

VAHİD TEXNOLOJİ ŞƏRAİTDƏ ALINMIŞ p , n -TİP KEÇİRİCİLİYƏ MALİK $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ EPİTAKSİAL TƏBƏQƏLƏRİ

H.R. NURİYEV, R.M. SADIQOV, S.S. FƏRZƏLİYEV, M.B. HACIYEV

AMEA Fizika İnstitutu,
Azərbaycan, Bakı, Az-1143, H. Cavid pr., 33

Təqdim olunan işdə molekulyar dəstədən kondensasiya metodu ilə $BaF_2(111)$ altlıqları üzərində $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ ($x=0,01$) epitaksial təbəqələrinin böyümə xüsusiyyətləri tədqiq olunmuşdur. Əlavə $Te(Se)$ mənbəyinin temperaturunu tənzimləməklə vahid texnoloji şəraitdə tələb olunan elektrofiziki parametrləri ($\mu_{n,p}(77K)=(2,5\div 3)\cdot 10^4 \text{ sm}^2/V\cdot s$; ($n,p(77K)=5\cdot 10^{16}\div 1\cdot 10^{17} \text{ sm}^{-3}$), yüksək kristal mükəmməlliyə ($W_{1/2}=90\div 100''$) və p , n -tip keçiriciliyə malik $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ ($x=0,01$) epitaksial təbəqələrinin alınma texnologiyası işlənib hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, keçiriciliyin inversiyası əlavə $Te(Se)$ mənbəyinin temperaturunun 420 K-dən yuxarı qiymətlərində baş verir.

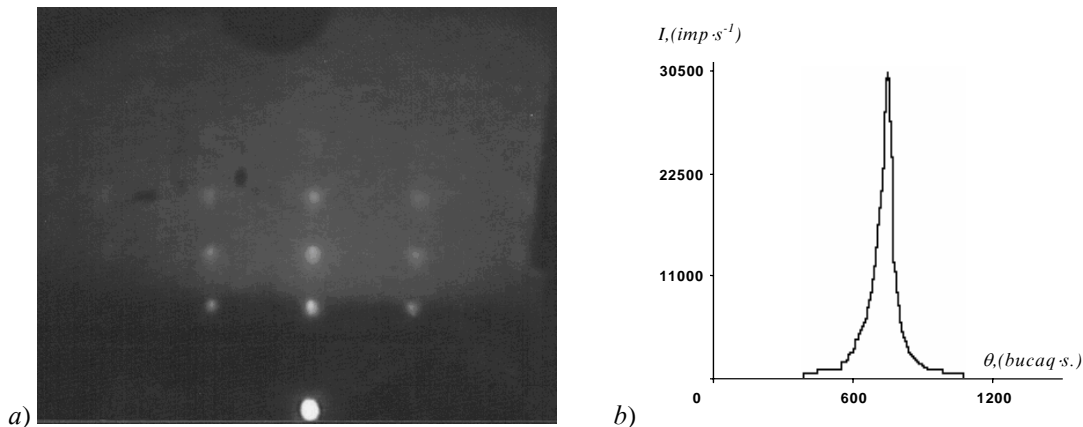
Spektrin infraqırmızı diapazonunun intensiv öyrənilməsi, darzolaqlı yarımkəçirici materiallar əsasında opto-elektron cihazların hazırlanmasını vacib bir məsələ kimi qarşıya qoyur. Bu materiallar içərisində $A^{IV}B^{VI}$ tipli birləşmələr və onların əsasında bərk məhlullar xüsusi yer tutur [1].

$A^{IV}B^{VI}$ tipli yarımkəçiricilər qrupuna daxil olan $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ bərk məhlulları spektrin 3-5 mkm dalğa uzunluğunda işləyən cihazların hazırlanmasında istifadə olunmaq üçün böyük perspektivə malikdir. Belə ki, bu bərk məhlullarda Mn ionlarının olması onlarda yarımmaqnit yarımkəçiricilərə məxsus yeni xassələrin mövcudluğunu üzə çıxarır və onların əsasında texnikada geniş tətbiq olunan, maqnitlə idarə olunan diodların hazırlanmasına böyük imkanlar yaradır [2].

