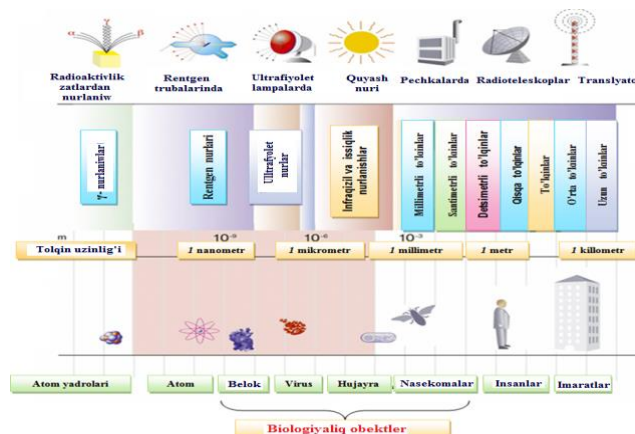


MIKROTOĻQINLI NURLANIWDIŇ SHOTTKI DIODLARINIŇ ELEKTROFIZIKALIQ XARAKTERISTIKASINA TÁSIRIN IZERTLEW

Bekbergenov S. E., Embergenov D. E., Kadirbergenova Sh. K.

Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámleketlik universiteti

Kirisiw. Mikrotolqınlı tolqınlar - infraqızıl hám radiotolqınlar arasındaǵı elektromagnitlik nurlanıw diapazonı (shastotası 300 MHz - 300 GHz, tolqın uzınlıǵı 1 mm - 1 m) aralıqta bolǵan (1-súwret) elektromagnitlik tolqınlar bolıp esaplanadı. Mikrotolqınlı tolqınlar - baylanıs (Wi-Fi, sputnikler), radarlar, GPS (Jer sharınıń hám Jer átirapındaǵı keńisliktiń qálegen noqatındaǵı obektlerdiń anıq ornın, tezligin hám waqıtın anıqlawǵa múmkinshilik beretuǵın sputnik sisteması), sonday-aq, kundelikli turmısımızda mikrotolqınlı pechlerde azıq-awqatlardı ısıtıw ushın, eń áhmiyetlisi ilimiy jumıslarda qollanıladı.



1-súwret. Elektromagnitlik tolqınlar shkalası

Olar shiyshe hám plastmassa arqalı ótedi, biraq metallardan shaǵılısadı, olardıń shaǵılısıw hám sınıw sıyaqlı qásiyetleri hár qıylı texnologiyalarda qollanıladı.

Mikrotolqınlı tolqınlardıń tiykarǵı xarakteristikaları tómendegiler bolıp esaplanadı:

- Diapazonı: 300 MHz - 300 GHz (1 m den 1 mm ge shekem).
- Spekrdegi ornı: infraqızıl nurlar hám radiotolqınlar arasında.
- Tezligi: jaqtılıq tezliginde tarqaladı.

Yarımótkizgishlerge mikrotolqınlı nurlanıwdıń tásiri jıllılıqqa (tiykarǵı effekt), elektr parametrleriniń ózgeriwine (qarsılıq, ótkizgishlik, p-n ótiwlerdiń xarakteristikaları, tasıwshılardıń generaciyalanıwı), materiallardıń degradaciyalanıwına (baylanıslardıń buzılıwı) hám kontaktqa jaqın aymaqlarda hár qıylı processlerdiń stimulyaciyalanıwına alıp keledi, bul izertlewlerde de paydalanıladı (misalı, galliy arsenidinde) hám qurılımlardıń buzılıwına alıp keliwi múmkin, ásirese kúshli yamasa uzaq múddetli nurlanıwda.

Mikrotolqınlı tolqınlardıń tiykarǵı tásir túrleri:

1. Jıllılıq effekterleri:

✓ Mikrotolqınlar material tárepinen jutılıp, onıń qızıwına sebep boladı, bul yarımótkizgishli strukturalardıń artıqsha qızıwına hám jemiriliwine alıp keliwi múmkin.

