

HgCdTe EPİTAKSİAL LAYLARI ƏSASLI İQ ŞÜALARIN SOYUDULMAYAN FOTOELEKTROMAQNİT DETEKTÖRÜ

ƏLİÖVSƏD Ə. ƏLİYEV

Azərbaycan Respublikasının Elm və Təhsil Nazirliyinin Fizika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
altriple.az@gmail.com

10.6 μm dalğa uzunluqlu CO_2 -lazeri tətbiq olunan optoelektron sistemlər üçün $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ epitaksial təbəqələr əsasında soyudulmayan fotoelektromaqnit detektorun dizaynı işlənmişdir. Təklif olunan detektorun müqaviməti, volt-vatt həssaslığı, xüsusi aşkaretmə qabiliyyəti hesablanmışdır. Həcmli kristall əsaslı detektorun eyni parametrləri ilə müqayisə edilərək, epitaksial təbəqələrin üstünlükləri hesabına müvafiq parametrlərin 4.8, 3.2 və 1.47 dəfə artması göstərilmişdir.

Açar sözlər: $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$, epitaksial təbəqələr, fotoelektromaqnit detektor
PACS: 81.05.Dz; 81.15.Gh

Giriş

$\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ ($x < 0.2$) bərk məhlullar əsaslı soyudulmayan fotoelektromaqnit detektorlar (PEM-detektor) 10.6 μm dalğa uzunluqlu CO_2 -lazeri tətbiq olunan optoelektron sistemlərdə geniş istifadə olunur [1]. Belə detektorların üstünlüklərindən xarici elektrik qidalanmasının olmaması ilə küylərin səviyyəsinin enməsinə və bununla fotoqəbuledicinin istilik yüklənməsinin xeyli azaldılmasını qeyd etmək olar. Eyni zamanda, onların yüksək çevikliyi heterodin sistemlərdə istifadə etməyə imkan verir.

Epitaksial texnologiyaların inkişafı altlıqlar üzərində kifayət qədər nazik və yüksək keyfiyyətli $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ layların alınmasına imkan yaratdığından, həcmli kristalların tədricən epitaksial laylarla əvəz edilməsinə gətirmişdir.

Epitaksial təbəqələrdə altlıqdan işçi oblasta qədər tərkibin gradienti ilə bağlı yaranan daxili varizon elektrik sahəsinin təsiri altında qeyri-əsas yükdaşıyıcılar (QƏY) işçi oblasta diffuziya etməsi nəticəsində onların altlıqla təbəqə sərhədində rekombinasiya ilə bağlı itkilər xeyli azalır. Molekulyar-şüa epitaksiyası (MBE) və metal-üzvi birləşmələrdən epitaksiya (MOCVD) qalınlıq boyunca tərkibin qradientini idarə etməyə və kifayət qədər böyük qalınlıqda bircinsliyə malik layların göyərilməsinə imkan verir. Bu halı nəzərə alaraq, epitaksial təbəqələr əsasında PEM detektorun dizaynının işlənməsi maraqlıdır.

PEM detektorun həssas elementinin dizaynı və texnologiyası

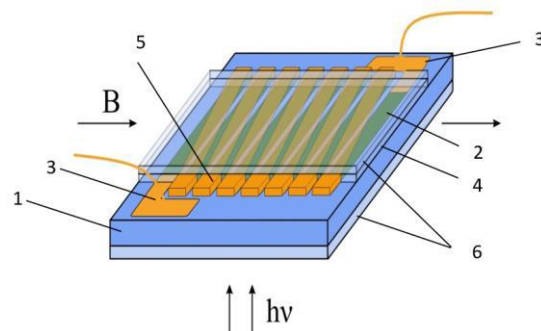
[2, 3]-də nəzəri hesablamalar və 6-7 və 10-12 μm spektral diapazonları üçün $x = 0.2$ və 0.167 tərkibli $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ əsasında kompozit qəbuledici sahəli soyudulmayan PEM-detektorların işlənilib hazırlanması və tədqiqatlarının nəticələri təqdim edilmişdir.

[4-6]-də altlıqda yaradılmış xəndəklərdə göyərtilmiş $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ epitaksial təbəqələr əsasında müxtəlif fotodetektorların dizaynları təklif edilmişdir. Belə dizayn epitaksial layların həcmli kristallarla müqayisədə üstünlükləri ilə yanaşı, ilk növbədə, elementlər arasında kommunikasiyaların yaradılmasını asanlaşdırmağa, eləcə də bütün ayrı-ayrı elementlər arasında yüksək bir-

cinsliyə imkan vermişdir. [2, 3]-nə nəticələrini nəzərə alaraq, $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ epitaksial təbəqələri əsasında analoji soyudulmayan PEM detektor [4-6] işlərdə təklif olunan dizaynda işlənmişdir.

