

AYGÜN SULTANOVA
ARİFƏ ƏLİZADƏ
aygunsultanova60@gmail.com
Naxçıvan Dövlət Universiteti

DOI: 10.30546/155244.2024.2.127.003

YÜKSƏK VOLTLU SELEN ELEMENTLƏRİNİN İSTEHSALI VƏ PERSPEKTİVLƏRİ

Son illər cisimlərin elektrik xassələrinin müasir fiziki üsullarla daha dərinlən öyrənilməsi bərk və maye cisimlərdə elektronların paylanma, sərbəstləşmə və hərəkəti haqqında yeni düzgün təsəvvürlər yaratmışdır. Bir sıra bərk cisimlər qrupunda sərbəst elektronların (eləcə də, deşiklərin) konsentrasiyasını, sərbəst yaşama müddətini, yüüklüyünü və hərəkətini idarə etmək bacarığı həmin cisimlərin elektrik xassələrini texnikanın tələb etdiyi kimi məqsədəuyğun şəkildə dəyişdirməyə imkan vermişdir. Bu, elektrotexnikanı yeni inkişaf mərhələsinə qaldırmaqdadır.

Bunu qeyd etmək kifayətdir ki, yarımkeçiriciləri müasir elektrotexnikanın cəbbəxanası adlandırmaq olar, eləcə də yeni elmi və texniki sahələrin yaranmasında da rolu böyükdür. Yarımkeçiricilər vasitəsilə dəyişən elektrik cərəyanı düzləndirilir, zəif cərəyan gücləndirilir, istilik, adi və radioaktiv şüaların enerjisi elektrikə çevrilir, nüvə hissəcikləri sayılır, zəif elektron seli çoxaldılır, səs enerjisi elektrikə və əksinə çevrilir, elektrikli soyutma əldə olunur, bir sıra kimyəvi reaksiyalarda kataliz aparılır, elektrik xətlərində cərəyan və gərginlik tənzim edilir, mürəkkəb proseslər avtomatlaşdırılır, bir sıra yerlərdə ferromaqnit metallar əvəz edilir və s.

Bir sıra təcrübələrə əsaslanaraq müasir fizika təsdiq edir ki, atom müsbət elektrik yüklü nüvədən və mənfi elektrik yüklü elektronlardan təşkil olunmuş mürəkkəb elektrik sistemidir. Elektronlar nüvənin ətrafında mürəkkəb formalı orbitlər üzrə hərəkət edir.

Yarımkeçirici düzləndiricilər, eləcə də xüsusi selen düzləndiriciləri üçün istilikkeçirmənin öyrənilməsi elektrikkeçirmə kimi böyük əhəmiyyətə malikdir. Selen düzləndiricilərində düzünə müqaviməti azaltmaq məqsədilə yarımkeçiriciyə az miqdarda xlor, brom, yaxud yod aşqarları vurulur.

Açar sözlər: Selen, radioaktiv, elektrod, ferromaqnit, gərginlik

Selen düzləndiricilərində gedən fiziki proseslərin düzgün başa düşülməsi bu düzləndiricilərin xarakteristikalarının yaxşılaşdırılmasına imkan verir.

Düzləndiricilərin xarakteristikalarının yaxşılaşmasının fiziki əsası, onlarda mükəmməl, sabit və xarici mühitin təsirinə məruz qalmayan p-n keçidin yaradılmasındadır.

Selen düzləndiricinin işçi gərginliyinin artmasına imkan verən bəzi üsulları qeyd edək:

1. Kadmiylanmış elementlərdə kükürlü selen təbəqəsinin səthinə vakuumda buxarlanma yolu ilə kadmiyum, bunun üzərinə də kadmiyum-qalay ərintisi çəkilməsindən ibarətdir. Bu üsulla p-n keçidi nisbətən müstəviləşdirmək, gərginliyi 30 v-a qədər artırmaq köhnəlmə və formovkanın pozulmasını xeyli azaltmaq olur.

2. Tallium selen elementlərinin hazırlanması aid texnologiyadan üst elektroda 0,015-0,01% tallium qarışdırmaqla fərqlənir.

