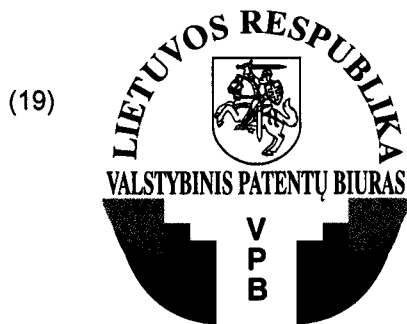




(10) **LT 6076 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **6076** (51) Int. Cl. (2014.01): **H01L 29/00**
H01L 23/00
H01L 27/00
- (21) Paraiškos numeris: **2012 116**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2012 12 12**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2014 06 25**
- (45) Patent paskelbimo data: **2014 10 27**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (72) Išradėjas:
Česlovas PAVASARIS, LT
- (73) Patent savininkas:
Vilniaus Universitetas, Universiteto g. 3, LT-01513 Vilnius, LT
Česlovas PAVASARIS, Kryžiuokų sodų 8-oji g. 94, Vilnius, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Jurga PETNIŪNAITĖ, AAA Law, J.Jasinskio g. 16A, LT-03163 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:

Puslaidininkinis tetrodas

- (57) Referatas:

Pasiūlymas yra iš puslaidininkinės elektronikos srities, o būtent - aktyvieji puslaidininkiniai elementai, turintys keturis išvadus, ir gali būti vartojami elektroninėse automatikos sistemose, atminties įtaisuose skaitmeninės informacijos saugojimui bei apdorojimui, registruose, skaitikliuose, parametriniuose stiprintuvuose, dažnio kitimo ir dauginimo įrenginiuose, ir t. t. Palyginus su analogu, pasiūlytuose tetrodų n-p-n arba p-n-p konstrukcijų variantuose bazės aktyvioji sritis neturi ją šuntuojančių pasyviųjų sričių ir aktyviosios srities geometriniai bei medžiagos parametrai yra parinkti taip, jog tetroduose nėra jų veiką ribojančio dvipolio tranzistorinio efekto. Tai yra pasiekama tetrodo konstrukcijoje izoliuojant bazės aktyviąją sritį, bei įgyvendinant jo gerai veikai būtinas sąlygas: $L_B < W_B < d_{p-n(max)}$ bei $\Delta E_{gB} > \Delta E_g(E, K)$.

Pasiūlymas yra iš puslaidininkinės elektronikos srities, o būtent – aktyvieji puslaidininkiniai elementai, turintys keturis išvadus, ir gali būti vartojami elektroninėse automatikos sistemose, atminties įtaisuose skaitmeninės informacijos saugojimui bei apdorojimui, registruose, skaitikliuose, parametriniuose stiprintuvuose, dažnio kitimo ir dauginimo įrenginiuose, ir t. t.

Analogas yra sudarytas iš trijų puslaidininkinių sluoksnių n–p–n arba p–n–p laidumo, kur vidurinysis sluoksnis – bazė turi du ominių kontaktus su išvadais: bazės pirmasis bei antrasis išvadai, kurie yra sumontuoti bazės sluoksnio priešinguose galuose ir tai leidžia sudaryti bazės srovę I_{BB} , tekančią išilgai bazės lygiagrečiai p–n sandūrų plokštumoms, o kraštiniai sluoksniai – emiteris ir kolektorius turi atitinkamus ominių kontaktus su emiterio ir kolektoriaus išvadais (A. C. 1674672 (CCCP). Логическая схема ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ / Ч. И. Павасарис. - Пол. реш. от 25.07.1990).

Analogo trukumas yra tai, kad įtaiso veika yra ribojama dvipolio tranzistorinio efekto, kuris yra pamatinis dvipolio tranzistoriaus veikai ir nepagedautinas puslaidininkinio tetrodo atveju.

