.

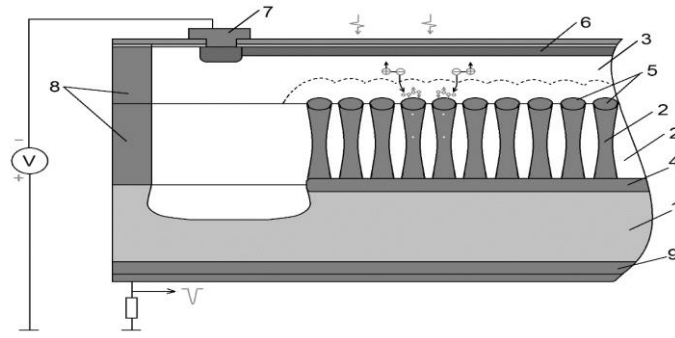
Layihənin həyata keçirilməsi zamanı yerinə yetirilmiş işlər üzrə alınmış elmi nəticələrdən aşağıdakıları qeyd etmək olar:

1. Laylı və zəncirvari monokristallarda radiasiya effektlərinin tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, laylı və zəncirvari quruluşa malik kristalların kiçik dozalı qamma və elektron şüaları ilə emal edilməsi zamanı struktur defektlərinin miqrasiyası nəticəsində kristallik qəfəsdə nizamlanma müşahidə olunur. Xüsusi mühitlərdə (S-kükürd, Se-selen) termik dəmlənmiş kristalların radiasiyaya davamlığı 2-4 dəfə artır.
2. İlk dəfə olaraq laylı və zəncirvari monokristallar üçün radiasiya aşqarlanma üsulu işlənmişdir. Belə ki, həmin üsulun köməyi ilə qeyd olunan yarımkeçirici materialların elektrik, optik və fotoelektrik xassələri məqsədyönlü idarə edilə bilər.
3. Mikro piksellə selvari fotodiodların (MSFD) bərpa olunma müddətini azaltmaq üçün yeni tipli mikrokanallı MSFD işlənmişdir.

Bərpa olunma müddəti diodların sayma sürətinin xəttlik oblastını müəyyən edən əsas kəmiyyətlərdən hesab edilir. Bəzi modellərdə diodların bərpa olunma müddətinin yüksək olması bunların bir çox təcrübələrdə tətbiqinə imkan vermir. Məhz bu çatışmamazlığı aradan qaldırmaq üçün yeni tipli mikrokanallı MSFD işlənmişdir. Bu diodun işləmə prinsipi şəkil 1-də göstərilmişdir.

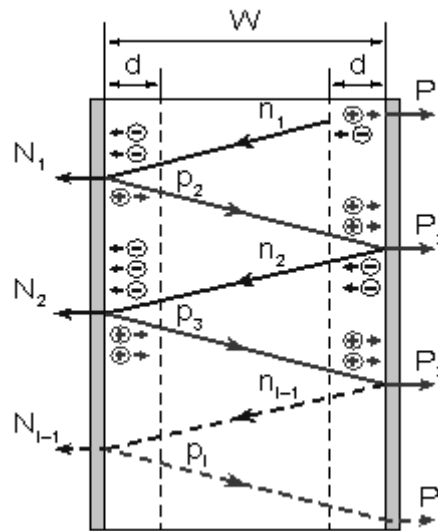
Bu quruluşda yüksək aşqarlanmış n+-tipli piksellər arasındakı boş məsafə 5  $\mu\text{m}$ -dən 2  $\mu\text{m}$ -ə qədər azaldılmışdır. Məsafənin azaldılması, n-tip keçiriciliyə malik epitaksial təbəqədə həcmi yüklər oblastlarının

birləşməsinin qarşısını almışdır. Bunun nəticəsində hər bir piksel, altlığın həcmi ilə birləşən nazik mikroresistorla (mikrokanalla) təmin olunur.



4. Yüksək effektivli mikropikselli selvari fotodiodun fiziki işləmə modeli hazırlanmışdır:

MPSF diodlarda selvari prosesi təşvir edən yeni model hazırlanmışdır. Yeni hazırlanmış model digər modellərdən fərqli olaraq selvari diodlarda selvari prosesin işləmə prinsipini, daxili və xarici cərəyanının dəyişməsinə və deşilmə gərginliyini düzgün ifadə edə bilməmişdir.