1980-ci ildən başlayaraq yarımmaqnit xassəli belə bərk məhlulların massiv monokristalları alınmış və onların fiziki xassələri geniş tədqiq olunmuşdur [3-5]. Göstərilən bərk məhlulların epitaksial təbəqələrinin alınması və onların əsasında yuxarıda adı çəkilən diodların hazırlanması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu işə $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ bərk məhlullarının yüksək kristal mükəmməlliyə, p , n -tip

keçiriciliyə və tələb olunan elektrofiziki parametrlərə malik epitaksial təbəqələrinin alınması məsələsini qarşıya qoyur.

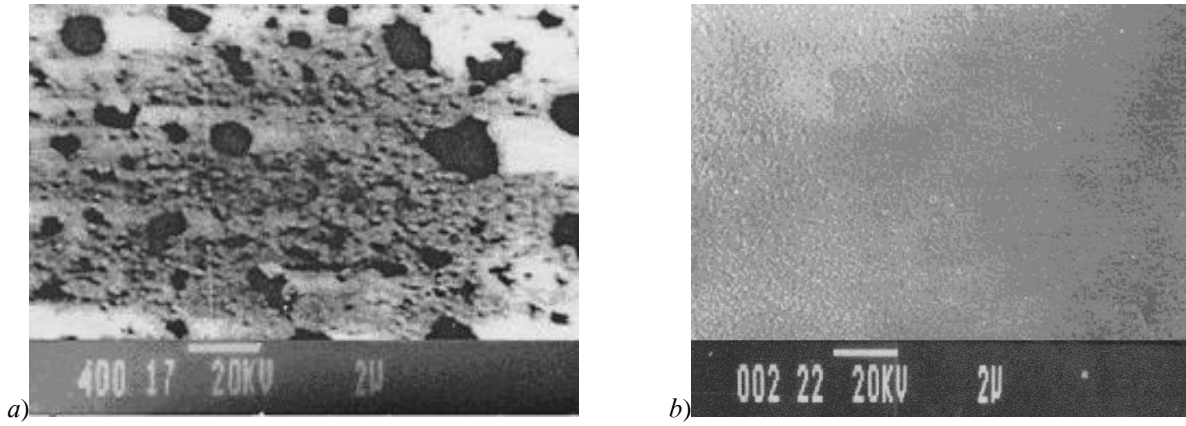
Təqdim olunan işdə 10^{-4} Pa vakuumba molekulyar dəstədən kondensasiya metodu ilə $BaF_2(111)$ altlıqları üzərində $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ ($x=0,01$) epitaksial təbəqələrinin böyümə xüsusiyyətləri tədqiq olunmuşdur. Altlıq qisminə BaF_2 mionokristallarının təzə doğranmış (111) layları, mənbə kimi işə sintez olunmuş $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ ($x=0,01$) bərk məhlulları istifadə olunmuşdur. Alınmış təbəqələrin kristal mükəmməlliyi elektronqrafiya, elektronmikroskopiya, rentgendifraktometriya metodları ilə tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, daha yüksək kristal mükəmməlliyə və elektrofiziki parametrlərə malik epitaksial təbəqələri kompensəedici əlavə $Te(Se)$ mənbəyindən istifadə etməklə almaq olar. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, altlığın temperaturunun $T_{alt}=663\div 673$ K, kondensasiya sürətinin $v_k=8\div 10 \text{ Å/s}$ qiymətlərində qalınlığı $0,5\div 1$ mkm və kristal mükəmməlliyi $W_{1/2}=90\div 100''$ olan n -tip keçiriciliyə malik epitaksial təbəqələr almaq mümkündür (Şək. 1.a, b).



Şək. 1. $Pb_{1-x}Mn_xSe$ ($x=0,01$) epitaksial təbəqəsinin elektronqramı (a), rentgendifraksiya əyrisi (b).

