

(19)



(10) **LT 2015 107 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2015 107**

(51) Int. Cl. (2017.01): **H03F 1/00**

(22) Paraiškos padavimo data: **2015-12-28**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2017-07-10**

(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: —

(71) Pareiškėjas:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, LT

(72) Išradėjas:

**Jonas GRADAUSKAS, LT
Algirdas SUŽIEDĖLIS, LT
Jolanta STUPAKOVA, LT
Neringa SAMUOLIENĖ, LT**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

—

(54) Pavadinimas:

Mažos varžos taškinis sąlytis

(57) Referatas:

Išradimas skirtas elektronikos sričiai, susijusiai su puslaidininkinių ar kitų medžiagų įtaisų, kuriuose mažo ploto sąlyčių srityse pasireiškia neigiama taškinio sąlyčio įtaka, projektavimu ir gamyba. Išradimo tikslas – sumažinti neigiamą taškinio sąlyčio įtaką elektronikos įtaisuose. Tikslas pasiekiamas metalo ir puslaidininkio sąlytyje tolydų puslaidininkio sluoksnį, esantį tiesiogiai po metalo sluoksniu, pakeičiant mažo ploto taškinio sąlyčių ar puslaidininkinių stulpelių masyvu. Tokiu būdu vietoj vieno didesnio spindulio taškinio sąlyčio sukuriama tokio paties išorinio ploto įrenginys, kuriame yra daug mažo spindulio taškinio sąlyčių sujungtų lygiagrečiai. Tokios konfigūracijos įrenginyje yra sudarytos sąlygos gauti mažesnę taškinio sąlyčio skėsties varžą ir sumažinti jos neigiamą įtaką srovės tekėjimui bei taškinio sąlyčio srities kaitimui, o taip pat ir elektrovaros susidarymui veikiant elektromagnetinei spinduliutei.

Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys

Technikos sritis, kuriai skiriamas išradimas

Išradimas skirtas elektronikos sričiai, susijusiai su puslaidininkinių ar kitų medžiagų įtaisų, kuriuose mažo ploto sąlyčių srityse pasireiškia neigiama taškinio sąlyčio įtaka, projektavimu ir gamyba.

Technikos lygis

Puslaidininkinių elektronikos pramonėje aktualu yra sukurti kuo mažesnių matmenų elektroninius įtaisy; atitinkamai yra mažinami ir sąlyčio metalas-puslaidininkis matmenys. Tačiau juos mažinant, didėja darinio varža. To pasekoje didėja elektros nuostoliai elektros grandinėje, nepageidautinai kaista sąlyčio aplinka ir pats darinys. Maža to, darinyje su taškiniu sąlyčiu esančiame elektromagnetinių laukų aplinkoje gali būti indukuojamas elektrovaros signalas, kuris tam tikrais atvejais gali būti nepageidautinas ar net kenksmingas.

Cilindro formos taškinio sąlyčio metalas-puslaidininkis skėsties varža išreiškiama taip:

$$R_{0t} = \frac{\rho}{4r_0} \quad (1)$$

Čia ρ yra puslaidininkio savitoji varža [$\Omega \cdot m$], o r_0 – sąlyčio spindulys [m].

Siekiant sumažinti taškinio sąlyčio varžą, pagal (1) formulę, galima:

- mažinti puslaidininkio savitosios varžos didumą, ar
- didinti sąlyčio plotą.

Tuo tikslu sąlyčio sritis gali būti tiesiog stipriai legiruojama (Europos patentas 0033876), į puslaidininkinį darinį gali būti įvedamas papildomas tolydus laidus puslaidininkinis sluoksnis (JAV patentas 6570185), ar prie taškinio sąlyčio papildomo legiravimo būdu suformuojamas paslėptas stipriai legiruotas kanalas (JAV patentas 4885627).

Šviesos diodams, fotodiodams, saulės elementams yra svarbu sukurti elektrinius sąlyčius minimaliai užstojančius šviesos srautus, bet su kuo mažesniais nuostoliais praleidžiančius elektros srovę. Vienas iš būdų yra naudoti šviesai skaidrius elektrai laidžius sąlyčius – taip visiškai išvengiama taškinio sąlyčio darinio puslaidininkiniame įtaise. Kitas būdas – formuoti kuo mažesnio ploto metalo ir puslaidininkio sąlyčius – yra nepageidautinas dėl neišvengiamo taškinio sąlyčio varžos neigiamos įtakos sustiprėjimo. Todėl elektriniai sąlyčiai yra gaminami plonų „šukų“ konfigūracijos (kaip saulės elementuose) ar su papildomais „pirštais“, suradančiais sąlygas srovei tolygiau tekėti (žr., pavyzdžiui, Europos patentą 2337096). Siekiant gauti tolygų elektros srovės pasiskirstymą šviesos diode, JAV patente 6410943 siūloma suformuoti priešingus diodo taškinius sąlyčius tokiu būdu, kad jų sukurti netolygumai kompensuotų vienas kitą.