Analogo trūkumams pašalinti puslaidininkiniame tetrode, sudarytame iš trijų skirtingo laidumo sluoksnių: n–p–n arba p–n–p laidumo, kurių vidurinis p– arba n– sluoksnis – bazė turi du ominių kontaktus su išvadais, kurie yra sumontuoti bazės sluoksnio priešinguose galuose, kraštiniai n– arba p– sluoksniai – emiteris ir kolektorius turi sumontuotus ominių kontaktus su emiterio ir kolektoriaus išvadais, kitaip negu analoge yra padarytas n–p–n arba p–n–p darinys, kuris yra suformuotas epitaksiniame, pavyzdžiui, n- laidumo puslaidininkiniame sluoksnyje, patalpintame ant dielektrinio šilumai laidaus padėklo – pamatinio sluoksnio, epitaksiniame sluoksnyje iki pat padėklo yra padarytas stačiakampio formos izoliacinis griovelis, kuris yra užpildytas dielektriku, to izoliacinio stačiakampio viduje prie priešingų vidinių kraštų yra suformuotos dvi vienodos stačiakampės p^+ - laidumo sritis – emiterio ir kolektoriaus, o minėto izoliacinio stačiakampio viduje prie kitų priešingų vidinių kraštų yra suformuotos dar dvi vienodos stačiakampės n^+ - laidumo sritis – bazės pirmojo ir antrojo išvadų ominių kontaktų sritis, kur šios ir emiterio bei kolektoriaus sritys yra padarytos per visą epitaksinio sluoksnio storį iki dielektrinio padėklo, o šių sričių paviršiuose yra suformuoti ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais – bazės pirmuoju ir antruoju, emiterio ir kolektoriaus, kur atstumas nuo emiterio srities iki

kolektoriaus srities – bazės storis yra padarytas didesnis už šalutinių krūvininkų difuzijos nuotolį bazėje, bet mažesnis už emiterio bei kolektoriaus p–n sandūrų nuskurdinto sluoksnio maksimalų storį, kuriam esant įvyksta p–n sandūrų elektrinis pramušimas.

Kitame puslaidininkinio tetrodo variante, pavyzdžiui, n–p–n darinys yra padarytas ant pamatinio sluoksnio, pavyzdžiui, n^+ - laidumo sluoksnio – kolektoriaus, ant kurio yra suformuotas epitaksinis p- laidumo sluoksnis – bazė, kurioje yra suformuota stačiakampė n^+ - laidumo sritis – emiteris, kurio storis yra padarytas mažesnis už bazės epitaksinio sluoksnio storį ir tokiu būdu yra sudarytas bazės storis, o aplink emiterio sritį yra padarytas stačiakampio pavidalo n- laidumo izoliacinis žiedas, kurio storis yra padarytas per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį iki kolektoriaus sluoksnio, žiedo vidinis plotas yra padarytas didesnis už emiterio sritį ir susidariusioje stačiakampio pavidalo bazės srityje prie priešingų vidinių kraštų yra suformuotos dvi vienodos stačiakampės p^+ - laidumo sritis – bazės pirmojo ir antrojo išvadų ominių kontaktų sritis, tarp kurių yra patalpinta emiterio sritis ir tarp šios srities priešingų kraštinių ir žiedo, lygiagrečiai simetrijos ašiai išilgai bazės srities jos ominių kontaktų kryptimi, per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį ir truputi daugiau yra padarytos stačiakampio formos papildomos izoliacinės sritis, kurios yra užpildytos dielektriku, tarp kurių yra patalpinta emiterio sritis, ir šalia vienos iš papildomų izoliacinių sričių už žiedo per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį ir truputi daugiau yra padaryta stačiakampio formos n^+ laidumo sritis – kolektoriaus omino kontakto sritis, kurios paviršiuje ir kitų – emiterio bei bazės ominių kontaktų sričių paviršiuose yra suformuoti ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais – kolektoriaus, emiterio bei bazės pirmasis ir antrasis išvadai.

