

PbTe_{0,92}Se_{0,08} EPİTAKSİAL TƏBƏQƏLƏRİNİN BÖYÜMƏ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

R.N. NƏBİYEV, H.R. NURİYEV, S.S. FƏRZƏLİYEV, M.İ. ABDULLAYEV

Azərbaycan EA Fotoelektronika İnstitutu,
370141, Bakı, F. Ağayev küç., 555-ci kvartal

Parametrləri fotehəssas elementlər hazırlamaq üçün yararlı olan PbTe_{0,92}Se_{0,08} epitaksial təbəqəsinin mükəmməlliyi kondensasiya sür'ətindən asılıdır. Təbəqənin elektrofiziki parametrlərinin kompensasiya edici mənbənin temperaturundan (T_T) asılılığı öyrənilmiş və göstərilmişdir ki, T_T -un artması ilə yükdaşıyıcıların sıxlığı (n) kiçilir, yürüklüyü (μ) isə artır.

Son dövrlərdə elmi ədəbiyyatda $A_{IV}B_{VI}$ birləşmələri və onların bərk məhlulları əsasında izoperiodik quruluşa malik heteroqəçidlərin alınmasına xüsusi əhəmiyyət verilir [1-4]. Bu məsələnin həlli üçün üçqat, dördqat (PbSnTe, PbTeSe, PbSSe, PbSnTeSe və b.) bərk məhlulların tətbiqi zəruridir və onlar əsasında izoperiodik heteroqəçidlər, çoxlaylı strukturlar alınması böyük elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Hazırkı işin məqsədi p -Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te- n -PbTe_{0,92}Se_{0,08} keçidinin ikinci tərəfi olan n -PbTe_{0,92}Se_{0,08} bərk məhlulunun yüksək kristallik mükəmməlliyə və elektrofiziki parametrlərə malik epitaksial təbəqələrin böyümə xüsusiyyətlərini tədqiq etməkdən ibarətdir.

Məsələnin bu cür qoyuluşu, epitaksial təbəqələrin kristallik quruluşunun və elektrofiziki xassələrinin heteroqəçidlərin parametrlərinə böyük təsiri ilə əlaqədardır.

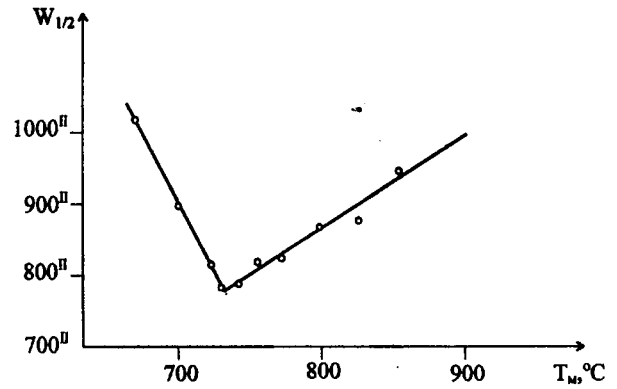
Qalınlığı 1-3 mkm olan PbTe_{0,92}Se_{0,08} epitaksial təbəqələrin qalıq təzyiqi $2 \cdot 10^{-6}$ Torr olan universal vakuum qurğusunda molekulyar dəstələr kondensasiyası üsulu ilə böyüdülmüşdür. Təbəqələrdə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası kompensasiya edici Te buxarları mənbənin temperaturu ilə tənzimlənmişdir. Althq kimi KCl monokristallarından istifadə olunmuşdur. Buxarlandırma, qrafitdən və kvardan hazırlanmış Knudsen oyuqlarından aparılmışdır. Mənbə kimi əvvəlcədən sintez olunmuş və kiçik hissələrə xırdalanmış (xətti ölçüləri $\leq 1,8$ mm) PbTe_{0,92}Se_{0,08} bərk məhlulundan və xüsusi texnologiya [5] ilə təmizlənmiş Te-dan istifadə olunmuşdur.

PbTe_{0,92}Se_{0,08} epitaksial təbəqələrini tədqiq etmək üçün KCl althğı üzərində müxtəlif şəraitlərdə çökdürülmüş nümunələrdən istifadə olunmuşdur. KCl althğı epitaksial təbəqə çökdürülməmişdən əvvəl $p=2 \cdot 10^{-6}$ Torr vakuumda 400°C-də qısamüddətli (10 dəq.) termiki emala məruz qalmışdır. Bundan sonra temperatur 380°C-yə endirilmiş və epitaksial təbəqənin çökdürülməsi prosesi aparılmışdır. Althğın qəbul edilmiş 380°C temperaturu təcrübə üsulla tapılmış və epitaksial təbəqələrin çökdürülməsi üçün ən optimal qiymətdir.