$\text{Zn}_{0.04}\text{Cd}_{0.96}\text{Te}$ və ya CdTe altlığında, kiçik bir aralıqla hər hansı məlum üsullardan (kəsmə, kimyəvi aşındırma, ion aşındırma) istifadə edərək, müəyyən bir eni və dərinliyi olan düzbucaqlı xəndəklər yaradıqdan sonra MBE, yaxud MOCVD metodları ilə $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ epitaksial təbəqələri göyərtilir. Altlıqda yaradılmış xəndəklərin dibindən $x=1$ -dən aşağıdakı hesablamalarla müəyyən edilmiş işçi tərkibinə kimi qalınlığı 1 μm -dən çox olmayan varizon lay, sonra lazımı qalınlıqda bircins işçi təbəqə, daha sonra isə qalınlığı 0.5 μm olan $x=0.4$ tərkibə kimi artan yeni varizon lay göyərtilir, bu da səth rekombinasiyasının təsirinə xeyli azalmasına gətirir. Epitaksial təbəqələrin lazımı dərəcəyədək aşqarlanması həm göyərilmə zamanı, həm də hazır laylar üzərində ayrıca texnoloji əməliyyat formasında həyata keçirilə bilər.

Bundan sonra, üst varizon layın səthi, gələcəkdə yaradılacaq kontakt sahələri istisna olmaqla, anod oksidi, yaxud başqa örtüklə passivləşdirilir. Növbəti əməliyyatlar zamanı kontakt sahələrindən üst varizon lay hər hansı aşındırma üsulu ilə çıxarılaraq vakuüm və ya kimyəvi çökdürmə metodları ilə omik kontaktlar və altlığın səthi ilə ayrı-ayrı elementlər arasında cərəyan kommunikasiyası təmin edilir. Sonradan həm altlığın arxa səthinə, həm də üst varizon təbəqənin üzərinə qeyri-əksetməyə malik təbəqə çökdürülür. Təklif olunan həssas elementin ümumi görünüşü şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. PEM detektorun həssas elementinin quruluşu.

1 – altlıq, 2 – epitaksial təbəqə, 3 – signal elektrodları, 4 – anod oksidi, 5 – elementlərarası kommunikasiya elektrodları, 6 – qeyri-əksetməci laylar.

Keçirilmiş texnoloji əməliyyatlar nəticəsində PEM-detektorun hazırlanmış həssas elementi maqnit sahəsinin gərginliyi detektorun optimal parametrlərini təmin edən həm [1,2]-də göstərilədiyi kimi bilavasitə sabit maqnitin, həm də ayrıca korpusa quraşdırılıb elektrik maqnitin qütbləri arasında yerləşdirilə bilər. İşıqlandırma altlıq tərəfdən aparılır.

PEM detektorun əsas parametrlərinin hesablanması

İQ süaların fotoqəbuledicilərin, o cümlədən PEM-detektorların, əsas parametrləri R_λ monoxromatik voltvatt həssaslığı və D_λ^* xüsusi aşkar etmə qabiliyyətidir:

$$R_\lambda = \frac{I_{sc} r}{W_\lambda l w} \quad (1)$$

$$D_\lambda^* = \frac{R_\lambda}{U_n} \cdot \sqrt{A \Delta f} \quad (2)$$

burada I_{sc} – qısa qapanma cərəyanı; r – PEM-detektorun B maqnit sahəsində müqaviməti; W_λ – monoxroma-

tik süalanmanın gücü; $h\nu$ – işıqlandırma kvantların enerjisi; U_n – küylərin gərginliyi; Δf – gücləndirici avadanlığın tezliklər zolağının enidir.

PEM-detektorlarda dominant küy növü termik küylərdir və onların gərginliyi aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$U_n = \sqrt{4k_B T r \Delta f} \quad (3)$$

burada k_B – Bolsman sabiti, T – işçi temperaturdur.

Qalınlığı d , eni w_s olan k zolaqdan ibarət və ümumi ölçüsü $A = l \cdot w$ olan kompozit həssas sahəsi olan PEM-detektoru nəzərdən keçirək. Detektor parametrlərini hesablayarkən, istənilən maqnit sahələri (kvant sahələri istisna olmaqla) üçün, nümunənin son qalınlığı və yük daşıyıcılarının həcmi generasiyası nəzərə alınmaqla PEM effektinin ümumiləşdirilmiş formada iş [7]-ə əsaslanan [2]-də olduğu kimi eyni metodologiya əsas götürülmüşdür.