Dar kitame puslaidininkinio tetrodo variante, pavyzdžiui, p–n–p darinys yra padarytas ant pamatinio n^+ - laidumo sluoksnio – bazės antrojo omino kontakto, ant kurio yra suformuotas epitaksinis n- laidumo sluoksnis – bazė, kurioje yra suformuotos dvi šalia išdėstytos stačiakampės p^+ - laidumo sritys – emiteris ir kolektorius, kurių storiai yra padaryti per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį ir truputi daugiau, tarp kolektoriaus ir emiterio sričių yra suformuota n^+ - laidumo sritis – bazės pirmojo omino kontakto sritis, kurios storis yra padarytas mažesnis už bazės epitaksinio sluoksnio storį, o kolektoriaus, emiterio ir bazės pirmojo omino kontakto sritys yra patalpinamos tarp dviejų stačiakampio formos izoliacinių sričių, užpildytų

dielektriku, kurių storis yra padarytas ne mažesnis už kolektoriaus ir emiterio sričių storį, ir šalia vienos iš izoliacinių sričių, priešingoje bazės pirmojo omino kontakto sričiai, per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį ir truputi daugiau yra padaryta stačiakampio formos n^+ - laidumo sritis – bazės antrojo omino kontakto sritis, kurios paviršiuje ir kitų – kolektoriaus, emiterio bei bazės pirmojo ominių kontaktų sričių paviršiuose yra suformuoti ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais – bazės antrasis, kolektoriaus, emiterio bei bazės pirmasis išvada.

Dar kitame puslaidininkinio tetrodo variante n - p - n arba p - n - p darinys yra padarytas su viduriniu p - arba n - sluoksniu – baze iš plačiajuosčio puslaidininkio su draustinių energijų juostos pločiu ΔE_{gB} didesniu už karštinių sluoksnių – emiterio ir kolektoriaus, kurie yra padaryti iš siaurajuosčių puslaidininkių su draustinių energijų juostos pločiu atitinkamai ΔE_{gE} ir ΔE_{gK} , t. y. turime sąlygą: $\Delta E_{gB} > \Delta E_{gE, K}$.

Puslaidininkinio tetrodo struktūros planarinio ir pjūvio darinių variantai yra parodyti atitinkamai Fig.1, a, b– Fig.3, a, b, čia skaičiais pažymėta: 1 – pamatinis sluoksnis: dielektrikas (Fig. 1) arba puslaidininkis n^+ - laidumo (Fig. 2, Fig. 3); 2 – epitaksinis puslaidininkinis sluoksnis n - (Fig. 1, Fig. 3) arba p - (Fig. 2) laidumo; 3–5 – atitinkamai emiterio, kolektoriaus ir bazės puslaidininkinės sritys; 6 – izoliacinė sritis: dielektrikas (Fig. 1) arba priešingo laidumo puslaidininkio tarpas (Fig. 2); 7 ir 8 – atitinkamai emiterio 3 ir kolektoriaus 4 ominiai kontaktai – išvada; 9 ir 10 – atitinkamai bazės 5 ominių kontaktų 11 ir 12 stipriai legiruotos puslaidininkinės sritys; 13 ir 14 – bazės 5 aktyviąją sritį izoliuojančios papildomos dielektrinės sritys (Fig. 2, Fig. 3).

Puslaidininkinio tetrodo, pavyzdžiui, p - n - p darinys, kurio struktūros planarinis ir pjūvio vaizdai yra parodyti atitinkamai Fig.1, a ir b, yra suformuotas epitaksiniame n - laidumo puslaidininkiniame sluoksnyje 2, patalpintame ant dielektrinio padėklo 1 – pamatinio sluoksnio. Epitaksiniame sluoksnyje 2 iki pat padėklo 1 yra padarytas stačiakampio formos izoliacinis griovelis 6, kuris yra užpildytas dielektriku, pavyzdžiui, SiO_2 , ir šio izoliacinio stačiakampio 6 viduje prie priešingų vidinių kraštų yra suformuotos dvi vienodos stačiakampės p^+ - laidumo sritis – emiterio 3 ir kolektoriaus 4, o minėto izoliacinio stačiakampio 6 viduje prie kitų priešingų vidinių kraštų yra suformuotos dar dvi vienodos stačiakampės n^+ - laidumo sritis 9 ir 10 – bazės 5 atitinkamai pirmojo ir antrojo išvadų 11 ir 12 atitinkamų ominių