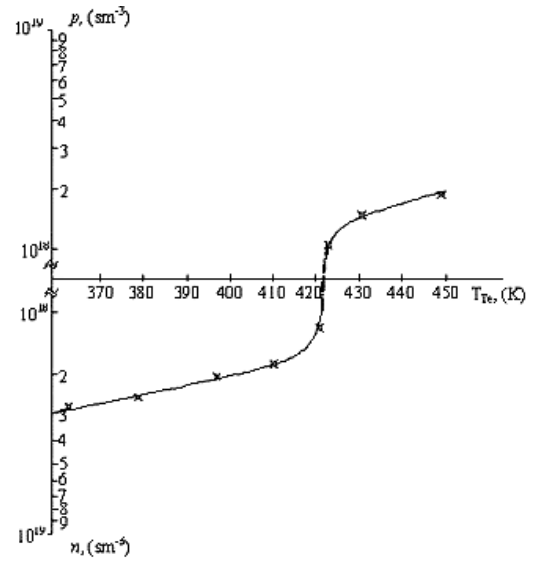
Elektronmikroskopiya tədqiqatları göstərir ki, alınmış epitaksial təbəqələrin səthində qara ləkələr müşahidə olunur (Şək.2.a). Ədəbiyyatdan məlum olduğu kimi bu ləkələr, tərkibdə olan artıq qurğuşun atomlarının oksidləşməsi nəticəsində əmələ gəlir [6-7]. Alınmış epitaksial təbəqələrdə yükdaşıyıcıların yürüklüyünün qiyməti aşağı olur. Göstərilən qara ləkələri aradan götürmək və uyğun olaraq

epitaksial təbəqələrdə yükdaşıyıcıların yürüklüyünü artırmaq üçün böyümə prosesində kompensəedici əlavə $Te(Se)$ mənbəyindən istifadə edilmişdir. Bununla da qara ləkələri yox etmək, uyğun olaraq alınmış təbəqələrin kristal mükəmməlliyini və yükdaşıyıcıların yürüklüyünü artırmaq mümkün olmuşdur.



Şək.2. $Pb_{1-x}Mn_xTe$ ($x=0,01$) epitaksial təbəqəsinin səthinin elektronmikroskopiya şəkilləri: a–Te mənbəyindən istifadə etmədikdə; b–Te mənbəyindən istifadə etdikdə.

Epitaksial təbəqələrin böyümə müddətində əlavə Te(Se) mənbəyinin temperaturu $370 \div 460$ K intervalında dəyişir. Kompensəedici Te(Se) mənbəyinin temperaturunun 430 K-dək artması ilə bu ləkələr tamamilə aradan götürülür və alınmış epitaksial təbəqələr parlaq, hamar səthə malik olur (Şək. 2.b). Əlavə Te(Se) mənbəyinin temperaturunun 420 K-dən sonrakı artımı nəticəsində təbəqələrdə keçiricilik tipinin inversiyası baş verir, n -tip keçiricilik p -tiplə əvəz olunur (Şək.3.). Bu fakt böyümə prosesində tez uçan komponentlərin boş qalan yerlərinin $A^{IV}B^{VI}$ birləşmələri üçün akseptor rolunu oynayan Te(Se) atomları ilə doldurulması ilə izah olunur. Alınmış təbəqələrdə yükdaşıyıcıların yürüklüyü $\mu_{np}(77K)=(2,5 \div 3) \cdot 10^4$ $sm^2/V \cdot s$, konsentrasiyası isə $(n, p_{77K})=5 \cdot 10^{16} \div 1 \cdot 10^{17}$ sm^{-3} qiymətini alır. Beləliklə, vakuumu pozmadan vahid texnoloji şəraitdə, n, p -tip keçiriciliyə və yüksək kristal mükəmməlliyə malik $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ ($x=0,01$) epitaksial təbəqələri alınmışdır. Yüksək kristal mükəmməlliyə, n, p -tip keçiriciliyə malik $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ ($x=0,01$) epitaksial təbəqələrinin vahid texnoloji şəraitdə alınması onların əsasınla yaradılmış $p-n$ keçidlərin, aktiv elementlərin həssaslığını aşağı sala biləcək proseslərin təsirinin qarşısını alır və yüksək fotoelektrik parametrlərə malik, spektrin infraqırmızı oblastında işləyən fotoqəbuledicilərdə istifadə olunmasına geniş imkanlar yaradır.