Tədqiqatların nəticəsində

- Sahə induksion potensial mikro-çuxurlu MSFD-un quruluşu və işləmə prinsipi 104 piksel/mm<sup>2</sup> piksel sıxlığında foton qeydetmə effektivliyini 25%-dən 40 %-ə artırmışdır.
  - Sahə induksion potensial mikro-çuxurlu MSFD-un quruluşu və işləmə prinsipi Piksellərin bərpa olunma müddətini 300ns-dən 40 ns-yə qədər yaxşılaşdırılmışdır.
5. MSFD fotodiodların enerji qidalanmasını təmin edilməsi üçün xüsusi gərginlik çeviricisi yığılmışdır.
6. Yeni MSFD diodlar analoqları ilə müqayisə edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, analoqlarına nisbətən 30% yüksək qeydetmə effektivliyinə malikdir.

№	Nəşr haqqında məlumat (Məqalələr)	Tam mətn
1	<p><b>Məqalənin adı:</b> A new method to improve multiplication factor in micro-pixel avalanche photodiodes with high pixel density</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Sadygov Z., Ahmadov F., Khorev S., Sadigov A., Suleymanov S., Madatov R., Mehdiyeva R., Zerrouk F.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 2016, p.137-138</p> <p><b>E-link:</b> <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900215013704">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900215013704</a></p> <p><b>DOI:</b> <a href="https://doi.org/10.1016/j.nima.2015.11.008">https://doi.org/10.1016/j.nima.2015.11.008</a></p> <p><b>İndeksənmə:</b> <a href="https://www.elsevier.com/journals/nuclear-instruments-and-methods-in-physics-research-section-a-accelerators-spectrometers-detectors-and-associated-equipment/0168-9002/abstracting-indexing">https://www.elsevier.com/journals/nuclear-instruments-and-methods-in-physics-research-section-a-accelerators-spectrometers-detectors-and-associated-equipment/0168-9002/abstracting-indexing</a></p> <p><b>İF:</b> 1.336</p>	
2	<p><b>Məqalənin adı:</b> A new detector concept for silicon photomultiplier</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Sadigov A., Ahmadov F., Ahmadov G., Ariffin A., Khorev S., Sadygov Z., Suleymanov S., Zerrouk F., Madatov R.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 2016, vol. 824, p.135-136</p> <p><b>E-link:</b> <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900215013753">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900215013753</a></p> <p><b>DOI:</b> <a href="https://doi.org/10.1016/j.nima.2015.11.013">https://doi.org/10.1016/j.nima.2015.11.013</a></p> <p><b>İndeksənmə:</b> <a href="https://www.elsevier.com/journals/nuclear-instruments-and-methods-in-physics-research-section-a-accelerators-spectrometers-detectors-and-associated-equipment/0168-9002/abstracting-indexing">https://www.elsevier.com/journals/nuclear-instruments-and-methods-in-physics-research-section-a-accelerators-spectrometers-detectors-and-associated-equipment/0168-9002/abstracting-indexing</a></p> <p><b>İF:</b> 1.336</p>	
3	<p><b>Məqalənin adı:</b> An iterative model of performance of micropixel avalanche photodiodes</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Sadigov A., Ahmadov F., Suleymanov S., Heydarov N., Valiyev R., Nazarov M., Akbarov R., Ahmadov G., Sadygov Z., Madatov R., Mechtiyeva R., Mukhtarov R., Khorev S., Zerrouk F.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> International Journal of Advanced research in physical science, vol.3, issue 2, 2016, p.9-18</p> <p><b>E-link:</b> <a href="https://www.arcjournals.org/pdfs/ijarps/v3-i2/3.pdf">https://www.arcjournals.org/pdfs/ijarps/v3-i2/3.pdf</a></p> <p><b>DOI:</b> -</p> <p><b>İndeksənmə:</b> -</p> <p><b>İF:</b> -</p>	
4	<p><b>Məqalənin adı:</b> Influence of <math>\gamma</math>-irradiation and annealing on FR IR-spectra of absorption of layered crystals GaS</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Huseynov N., Gadzhieva N., Asadov F.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Journal of radiation research, vol.2, № 2, 2015, p.11-15</p> <p><b>E-link:</b> -</p> <p><b>DOI:</b> -</p> <p><b>İndeksənmə:</b> -</p> <p><b>İF:</b> -</p>	