kontaktų sritis, kur šios ir emiterio 7 bei kolektoriaus 8 atitinkamos sritys 3 ir 4 yra padarytos per visą epitaksinio sluoksnio 2 storį iki dielektrinio padėklo 1, o šių sričių 3, 4, 9 ir 10 paviršiuose yra suformuoti ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais – bazės pirmuoju 11 ir antruoju 12, emiterio 7 ir kolektoriaus 8, kur atstumas nuo emiterio srities 3 iki kolektoriaus srities 4 – bazės storis W_B yra padarytas didesnis už šalutinių krūvininkų difuzijos nuotolį L_B bazėje, bet mažesnis už emiterio 7 bei kolektoriaus 8 p–n sandūrų nuskurdinto sluoksnio maksimalų storį $d_{p-n \max}$, kuriam esant įvyksta p–n sandūrų elektrinis pramušimas, t. y. tetrodo konstrukcijai yra tenkinama nelygybė: $L_B < W_B < d_{p-n \max}$.

Kito puslaidininkinio tetrodo, pavyzdžiui, n–p–n darinys, kurio struktūros planarinis ir pjūvio vaizdai yra parodyti atitinkamai Fig.2, a ir b, yra padarytas ant pamatinio sluoksnio 1, pavyzdžiui, n^+ - laidumo sluoksnio – kolektoriaus, ant kurio yra suformuotas epitaksinis p- laidumo sluoksnis 2 – bazė 5, kurioje yra suformuota stačiakampė n^+ - laidumo sritis 3 – emiteris, kurio storis yra padarytas mažesnis už bazės 5 epitaksinio sluoksnio 2 storį ir tokiu būdu yra sudarytas bazės storis W_B , o aplink emiterio sritį 3 yra padarytas stačiakampio pavidalo n- laidumo izoliacinis žiedas 6, kurio storis yra padarytas per visą bazės 5 epitaksinio sluoksnio 2 storį iki kolektoriaus sluoksnio 1. Žiedo 6 vidinis plotas yra padarytas didesnis už emiterio sritį 3 ir susidariusioje stačiakampio pavidalo bazės srityje 5 prie priešingų vidinių kraštų yra suformuotos dvi vienodos stačiakampės p^+ - laidumo sritys 9 ir 10 – atitinkamai bazės pirmojo ir antrojo išvadų 11 ir 12 ominių kontaktų sritis 9 ir 10, tarp kurių yra patalpinta emiterio sritis 3 ir tarp šios srities priešingų kraštinių ir žiedo 6, lygiagrečiai simetrijos ašiai išilgai bazės srities jos ominių kontaktu 11 ir 12 kryptimi, per visą bazės 5 epitaksinio sluoksnio 2 storį ir truputi daugiau yra padarytos stačiakampio formos papildomos izoliacinės sritys 13 ir 14, tarp kurių yra patalpinta emiterio sritis 3. Šalia vienos iš papildomų izoliacinių sričių, pavyzdžiui, 13, už žiedo 6 per visą bazės 5 epitaksinio sluoksnio 2 storį ir truputi daugiau yra padaryta stačiakampio formos n^+ laidumo sritis 4 – kolektoriaus omino kontakto 8 sritis, kurios paviršiuje ir kitų – emiterio 7 bei bazės 5 ominių kontaktų sričių 4, 3, 9 ir 10 paviršiuose yra suformuoti ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais – kolektoriaus 8, emiterio 7 bei bazės pirmasis 11 ir antrasis 12 išvadai.