Bu üsulla işçi gərginliyi 30 v-a qədər artır. Görünür ki, üst elektroda tallium vurduqda əks xarakteristikasının yaxşılaşması p oblastında talliumun diffuziyası nəticəsində keçiriciliyin azalması ilə əlaqədardır.

Tallium Yer qabığında təvazökar dərəcədə bol element olsa da, konsentrasiyasının 0,7 mq/kq olduğu təxmin edilən, əsasən, gil, torpaq və qranitlərdəki kalium əsaslı minerallarla əlaqəli olsa da, tallium ümumiyyətlə iqtisadi cəhətdən bunlardan bərpa oluna bilməz. Talliumlu elementlərin düzünə müqaviməti kiçikdir, lakin yüksək temperaturlarda çox tez köhnəlirlər. Q.Ə.Axundovun selen üzərinə *TlSe* təbəqəsi çəkərək, az zamanda formovka olan yüksək voltlu selen düzləndiriciləri almağa nail olmuşdur.

1. Yuxarıda dedik ki, sərt formovka elementə böyük gərginlik tətbiq etməkdən ibarətdir. Formovka zamanı element yağa salınarsa, işçi gərginliyi 30 v-dan böyük olur. Fərz etmək olar ki, yağa batırma bağlayıcı təbəqəni formovka zamanı oksigendən müdafiə edir, bircinsli qızdırır, mükəmməl *p-n* keçid yaradır. Yağda formovkalanmış elementlər daha yüksək gərginliyə davamlıdır. Bu hadisə bağlayıcı təbəqənin zəif yerlərinin izolanması və oksigen keçməməsi ilə əlaqədardır. Nisbətən sabitlik *p* oblastına halogenlərin kiçik diffuziyası ilə izah edilə bilər.

Kəskin *p-n* keçid formovka zamanı temperatur qradienti ilə də alınır. Bu cür formovka yarımkeçiricinin yaranmasını və elektrik sahəsi vasitəsilə aşqarların *p-n* keçiddən təmizlənməsini sürətləndirir.

2. Üst elektrod çəkilməmişdən elementi 0,001% bromlu kadmium duzu olan asetonu katod kimi götürdükdə nümunə 30 v-luq olur. Burada düzləndirmənin yaxşılaşması aşağıdakı kimi izah edilə bilər.

Elektrik sahəsində aseton qismən parçalanır və hidrogen ayrılır. Katodun üzərinə isə kadmium yığılır. Atomlar hidrogen seleninə birləşərək, selenli hidrogen yaradır. Səthin çıxıq yerlərində cərəyan sıxlığı böyüyür. Selenli hidrogenin əmələgəlmə intensivliyi çoxalır. Nəticədə selenin səthi müstəviləşir. Kükürlü hidrogen qazı səthdən uzaqlaşdıqda səthi kələ-kötürləşir (2).

Bundan başqa, halogen aşqarları (mənfi ionlar) sahə təsiri ilə selenin səth təbəqəsindən mayeyə keçir.

Üst elektrod çəkildikdə formovka üçün əlverişli şərait (müstəvi və aşqarsız yarımkeçirici səthi) yaranır ki, nəticədə çox elastikli və kəskin *p-n* keçid yaranır. Katod işlənməsinə üst elektrod maye olduqda elektrofarmovka kimi baxmaq və bu kimi təcrübələri vakuumba, müxtəlif qaz şəraitində aparmaq lazımdır.

1. "T" növ elementlər. Bunların hazırlanma prosesləri alüminium astar üzərinə kadmium, bunun üstündən isə selen çəkməkdən ibarətdir.

