

GaAs krūviui jautrių stiprintuvų skaičiavimas ir analizė

R. Navickas, V. Barzdėnas

Kompiuterių inžinerijos katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas,

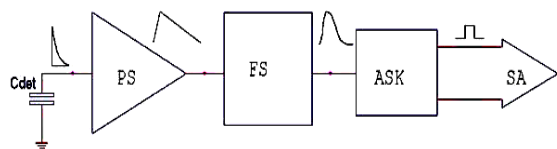
Naugarduko g. 41, LT-03227 Vilnius, Lietuva, tel. +370 5 2744772, el. p. romualdas.navickas@el.vtu.lt

Įvadas

Pagal nacionalinę programą „Mikroelektronika elementariųjų dalelių tyrimams“, Tarptautinio mokslo ir kultūros centro Pasaulinės laboratorijos Lietuvos skyriaus projektus ir Europos Sąjungos Copernicus CP 9441180 projektą buvo sukurti dviejų tipų naujos klasės GaAs integriniai grandynai – krūviui jautrūs stiprintuvai (KJS) taškinių jutiklių sistemoms [1–3]. Pirmojo tipo stiprintuvo lusto matmenys buvo $340 \times 900 \mu\text{m}^2$, o antrojo – $200 \times 500 \mu\text{m}^2$. Jie vartojo 1 mW galią, o KJS įėjimo ekvivalentinis triukšmų krūvis (ENC) buvo apytikriai lygus 250 elektronų, kai registravimo trukmė 9,5 ns. Antrojo tipo krūviui jautrūs stiprintuvai buvo suprojektuoti su netiesiniais grįžtamojo ryšio elementais, kurių užimamas plotas keliasdešimt kartų mažesnis nei rezistorių.

Pastaruoju metu panašūs KJS taikomi rentgeno spindulių registravimo sistemose mamografijai ir dentografijai [4–6]. Suprantama, kad medicinoje reikia ne tik tiksliai nustatyti pažeidimo vietą, bet ir sumažinti apšvitosis dozė, kurią gauna pacientai. Tam projektuojamos daugiakanalės (64×64 , 256×256) sistemos.

Vieną registravimo sistemos kanalą galima suskirstyti į tokias pagrindines dedamąsias dalis: jutiklis, priešstiprintuvis (PS), filtruojantysis stiprintuvas (FS) ir tolesnio skaitmeninio apdorojimo (ASK ir SA) įtaisai (žr. 1 pav.) [1, 2]. Vadinasi, $KJS = PS + FS$. Krintančios elementariosios dalelės indukuoja PS įėjime, mažo ploto jutiklyje, nedidelį elektrinį krūvį, todėl tokį signalą būtina sustiprinti. Toliau FS formuoja varpo pavidalo impulsus, kurie po to keičiami į skaitmeninius signalus ir skaitmeniškai apdorojami.



1 pav. Registravimo sistemos vieno kanalo struktūrinė schema: C_{det} – jutiklis, PS – priešstiprintuvis, FS – filtruojantysis stiprintuvas, ASK – analoginis – skaitmeninis keitiklis, SA – tolesnio skaitmeninio apdorojimo įtaisai

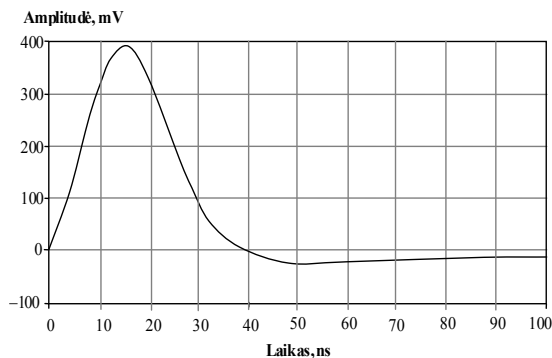
Krūviui jautrus stiprintuvas turi dvi pakopas. Pirmoji

– integruojantysis priešstiprintuvis, kur sustiprinamas ir integruojamas jutiklio signalas. Antroji pakopa, aktyvusis filtras, priešstiprintuvio išėjimo signalą vieną ar kelis kartus diferencijuoja ir kelis kartus integruoja. Priešstiprintuvio signalą diferencijavus, sumažėja paklaidos, kurios atsiranda dėl jutiklio ir priešstiprintuvio nuotėkio srovių, o šio signalo integravimas susiaurina registravimo sistemos praleidžiamųjų dažnių juostą. Šitaip sumažėja jos triukšmas, kartu padidėja jautris.