Stasionar halda, zəif optik həyəcanlandırma səviyyəsi və yükdaşıyıcılara cırlaşmamış statistikanın təbii şəraitində fotoelektromaqnit qısaqapanma cərəyanının ifadəsi aşağıdakı kimi təqdim edilə bilər:

$$I_{sc} = \frac{\eta \alpha W_\lambda}{h\nu} \frac{e(\mu_e + \mu_h) B w Y}{a(a^2 - \alpha^2)[a\tau(s_1 + s_2)ch(\alpha d) + (1 + s_1 s_2 a^2 \tau^2)sh(\alpha d)]} \quad (4)$$

(4) düsturunda Y -nin qiymətini aşağıdakı ifadədən təyin etmək olar:

$$Y = [(\alpha - s_2 a^2 \tau) + (\alpha + s_1 a^2 \tau) \exp(-\alpha d)] ch(\alpha d) - a[(1 - s_2 \alpha d) - (1 + s_1 \alpha \tau) \exp(-\alpha d)] sh(\alpha d) - [(\alpha - s_1 a^2 \tau) + (\alpha - s_2 a^2 \tau) \exp(-\alpha d)]$$

burada α – udulma əmsalı; η – kvant effektivliyi, əksətmə itkiləri daxil olmaqla; e – elementar elektrik yükü; μ_e, μ_h – elektron və deşiklərin yürüklüyü; s_1, s_2 – nümunənin ön və arxa səthlərində səthi rekombinasiyanın sürəti; τ – elektron və deşiklərin yaşama müddəti; $a = L^{-1}$ – maqnit sahəsində ambipolyar diffuziya uzunluğunun əks qiymətidir:

$$L = \left[\frac{L_e^2 (n + p)}{p(1 + \mu_e^2 B^2) + bn(1 + \mu_h^2 B^2)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

burada L_e – elektronların diffuziya uzunluğu, b – elektron və deşiklərin yürüklüklərinin nisbətidir.

Nümunənin qalınlığı d ambipolyar diffuziya uzunluğu L -dan dəfələrlə böyük olduqda ($d \gg L$) və süalanma nümunənin həcmində effektiv şəkildə udulduqda ($\alpha d > 1.5$), arxa tərəfdə praktiki olaraq rekombinasiya yox dərəcədədir, belə halda fotomaqnit effektin

qısaqapanma cərəyanının ifadəsi sadələşir:

$$I_{sc} = \frac{\eta W_\lambda}{h\nu} \frac{e \mu_h (b + 1) B L w}{(1 + S_1)} \frac{\alpha L}{\alpha L + 1} \quad (6)$$

burada $S_1 = s_1 \tau L^{-1}$ – nümunənin işıqlandırılan səthində səthi rekombinasiyasını nəzərə alan ölçüsüz parametrdir.

(1)-də qısaqapanma cərəyanını onun (6) ifadəsi ilə əvəz edərək və qəbuledici sahənin hər biri w_s enində k zolaqdan ibarət olduğunu nəzərə alaraq, monoxromatik voltvatt həssaslığı üçün aşağıdakı düstur alırıq:

$$R_\lambda = \frac{I_{sc} r}{W_\lambda l w} = \frac{\eta}{h\nu} \cdot \frac{e \mu_h (b + 1) B L w_s}{(1 + S_1) l w} \cdot \frac{\alpha L}{\alpha L + 1} \cdot r \quad (7)$$

burada r – PEM-detektorun B maqnit sahəsində müqavimətidir və k zolaqdan ibarət həssas sahəsi olan detektor üçün aşağıdakı kimi təsvir edilir:

$$r = \frac{kl}{e \mu_h (bn + p) w_s d} \cdot \left[1 - \frac{np(b + 1)^2 \mu_e \mu_h B^2 L^2}{L_e^2 (n + p)(bn + p)} \right]^{-1} \quad (8)$$

Beləliklə, $k \cdot w_s \approx w$ şərti altında kompozit həssas sahədən istifadə detektorun voltvatt həssaslığını k dəfə

artırmağa imkan verir. Müvafiq olaraq, xüsusi aşkar etmə qabiliyyəti $k^{1/2}$ dəfə artacaq. Bunları nəzərə alaraq

təklif olunan detektorun həssas sahəsi 120 µm enində 8 zolaqdan, zolaqlar arası məsafə 5.5 µm-dən ibarət seçilmişdir.

