

Proceedings of International Educators Conference

Hosted online from Rome, Italy.

Date: 25th March, 2024

ISSN: 2835-396X

Website: econferenceseries.com

KREMNIYLI P-N ÓTIWDEGI LAVINNO PROLIOTLI DIODLARINIŇ

TERMIK QARSILIĐI

Abdreymov A. A.

Turdimuratov A. S.

Xojamuratova J. R.

Berdaq atindađı qaraqalpaq mámleketlik universiteti

THERMAL RESISTANCE OF AVALANCHE-PROLIOT DIODES IN SILICON P-N JUNCTIONS

Термическое сопротивление лавинно пролётных диодов в кремниевых р-п переходах.

Kremniyli p-n o'tish joylarida lavinno proliotli diodlarining termik qarshiligi

SUMMARY

In this article, when studying the thermal resistance of lavandon-proliot diodes, an increase in the power of microwave generators in the LTD and the expansion of the operating frequency range necessitated a complete and accurate calculation of a number of characteristics of the LTD. Based on the thermal properties of the diode structures, the generation parameters in the LTD are determined; therefore, it is necessary to take into account the thermal conductivity of the semiconductor material in breakdown modes with a high current density.

Аннотация

В данной статье при исследовании теплового сопротивления лавинно-пролиотовых диодов увеличение мощности СВЧ-генераторов в ЛПД и расширение диапазона рабочих частот вызвало необходимость полного и точного расчета ряда характеристик ЛПД. На основании тепловых свойств диодных структур определены параметры генерации в ЛПД, поэтому необходимо учитывать коэффициент теплопроводности полупроводникового материала в режимах пробоя с высокой плотностью тока.



Proceedings of International Educators Conference

Hosted online from Rome, Italy.

Date: 25th March, 2024

ISSN: 2835-396X

Website: econferenceseries.com

Резюме

Bu maqolada lavinno proliotli diodlarning termik qarshiligini todqiqot qilganimzda LPD da mikroto'lqinli generatorlarning quvvatining artishi va ischi chastota diapazonining kengayishi LPD larning bir qatar xususiyatlarini toliq va aniq hisoblash zarurligini keltirip chiqardi. Diod strukturalarining termik xususiyatlariga asoslanib LPD-dagi generatsiyalar parametrlarini aniqlaydi, shu sababli yuqori tok zichligi proboy rejimlarida yarim o'tkazgichlarning materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini hisopga olish zarur.

Key words: Avalanche proliot diode, thermal resistance, thermal conductivity.

Ключевые слова: Лавинно пролиотный диод, тепловое сопротивление, теплопроводность.

Калт сузлар: Lavinno proliotli diod, termik qarshilik, issiqlik utkazuvchanlik.

Lavinno prolyotli diodlardin termikalik qarsiligi Lavinno prolyotli diodlardin strukturasinin jillilik rejiminiin zarurli parametri bolip, ol yarim otkizgishli qurilmanin jumis rejimin belgileydi. Sol sebepli qurilmanin jillilik qarsiligin aniqlaw masaleleri menen baylanisli har qanday izertlewer aktual bolip, zarurli ilimiy ham ameliy ahmiyetke iye. Bul mashqalanu uyreniwde, birinshi yarim otkizgishli Lavinno prolyotli diodlardin islep shigiw processinde izertlewshilerdin termikalik qarsiligt Lavinno prolyotli diodlardin ayirim elektr parametrleri yamasa Si ham kristalinin geometriyalik olshemleri menen baylanisli.

Maqalada Lavinno prolyotli diodlardin jillilik tarqalwin ham kolemi boyinsha termikalik qarsiligt aniqlawdin usulu korip shigiladi. Model boyinsha Lavinno prolyotli diodlardin termal qarsiliginin manisin esaplaw izbe izligi islep shigilgan. Jillilik qarsiliginin termikalik ekvivalenttin parametrlariga baylanisligi aniqlandi.[1-2]

Jillilik qarsiligin aniqlaw Lavinno prolyotli diod islep shigariwda texnologiyaliq procesti tañlawdin tuwriligini aniqlaw usullaridan biri bolip tabiladi. Joqari quwatli yarim otkizgishli qurilmalardin isten shigiwinin en zarurli sebeplerinden biri bul



Proceedings of International Educators Conference

Hosted online from Rome, Italy.