Šio darbo tikslas – sumodeliuoti GaAs KJS pagrindinių elektrinių parametrų funkcines priklausomybes ir suprojektuoti KJS su iki 200 elektronų sumažintu ekvivalentiniu triukšmų krūviu, o registravimo trukmė ir vartojamoji galia turėtų neviršyti atitinkamai 10 ns ir 1 mW.

KJS modeliavimo rezultatai ir jų analizė

KJS registravimo trukmė τ_m – tai laikas, per kurį signalas jo išėjime padidėja nuo 10 % iki maksimumo. Trukmė turi būti mažesnė nei 10 ns, nes jų darbo dažnis yra apie 100 MHz. Tokia registravimo trukmė užtikrina pakankamą skiriamąją gebą laikui bėgant ir reikiamą sistemos greitaveiką. Krūviui jautraus stiprintuvo vartojamoji galia turi būti mažesnė nei 1 mW, nes didelį jų skaičių (64×64 ar 256×256 ir daugiau) reikia išdėstyti kuo mažesniame plote.



2 pav. Krūviui jautraus stiprintuvo išėjimo signalas, kai $Q_{IN} = 10$ fC, $R_L = 1 \text{ M}\Omega$, $C_L = 2,5 \text{ pF}$

Krūviui jautraus stiprintuvo triukšmas ENC turi būti kuo mažesnis, nes tai užtikrina gerą sistemos skiriamąją gebą erdvėje ir laikui bėgant bei padidina jos signalo ir triukšmo santykį. KJS perdavimo koeficientas turi būti

apie 30...40 mV / fC, nes šiuolaikinių GaAs komparatorių, kurie registravimo sistemose yra ASK integrinų grandynų sudėtyje ir jungiami po KJS, patikimas jautris yra ne mažesnis kaip 30 mV.

Modeliavimas buvo atliktas ORCAD-PSPICE programa. KJS struktūrinė schema yra tokia pat, kaip ankstesniuose mūsų darbuose, o išėjimo signalas yra tokios formos, kaip parodyta 2 paveiksle [1–3]. Jis dar vadinamas dvipoliu atsaku.

Žemiau pateikiami 200 μm užtūros pločio tranzistoriaus modelio parametrai, įvertinus parametrus, kurie yra apskaičiuoti ir pateikti 1 lentelėje. Tranzistoriai yra gaminami pagal GaAs su Šotkio barjeru technologiją. Kitos geometrijos tranzistorių parametrus automatiškai apskaičiuoja ir įvertina programa.

1 lentelė. Apskaičiuoti 200 μm užtūros pločio tranzistoriaus parametrai

CGS, F	0,113e-12
CGD, F	0,032e-12
gm, S, statusas	0,023
RG, Ω	5,67
RS, Ω	4,8
RD, Ω	4,8
Ri, Ω (atviro kanalo varža)	2,2
TAU, s	3,857e-12
AF, V ² /Hz	15e-12
KF, J	1,695e-24