[2, 3]-də xırda səviyyələr yaradan akseptorlarla aşqaralama PEM detektorunun əsas parametrlərini əhəmiyyətli dərəcədə artırma biləcəyi göstərilmişdir. Əsas fotoelektrik parametrlərinin, voltvatt həssaslığının R_λ və xüsusi aşqarətmə qabiliyyətinin D_λ^* epitaksial təbəqələrin aşqarlanma dərəcəsi z -dən asılılığı hesablamaq üçün [2, 3]-də olduğu kimi eyni metodikadan istifadə

edilmişdir.

0,117 eV foton enerjisində uyğun gələn 10,6 µm dalğa uzunluğunda güclü udulma və maksimum həssaslıq şərtinə əsasən, işçi layın qadağan olunmuş zonasının eni 1,2 dəfə kiçik, yəni 300K iş temperaturunda 0,098eV olmalıdır. Tələb olunan tərkibi və yükdaşıyıcıların məxsusi konsentrasiyasını n_i (tərkibi və temperaturun funksiyası kimi) [8, 9]-da verilən düsturlarla hesablayacağıq:

$$E_g = -0.303 + 5.6 \cdot 10^{-4} T(1 - 2x) + 1.73x + 0.25x^4 \quad (9)$$

$$n_i = (5,585 - 3,82 x + 1, 753 \cdot 10^{-3} T - 1,364 \cdot 10^{-3} xT) 10^{14} E_g^{3/4} T^{3/2} \exp(-E_g/2k_B T) \quad (10)$$

(9) düstura əsasən, tələb olunan qadağan olunmuş zonasının eni $x = 0,167$ tərkibi ilə təmin edilir.

$Hg_{1-x}Cd_xTe$ ($x < 0.2$) bərk məhlullarda $T = 300$ K-də yük daşıyıcılarının yaşama müddəti iki növ Auger rekombinasiya mexanizmi ilə müəyyən edilir – iki elektron və bir ağır deşiyin iştirakı ilə rekombinasiya (Auger-1 prosesi) və bir elektron və iki ağır deşiyin iştirakı ilə ağır deşiyin yüngülə çevrilməsi ilə rekombinasiya (Auger-7 prosesi) [10]. Effektiv yaşama müddəti aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_{A1}} + \frac{1}{\tau_{A7}} \quad (11)$$

Burada τ_{A1} və τ_{A7} müvafiq olaraq Auger-1 və Auger-7 prosesləri üçün rekombinasiya zamanıdır. Aşağı həyəcanlanma səviyyəsi üçün onlar aşağıdakı düsturlarla müəyyən edilir [10, 11]:

$$\tau_{A1} = \frac{2n_i}{n(n+p)} \tau_{A1}^{(i)}; \quad \tau_{A7} = \frac{2n_i^2 \gamma}{p(n+p)} \tau_{A1}^{(i)} \quad (12)$$

$$\tau_{A1}^{(i)} = \frac{3,8 \cdot 10^{-18} \varepsilon_\infty^2 (1 + 2 \frac{m_e^*}{m_h^*}) \sqrt{(1 + \frac{m_e^*}{m_h^*})}}{\frac{m_e^*}{m_o} |F_1 F_2|^2} \left(\frac{E_g}{k_B T} \right)^{3/2} \exp \frac{(1 + 2 \frac{m_e^*}{m_h^*}) E_g}{(1 + \frac{m_e^*}{m_h^*}) k_B T} \quad (15)$$

Burada, ε_∞ – yüksək tezlikli dielektrik sabiti, $m_{e,h}^*$ – müvafiq olaraq elektron və ağır deşiklərin effektiv kütlələri, $|F_1 F_2| = 0,15$ – [12]-də eksperimental olaraq müəyyən edilmiş kəşimə inteqralıdır. Ağır deşiklərin effektiv kütləsi $0,55m_o$ -a bərabər götürülmüşdür.

Yüksək tezlikli dielektrik sabiti [13]-də verilmiş ifadəsi ilə müəyyən edilir:

$$\varepsilon_\infty = 15,2 - 15,6 x + 8,2 x^2$$

Elektronların effektiv kütləsi Keyn zona modeli əsasında müəyyən edilmişdir:

$$\frac{m_o}{m_e^*} = 1 + \frac{2m_o P}{3\hbar^2} \left(\frac{2}{E_g} + \frac{1}{E_g + \Delta} \right) \quad (16)$$

$$\gamma = \frac{\tau_{A7}^{(i)}}{\tau_{A1}^{(i)}} = 6 \frac{1 - \frac{5 E_g}{4 kT}}{1 - \frac{3 E_g}{2 kT}} \quad (13)$$

Yarımkəçiricinin aşqarlanma dərəcəsinin funksiyası kimi τ , (12) və (13) nəzərə alınmaqla aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\tau(z) = \frac{2z^2(\gamma + 1)}{(1 + z^2)(\gamma + z^2)} \tau^{(i)}, \quad \tau^{(i)} = \frac{\gamma}{\gamma + 1} \tau_{A1}^{(i)} \quad (14)$$

Burada $\tau^{(i)}$ – məxsusi yarımkəçiricidə yükdaşıyıcıların effektiv yaşama müddəti, $z = p/n_i$ – yarımkəçiricinin aşqarlanma dərəcəsinə göstərən parametrdir.