2. Elektron effekterleri:

✓ Ótkizgishliktiń ózgeriwı: Nurlandırw yarımótkizgishtiń qarsılıǵın kemeytiw arqalı erkin zaryad tasıwshılardıń koncentraciyasını arttırıwı múmkin.

✓ p-n ótiwlerge tásir: tásir diod strukturalarınıń xarakteristikaların ózgerтип, olardıń jumısına tásir kórsetiwı múmkin.

3. Strukturalıq hám ximiyalıq ózgerisler:

✓ Deformaciya hám jemiriliw: Kúshli nurlanıw qorǵawda qollanılatuǵın polimer materiallarda molekularlardıń deformaciyasına hám baylanıslardıń jemiriliwine alıp keliwi múmkin.

✓ Jańa birikpelerdiń payda bolıwı.

Mikrotolqınlı tolqınlardıń ámeliy áhmiyeti:

✓ Izertlewler: Jańa ásbaplar jaratıw ushın yarımótkizgishlerdiń (misalı, GaAs, InP) óte joqarı jiyilikli nurlanıwın úyreniw.

✓ Qorǵaw: joqarı jiyilikli nurlanıwınan qorǵaw ushın materiallar (polimerler) islep shıǵıw.

✓ Texnologiyalar: Sanaatta materiallardı ısıtıw hám qayta islewde óte joqarı jiyiliklikden paydalanıw.

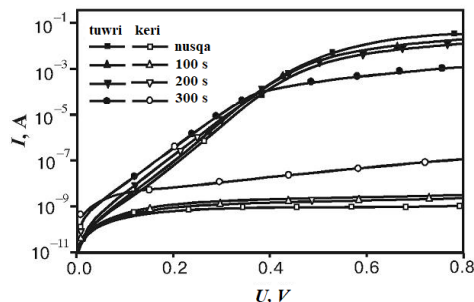
Ulıwma alganda, joqarı jiyilikli nurlanıw yarımótkizgishtiń elektr hám fizikalıq-ximiyalıq qásiyetlerine, quwatlılıǵına, jiyiligine, nurlanıw múddetine hám túrine baylanıslı kompleksli tásir kórsetedi.

Eksperiment bólimi. Meniń ilimiy jumısında mikrotolqınlı nurlanıwdıń Au-TiB_x-n-n⁺-GaAs bet-tosıqlıq strukturalarına tásiri izertlendi. Au-TiB_x-n-n⁺-GaAs bet-tosıqlıq strukturaları (BTS) n-n⁺-GaAs epitaksial strukturaları tiykarında tayarlandı (n-qatlam qalınlıǵı ~3÷5 mkm, kompensaciyalanbaǵan donorlar koncentraciyası ~10¹⁶ sm⁻³).

GaAs n+ astarının qalınlığı ~ 300 mkm, ondağı kompensaciyanbağan aralaspalardıń koncentraciyası $\sim 2 \cdot 10^{18} \text{sm}^{-3}$. Shottki tosıǵı TiB_x nıń 80-100 nm qalınlıǵın magnitronlıq shashıratıw hám sońınan 100 nm qalınlıqtaǵı altın qatlamın shóktiriw jolı menen payda etilgen. Altın germaniyli evtektika járdeminde n+ oblastqa omıq kontakt payda etildi.

BTS sınıń eki tipi ushın bizler 500s qa shekemgi mikrotolqınlıq islew beriwden aldın hám keyin voltamperlik xarakteristikasını (VAX) hám TiB_x plenkasınıń qalınlıǵı 0,1 mkm hám plastınanıń qalınlıǵı ~ 350 mkm bolǵan TiB_x -n-n+-GaAs test strukturasınıń (tayar) iymeklik radiusın izertledik. Shottki tosıǵı bar diodlarda toktı alıp ótiw mexanizmleriniń belgili fizikalıq modellerin paydalanıp [1], bizler Shottki tosıǵınıń biyikligi ϕ_b hám VAX nıń tuwrı tarmaqlarınan ideallıq koefficientiniń mánislerin anıqladıq. $U_{\text{keri}}=0,8\text{V}$ bolǵanda keri toqtıń shaması da ólshendi.