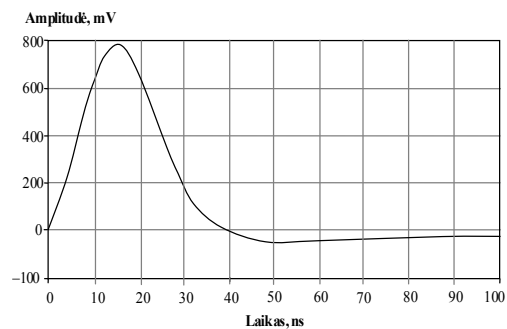
Galutinis apskaičiuotas tranzistoriaus modelis .model MESFET GASFET – tranzistoriaus tipas;
 +LEVEL=3 – „TriQuint” arba „TQM” modelis;
 +W=200E-6 – užtūros plotis, m;
 +L=1E-6 – užtūros ilgis, m;
 +VTO=-0,75 – tranzistoriaus atkirtos įtampa, V;
 +VTOTC=-9,0E-03 –VTO temperatūrinis koeficientas, V/°C;
 +VBI=0,755 – užtūros vidinis potencialas, V;
 +ALPHA=3,6 – soties įtampą nustatanti konstanta, V⁻¹;
 +BETA=0,023 – statumo koeficientas, A/V;
 +BETATCE=-0,488 – BETA eksponentinis temperatūrinis koeficientas;
 +RG=5,67 – ištakos ominė varža, Ω;
 +RD=4,8 – santakos ominė varža, Ω;
 +RS=4,8 – ištakos ominė varža, Ω;
 +CGD=0,032E-12 – užtūros ir santakos talpa, F;
 +CGS=0,113E-12 – užtūros ir ištakos talpa, F;
 +IS=3,01060000E-15 – soties srovė, A/mm;
 +TAU=3,85700000E-12 – krūvininkų lėkčio trukmė, s;
 +N=1,17 – emisijos koeficientas;
 +DELTA=1 – išėjimo grįžtamojo ryšio parametras, (A·V)⁻¹;
 +GAMMA=0,083 – statinis grįžtamojo ryšio parametras;
 +VDELTA=0,1 – dydis naudojamas skaičiuojant talpas, V;
 +EG=0,9 – barjero aukštis, eV;
 +XTI=2,34 – eksponentinis IS koeficientas;
 +KF=1,695E-24 – žemadažnio triukšmo energijos konstanta, J;
 +AF=15E-12 – tranzistoriaus žemadažnio triukšmo konstanta, V²/Hz;
 .END

Krūviui jautraus stiprintuvo įėjime veikia 10 fC dydžio δ srovės impulsas. Stiprintuvo apkrovos varža yra lygi 1 MΩ, o apkrovos talpa – 2,5 pF. Iš 2 pav. matyti, kad registravimo trukmė τ_m lygi 8,5 ns, o perdavimo koeficientas apytikriai lygus 39 mV/fC. Vadinasi, toks KJS pirminius techninius reikalavimus tenkina.

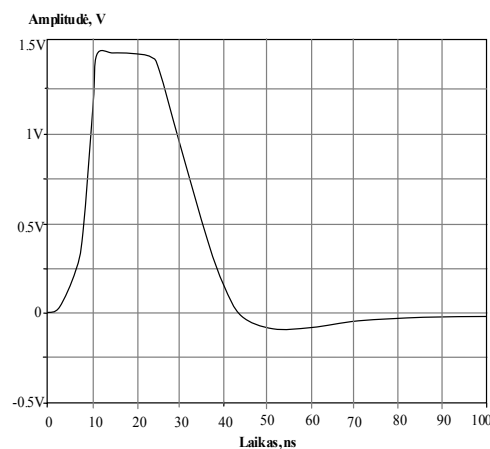
Toliau skaičiuosime ir analizuosime KJS esant įvairioms darbo sąlygoms: taškinių jutiklių talpų C_d diapazonas bus 0,05 pF...1 pF, įėjimo signalų diapazonas – Q_{in}=1...100 fC, išėjimo aprova – R_L=50, 1 k, 10 k, 100 k ir 1 MΩ; C_L=2,5 pF, kai aplinkos temperatūra kis nuo -60° iki +125°C. Gautus rezultatus atvaizduosime tokiomis priklausomybėmis:

- išėjimo signalų amplitudės esant įvairioms Q_{in} ir R_L, C_L reikšmėms ir aplinkos temperatūrai T_{ap}=-60°...+125 °C;
- perdavimo koeficientas K=f(Q_{in}), kai T_{ap}=-60°...+125 °C;
- K=f(T_{ap}), kai Q_{in} ir R_L, C_L=const;
- vartojamoji galia P=f(R_L); kai Q_{in} ir C_L=const;
- ekvivalentinis triukšmų krūvis ENC=f(T_{ap}), ENC=f(R_L, C_L); ENC=f(τ_m); ENC=f(I₁); čia I₁ – nuotėkio srovė KJS įėjime; ENC=f(C_d).