Auger-1 rekombinasiya prosesinin müddəti bərabərdir:

Burada, $P = 8,43 \cdot 10^{-8} \text{ eV} \cdot \text{cm}$, $\Delta = 0,9 \text{ eV}$. (11)-(16) düsturlardan yaşama müddəti maqnit sahəsindən asılı olmadığı, yalnız aşqarlanma dərəcəsinə asılı olduğu görünür.

Yaşama müddətinin aşqarlanma dərəcəsinə asılılığın hesablamalarının nəticəsi şəkil 2-də göstərilmişdir.

Şəkildən görüldüyü kimi yaşama müddəti $1.8n_i$ aşqarlanma dərəcəsinə maksimal qiymətə çatır, bundan sonra aşqarlanma dərəcəsi artıqca maili hiperbola şəkilində təxminən bir tərtib azalır. Bu hal detektorun yüksək çevikliyə malik olduğunu göstərir.

Elektronların yürüklüyü [13]-də verilmiş düsturla hesablanmışdır:

$$\mu_e = 9 \cdot 10^4 (m_e T)^{-\frac{3}{2}} \quad (17)$$

Elektronların aşqarlanma dərəcəsiindən asılı sərbəst yürüş uzunluğu müvafiq olaraq:

$$L_e = [\mu_e \tau(z) k_B T]^{1/2} \quad (18)$$

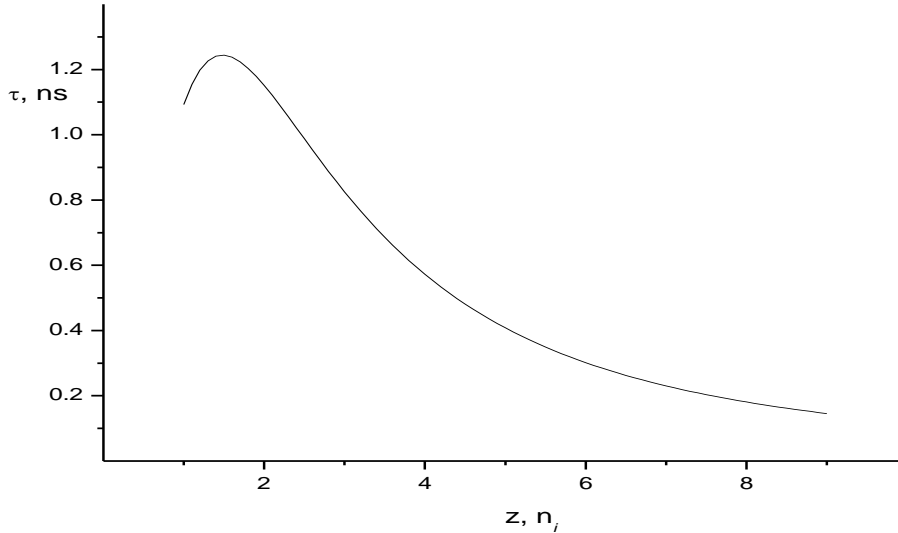
(5)-də L_e -ni onun (18)-dəki ifadəsi ilə əvəz etməklə və $Hg_{1-x}Cd_xTe$ ($x < 0.2$) bərk məhlullarda elektronlar-deşiklər yürüklüklərinin nisbəti $b=100$ olmasını nəzərə almaqla maqnit sahəsində ambipolyar diffuziya uzunluğu L -in hesablamalarının nəticələri şəkil 3-də göstərilmişdir.

Beləliklə, ambipolyar diffuziya uzunluğunun maksimal qiyməti $2.43 \mu m$ maqnit sahəsi $B=0$ və aşqarlanma dərəcəsi $z=4-5$ arasında baş verir. Bunu nəzərə alaraq $x=0.167$ tərkibli işçi layın qalınlığı (6) düsturun şərtlərinə uyğun olaraq $10 \mu m$, udulma əmsalını isə 1800 cm^{-1} seçirik.