Şək.3. $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ ($x=0,01$) epitaksial təbəqələrinə yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının kompensəedici əlavə Te(Se) mənbəyinin temperaturundan asılılığı.

- | | |
|---|---|
| <p>[1] A.V.Matveenکو, Yu.V.Medvedev, N.N.Berçenko. Zarubejnanaya elektronaya texnika, 11,1982, 54.(Rus dilində).</p> <p>[2] E.İ.Roqaçeva, A.S.Soloqubenko i dr.. Neorqaniçeskiye materialı, 34, 1998, 669. (Rus dilində).</p> <p>[3] D.Q. Andrianov, N.M. Pavlov, A.S. Savelğev, V.İ.Fistul, Q.İ.Üiskarişvili, FTP, 14, 1980,1202. (Rus dilində).</p> <p>[4] V.Q.Quk, E.V.Osipova, T.İ.Papuşina. Neorqaniçeskiye materialı, 28, 1992, 340. (Rus dilində).</p> | <p>[5] B.A.Akimov, A.V.Nikoriç, L.İ.Ryabova i dr., FTP, 23, 1989, 1019. (Rus dilində).</p> <p>[6] İ.R.Nuriyev, A.M.Nazarov, S.S.Farzaliyev, N.V.Faradcev, R.M.Sadıqov, "Xəbərlər", Baku, 5, 2002, 123. (Rus dilində).</p> <p>[7] İ.R.Nuriyev, S.S.Farzaliyev, R.M.Sadıqov, "Poverxnost", Rentqenovskiye, sinxrotronniye i neytronniye issledovaniya, Moskva, 2, 2004. 110. (Rus dilində).</p> |
|---|---|

I.R. Nuriyev, R.M. Sadıqov, S.S. Farzaliyev, M.B. Hadjiyev

$Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ EPITAXIAL FILMS WITH p, n -TYPE CONDUCTIVITY RECEIVED IN A UNIFORM WORK CYCLE

In this work peculiarities of the growth of $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ epitaxial films, grown on BaF_2 (111) substrate by the molecular beam condensation method are investigated. By regulation of the temperature of additional source of Te(Se) in a single technological cycle the technology for obtaining structural-perfect films of $Pb_{1-x}Mn_xTe$ (Se) ($x=0,01$) with various n and p -type conductivity and fixed parameters

$(\mu_{n,p}(77K)=(2,5\div 3)\cdot 10^4 \text{ cm}^2/V\cdot\text{s}; (n,p_{77K})=5\cdot 10^{16}\div 1\cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3})$ has been developed. It is established, at the temperatures of additional source Te(Se) higher than 420 K an inversion of conductivity takes place.

И.Р. Нуриев, Р.М. Садыгов, С.С. Фарзалиев, М.Б. Гаджиев

**ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ ПЛЕНКИ $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ p, n-ТИПА ПРОВОДИМОСТИ,
ПОЛУЧЕННЫЕ В ЕДИНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ**

В настоящей работе исследуются особенности роста эпитаксиальных пленок $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ ($x=0,01$), выращенных на подложках BaF_2 (111) методом конденсации молекулярных пучков. Регулированием температуры дополнительного источника паров Te(Se) в едином технологическом цикле разработана технология получения пленок $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$ ($x=0,01$) p и n-типов проводимости с заданными электрофизическими параметрами ($\mu_{n,p}(77K)=(2,5\div 3)\cdot 10^4 \text{ cm}^2/V\cdot\text{s}; (n,p_{77K})=5\cdot 10^{16}\div 1\cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) и высоким кристаллическим совершенством ($W_{1/2}=90\div 100^\circ$). Установлено, что при температуре дополнительного источника паров Te(Se) выше 420K происходит инверсия проводимости.

Received: 17.01.06