5	<p><b>Məqalənin adı:</b> Features of lattice dynamics in layered crystals GaS at ion implantation of hydrogen with energy of 140 keV</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Madatov R., Najafov A., Komarov F., Mustafayev Y., Ahmadov F., Huseynov N., Mammadov M., Jahangirov M.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Journal of radiation research, 2015, vol.2, №2, p.5-9</p> <p><b>E-link:</b> -</p> <p><b>DOI:</b> -</p> <p><b>İndeksəlmə:</b> -</p> <p><b>İF:</b> -</p>	
6	<p><b>Məqalənin adı:</b> A micropixel avalanche phototransistor for time of flight measurements</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Sadigov A., Suleymanov S., Ahmadov F., Ahmadov G., Abdullayev K., Akberov R., Heydarov N., Madatov R., Mukhtarov R., Nazarov M., Valiyev R.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, 2017, vol.845, pp.621-622</p> <p><b>E-link:</b>  <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900216306441?via%3DiHub">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900216306441?via%3DiHub</a></p> <p><b>DOI:</b> <a href="https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.081">https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.081</a></p> <p><b>İndeksəlmə:</b> <a href="https://www.elsevier.com/journals/nuclear-instruments-and-methods-in-physics-research-section-a-accelerators-spectrometers-detectors-and-associated-equipment/0168-9002/abstracting-indexing">https://www.elsevier.com/journals/nuclear-instruments-and-methods-in-physics-research-section-a-accelerators-spectrometers-detectors-and-associated-equipment/0168-9002/abstracting-indexing</a></p> <p><b>İF:</b> 1.336</p>	
7	<p><b>Məqalənin adı:</b> Ssintilyatorlu radiasiya detektor modulları üçün yeni gücləndiricilərin işlənməsi</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Süleymanov S., Əhmədov F., Mədətov R., Heydərov N., Nəzərov M., Əkbərov R., Sadiqov A., Əhmədov Q., Vəliyev R., Cahangirov M.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> AMEA-nın xəbərləri, vol.XXXVI, №5, 2016, Bakı, s.81-84</p> <p><b>E-link:</b> <a href="http://physics.gov.az/Transactions/2016/journal2016(5).pdf">http://physics.gov.az/Transactions/2016/journal2016(5).pdf</a></p> <p><b>DOI:</b> -</p> <p><b>İndeksəlmə:</b> -</p> <p><b>İF:</b> -</p>	
8	<p><b>Məqalənin adı:</b> Alfa zərrəciklərinin BCF-12 fiber ssintilyatoru və selvari fotodiodlar vasitəsi ilə qeyd edilməsi</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Əhmədov F., Süleymanov S., Mədətov R., Əhmədov Q., Sadiqov A., Heydərov N., Nəzərov M., Vəliyev R., Əkbərov R., Cahangirov M.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> AMEA-nın xəbərləri, vol.XXXVI, №5, 2016, Bakı, s.25-28</p> <p><b>E-link:</b> <a href="http://physics.gov.az/Transactions/2016/journal2016(5).pdf">http://physics.gov.az/Transactions/2016/journal2016(5).pdf</a></p> <p><b>DOI:</b> -</p> <p><b>İndeksəlmə:</b> -</p> <p><b>İF:</b> -</p>	