Išėjimo signalas yra dvipolis atsakas. Jis turi vieną globalųjį maksimumą ir vieną minimumą (žr. 2 – 4 pav.).



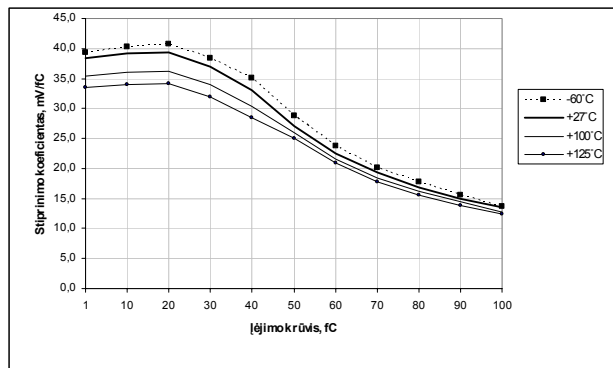
3 pav. Krūviui jautraus stiprintuvo išėjimo signalas: Q_{IN}=20 fC, R_L=1 MΩ, C_L=2,5 pF



4 pav. Krūviui jautraus stiprintuvo išėjimo signalas: Q_{IN}=50 fC, R_L=1 MΩ, C_L=2,5 pF

Matyti, kad visais atvejais registravimo trukmė τ_m yra apie 8,5 ns. Didinant įėjimo krūvį nuo 1 iki 20 fC, signalo forma išlieka tokia pat, o perdavimo koeficientas nuo 37,7 mV/fC palaipsniui didėja iki 39,4 mV/fC. Esant 10 fC dydžio krūviui, perdavimo koeficientas yra apie 39,1 mV/fC (2 pav.). Kai KJS įėjime veikia 20 fC dydžio krūvis, jo perdavimo koeficientas yra maksimalus ir lygus 39,4 mV/fC (3 pav.). Toliau didinant įėjimo krūvį, perdavimo koeficientas ima mažėti. Kai įėjimo krūvis yra lygus 50 fC, tai $K=27,0$ mV/fC. Be to, jau galima pamatyti specifinį išėjimo signalo ypatumą, kai, pasiekus amplitudės maksimumą, jis plokštėja (4 pav.). Šį signalo amplitudės apribojimą nulemia KJS perdavimo koeficiento maksimalios vertės riba. Taip pat padidėja išėjimo signalo trukmė. Dar aiškiau tai matyti, kai įėjimo signalas yra lygus 100 fC. Tada perdavimo koeficientas yra vos 13,5 mV/fC.

KJS perdavimo arba stiprinimo koeficiento priklausomybė nuo įėjimo krūvio, esant įvairioms aplinkos temperatūroms, pavaizduota 5 paveiksle. Stiprinimo koeficientas, pasiekęs maksimumą, po to praktiškai tiesiškai mažėja. Šio modeliavimo rezultatai patvirtina, kad KJS galima naudoti žemose temperatūrose. Kai aplinkos temperatūra -60°C , stiprinimas būna didžiausias – lygus 40,7 mV/fC. Toliau kylant temperatūrai, stiprinimas palaipsniui mažėja: $+27^\circ\text{C}$ – $\sim 39,4$ mV/fC, $+100^\circ\text{C}$ – $\sim 36,2$ mV/fC, $+125^\circ\text{C}$ – $\sim 34,1$ mV/fC, kai įėjime signalas yra lygus 20 fC.