2-súwrette mikrotolqınlı qayta islewden aldın hám keyin ólshengen Au-TiB_x-n-n+-GaAs BTS VAX ları kórsetilgen. GaAs kóleminde hám betindegi degradaciya processleriniń aqıbetinde VAXtıń tuwrı hám keri tarmaqlarında ayırım ózgerisler payda bolatuǵınlıǵın kóriw múmkin. Bul nátiyjeler biziń sharayatımızǵa uqsas bolǵan jaǵdaylarda mikrotolqınlı qayta islewden keyin GaAs da tereń qáddiler payda bolatuǵınlıǵın kórsetetuǵın [2] jumısta alınǵan eksperimentallıq maǵlıwmatlar menen sáykes keledi.



2-súwret. Mikrotolqınlı qayta islewdiń hár túrli waqıtları ushın Au-TiB_x-n-n+-GaAs bet-tosıqlıq strukturalarınıń VAX sı

Bul tereń jaylasqan oraylardıń payda bolıwın jumıstıń avtorları [2] mikrotolqınlı qayta islew menen stimulyaciyanǵan n-n+-GaAs strukturalarındaǵı ishki kernewlerdiń relaksaciya processinde payda bolatuǵın GaAs daǵı dislokaciyalardıń generaciyanıwı menen baylanıstıradı. Sońǵı jaǵday [3] avtorları tárepinen mikrotolqınlı qayta islewden keyin GaAs n-n+ strukturasınıń iymekliginiń áhmiyetli arttırılıwı menen dálillenedi. Bunday processtiń múmkinshiligin biz óz jaǵdayımızda waqıt dawamında mikrotolqınlı qayta islewden aldın hám keyin titan diboridi menen metallastırılǵan GaAs n-n+ strukturasınıń iymeklik radiusın ólshew arqalı tekserip kórdik.

Iymeklik radiusınıń dáslepke salıstırǵanda 1,5 ese kemeygeni belgili boldı, bul GaAs metallangan n-n+ strukturasında ishki kernewlerdiń relaksaciyasınıń paydasın kórsetedi, bul strukturalıq defektlerdiń generaciyası menen birge júriwı múmkin, olardıń bir bólimi, mısalı dislokaciya generaciya-rekombinaciya orayları sıpatında qatnasıwı hám Shottki diodlarında keri toqtıń úlkeyiwine járdemlesiwı múmkin. Sonı da atap ótiw kerek, BTS parametrleri úlgi bólme temperaturasında bir jıl dawamında saqlanǵannan keyin sezilerli dárejede ózgermedi.

Au-TiB_x-n-n+-GaAs BTS mikrotolqınlı qayta islewden aldın hám keyin ólshengen parametrlerdiń shamaları kestede keltirilgen.

Keste. Mikrotolqınlı qayta islew waqtınıń Au-TiB_x-n-n+-GaAs BTS sınıń elektrofizikalıq parametrlerine tásir

Parametrleri	Mikrotolqınlı qayta islew waqtı, s.						
	nusqa	0,5	1	5	10	15	20
ϕ_b, V	0,79	0,80	0,82	0,82	0,83	0,82	0,79
n	1,24	1,20	1,15	1,14	1,13	1,15	1,16
R, m	8	10	14	15	16	16	14
$I_{\text{keri}}, \text{A}$	10^{-9}	10^{-9}	$3 \cdot 10^{-10}$	$3,4 \cdot 10^{-10}$	$3,6 \cdot 10^{-10}$	$4 \cdot 10^{-10}$	$7 \cdot 10^{-10}$

Kesteden kórinip turǵanıday, mikrotolqınlı qayta islewden soń PBS parametrleriniń sezilerli dárejede tómenlewı anıqlanbadı. 0,5-10s dawamında mikrotolqınlı nurlandıırıwdan keyin BTS parametrleri dáslepki parametrlerden de jaqsıraq boldı. 0,5, 1, 10s dawamında mikrotolqınlı qayta islewden keyin dáslepki úlgi salıstırǵanda sınav strukturasında iymeklik radiusı úlkeydi, bul ishki mexanikalıq kernewlerdiń shamasınıń kemeyiwın ideallıq koefficientiniń hám keri toqtıń shamasınıń kemeyiwı menen baylanıslı dep boljawǵa múmkinshilik beredi.