Date: 25th March, 2024

ISSN: 2835-396X

Website: econferenceseries.com

"kristal korpusining" jilliliq qarsiligiⁿⁱ asiwı bolıp, jilliliq ózgerisi sebepli qurilmalardıń isten shıǵıwına alıp keledi.

Termikalıq qarsılıǵı – Jıllılıq qarsılıq bolıp, lavinno proliotlı diodtıń p-n qatlamı boylap zaryadlangan bólekshelerdıń jilliliq háreketiniń tarqalıwına yarım ótkizgishli diod tárepinen payda etilgen qarsılıq etiw qábiyleti bolıp tabıladı.

Termikalıq qarsılıq – jıllılıq tarqalıw koefficiyentine kerı proporcional, Termikalıq qarsılıq qatlam qalıńlıǵınıń onıń jıllılıq ótkizgishlik koefficiyentine qatnasına teń.

Lavinno prolyotlı diodlardıń termikalıq qarsılıǵı p-n qatlamlarınıń termikalıq qarsılıqlarınıń qosındısına teń.

Esaplaw ushın formulalar

$$R_t = \frac{T_2 - T_1}{P}$$

R_t Jıllılıq oblastındaǵı Termikalıq qarsılıǵı, K / vt;

T_1 - kesimniń basındaǵı temperatura, K;

T_2 - kesimniń aqırındaǵı temperatura, K;

P- Jıllılıq aǵımı Lavinno proyotlı diodlardıń p-n arqalı ótiwshi jıllılıq aǵımı, Vt.

Turaqlı kesimdegi kontaktlardıń bóleginiń jıllılıq qarsılıǵı :

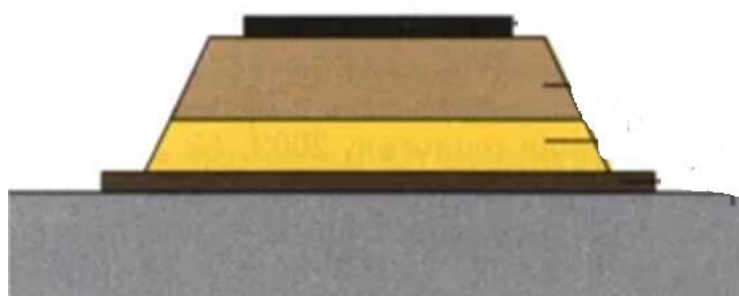
$$R_t = \frac{l}{\lambda \cdot S}$$

R_t –Diod KZO niń R_t jıllılıq qarsılıǵı, K/Vt;

l – Diodtıń KZO niń qalıńlıǵı, m;

λ - diod materialnıń jıllılıq ótkizgishligi, Vt / (m K);

S – p-n ótiwdegi KZO nıń kese kesim maydanı, m².



1-súwret. Lavinno prolyotlı diod.

Lavinno prolyotlı diodlardıń termikalıq qarsılıǵı



Proceedings of International Educators Conference

Hosted online from Rome, Italy.

Date: 25th March, 2024

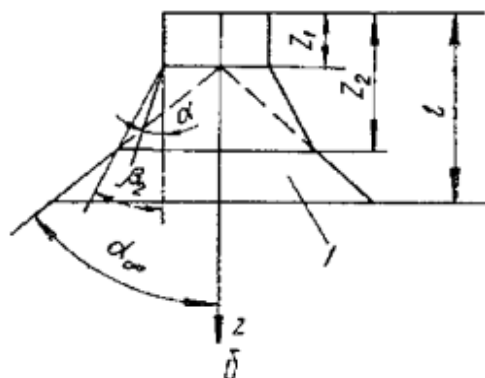
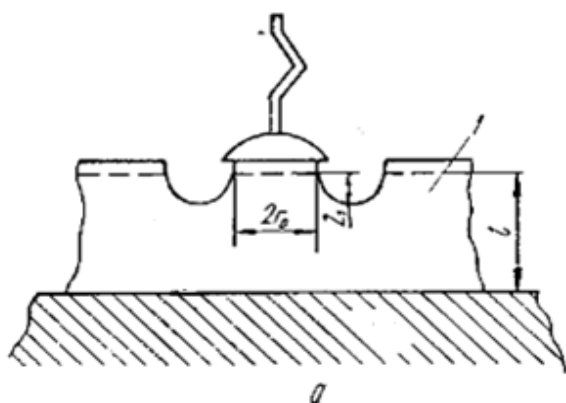
ISSN: 2835-396X