Üst elektrod bismutlanmış prosesi alüminium astar üzərinə kadmium, bunun üstündən isə selen çəkməkdən ibarətdir. Üst elektrod bismutlanmış alüminiumdan götürülür. Bu elementlərdə astarın üzərində *p-n* keçid əmələ gəlir. Həmin keçid üçün nəmliyin təsiri tamamilə qeyri-mümkündür və mexaniki deformasiyaya az uğrayır. Bu texnologiya 40 v-luq elementlər hazırlamağa imkan verir. Bu düzləndiricilər nəmliyə dözümlüdürlər, formovkaları demək olar ki, pozulmur və böyük gələcəkləri vardır. Aşağı temperaturlarda bu düzləndiricilərdə əks cərəyan kəskin artır. Bu hadisəni müəyyən istiqamətdə astar və selenin termik genişlənmə əmsallarının müxtəlifliyi nəticəsində *p-n* keçidin səthinin pozulması ilə izah etmək olar. Bu elementlərdə formovkanın effektivliyi aşqarların konsentrasiyasının azlığı, nəmliyi və oksigenin təsirinin olmaması, bağlayıcı təbəqə kristallaşma zamanı aşqarların azalması ilə izah etmək olar.

Beləliklə, selen düzləndiricilərinin təkmilləşdirmə texnologiyası üçün bir sıra real üsullar göstərilmiş və yaxşı nəticələr alınmaqdadır.

Təcrübələr göstərdi ki, selen düzləndirici elementlərinin üst elektrodu görünən işıq üçün şəffaf düzəldilərsə, adi günəş işığında elementlərin hər birində 0,4-0,5v-a qədər fotoelektrik hərəkət qüvvəti və 2-3 ma/sm^2 fotocərəyan yaranır.

Həm *CdSe-Se*, həm də *CdS-Se* üçün maksimum 5852A° dalğa uzunluğunda müşahidə edilmişdir.

Elektrik formovkasından və termofarmovkadan sonra foto ehq-nin qiyməti kəskin artır ki, bu da *p-n* keçidin və düzləndirilmə təsirinin yaxşılaşması ilə əlaqədardır. Düzləndirməni yaxşılaşdıran proseslər, güman etmək olar ki, ventil fotoeffektini də yaxşılaşdırmalıdır. Bundan başqa, fotoeffekt

və düzləndirmə yarımkeçiricinin səthində əmələ gəldiyindən effekti yüksəltmək üçün səthin müxtəlif kimyəvi yollarla işlənməsi vacib məsələlərdəndir.

Selenin üzərinə nazik $CdSe$ və ya CdS təbəqəsi çəkmək yolu ilə yüksək voltlu selen düzləndirici elementləri alınmışdır.

Maraqlı məsələlərdən biri də $p-n$ keçiddə rentgen şüalarının təsiri ilə ventil elektrik hərəkət qüvvəsinin yaranmasıdır. Bu cür effekt gözləmək olar, çünki yuxarıda təsvir edilən düzləndiricilərin quruluşu ventil fotoelementlərinin quruluşuna uyğundur. Elektronlu yarımkeçiricilərin keçiriciliyi selenin keçiriciliyinə nisbətən təxminən 10^6 dəfə azdır.

Bu sistemlərdə n -növlü yarımkeçirici kimyəvi bağlayıcı təbəqə rolunu oynayır. Düzləndirici elementlərdə hər iki metal elektrod işıq üçün qeyri-şəffafdır. Rentgen şüaları elektrodlardan keçərkən əsaslı udulmur.

Burada iki məsələni aydınlaşdırmaq qarşıya qoyulmuşdur.

1. Süni $p-n$ keçidli selen düzləndiricilərində rentgen şüalarının təsiri ilə daxili fotoeffekt yaranırmı?
2. Süni keçidli selen elementlərində rentgen şüalarının təsiri ilə ventil ehz - yaranırmı?

Tədqiqat obyektini olaraq yuxarıda qeyd olunan üsullarla hazırlanmış selen düzləndirici elementləri götürülmüşdür. Element çox dəqiqliklə işığın təsirindən mühafizə olunmuş və rentgen borusunun pəncərəsindən sabit məsafədə yerləşdirilmişdir. Nümunədən keçən cərəyan az olduqda daxili müqaviməti 161 om və həssaslığı 1000 mm/ma olan güzgüli qalvanometrə, böyük olduqda isə milliampermetrə ölçülmüşdür.

Rentgen şüaları mənbəyi olaraq, molibden anti-katodlu BSV-4 borusu götürülmüşdür. Rentgen borusundan sürətləndirici potensial 30 kv -dan 55 kv -dək emissiya cərəyanı isə 2 ma -dən 30 ma -a qədər dəyişmişdir (1).