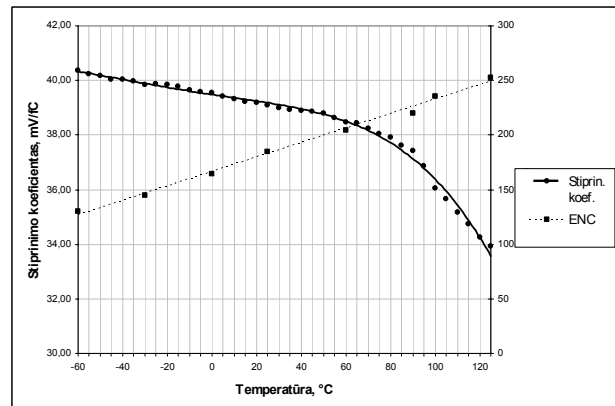


5 pav. Stiprinimo priklausomybė nuo įėjimo krūvio, esant skirtingoms aplinkos temperatūroms ($C_{det}=0,2$ pF, $Q_{IN}=20$ fC, $R_L=1$ M Ω , $C_L=2,5$ pF)

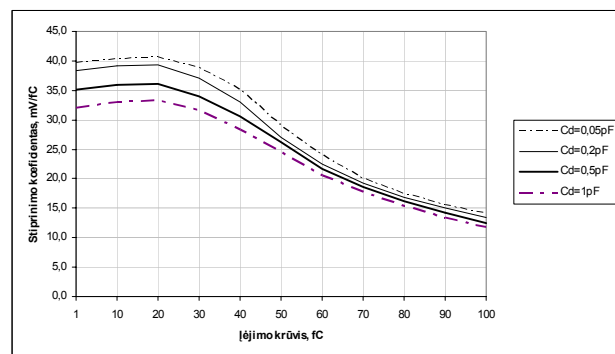
6 pav. parodytos KJS ENC ir stiprinimo koeficiento priklausomybės nuo aplinkos temperatūros -60° – $+125^\circ\text{C}$ diapazone. Šalant ENC mažėja, o stiprinimo koeficientas didėja: kai $T=-60^\circ\text{C}$, tai $ENC=127$ ē, o $K \approx 40,4$ mV/fC. Šylant stiprinimo koeficientas palaipsniui mažėja, o ENC didėja. Esant $+27^\circ\text{C}$, ENC yra lygus 184 ē, o stiprinimo koeficientas $\sim 39,1$ mV/fC.

7 paveiksle yra parodyta KJS stiprinimo koeficiento priklausomybė nuo įėjimo krūvio, esant skirtingoms jutiklio talpoms, kai aplinkos temperatūra lygi $+27^\circ\text{C}$. Matome, kad, esant mažiausiai jutiklio talpai, lygiai 0,05 pF, KJS pasižymi didžiausiu stiprinimo koeficientu. Kai įėjimo krūvis yra lygus 20 fC, tai stiprinimo koeficientas padidėja iki 40,6 mV/fC. Šį stiprinimo koeficiento padidėjimą sąlygoja mažos jutiklio nuotėkio srovės, kurių

vertės tiesiai proporcingos jutiklio plotui arba jo talpai. Didinant jutiklio talpą, didėja nuotėkio srovės, o dėl to mažėja stiprinimo koeficientas. Kai detektoriaus talpa $C_d=1$ pF, stiprinimas sumažėja iki 33,3 mV/fC.



6 pav. Ekvivalentinio triukšmo krūvio ENC ir stiprinimo koeficiento priklausomybė nuo aplinkos temperatūros ($Q_{IN}=10$ fC, $R_L=1$ M Ω , $C_L=2,5$ pF)