Keyingi jaǵday GaAs keńisliktegi zaryad oblastındaǵı generaciyalıq-rekombinaciyalıq oraylardıń kemeyiwın dálilleydi. Ekspoziciya waqtınıń 20 s ǵa shekem artıwı menen BTS parametrleri dáslepki jaǵdayına qaytıp keldi. Biraq, bunda iymeklik radiusı sezilerli ózgermeydi, 2 m ge kemeyedi, bul 10 s dawamında mikrotolqınlı islew beriwden keyin ólshengen R shamasınıń 13% in quraydı. Ekspoziciya waqtınıń keyingi ósiwı VAX tuwrı shaqapshasınıń degradaciyasına alıp keledi, eksponenciyalıq uchastka qısqaradı, VAX qıyabanlıǵı ózgeredi - ϕ_b kemeyedi, n artadı.

Juwmaq. Waqtınıń 10 s ǵa shekem ósiwı menen Au-TiB_x-n-n+-GaAs BTS parametrleri jaqsılanadı, yaǵnıy tosıq biyikligi artadı, ideallıq koefficienti hám keri tok muǵdarı kemeyedi. 10s dan joqarıraq nurlanıw tuwrı shaqaptıń degradaciyasına alıp keledi, eksponenciyalıq bólim kemeyedi, VAX qıyalıǵı ózgeredi, ϕ_b kemeyedi, n artadı, bul bolsa, n-n+-GaAs strukturasında óte joqarı jiyilik penen islew beriw arqalı ishki mexanikalıq kernewlerdiń relaksaciyası procesinde payda bolatuǵın strukturalıq defektlerdiń payda bolıwı menen baylanıslı.

ÁDEBIYATLAR

1. R. V. Konakova, A. B. Kamalov, P. M. Litvin, O. Ya. GaAs epitaksial strukturalarında ishki mexanikalıq kernewlerdın qaldıq qáddine hám tereń qáddilerdın parametrlrine óte joqarı jiyilikli nurlanıwdın tásirı. "Radiatsionno-termicheskie effekti i procesı v neorganicheskix materialax" atamasındaǵı III xalıq aralıq konferenciyanıń miynetleri. //Tomsk, 29-iyul - 3-avgust, 2002. -s. 338-339.
2. N.S. Boltovec, A.B. Kamalov, E.Yu. Kolyadina, R.V. Konakova, P.M. Litvin. Relaksaciya vnutrennix mexanicheskix napryajeniy v arsenidgallievıx pribornıx strukturax, stimulirovannaya mikrovolnovoy obrabotkoy. //Pisma v JTF. Sankt-Peterburg. -2002. -T.28. -Vıp.4. -S.57-64.
3. A.E. Belyaev, A.V. Sachenko, N.S. Boltovec, V.N. Ivanov, R.V. Konakova, Ya.Ya. Kudrik. Vliyanie mikrovolnovogo oblucheniya na soprotivlenie omicheskix kontaktov Au-TiB_x-Ge-Au-n-n⁺-GaAs (InP). //FTP. Sankt-Peterburg. -2012. -T. 46. -Vıp. 4. -S.558-561.

Rezyume. Maqalada mikrotolqinli nurlanıwdın shottki diodlarınıń elektrofizikalıq xarakteristikasına tásirin izertlew máseleleri korıp shıǵılǵan.

Резюме В статье рассматриваются вопросы исследования влияния микроволнового излучения на электрофизические характеристики диодов Шоттки.

Summary The article examines issues regarding the study of microwave radiation's influence on the electrophysical characteristics of Schottky diodes.