Təcrübələr göstərdi ki, rentgen şüalarının təsiri ilə $p-n$ keçidin keçiriciliyi artır, onun qiyməti sürətləndirici potensial, emissiya cərəyanı və nümunəyə tətbiq olunan gərginlikdən asılı olur.

Sabit gərginlik və emissiya cərəyanında sürətləndirici potensialın artması ilə fotocərəyan əvvəlcə sürətlə, sonra isə yavaş artaraq, müəyyən sabitə yaxınlaşır.

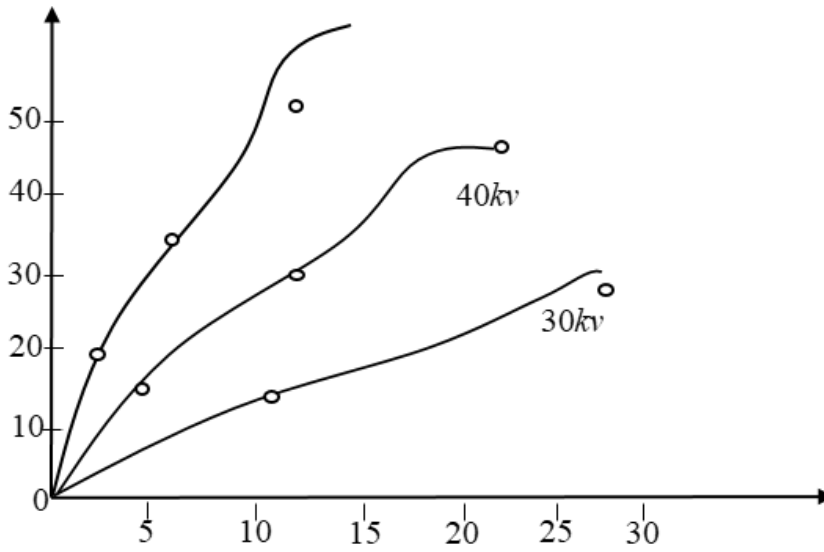
Emissiya cərəyanı artdığına görə fotocərəyanın sürətləndirici gərginlikdən asılılıq əyriləri öz şəkillərini dəyişmədən yerlərini dəyişirlər. 2 nömrəli nümunə fotocərəyanın qaranlıqdakı cərəyanı nisbətinin nümunəyə 30 ev tətbiq və müxtəlif emissiya cərəyanlarında sürətləndirici potensialdan asılılıq göstərilmişdir. Göründüyü kimi, fotocərəyan 45 ev -a qədər kəskin artıq. Emissiya cərəyanı 20 ma olduqda fotocərəyandan $2-2,5$ dəfə çox olur.

Fotocərəyanın qaranlıqdakı cərəyanı nisbətinin 30 v yerdəyişmə gərginliyində və müxtəlif sürətləndirici sahələrdə emissiya cərəyanından asılılıq əyrilərində göstərir ki, emissiya cərəyanı artdıqca fotocərəyan da artır. Sürətləndirici gərginlik çox olduqda fotocərəyan da o qədər kəskin artır.

Elementlərdə daxili fotoeffekt selenin qalınlığında deyil, $p-n$ keçiddə baş verir. Bu onunla təsdiq olunur ki, buraxıcı istiqamətdə gərginlik tətbiq edildikdə və nümunə rentgen şüalandırıcıda elementdən keçən cərəyanda heç bir dəyişiklik hiss olunmamışdır.

Təmiz kristal selenə rentgen şüalarının təsiri ilə daxili fotoeffekt yaranır, lakin bizim tədqiq etdiyimiz nümunədə selenin qalınlığından brom aşqarı olduğuna görə, onun keçiriciliyi iki tərtib artmışdır.