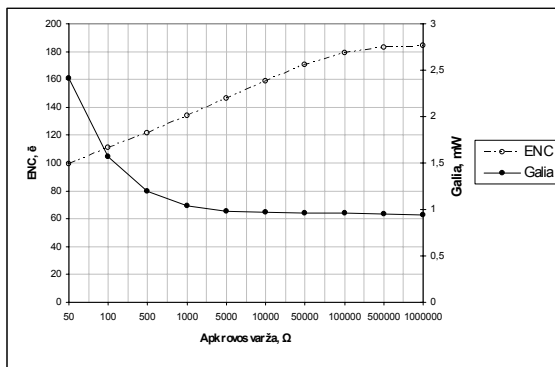


7 pav. Stiprinimo priklausomybė nuo įėjimo krūvio, kai jutiklio talpos skirtingos ($R_L=1$ M Ω , $C_L=2,5$ pF, $T_{ap}=+27^\circ\text{C}$)

Taigi stiprinimo koeficientas priklauso nuo jutiklio talpos: kuo ji mažesnė, tuo mažesnės nuotėkio srovės ir didesnis stiprinimo koeficientas. Kita vertus, kuo mažesnis jutiklio plotas, tuo geresnė registravimo sistemos erdvinė skiriamoji geba, t.y. tuo tiksliau galima nustatyti pažeidimo vietą. Jutiklių talpos ir ploto mažinimą riboja gamybos technologijos. Šiuolaikinių jutiklių talpos yra 50...200 fF.

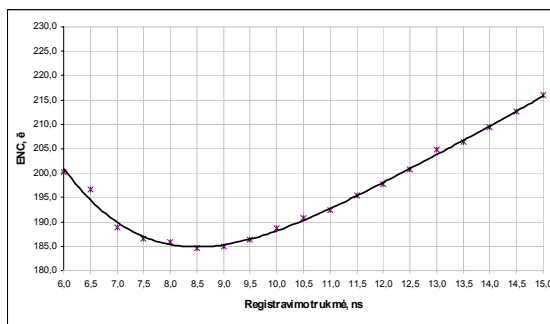
8 paveiksle pavaizduotos KJS ENC ir vartojamosios galios priklausomybės nuo apkrovos varžos. Kai apkrovos varža yra lygi 50 Ω , tai triukšmas yra vos 99 ē, tačiau vartojamoji galia padidėja iki 2,41 mW, t.y. $\sim 2,5$ karto, palyginti su vertėmis $R_L=5$ k ir didesnėmis. Šis vartojamosios galios padidėjimas labiausiai susijęs su išėjimo srovės padidėjimu. Galios didinimas nepageidautinas, kadangi iš jutiklių ir stiprintuvų sudaroma didelė iki 256x256 elementų matrica. Pagrindinis modeliavimo tikslas dažniausiai ir yra sumažinti vartojamąją galią ir ekvivalentinį triukšmų krūvį arba surasti šių reikalavimų optimumą. Didinant apkrovą, ENC palaipsniui didėja. Esant apkrovai 1 k, 10 k, 100 k ir 1 M Ω ,

triukšmai yra atitinkamai apie 134, 147, 159 ir 184 \bar{e} , o galia sumažėja nuo 1,04 iki 0,94 mW.



8 pav. ENC ir vartojamosios galios priklausomybė nuo apkrovos varžos ($C_d=0,2$ pF, $Q_{in}=10$ fC, $C_L=2,5$ pF, išskyrus 50Ω apkrovą, kai $C_L=0$ pF, $T_{ap}=+27$ °C)

Ekvivalentinio triukšmų krūvio ENC priklausomybė nuo registravimo trukmės pavaizduota 9 paveiksle. Ši priklausomybė yra kvadratinė funkcija su vienu globaliu minimumu, kuris atitinka triukšmo minimumą, t. y. 184 \bar{e} , kai $\tau_m=8,5$ ns.