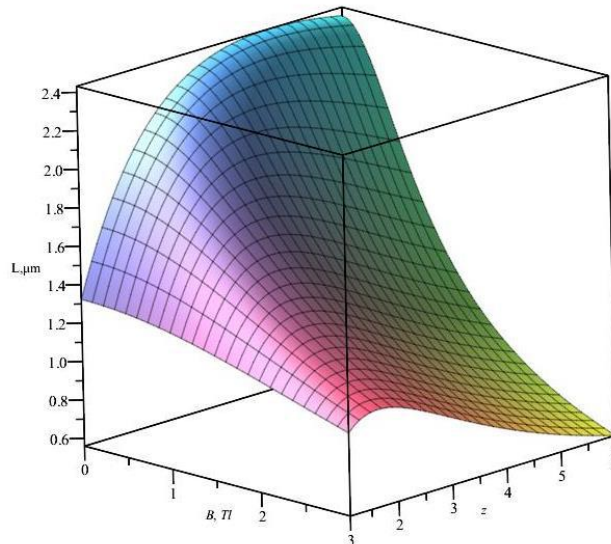
Artıq işçi layın ölçülərini, x tərkibini və müvafiq parametrlərini müəyyən etdikdən sonra düstur (8)-lə təklif olunan PEM-detektorun müqavimətinin maqnit sahəsindən və aşqarlanma dərəcəsiindən asılılığı hesablanmış və nəticələri şəkil 4-də əks olunmuşdur. He-

sablama zamanı alt və üst varizon laylar nəzərə alınmamışdır. Həmin laylar çox nazik, həmçinin daha geniş qadağan olunmuş zonaya malik olduqlarından, onların müqaviməti işçi layın müqavimətindən ən azı 10-qat yüksəkdir və detektorun müqaviməti məhz işçi layın müqaviməti ilə müəyyən olunur. Müqavimətin maksimumu 3500 Ohm $B=3.0 \text{ Tl}$, $z=4.5$ qiymətlərindədir.

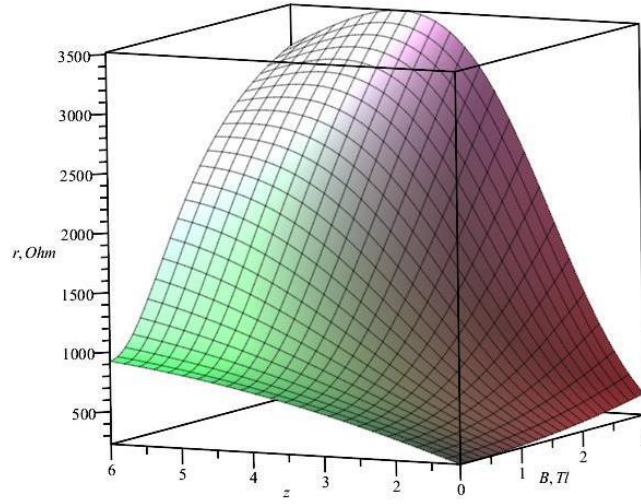
Volt-vatt həssaslığı düstur (7) əsasında hesablamaq üçün səth rekombinasiyasını nəzərə alan ölçüsüz parametrlər S_1 müəyyən edilməlidir. İşçi lay varizon laylar arasında yerləşir. Həmin laylarda qadağan olunmuş zona dəyişdiyindən yaranmış güclü daxili elektrik sahəsi (təxminən $1.4 \cdot 10^6$ və $8.6 \cdot 10^5 \text{ V/cm}$ müvafiq olaraq altlıq və üst tərəfdən) qeyri-əsas yükdaşıyıcıları işçi laya tərəf yönəldir. Bununla da, səthi rekombinasiya tam aradan götürülür. Lakin, işçi layla varizon layın sərhədi işçi layın səthi kimi qiymətləndirilməlidir. Bu halda, qeyd edilən varizon elektrik sahəsi qeyri-əsas yük daşıyıcıları işçi laya tərəf yönəltmə də, sərhəddə cüzi rekombinasiya baş verir. Ona görə də, $S_1 = 5$ qəbul edilmişdir. Daha sonra (2)-(3) düsturları ilə xüsusi aşqar etmə qabiliyyəti hesablanmışdır.