Dar kito puslaidininkinio tetrodo, pavyzdžiui, p–n–p darinys, kurio

struktūros planarinis ir pjūvio vaizdai yra parodyti atitinkamai Fig.3, a ir b, yra padarytas ant pamatinio, pavyzdžiui, n^+ - laidumo sluoksnio 1 – bazės 5 antrojo omino kontakto 12, ant kurio yra suformuotas epitaksinis n - laidumo sluoksnis 2 – bazė 5, kurioje yra suformuotos dvi šalia išdėstytos stačiakampės p^+ - laidumo sritys 3 ir 4 – atitinkamai emiteris 7 ir kolektorius 8, kurių storiai yra padaryti per visą bazės 5 epitaksinio sluoksnio 2 storį ir truputi daugiau. Tarp kolektoriaus 4 ir emiterio 3 sričių yra suformuota n^+ - laidumo sritys 9 – bazės 5 pirmojo omino kontakto 11 sritis, kurios storis W_B yra padarytas mažesnis už bazės 5 epitaksinio sluoksnio 2 storį, o kolektoriaus 8, emiterio 7 ir bazės 5 pirmojo omino kontakto 11 atitinkamos sritys 4, 3 ir 9 yra patalpintos tarp dviejų stačiakampio formos izoliacinių sričių 13 ir 14, pavyzdžiui, SiO_2 , kurių storis yra padarytas ne mažesnis už kolektoriaus 8 ir emiterio 7 atitinkamų sričių 4 ir 3 storį. Šalia vienos iš izoliacinių sričių, pavyzdžiui, 14, priešingoje bazės 5 pirmojo omino kontakto 11 sričiai 9, per visą bazės 5 epitaksinio sluoksnio 2 storį ir truputi daugiau yra padaryta stačiakampio formos n^+ - laidumo sritis 10 – bazės 5 antrojo omino kontakto 12 sritis 10, kurios paviršiuje ir kitų – kolektoriaus 8, emiterio 7 bei bazės 5 pirmojo ominių kontaktų 11 atitinkamų sričių 10, 4, 3 ir 9 paviršiuose yra suformuoti ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais – bazės antrasis 12, kolektoriaus 8, emiterio 7 bei bazės pirmasis 11 išvadai.

Dar kitas puslaidininkinis tetrodas su n - p - n arba p - n - p laidumo sluoksniais yra padarytas su viduriniu p - arba n - sluoksniu – baze iš plačiajuosčio puslaidininkio su draustinių energijų juostos pločiu ΔE_{gB} didesniu už karštinių n - arba p - sluoksnių – emiterio ir kolektoriaus, kurie yra padaryti iš siaurajuosčių puslaidininkių su draustinių energijų juostos pločiu atitinkamai ΔE_{gE} ir ΔE_{gK} , t. y. tetrodo konstrukcijai turime sąlygą: $\Delta E_{gB} > \Delta E_{gE, K}$.

Puslaidininkinio tetrodo veikimas skiriasi nuo dvipolio tranzistoriaus veikimo tuo, kad šalutinių krūvininkų injekcija į bazę 5 tetrode yra realizuojama sudarius pakankamą soties srovę I_{BBs} išilgai bazės srities 5 tarp bazės pirmojo 11 ir antrojo 12 kontaktų, kai tuo tarpu dvipoliame tranzistoriuje šalutinių krūvininkų injekcija į bazę yra gaunama paveikus emiterinę p - n sandūrą tiesioginės krypties atidarancio poliaringumo įtampa U_{BE} . Kai tetrodo bazės 5 srovė $I_{BB} \geq I_{BBs}$, tai šiuo atveju emiterio 7 ir kolektoriaus 8 p - n sandūrų nuskurdintos sritys susiliečia bazės aktyvioje srityje 5 ir, esant kolektoriaus-emiterio įtampai $|U_{KE}| > 0$, nuskurdintų sričių sąlyčio plokštuma priartėja prie emiterio srities 3, arba prie kolektoriaus srities 4, ir iš

šių sričių termoemisijos būdu šalutiniai krūvininkai patenka į bazę 5. Šie šalutiniai krūvininkai bazėje 5 dreifuodami uždarytos p–n sandūros – kolektoriaus 8 arba emiterio 7 elektriniame lauke $E_{K, E}$, lemia emiterio-kolektoriaus arba kolektoriaus-emiterio srovę atitinkamai $i_{EK}(t)$ arba $i_{KE}(t)$. Detalus tetrodo veikos fizikinis aprašymas yra pateiktas analogo šaltinyje.