9	<p><b>Məqalənin adı:</b> Investigation of disadvantages of LFS scintillator</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Ahmadov F., Sadygov Z., Jafarova E., Madatov R., Dovlatov A., Ahmadov G., Sadigov A., Suleymanov S., Akberov R., Heydarov N., Nazarov M.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Azerbaijan Journal of Physics, vol.XXII, №3, 2016, Bakı, pp.10-12</p> <p><b>E-link:</b> <a href="http://physics.gov.az/Dom/2016/AJP_Fizika_03_2016_en.pdf">http://physics.gov.az/Dom/2016/AJP_Fizika_03_2016_en.pdf</a></p> <p><b>DOI:</b> -</p> <p><b>İndeksənmə:</b> -</p> <p><b>İF:</b> -</p>	
10	<p><b>Məqalənin adı:</b> Performance of a new photo detector for ionizing radiation</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Sadigov A., Suleymanov S., Ahmadov F., Ahmadov G., Sadygov Z., Madatov R., Mehdiyeva R., Nuriyev M., Akberov R., Valiyev R., Heydarov N., Nazarov M.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Journal of Radiation Researches, vol.2, №2, 2015, Baku, pp.16-19</p> <p><b>E-link:</b> <a href="https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:47081684">https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:47081684</a></p> <p><b>DOI:</b> -</p> <p><b>İndeksənmə:</b> -</p> <p><b>İF:</b> -</p>	
11	<p><b>Məqalənin adı:</b> Radiation effect on Layered Crystals of GaS and GaS &lt;Yb&gt;</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Madatov R., Gadzhieva N., Nadjafov A., Huseynov N., Asadov F., Abdurrahimov A., Askerov D.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Colloid and Surface Science, 2(1), 2017, Baku, pp.43-46</p> <p><b>E-link:</b> <a href="http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648/j.css.20170201.16.pdf">http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648/j.css.20170201.16.pdf</a></p> <p><b>DOI:</b> 10.11648/j.css.20170201.16</p> <p><b>İndeksənmə:</b> -</p> <p><b>İF:</b> -</p>	
12	<p><b>Məqalənin adı:</b> Особенности динамики решетки в слоистых кристаллах GaS при имплантации ионами водорода с энергией 140 кэВ</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Мадатов Р., Наджафов А., Гусейнов Н., Мамедов М., Джахангиров М.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> АМЕА-нын xəbərləri, №5, 2016, с.29-33</p> <p><b>E-link:</b> -</p> <p><b>DOI:</b> -</p> <p><b>İndeksənmə:</b> -</p> <p><b>İF:</b> -</p>	
<b>Nəşr haqqında məlumat (Tezislər)</b>		
1	<p><b>Tezisin adı:</b> Разработка детектора гамма излучения на основе микропиксельного лавинного фотодиода</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Мадатов Р., Акберов Р., Ахмадов Г., Садыгов А., Сулейманов С., Назаров М., Гейдаров Н., Вальев Р., Нуриев И.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Материалы международной конференции «Чрезвычайные ситуации и безопасная жизнь», Баку, 10 декабря 2015г., с.355-358</p>	
2	<p><b>Tezisin adı:</b> Изготовление кремниевых фотоумножителей и их применение</p> <p><b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Ахмадов Ф., Садыгов А., Сулейманов С., Гарибов Г., Ахмадов Г., Акберов Р., Мехтиева Р., Нуриев И., Мадатов Р., Назаров М., Вальев Р., Гейдаров Н.</p> <p><b>Nəşrin adı:</b> Материалы международной конференции «Чрезвычайные ситуации и безопасная жизнь», Баку, 10 декабря 2015 г., с.352-354</p>	

3	<p><b>Tezisin adı:</b> Концепция дозиметра на базе кремниевых фотоумножителей  <b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Садыгов А., Ахмадов Ф., Ахмадов Г., Садыгов З., Гарибов А., Самедов О., Сулейманов С., Нагиев Д., Акберов Р.  <b>Nəşrin adı:</b> Тезисы 10-ой международной конференции «Ядерная и радиационная физика», 8-11 сентября, 2015, г.Курчатов, Республика Казахстан, с.168-169</p>	
4	<p><b>Tezisin adı:</b> Preparation of a new generation of radiation dosimeter on micro-pixel avalanche photodiodes  <b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Sadigov A., Ahmadov F., Suleymanov S., Ahmadov G., Ismayilov S., Akberov R., Veliyev R., Heydarov N., Nazarov M.  <b>Nəşrin adı:</b> Book of abstracts, ANAS-70, 2-4 november 2015, Baku, p.49-50</p>	
5	<p><b>Tezisin adı:</b> Разработка зонда для плотностного гамма-гамма каротажа  <b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Акберов Р., Ахмедов Ф., Садыгов А., Ахмедов Г., Сулейманов С., Мадатов Р., Нагиев Д., Назаров М., Гейдаров Н., Валиев Р.  <b>Nəşrin adı:</b> “Опто, nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası” beynəlxalq konfransının materialları, 25-26 dekabr, 2015, s.523-526</p>	
6	<p><b>Tezisin adı:</b> Silisium əsaslı selvari fotodiodlar əsasında ssintilyasiya detektor modulunun hazırlanması  <b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Süleymanov S., Heydərov N., Sadıqov A., Nəzərov M., Vəliyev R., Əkbərov R.,  <b>Nəşrin adı:</b> Материалы I научно-практической молодежной конференции, Февральские чтения, 29 февраля-1 марта 2016, Баку, с.46-49</p>	
7	<p><b>Tezisin adı:</b> Mikropikselli selvari fotodiodların işçi parametrlərinin tədqiqi  <b>Müəlliflərin S.A.A:</b> Vəliyev R., Mehdiyeva R., Əhmədov F., Sadıqov A., Heydərov N., Əhmədov Q., Nəzərov M.  <b>Nəşrin adı:</b> Fevral məruzələri-2017, Beynəlxalq iştirakla II elmi-praktiki gənclər konfransının materialları, 21-23 fevral 2017, Bakı, s.189-191</p>	