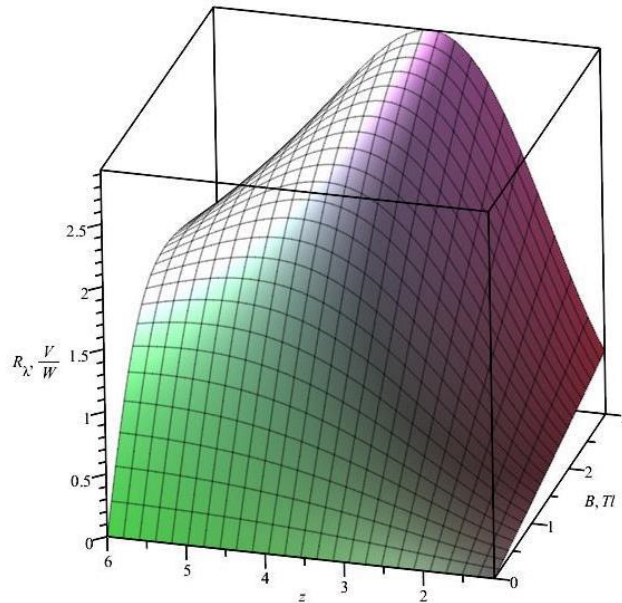
Şəkil 2. Elektronların yaşama müddətinin aşqarlanma dərəcəsiindən asılılığı.



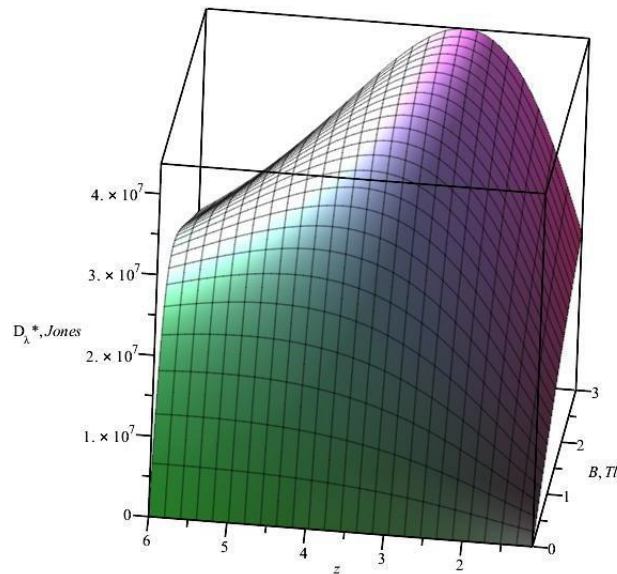
Şəkil 3. Ambipolyar diffuziya uzunluğunun maqnit sahəsi və aşqarlanma dərəcəsiindən asılılığı.



Şəkil 4. PEM detektorun müqavimətinin maqnit sahəsi və aşqarlanma dərəcəsindən asılılığı.



Şəkil 5. Volt-vatt həssaslığın maqnit sahəsi və aşqarlanma dərəcəsindən asılılığı.



Şəkil 6. Xüsusi aşqaretmə qabiliyyətinin maqnit sahəsi və aşqarlanma dərəcəsindən asılılığı.

Şəkil 5 və 6-da müvafiq olaraq volt-vatt həssaslığın və xüsusi aşkaretmə qabiliyyətinin aşqarlanma dərəcəsi və maqnit sahəsindən asılılıqları göstərilmişdir.

Göründüyü kimi, hər 2 parametrin maksimal qiymətləri maqnit sahəsinin 3 Tl qiymətində alınır. Aşqarlanma dərəcəsi və asılılıqda volt-vatt həssaslığın maksimumu 2.93 V/W $z=3.25$, xüsusi aşkaretmə qabiliyyətinin maksimumu $4.37 \cdot 10^7$ Jones $z=2.75$ qiymətlərindədir. Qeyd edilməlidir ki, hər iki parametr maqnit sahəsi artdıqca doymağa yönəlir və 1.5 Tl maqnit sahəsində qiymətləri maksimum qiymətinin təxminən 85-90%-ni təşkil edir.

Epitaksial təbəqələr əsasında təklif olunan detektoru həcmli kristal əsaslı detektorla müqayisə edək

Həcmli kristallar əsasında 20 µm-dən nazik strukturların alınması, həmçinin zolaqlar arasındakı boşluqların yaradılması böyük texnoloji çətinliklər yaradır. Mexaniki, kimyəvi-mexaniki işlənmə zamanı kristallarda yaranan defektlər detektorun parametrlərinə mənfi təsirlər göstərir. Eyni zamanda səthi rekombinasiya parametrlərinin qiyməti ən yaxşı halda 100-dən kiçik olmur, hətta kristalın yan tərəflərində də rekombinasiya baş verir.

Cədvəl 1.