Palyginus su analogu, šiuose puslaidininkiniuose tetroduose nėra jų veiką ribojančio dvipolio tranzistorinio efekto, kuris yra pamatinis dvipolio tranzistoriaus veikai ir nepagedautinas puslaidininkinio tetrodo atveju. Tai yra pasiekama tetrodo konstrukcijoje įgyvendinant jo gerai veikai būtinas sąlygas: $L_B < W_B < d_{p-n \max}$ bei $\Delta E_{gB} > \Delta E_{gE, K}$.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Puslaidininkinis tetrodas, sudarytas iš trijų skirtingo laidumo puslaidininkinių sluoksnių: $n-p-n$ arba $p-n-p$ laidumo, kurių vidurinis $p-$ arba $n-$ sluoksnis – bazė turi du ominių kontaktus su išvadais, kurie yra sumontuoti bazės sluoksnio priešinguose galuose, kraštiniai $n-$ arba $p-$ sluoksniai – emiteris ir kolektorius turi sumontuotus ominių kontaktus su emiterio ir kolektoriaus išvadais, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad $n-p-n$ arba $p-n-p$ darinys yra suformuotas epitaksiniam $n-$ arba $p-$ laidumo puslaidininkiniame sluoksnyje, patalpintame ant dielektrinio padėklo – pamatinio sluoksnio, epitaksiniam sluoksnyje iki pat padėklo yra padarytas stačiakampio formos izoliacinis griovelis, kuris yra užpildytas dielektriku, to izoliacinio stačiakampio viduje prie priešingų vidinių kraštų yra suformuotos dvi vienodos stačiakampės p^+ - arba n^+ - laidumo sritis – emiterio ir kolektoriaus, o minėto izoliacinio stačiakampio viduje prie kitų priešingų vidinių kraštų yra suformuotos dar dvi vienodos stačiakampės n^+ - arba p^+ - laidumo sritis – bazės pirmojo ir antrojo išvadų ominių kontaktų sritis, kur šios ir emiterio bei kolektoriaus sritys yra padarytos per visą epitaksinio sluoksnio storį iki dielektrinio padėklo, o šių sričių paviršiuose yra suformuoti ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais – bazės pirmuoju ir antruoju, emiterio ir kolektoriaus, kur atstumas nuo emiterio srities iki kolektoriaus srities – bazės storis yra padarytas didesnis už šalutinių krūvininkų difuzijos nuotolį bazėje, bet mažesnis už emiterio bei kolektoriaus $p-n$ sandūrų nuskurdinto sluoksnio maksimalų storį, kuriam esant įvyksta $p-n$ sandūrų elektrinis pramušimas.

2. Puslaidininkinis tetrodas pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad $n-p-n$ arba $p-n-p$ darinys yra padarytas ant pamatinio n^+ - arba p^+ - sluoksnio – kolektoriaus, ant kurio yra suformuotas epitaksinis $p-$ arba $n-$ laidumo sluoksnis – bazė, kurioje yra suformuota stačiakampė n^+ - arba p^+ - laidumo sritis – emiteris, kurio storis yra padarytas mažesnis už bazės epitaksinio sluoksnio storį ir tokiu būdu yra sudarytas bazės storis, o aplink emiterio sritį yra padarytas stačiakampio pavidalo $n-$ arba $p-$ laidumo izoliacinis žiedas, kurio storis yra padarytas per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį iki kolektoriaus sluoksnio, žiedo vidinis plotas yra padarytas didesnis už emiterio sritį ir susidariusioje stačiakampio pavidalo bazės srityje prie priešingų vidinių kraštų yra suformuotos dvi vienodos stačiakampės p^+ - arba n^+ - laidumo sritis – bazės pirmojo ir antrojo išvadų ominių kontaktų sritis, tarp