Website: econferenceseries.com

Lavinno prolyotlı diodlarda mikroto'lqinli generatorlardın quwatınıń artıwı hám jumısshı jiyilik diapazonınıń keńeyiwi Lavinno prolyotlı diodlardın bir qatar qásiyetlerin tolıq hám anıq esaplaw zárúrshiligin keltirip shıǵardı.

Diyod strukturalarınıń termikalıq qásiyetlerine tiykarlanıp Lavinno prolyotlı diodlardagı generatorlardın shıǵıw parametrlerin anıqlaydı, sol sebepli joqarı tok tıǵızlıǵı proboy rejimlerinde dáslepki esapqa alınbaǵan yarım ótkizgishlerdın materialınıń jıllılıq ótkizgishlik koefficiyentiniń temperaturaǵa baylanıslılıǵın esapqa alıw kerek. (2-Súwret , a).

Biz bul zárúrli parametrdi esapqa alǵan halda Lavinno prolyotlı diodlarding jıllılıq qarsılıǵın esaplaw metodologiyasın xarakteristikaladıq.



Usı silindrdın kóleminde temperaturıwra tek Z ke baylanıslı, bul kishi Z ham qaptal diywallar arqalı ázzi jıllılıq tarqalıwı haqıyqatqa sáykes keledi, yarımótkizgishdın tómengi tegisligi ideal jıllılıq tarqalıwı , haqıqiy yarımótkizgichli materialda (2-súwret .2, a) temperaturıwra gradientleri bolmaǵanda material kólemi birdey jıllılıq qarsılıǵına iye, Z kósherine perpendikulyar bolgan tekisliklerde jıllılıq aǵımı baǵıtınıń quramlıq bólimlerinde ózgeredi materialdın jıllılıq ótkiziwsheńligi sheksiz kesim tekisliklerinde támiyinleniwi kerek. Jıllılıq qarsılıǵın anıqlaǵanda jıllılıq aǵımı Z kósheri boylab birden bir komponentke iye bolıp ekvivalent kesimlerinde 5 (2) [3] ózgeriw nızamın durıs tańlaw arqalı erisiledi.

Qabıl etilgen kózqaraslardan, biz jıllılıq aǵımın ushın tómendegi teńleme ni jazamız.

$$-\chi \frac{dT}{dz} = \frac{P}{S(z)} \quad (1)$$

χ -yarım ótkizgishli materialdın jıllılıq ótkizgishligi koefficienti
P-jıllılıq aǵımınıń quwatlılıǵı.

Proceedings of International Educators Conference

Hosted online from Rome, Italy.

Date: 25th March, 2024

ISSN: 2835-396X

Website: econferenceseries.com

Temperatıwranıń jıllılıq ótkizgishlıgine baylanıslılıgı $\chi(T)$ Si ushın 77K nen 300K temperatıwra aralıgında tómendegishe anıqlandı [5-9]

$$\chi = \frac{A}{T} \quad (2)$$

Jıllılıq ağımı ushın $-\chi \frac{dT}{dZ} = \frac{P}{S(Z)}$ (1) teńlemeni tómendegishe jazamız

$$-\frac{A}{T} \frac{dT}{dZ} = \frac{P}{S(Z)} \quad (3)$$

Bul teńlemeni sheship

$$T_0 = T_1 \exp \left\{ \left(\frac{P}{A} \right) \Psi \right\} \quad (4)$$

kelip shıǵadı T_1 bul $Z=1$ tereńliktegi tegisliginiń α β temperatıwrası T_0 temperatıwra $Z=0$ qáddidegi tegisliktiń temperatıwrası onda p-n ótiwindegi P quwatlılıq penen támiyinlengen.