Srovės netolygumams, sąlygotiems taškinio sąlyčio, sumažinti yra siūloma antrąjį diodo elektrinį sąlytį daryti ne kitoje puslaidininkio sluoksnio pusėje, bet šalia taškinio, pastarąjį apgaubiant glaudžiu metaliniu žiedu (JAV patentas 33871890). Kitas siūlomas būdas - antrąjį elektrinį sąlytį formuoti ne plokščią, bet puslaidininkinės kapsulės, kurios stipriai legiruotas paviršius „apgaubia“ taškinį sąlytį (Vokietijos patentas 3710503).

JAV patente 4460872 siūloma vietoj vieno dvipolio tarnzistoriaus naudoti keturis vienodus dvipolius tarnzistorius, kurių bazių, emiterių ir kolektorių išvadai yra atitinkamai sujungiami *lygiagrečiai*, taip pasiekiant atitinkamų sričių skėsties varžų sumažėjimo keturis kartus, kadangi varžų lygiagretus jungimas sumažina bendrą grandinės varžą. Lygiagrečiojo jungimo idėja taipogi panaudojama JAV patente 200502694, tik čia siūloma daugkartinio prisijungimo prie to paties sąlyčio konfigūracija.

Artimiausiu analogu būtų juostelės pavidalo metalo ir puslaidininkio sąlyčio elektroninis įrenginys - juostelinis diodas (S. Ašmontas and A. Sužiedėlis. Electric properties of small area n-n+-junctions in silicon. Lith. J. Phys., V.27, No.3, pp. 297-303, 1987), kuriame taškinis mažo skersmens skritulio formos metalo ir puslaidininkio sąlytis pakeistas didesnio ploto siauros juostelės formos sąlyčiu. Juostelės plotis yra ženkliai mažesnis už jos ilgį. Tokio įrenginio bendra elektrinė varža yra mažesnė, tačiau didesnis yra sąlyčio plotas, lyginant su taškinio sąlyčio plotu, o tuo pačiu didesni ir įrenginio matmenys.

Išradimo esmė

Išradimo tikslas – sumažinti neigiamą taškinio sąlyčio įtaką elektronikos įtaisuose.

Tikslas pasiekiamas tolydų metalo ir puslaidininkio sąlytį taškinių sąlyčių masyvu. Tokiu būdu vietoj vieno didesnio spindulio taškinio sąlyčio sukuriamas tokio paties išorinio ploto įrenginys, kuriame yra daug mažo spindulio taškinių sąlyčių sujungtų lygiagrečiai. Tokios konfigūracijos įrenginyje yra sudarytos sąlygos gauti mažesnę taškinio sąlyčio skėsties varžą ir sumažinti jos neigiamą įtaką srovės tekėjimui bei taškinio sąlyčio srities kaitimui, o taip pat ir elektrováros susidarymui veikiant elektromagnetinei spinduliuotei.

Brėžinių paveikslų aprašymas

Fig. 1 – įrenginio su taškiniu metalo ir puslaidininkio sąlyčiu vaizdas iš šono (skerspjūvyje);

Fig. 2 – įrenginys su taškinių sąlyčių masyvu, kai puslaidininkio paviršius nekeistas.

Fig. 3 – įrenginys, kai puslaidininkinių stulpelių masyvas pagamintas mezadarinio konfigūracijos;

Fig. 4 – įrenginys, kai puslaidininkinių stulpelių masyvas pagamintas pagilėjimo konfigūracijos.

Brėžinių paveiksluose parodytos dalys:

1 – puslaidininkis; 2 – metalo sluoksnis, kurio išorinis spindulys r_0 ; 3 – metalo sluoksnių, kurių kiekvieno spindulys r , masyvas; 4 – dielektrikas.

Išradimo realizavimo aprašymas

Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys susideda iš puslaidininkio 1, kurio paviršiuje yra suformuotas taškinių sąlyčių masyvas, esantis tarp metalo sluoksnio 2 ir tolydaus puslaidininkio 1.

Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys realizuojamas tokiu būdu. Tolydaus puslaidininkio 1 paviršiuje puslaidininkinės technologijos būdu (metalo nusodinimo bei cheminio įsodinimo, elektrocheminio porinimo, plazmocheminio įsodinimo, auginimo ar kitu čia nepaminėtu) yra sukuriama mažo spindulio r taškinių sąlyčių masyvas nekeičiant puslaidininkio paviršiaus (Fig. 2) arba suformuojant puslaidininkinių stulpelių masyvą (Fig. 3 ir Fig. 4). Stulpelių apatinė dalis tolygiai jungiasi su tolydžiąja puslaidininkio 1 sritimi. Stulpelių viršutinė dalis dengiama metalo sluoksniu 2, reikalingu suformuoti metalo ir puslaidininkio sąlytį. Metalas sluoksnis 2 dengiamas taip, kad jis nesiektų tolydžios puslaidininkio 1 srities, esančios po mažo spindulio r taškinių sąlyčių masyvu (Fig. 2) ar puslaidininkinių stulpelių masyvu (Fig. 3 ir Fig. 4). Metalas sluoksnis gali būti vientisas, kaip pavaizduota paveiksluose. Esant reikalui, metalo sluoksnis gali būti formuojamas tinklo pavidalo su atviromis ertmėmis virš tarpų tarp mažo spindulio r taškinių sąlyčių ar virš tarpų tarp puslaidininkinių stulpelių. Tokiu būdu sudaroma galimybė spinduliuotei (pavyzdžiui, šviesai) patekti po metalo sluoksniu.

Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginio, pavaizduoto Fig. 2, mažo spindulio taškinio sąlyčio spindulys r ir mažo spindulio taškinių sąlyčių tankis (visų sąlyčių užimamas bendras plotas S palyginus su virš jų esančio metalinio sluoksnio plotu S_0), bei mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginio, pavaizduoto Fig. 3 ar Fig. 4, puslaidininkinio stulpelių masyvo atskiro stulpelio pagrindo spindulys r ir stulpelių tankis (visų stulpelių pagrindų užimamas bendras plotas S palyginus su virš jų esančio metalinio sluoksnio plotu S_0) yra parenkami tokio didumo, jog bendra darinio skėsties varža gaunama mažesnė už Fig. 1 pavaizduoto nemodifikuoto taškinio sąlyčio įrenginio, kurio plotas S_0 , skėsties varžą.

Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginio skėsties varžos R_t santykis su nemodifikuoto taškinio sąlyčio skėsties varža R_0 , kai metalo sluoksnio plotas S_0 abiem atvejais yra toks pats, randamas taip:

$$\frac{R_t}{R_0} = \frac{r}{r_0} \cdot \frac{S_0}{S} \quad (2)$$

Pagal 2 lygybę, pavyzdžiui, parinkus $r/r_0 = 0,3$ ir $S/S_0 = 0,7$, įrenginio skėsties varža sumažėja daugiau kaip 2,3 karto; o parinkus $r/r_0 = 0,1$ ir $S/S_0 = 0,5$, įrenginio skėsties varža sumažėja net 5 kartus.

Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginyje gali būti ne tik metalo ir puslaidininkio taškinis sąlytis, bet ir kitų medžiagų taškinis sąlytis.

Išradimo apibrėžtis

1. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys, besiskiriantis tuo, kad jis yra sudarytas iš labiau elektrai laidžios medžiagos mažo ploto salelių masyvo (3), esančio tarp elektrai labiau laidaus sluoksnio (2) ir tolydžios mažiau elektrai laidžios medžiagos srities (1), išlaikant tą patį elektrai labiau laidaus sluoksnio (2) plotą.
2. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys, besiskiriantis tuo, kad jis yra sudarytas iš mažo ploto metalo salelių masyvo (3), esančio tarp metalo sluoksnio (2) ir tolydaus puslaidininkio (1) srities, išlaikant tą patį metalo sluoksnio (2) plotą.
3. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys, besiskiriantis tuo, kad jis yra sudarytas iš mažiau elektrai laidžios medžiagos stulpelių masyvo, esančio tarp elektrai labiau laidaus sluoksnio (2) ir tolydžios mažiau elektrai laidžios medžiagos srities (1), išlaikant tą patį elektrai labiau laidaus sluoksnio (2) plotą.
4. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys pagal 3 punktą, besiskiriantis tuo, kad jis sudarytas iš puslaidininkinių stulpelių masyvo, esančio tarp metalo sluoksnio (2) ir tolydžios puslaidininkio (1) srities, išlaikant tą patį metalo sluoksnio (2) plotą.
5. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad puslaidininkinių stulpelių masyvas yra suformuotas mezadarinyje iškilusiame virš tolydaus puslaidininkio (1).
6. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad puslaidininkinių stulpelių masyvas yra suformuotas tolydaus puslaidininkio (1) pagilėjime.
7. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad puslaidininkinių stulpelių masyvas yra suformuotas medžiagos nuėmimo (ėsdinimo) būdu.
8. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad puslaidininkinių stulpelių masyvas yra suformuotas medžiagos priauginimo būdu.
9. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys pagal 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad metalo sluoksnis (2) yra ne vientisas, bet tinklo pavidalo su atviromis ertmėmis virš tarpų tarp mažo ploto metalo salelių, sudarančių masyvą (3).
10. Mažos varžos taškinio sąlyčio įrenginys pagal 7 ar 8 punktą, besiskiriantis tuo, kad metalo sluoksnis (2) yra ne vientisas, bet tinklo pavidalo su atviromis ertmėmis virš tarpų tarp stulpelių, sudarančių puslaidininkinių stulpelių masyvą.