lygiagrečiai simetrijos ašiai išilgai bazės srities jos ominių kontaktų kryptimi, per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį ir truputi daugiau yra padarytos stačiakampio formos papildomos izoliacinės sritis, kurios yra užpildytos dielektriku, tarp kurių yra patalpinta emiterio sritis, ir šalia vienos iš papildomų izoliacinių sričių už žiedo per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį ir truputi daugiau yra padaryta stačiakampio formos n^+ - arba p^+ - laidumo sritis – kolektoriaus omino kontakto sritis, kurios paviršiuje ir kitų – emiterio bei bazės ominių kontaktų sričių paviršiuose yra suformuoti ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais – kolektoriaus, emiterio bei bazės pirmasis ir antrasis išvadai.

3. Puslaidininkinis tetrodas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad $p-n-p$ arba $n-p-n$ darinys yra padarytas ant pamatinio n^+ - arba p^+ - laidumo sluoksnio – bazės antrojo omino kontakto, ant kurio yra suformuotas epitaksinis n - arba p - laidumo sluoksnis – bazė, kurioje yra suformuotos dvi šalia išdėstytos stačiakampės p^+ - arba n^+ - laidumo sritys – emiteris ir kolektorius, kurių storiai yra padaryti per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį ir truputi daugiau, tarp kolektoriaus ir emiterio sričių yra suformuota n^+ - arba p^+ - laidumo sritis – bazės pirmojo omino kontakto sritis, kurios storis yra padarytas mažesnis už bazės epitaksinio sluoksnio storį, o kolektoriaus, emiterio ir bazės pirmojo omino kontakto sritys yra patalpintos tarp dviejų stačiakampio formos izoliacinių sričių, užpildytų dielektriku, kurių storis yra padarytas ne mažesnis už kolektoriaus ir emiterio sričių storį, ir šalia vienos iš izoliacinių sričių, priešingoje bazės pirmojo omino kontakto sričiai, per visą bazės epitaksinio sluoksnio storį ir truputi daugiau yra padaryta stačiakampio formos n^+ - arba p^+ - laidumo sritis – bazės antrojo omino kontakto sritis, kurios paviršiuje ir kitų – kolektoriaus, emiterio bei bazės pirmojo ominių kontaktų sričių paviršiuose yra suformuoti ominiai kontaktai su atitinkamais išvadais – bazės antrasis, kolektoriaus, emiterio bei bazės pirmasis išvadai.

4. Puslaidininkinis tetrodas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad $n-p-n$ arba $p-n-p$ darinys yra padarytas su viduriniu p - arba n - sluoksniu – baze iš plačiajuosčio puslaidininkio su draustinių energijų juostos pločiu ΔE_{gB} didesniu už karštinių n - arba p - sluoksnių – emiterio ir kolektoriaus, kurie yra padaryti iš siaurajuosčių puslaidininkių su draustinių energijų juostos pločiu atitinkamai ΔE_{gE} ir ΔE_{gK} , t. y. tetrodą sudarančių puslaidininkinių sluoksnių medžiagoms yra tenkinama sąlyga: $\Delta E_{gB} > \Delta E_{gE, K}$.