$$\Psi = \int_0^1 \frac{dZ}{S(Z)} = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{Z_1}{Z_0^2} - \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha[r_0 + (Z_2 - Z_1)\operatorname{tg}\alpha]r_0} + \frac{1}{r_0 \operatorname{tg}\alpha} - \frac{1}{\operatorname{tg}\beta[r_0 + (Z_2 - Z_1)\operatorname{tg}\alpha + (1 - Z_2)\operatorname{tg}\beta]} + \frac{1}{\operatorname{tg}\beta[r_0 + (Z_2 - Z_1)\operatorname{tg}\alpha]} \right\}$$

Eger $\operatorname{tg}\alpha=1,571$, $\operatorname{tg}\beta=0,753$, $Z_2 - Z_1 = 1.273$ ekenligi málim bolsa Z_1 , r_0 , l arqalı Ψ funkciyası temperatıwradan gárezsiz anıqlandı.

$$\Psi = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{Z_1 - 0,9r_0}{Z_0^2} - \frac{1}{1,3r_0 - 0,753(1 - Z_1)} \right\}$$

Bul teńlikten $P = \frac{[-A \cdot \ln(\frac{T_1}{T_0})]}{\Psi}$ kelip shıǵadı. Keyin ala

$$R_T = \frac{T_1 - T_0}{A \ln \left(\frac{T_1}{T_0} \right)} \Psi(l, r_0, Z)$$

Itibar beriń, tok ağımınıń tómen mánislerinde , yarım ótkizgishli bir tekli bolmaǵan halında jıllılıq ótkizgishligi χ itibarsız qaldırıw múmkin !!!, formula (8) sáykes keletuǵın sızıqlı baylanıslılıq $R_T(T)$ sızıqlı baylanıstı kórsetti kristalldiń LPD tuń termikalıq qarsılıgın koeffitsientten esaplaw ushın formulalar menen (maselen, [4] ga qarang).sáykes keledi

$$R_T = \frac{l}{\chi} \cdot \Psi$$



Proceedings of International Educators Conference

Hosted online from Rome, Italy.

Date: 25th March, 2024

ISSN: 2835-396X

Website: econferenceseries.com

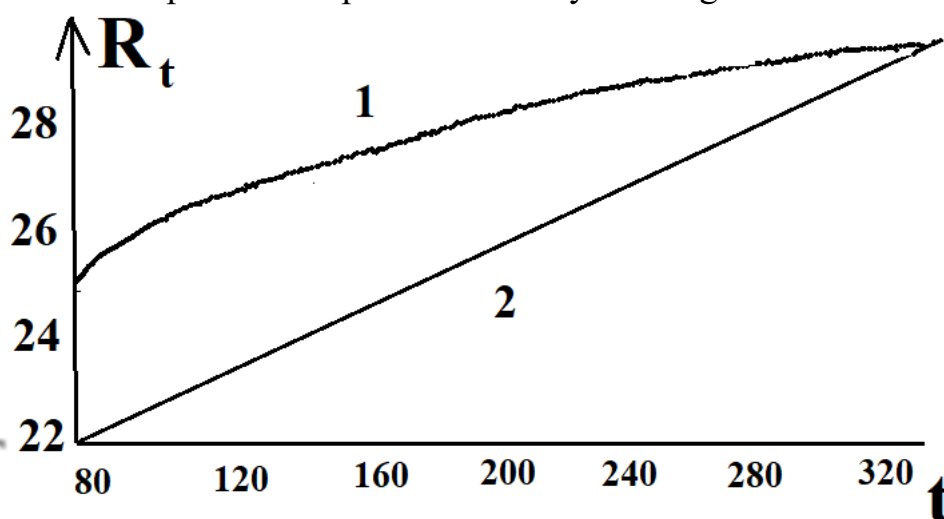
Bunda Ψ -temperatıwradan gárezsiz bolǵan yarım ótkizgishtiń geometriyalıq ólshemleriniń ózgeriw funkciyası. Eger