Lazımi elektrofiziki parametrlərin əldə olunması üçün yüksək kristallik mükəmməlliyə malik epitaksial təbəqələrin alınması ən mühüm şərtlərdən biridir. Bunun üçün kristallik mükəmməlliyin yüksəldilməsini təmin edən şərtlərdən sayılan epitaksial təbəqələrin alınmasının optimal sür'ətinin seçilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Epitaksial təbəqələrin kristallik mükəmməlliyinin onun çökdürülmə sür'ətindən asılılığı DRON-3 rentgen difraktometrində alınmış difraksiya əyrilərinin 1/2 hündürlüyündəki enini ($W_{1/2}$) tədqiq etməklə öyrənilmişdir. Belə ki, şəkl.1-dən görüldüyü kimi mənbənin temperaturunun (T_M) azalması ilə (bu eyni zamanda çökdürmə sür'ətinin (θ_k) azalması deməkdir) $W_{1/2}$ ədədinin qiyməti azalır və $T_M=730^\circ\text{C}$ -də ($\theta_k=8\text{Å/san}$) $W_{1/2}=776$ minimum

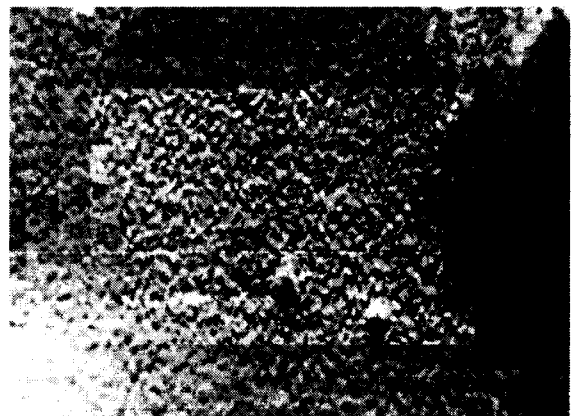
qiymətini alır. Çökdürmə sür'ətinin sonrakı azalması ilə $W_{1/2}$ -nin böyüməsi müşahidə olunur.



Şek. 1. $W_{1/2}$ -in mənbənin temperaturundan asılılığı.



A)



B)

Şek. 2. Epitaksial təbəqələrin elektronmikroskopik görünüşü. A) $\theta_k=145\text{Å/san}$. (x15000); B) $\theta_k=8\text{Å/san}$. (x15000).

Alınmış nəticələrdən belə qərara gəlmək olar ki, ən yüksək mükəmməlliyə malik epitaksial təbəqələr çökdür-

mə sür'ətinin $\theta_k=8\text{Å/san}$ qiymətində alınır. Bu nəticə özünü elektronmikroskopik tədqiqatlarda da göstərir. Belə ki, MRGM-100 elektron mikroskopunda çəkilmiş şəkillərdən görüldüyü kimi böyük çökdürmə sür'ətlərində müşahidə olunan əlavə fazanın miqdarı sür'ətin azalması ilə azalır və alınmış təbəqələrin səthinin hamarlığı artır (Şək.2). Çökdürmə sür'ətinin daha kiçik qiymətlərində isə ayrı-ayrı kristallik blokların yaranması müşahidə olunur.

Alınmış təbəqələrin elektrofiziki xüsusiyyətlərinin tədqiqi göstərir ki, onların yükdaşıyıcılarının yüüklüyü də təbəqənin çökdürülmə sür'ətindən asılıdır və sür'ətin azalması ilə artır. Belə ki, çökdürülmə sür'ətinin $\theta_k=145\text{Å/san}$ qiymətində yükdaşıyıcıların yüüklüyünün $\mu=4644\text{ sm}^2/V$ san olduğu halda $\theta_k=8\text{Å/san}$ sür'ətində $\mu=9624\text{ sm}^2/V$ san olur.

Yüksək fotohəssaslığa malik fotoelementlərin alınması üçün istifadə olunan təbəqələrə qoyulan tələblərdən biri də onların yükdaşıyıcılarının konsentrasiyasının qiymətidir ki, bu da $N(n)=0,5\cdot 10^{17}\text{ sm}^{-3}$ intervalında olmalıdır. Lakin əvvəlki təcrübələrdən görüldüyü kimi epitaksial təbəqələrin mükəmməlliyinə baxmayaraq, onlarda yükdaşıyıcıların konsentrasiyası $3\cdot 5\cdot 10^{17}\text{ sm}^{-3}$ intervalında olur.