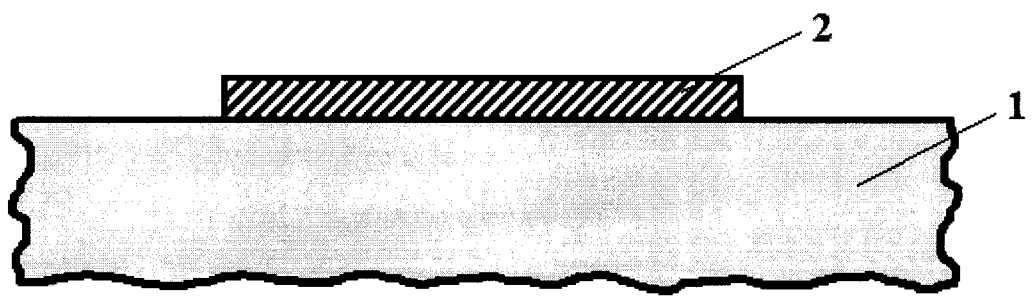


Fig. 1

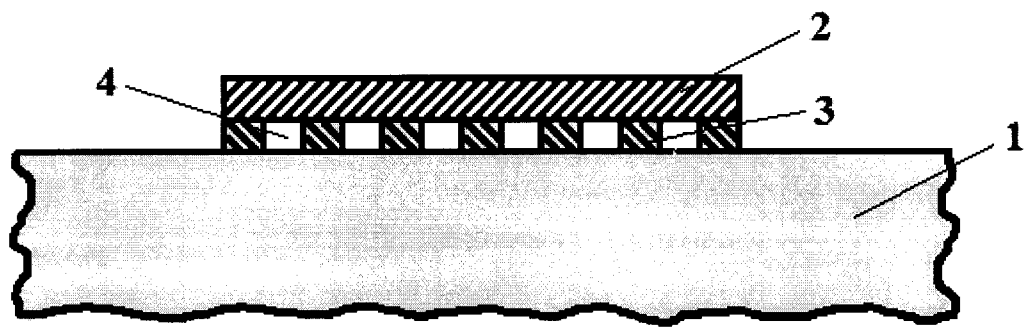


Fig. 2

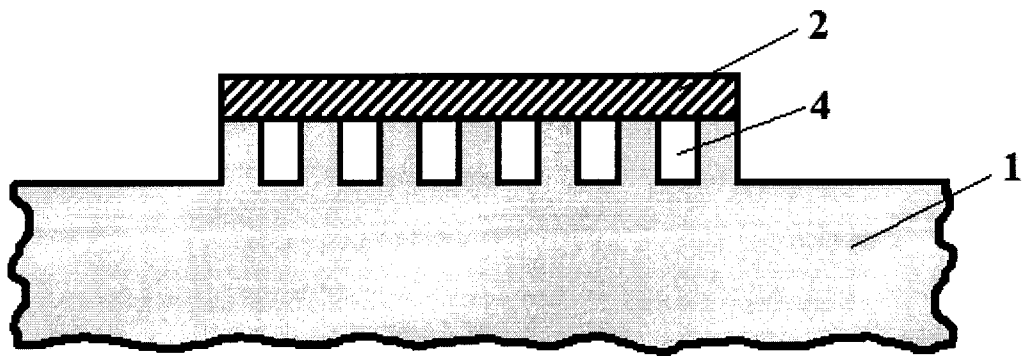


Fig. 3

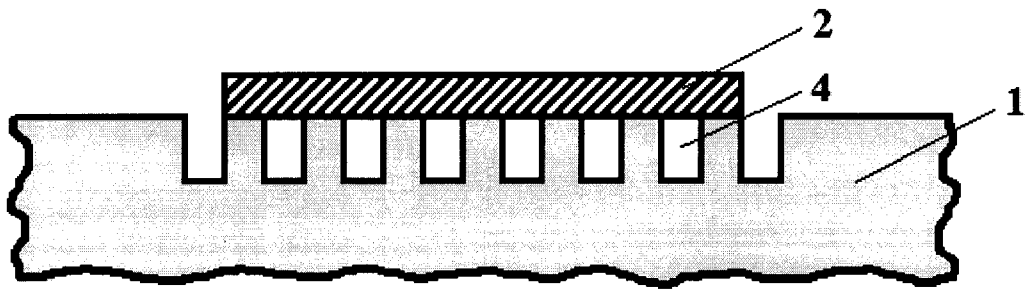


Fig. 4