1-ci şəkildə ventil və emissiya cərəyanının müxtəlif qiymətlərində sürətləndirici gərginlikdən asılılıq əyriləri verilmişdir. Burada absis oxu üzrə kilovatlarla sürətləndirici potensial, ordinat oxu üzrə ventil cərəyanının qiyməti göstərilmişdir. Sürətləndirici gərginliyin artması ilə fotocərəyan da artır. Fotocərəyanın emissiya cərəyanından asılılığına gəldikdə, emissiya cərəyanı artdıqca, müxtəlif sürətləndirici gərginliklərdə fotocərəyan da böyüyür. Fotocərəyanın emissiya cərəyanından asılılığı sürətləndirici gərginlik artdıqda daha da kəskin olur.



Şəkil 1. Müxtəlif emissiya cərəyanlarında fotocərəyanın qaranlıqdakı cərəyanına nisbətinin yerdəyişmə gərginliyindən asılılığı

Müxtəlif sürətləndirici gərginliklərdə 1 elementi üçün fotocərəyanın emissiya cərəyanından asılılıq əyriləri 2-ci şəkildə göstərilmişdir. Absis oxuna emissiya cərəyanı, ordinat oxunda isə fotocərəyan göstərilmişdir. Bu nəticələr aşağıdakı kimi izah edilə bilər.

Selen düzləndiricilərində daxili fotoeffektin yaranması fiziki bağlayıcı təbəqənin istər dəşikli, istərsə də elektronlu hissəsinin rentgen şüalarının təsiri altında sərbəst yükdaşıyanlarla zənginləşməsilə əlaqədardır.

Düz istiqamətdə $p-n$ keçid pozulur, elektronlu sahə yaranır və yükdaşıyanların konsentrasiyasının artmasının keçiriciliyin dəyişməsində rolu olmur. $p-n$ keçiddə bağlayıcı təbəqənin inkişafı ilə əlaqədar olaraq bağlayıcı istiqamətdə sistemin keçiriciliyi bir neçə tərtib kiçilir.

Rentgen şüalarının təsiri ilə $p-n$ keçiddə daşıyıcıların konsentrasiyasının artması cərəyanın artmasına səbəb olur.

Sürətləndirici gərginliyin böyüməsilə fotocərəyan da artır. Bu, onunla izah olunur ki, rentgen şüaları kvantların enerjisinin artması ilə qoparılan elektronların sayı da çoxalır. Yarımkəçiricidə elektronlar aşqar atomlardan və əsas ionlardan qopurlar.

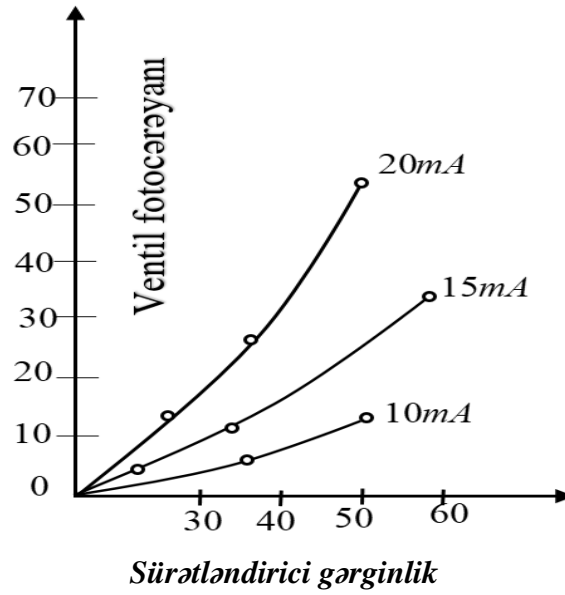
Rentgen kvantlarının təsiri ilə elektronlar elektronlu dəşikli yarımkəçiricilərdə aşqar səviyyələrdən və dolu zolaqdan boş zolağa keçir. Bu halda boş zolaqda elektronların, dolu zolaqda dəşiklərin konsentrasiyası artır ki, bu da keçiriciliyin artmasına səbəb olur.

Aşqarlardakı və dolu zolaqdakı bağlı elektronların konsentrasiyası yuxarı sərhəddən asılı olaraq artır. Sürətləndirici gərginlik artdıqda, rentgen şüalarının kvantları ən dərindən olan elektronları da azad edilə bilər. Emissiya cərəyanı artdıqca çıxan elektronların da sayı çoxalır ki, bu da $p-n$ keçidin keçiriciliyinin artması üçün şərtidir.