Epitaksial təbəqələrdə yükdaşıyıcıların konsentrasiyasını lazımi həddə çatdırmaq üçün onların böyüməsi prosesində əlavə kompensasiya edici Te mənbəyindən istifadə

edilmişdir. Epitaksial təbəqələrin böyüməsi zamanı kompensasiya edici Te mənbəyinin temperaturunu tənzimləməklə artıq Pb atomları kompensasiya olunur. Temperaturun artması ilə sistemdə iştirak edən əlavə Te-un miqdarı artır və böyüməkdə olan epitaksial təbəqədə n -tip yükdaşıyıcıların miqdarı azalmağa başlayır. Belə ki, kompensasiya edici Te mənbəyinin temperaturu 200°C -dən 250°C -yə qədər artırdıqda yükdaşıyıcıların konsentrasiyası $N(n)=3,5\cdot 10^{17}\text{ sm}^{-3}$ -dən $0,6\cdot 10^{17}\text{ sm}^{-3}$ -ə qədər, yüüklüyü isə $\mu(n)=0,9\cdot 10^4\text{ sm}^2/V$ san-dən $1,2\cdot 1,4\cdot 10^4\text{ sm}^2/V$ san-yə qədər dəyişir. Alınmış PbTe_{0,92}Se_{0,08} təbəqələrinin parametrləri, fotohəssas p-n heteroqəçidlərin alınması üçün yararlıdır. Həmçinin qeyd etməliyik ki, bu qədər yüksək kristallik – mükəmməlliyə və elektrofiziki parametrlərə malik təbəqə KCl dielektrik monokristal üzərində alınmışdır.

Yuxarıda deyilənlərdən başqa, alınmış təbəqələrin mühüm xüsusiyyəti onların səthinin güzgü parlaqlığına malik olmasıdır ki, bu da həmin təbəqələrdə fotoelement matrisası hazırlanmasında planar texnologiyanın tətbiqinə imkan verir.

Təcrübələri yekunlaşdıraraq belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, lazımi mükəmməlliyə və elektrofiziki parametrlərə malik PbTe_{0,92}Se_{0,08} epitaksial təbəqələri altılıq temperaturunun 380°C , çökdürmə sür'ətinin 8Å/san və kompensasiya edici Te mənbəyinin 240°C qiymətində alınır.

- [1] *A.Ш. Мехмиев, М.И. Николаев, Ф.Э. Фараджеев, Г.А. Галандаров, Т.И. Алиев.* ФТП, 1986, т. 20, № 8, с.1388-1391.
- [2] *Mochizuki Katsum, Iwata Hirokazu, Isshiki Minoru.* J. Cryst. Growth., 1991, v.115, n.1-4, p.687-691.
- [3] *L.Salamanca-Yung, D.L.Partin, J. Heremans, E.M. Dresselhaus.* High resolution transmission electron microscopy of PbTe/Pb_{1-x}Eu_xSe_yTe_{1-y} heterostructures. Interfaces,

Superlattice and thin films Simp., Boston, Dec. 1-6, 1986, Pishburgh (Pa) 1987, p. 199-204.

- [4] *И.Р. Нуриев, Р.Н. Набиев, Э.А. Ахмедов.* Баку, "Физика-93", 1993, с.95.
- [5] *И.Р. Нуриев, Р.Н. Набиев, Р.А. Бабаев.* Устройство для термического напыления пленок и способ изготовления испарителя. Авт. свид. СССР, № 1478658, 1987.

Р.Н. Набиев, И.Р. Нуриев, С.С. Фарзалев, М.И. Абдуллаев

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК PbTe_{0,92}Se_{0,08}

Разработана технология получения эпитаксиальных пленок PbTe_{0,92}Se_{0,08} с параметрами, пригодными для изготовления на их основе фоточувствительных элементов. Показано, что степень совершенства пленок PbTe_{0,92}Se_{0,08} зависит от скорости конденсации. Изучена зависимость электрофизических параметров пленок от температуры компенсирующего источника паров теллура (T_{Te}) и показано, что с увеличением T_{Te} концентрация носителей заряда (n) уменьшается, а их подвижность возрастает.

R.N. Nabyev, H.R. Nuriyev, S.S. Farzaliyev, M.I. Abdullayev

GROWTH PECULIARITIES OF PbTe_{0,92}Se_{0,08} EPITAXIAL FILMS

The technology of epitaxial films production with parameters suitable for preparation on its basis of photosensitive elements are presented in this paper.

It is shown that the degree of perfection of PbTe_{0,92}Se_{0,08} films depends on the condensation speed.

The dependence of electrophysical parameters of films on temperature of compensating source of Te vapors have been tested and shown that concentration of carrier (n) decreases and their mobility increases at the increasing of T_{Te}.

Дата поступления: 09.06.98

Редактор: Р.Б. Шафизаде