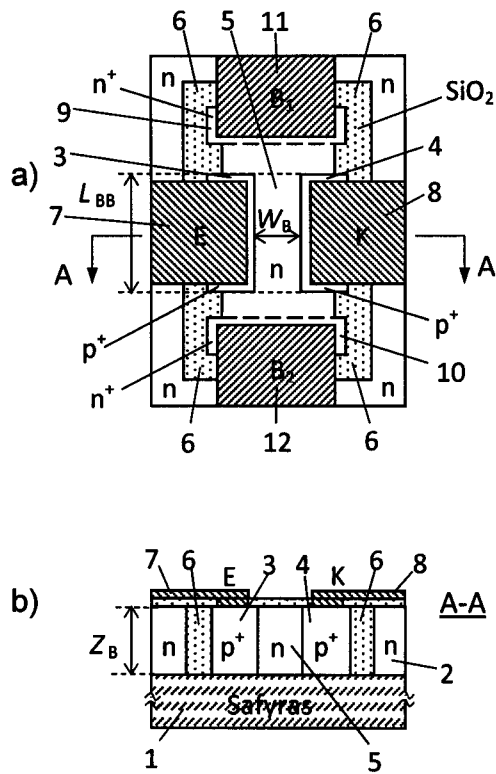


Fig.1

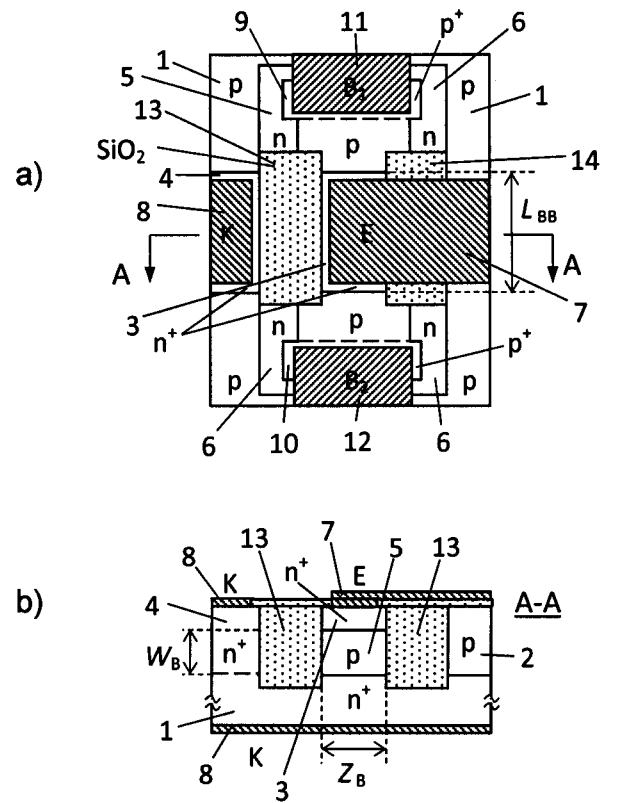


Fig.2

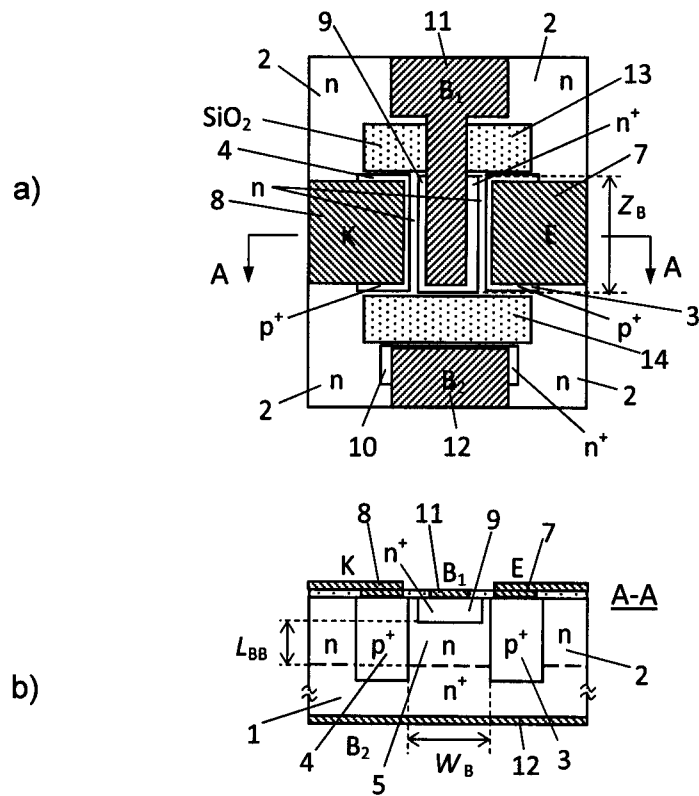


Fig.3