Ventil fotoeffektinin artmasına gəldikdə, onu aşağıdakı kimi izah etmək olar. Rentgen şüaları ilə $p-n$ keçidə təsir etdikdə sistemdə istilik elektronlarının dinamik tarazlığı pozulur.

Aşqar səviyyələri ilə zolaqlar arasındakı elektron keçidləri ventil effektinə səbəb ola bilməz, çünki bu halda bir yarımkəçiricidə yüklərin miqdarı sabit qalır (2).

Rentgen kvantları elektronları elektronlu yarımkəçiricinin dolu zolağından çıxaraq, onları keçirici zolağa aparır. Sərbəst elektronlar metala keçərək, onu mənfi yükləndirirlər. Selenin dolu zolağının elektronları elektronlu yarımkəçiricidəki boş yerlərə keçirlər ki, nəticədə selen, beləliklə də alt elektrod müsbət yüklənir.



Şəkil 2. Emissiya cərəyanının müxtəlif qiymətində fotocərəyanının sürətləndirici gərginlikdən asılılıq əyriyələri

Dinamik rejimdə və müxtəlif temperaturlarda rentgen şüalarının $p-n$ keçidin keçiriciliyinə təsiri də öyrənilmişdir. Keçiriciliyin dəyişməsi haqqında elektron ossilloqrafında əks cərəyanın şəklinin dəyişməsinə görə mühakimə yürüdülmüşdür.

Göründüyü kimi, düzləndiricilərin dinamik rejimində selen düzləndiricilərinin rentgen şüaları ilə şüalandırılması əks cərəyanın kəskin artmasına səbəb olur.

Eyni gərginlikdə (30 v), lakin müxtəlif temperaturlarda (+20 və -180°C) rentgen şüalarının əks cərəyanın artmasına təsiri dəyişir. Aşağı temperaturlarda qüvvəti sahə effekti başqa faktorlara üstün gəlir, odur ki, rentgen şüalarının təsiri zəifləyir.

M.Ə.Talibi yuxarıdakı qayda ilə hazırlanmış süni $p-n$ keçidli selen düzləndiricilərinə qamma şüalarının təsirini öyrənmişdir. Təcrübə aparmaq üçün yaxşı düzləndirmə xassəsinə malik olan və rentgen şüalarına həssas nümunələr hazırlanmışdır.

Şüalanma mənbəyi olaraq, yarımparçalanma dövrü 5,27 il olan kobaltın radioaktiv izotopundan istifadə edilmişdir. Göstərilən izotopun şüalanması 1,313 Mev olan qamma kvantlarından və 0,318 Mev olan betta hissəciklərdən ibarətdir. Tədqiq edilən nümunələri beta hissəciklərdən mühafizə etmək məqsədilə əlavə filtirlər götürülmüşdür (3).

Təcrübələr aparılarkən mənbənin aktivliyi üç Küriyə yaxın olmuşdur.

Fotoelektrik cərəyan şiddətinin (1) xarici müqavimət (R_2)-də potensial düşgüsündən asılılığını öyrənərək, xarici müqaviməti (R_1), habelə fotoehz-ni (E) öyrənmək olur.

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} \text{ düsturundan alırıq ki, } I = \frac{E}{R_1} - \frac{IR_2}{R_1}$$

Burada IR_2 - xarici dövrdə potensial düşgüsüdür. Dövrə açıq olduqda fotoelementin daxili müqavimət və foto ehz-nin xarici dövrdəki potensial düşgüsündən asılı olmadığını fərz edərək, cərəyan şiddətinin xarici dövrdə potensial düşgüsündən asılılıq qrafikini qurmaq olar. Bu halda alınan düz xəttin koordinat oxlarından birilə əmələ gətirdiyi meyil bucağının tangensinə görə $tg\alpha = \frac{1}{R_1} - \vartheta$

əsasən, fotoelementin daxili müqaviməti hesablanır. Fotoelementlərin daxili müqavimətinin adi ölçmə üsullarından fərqli olaraq, bu ölçmə fotoelementdən elektrik cərəyanı buraxdıqda yaranan kənar hadisələrdən azaddır.