$\chi = \frac{A}{T}$ bolsa onda $R_T = \frac{T}{A} \cdot \Psi$ ǵa teń boladı

Formula

$$R_T = \frac{T_1 - T_0}{A \ln\left(\frac{T_1}{T_0}\right)} \Psi(l, r_0, Z)$$

eksperimental túrde kremniyli Lavinno prolyotlı diodlarında sınaqtan ótkerilgende, diod ushın $A = 180$ vt sm. Lavinno prolyotlı diodlardıń jıllılıq qarsılıǵınıń diod korpusınıń temperaturasına gárezlilikin úyreniw eki rejimde ótkerildi: toktiń kishi mánisinde ekinshisi maksimal tok rejiminde . Maksimal tokta jıllılıq quwwatliligi p-n-ótkeldiń temperaturası kritik dárejege jaqın bolıp turdı, diod korpusı suwıwı menen jumıs quwwatı asadı. P-n ótiw temperaturası diodlardıń proboy kernewi menen salıstırıladı. Lavinno prolyotlı diodlardıń termikalıq qarsılıǵınıń diod korpusınıń temperaturasına gárezlilikin úyreniwdiń eksperimental nátiyjeleri 3-súwretdegi tuwrı sızıq termikalıq qarsılıǵınıń jumıs aǵımınıń tómen mánisindegi rejimi ushın diod korpusınıń temperaturasına baylanıslılıǵın kórsetedi.



3-súwret Lavinno prolyotlı diodlardıń termikalıq qarsılıǵınıń diod korpusınıń temperaturasına gárezlilikini

Solay etip joqarıdaǵı nátiyjelerden kelip shıǵıp, berilgen model LPD jumısın proboy rejim oblastta sezilerli dárejede jaqsılaw imkaniyatın beredi.

Jıllılıq qarsılıǵınıń Lavinno prolyotlı diodlardıń jıllılıq dereǵınıń maydanına, kristaldıń biyikligi, keńligi, uzınlığı, maydanı hám kólemine baylanıslılıǵı jıllılıq

Proceedings of International Educators Conference

Hosted online from Rome, Italy.

Date: 25th March, 2024

ISSN: 2835-396X

Website: econferenceseries.com

ótkizgishliginiń ózgeriwinen tǵa hám tgβ múyeshleriniń mánisleriniń ózgeriwi kelip shıǵadı.

Ádebiyatlar

1. Дульнев Г.Н. Методы расчета теплового режима приборов/ – М.: Радио и связь, 1990. – 310 с.
2. Дульнев Г.Н. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена: - М.: Высшая школа, 1990. – 206 с.
3. Захаров А. Л., Асвадунова Е. И. Метод расчета тепловых сопротивлений мощных транзисторов. Полупроводниковые приборы и их применение, 1968, вып. 20, с. 63-81.
4. Тагер А.С Вальд-Перлов В.М. Лавинно-пролетные диоды и их применение в технике СВЧ. М., Сов. радио, 1968. 335с.
5. Фистуль В. И. Сильно легированные полупроводники. М., Наука, 1967, с.158-160.
6. Бономорский О., Воронин П., Куканов В., Щепкин Н. Сравнительные экспериментальные исследования модулей IGBT и модулей на основе комбинированных СИТ МОП-транзисторов // Силовая электроника. 2004. № 7.
7. Колпаков А. И. Тепловые характеристики интеллектуальных силовых модулей фирмы SEMIKRON // Компоненты и технологии. 2003. № 4.
8. Колпаков А. И. Расчет тепловых режимов MOSFET-транзисторов с помощью программы HEXRISE // Компоненты и технологии. 2002. № 5.
9. Захаров А. Л., Асвадунова Е. И. Расчет тепловых параметров полупроводниковых приборов. Метод эквивалентов. М.: Радио и связь, 1983.