	Ümumi sahəsi	Zolaq sayı	Zolaqlar arasındakı	Qalınlığı	S_l	r_{max} , Ohm	R_{λ}^{max} , V/W	$D_{\lambda}^{*,max}$, Jones
Həcmli kristal	1x1 mm	5x180 µm	25 µm	20 µm	100	732	0.915	$2.98 \cdot 10^7$
Epitaksial təbəqə	1x1 mm	8x120 µm	5.5 µm	10 µm	5	3500	2.93	$4.37 \cdot 10^7$

Bunları nəzərə alaraq 20 µm qalınlıqda həcmli kristal əsasında eni 180 µm, ara boşluğu 25 µm olan 5 zolaqdan ibarət kompozit həssas sahəli detektor üçün eyni hesablamalar aparılmış və nəticələr epitaksial təbəqələr əsaslı detektor üçün alınmış nəticələrlə aşağıdakı cədvəldə müqayisə edilmişdir.

Nəticə

10.6 µm dalğa uzunluqlu CO₂-lazeri tətbiq olunan optoelektron sistemlər üçün epitaksial təbəqələr əsasında

da soyudulmayan PEM-detektorun təklif edilən kompozit həssas sahəli dizaynı eyni ümumi sahədə zolaqların sayını artırmaqla, zolaqlar arasındakı boşluqların enini kiçiltməklə, səthi rekombinasiya göstəricisini azaltmaqla həcmli kristal əsaslı eyni tipli PEM detektora nisbətən müqavimətini 4.8 dəfə, volt-vatt həssaslığı 3.2 dəfə, xüsusi aşkaretmə qabiliyyətini 1.47 dəfə artırmağa imkan verir. Bu hal təklif olunan dizaynı PEM detektorun tətbiqi üçün böyük perspektivlər olduğunu göstərir.

[1] Y. Piotrowski, W. Galus and M. Grudzien. Infrared Phys. 1991. № 31. P. 1. doi.org/10.1016/0020-0891(91)90037-G

[2] F.N. Gaziyev, I.A. Nasibov, T.I. Ibragimov, E.K.Huseynov. HgCdTe based PEM detector for middle range of IR spectrum. Proc. of SPIE. 2005. V. 5834. P. 123—132. doi.org: 10.1117/12.628871

[3] A.A. Aliyev, T.I. Ibragimov, N.D. Ismailov, I.A. Nasibov, E.K. Huseynov. Uncooled PEM detector of the CO₂-laser radiation. Proc. of SPIE vol 6636 (2007), doi.org: 10.1117/12.742332

[4] Ə.Ə. Əliyev, E.K. Hüseyinov, İ.Ə. Nəsimov, A.K.Məmmədov, Ş.O. Eminov. Matrisalı bərkisimli təsvir siqnallarının formalaşdırıcısı. Azərbaycan Respublikasının patenti, İ 2000 0216, 2000.

[5] A.A. Алиев, Э.К. Гусейнов, И.А. Насибов, А.К. Мамедов, Ш.О. Эминов. Многоканальный инфракрасный формирователь сигналов изображения. Прикладная физика, 2001, № 5.

[6] A. A. Aliyev; E. K. Huseynov; A. K. Mamedov. Epitaxial SPRITE-photodetector. Proc. SPIE 5834, (2005), p. 117-122. doi.org: 10.1117/12.628869

[7] D. Lile. Phys. Rev. B. 1973. № 8. p. 4708; doi.org/10.1103/PhysRevB.8.4708

[8] G.L.Hansen, Y.L.Schmit and T.N.Casselmann. J. Appl. Phys., 53,7099, (1982). doi.org/10.1063/1.330018

[9] G.L.Hansen and Y.L.Schmit. J.Appl.Phys., 54, 1639, (1983); doi.org/10.1063/1.332153.

[10] N.Casselmann and P.E.Petersen. Solid-St.Comm., 33, 615, (1980). doi.org/10.1016/0038-1098(80)90736-X

[11] P.E.Peterson. in Semiconductors and Semimetals, v.18, p.121, edited by R.K.Willardson and A.C.Beer, Academic Press, NY, (1981)

[12] M.C.Chen and L.Colombo. J.Appl.Phys., 72, 4761, (1992); doi.org/10.1063/1.352087

[13] A.Rogalski. Infrared Detectors-(Electrocomponent science monographs;10), Edited by Donard de Cogan, University of East Anglia, Norwich, UK, 681, (2000)

An uncooled photoelectromagnetic detector of IR radiation based on HgCdTe epitaxial layers

The design of an uncooled photoelectromagnetic detector based on $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ epitaxial layers for optoelectronic systems using 10.6 μm wavelength CO_2 -laser has been developed. The resistance, volt-watt sensitivity, specific detektivity of the proposed detector has been calculated. It is shown that these parameters are 4.8, 3.2 and 1.47 times higher than those of a similar detector based on bulk crystals.