ƏDƏBİYYAT

1. Axundov Q.A. Yarımqeçiricilər. Bakı: 1966
2. Abdullayev H.B. Selen düzləndiriciləri. Bakı: 1956
3. Zərbəliyev M.M. Yarımqeçiricilər fizikası. Bakı: 2008. s.454
4. Hübətov R.T. “Elektronika” I hissə. Bakı: “Maarif” nəşriyyatı. 2002
5. Abbasov V.M., Tağıyeva A.M., Həsənov Z.Ə., Salmanzadə Ş.V. Kimya və həyat. Bakı: “Kövsər”. 2011 s.234

SUMMARY

Aygun Sultanova, Arifa Elizade

**OF HIGH VOLTAGE SELENIUM ELEMENTS
PRODUCTION AND PROSPECTS**

In recent years, the deeper study of the electrical properties of bodies by modern physical methods has created new correct ideas about the distribution, release and movement of electrons in solid and liquid bodies. The ability to control the concentration, lifetime, mobility, and motion of free electrons (as well as holes) in a group of solids has made it possible to appropriately change the electrical properties of those bodies as required by technology. This raises electrical engineering to a new stage of development.

It is enough to note that semiconductors can be called the armory of modern electrical engineering, as well as their role in the creation of new scientific and technical fields. By means of semiconductors, an alternating electric current is rectified, a weak current is amplified, the energy of heat, ordinary and radioactive rays is converted into electricity, nuclear particles are counted, a weak electron stream is multiplied, sound energy is converted into electricity and vice versa, cooling is achieved with electricity, catalysis is carried out in a number of chemical reactions, electricity current and voltage are regulated in the lines, complex processes are automated, ferromagnetic metals are replaced in a number of places, etc.

Based on a number of experiments, modern physics confirms that the atom is a complex electrical system consisting of a positively charged nucleus and negatively charged electrons. Electrons move in complex orbits around the nucleus

For semiconductor rectifiers, especially for special selenium rectifiers, the study of thermal conductivity is as important as electrical conductivity. In selenium rectifiers, a small amount of chlorine, bromine or iodine additives are added to the semiconductor in order to reduce the rectification resistance.

***Key words:** Selenium, radioactive, electrode, ferromagnet, voltage*

РЕЗЮМЕ

Айгюн Султанова, Арифа Элизаве

**ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕЛЕНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПРОИЗВОДСТВО И ПЕРСПЕКТИВЫ**

В последние годы более глубокое изучение электрических свойств тел современными физическими методами создало новые правильные представления о распределении, выделении и движении электронов в твердых и жидких телах. Возможность управлять концентрацией, временем жизни, подвижностью и движением свободных электронов (а также дырок) в группе твердых тел позволила соответствующим образом изменять электрические свойства этих тел в соответствии с требованиями технологии. Это поднимает электротехнику на новую ступень развития.

Достаточно отметить, что полупроводники можно назвать арсеналом современной электротехники, а также их роль в создании новых научных и технических направлений. С помощью полупроводников осуществляется выпрямление переменного электрического тока, усиление слабого тока, преобразование энергии тепловых, обычных и радиоактивных лучей в электричество, подсчет ядерных частиц, умножение слабого потока электронов, преобразование звуковой энергии в электричество. и наоборот, охлаждение осуществляется электричеством, в ряде химических реакций осуществляется катализ, в линиях регулируется ток и напряжение электричества, автоматизируются сложные процессы, в ряде мест заменяются ферромагнитные металлы и т. д.

Современная физика на основании ряда экспериментов подтверждает, что атом представляет собой сложную электрическую систему, состоящую из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов. Электроны движутся по сложным орбитам вокруг ядра.

Для полупроводниковых выпрямителей, особенно для специальных селеновых, изучение теплопроводности столь же важно, как и электропроводности. В селеновых выпрямителях в полупроводник добавляют небольшое количество добавок хлора, брома или йода с целью снижения сопротивления выпрямлению.

Ключевые слова: *Селен, радиоактивный, электрод, ферромагнетик, напряжение*