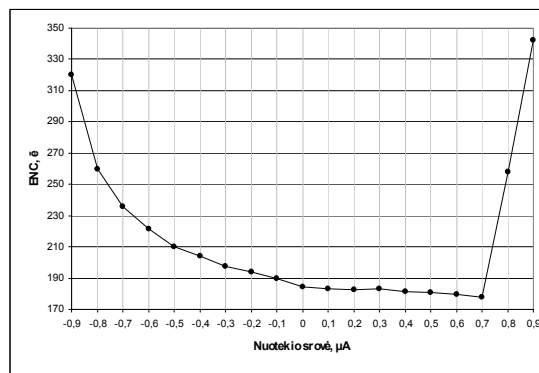
9 pav. Ekvivalentinio triukšmo krūvio ENC priklausomybė nuo registravimo trukmės ($Q_{IN}=10$ fC, $C_d=0,2$ pF, $R_L=1$ M Ω , $C_L=2,5$ pF)

Kairėje minimumo funkcijos vertės didėja dėl nuosekliojo triukšmo įtakos, o dešinėje – dėl lygiagrečiojo triukšmo. Žinoma, kad tranzistoriaus nuosekliojo ir žemadažnio triukšmo santykis nusako sistemos registravimo trukmės τ_m didinimo ribas. Didinant registravimo trukmę, mažėja nuosekliojo triukšmo įtaka, bet jį mažinti yra prasmė tol, kol jis pasidaro artimas žemadažniam triukšmui. Reikėtų pasakyti, kad žemadažnio triukšmo dedamoji nepriklauso nuo registravimo trukmės, t.y. ji yra pastovi ir mūsų nagrinėjamu atveju yra apie 88 \bar{e} . Lygiagrečiojo triukšmo kitimas yra atvirkščias nuosekliajam, t. y. didinant registravimo trukmę, lygiagrečiojo triukšmo įtaka mažėja. Taigi reikia surasti tokį ENC lygį, kuris atitiktų nuosekliojo ir lygiagrečiojo triukšmo dedamųjų minimumą. Šis minimumas ir nusakytų optimalią sistemos erdvinę ir laikinę skiriamąją gebą bei leistų padidinti sistemos signalo ir triukšmo santykį.

Taškinio jutiklio ir paties stiprintuvo nuotėkio srovės daro poveikį stiprinimo koeficientui ir sukelia triukšmus.

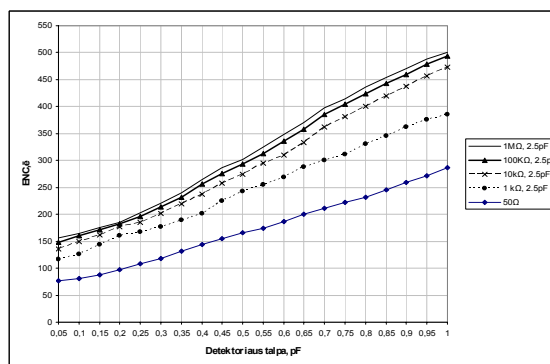
Dėl jonizuojančiosios spinduliuotės poveikio nuotėkio srovės padidėja, mažėja stiprinimo koeficientas ir padidėja ENC. Ekvivalentinio triukšmų krūvio priklausomybė nuo nuotėkio srovių yra pateikta 10 paveiksle.

Teoriškai analizuojant triukšmus, žinoma, kad ekvivalentinis triukšmų krūvis priklauso nuo nuotėkio srovių, nes lygiagretusis baltasis triukšmas yra tiesiog proporcingas nuotėkio srovei. Skaičiuojant nuotėkio srovių diapazone nuo $-1 \mu A$ iki $+1 \mu A$, nustatyta tikslesnė ENC priklausomybė nuo nuotėkio srovės (10 pav.). Matyti, kad, mažinant nuotėkį, ekvivalentinių triukšmų krūvis palaipsniui mažėja. Mažiausia ENC vertė, lygi 178 \bar{e} , apskaičiuota esant nuotėkio srovei, lygiai $+0,7 \mu A$. Toliau didinant nuotėkio srovę, sparčiai didėja ekvivalentinių triukšmų krūvis: kai ji yra lygi $+0,9 \mu A$, tai triukšmai jau yra apie 342 \bar{e} .



10 pav. Ekvivalentinio triukšmų krūvio priklausomybė nuo nuotėkio srovės ($Q_{in}=10$ fC, $C_d=0,2$ pF, $R_L=1$ M Ω , $C_L=2,5$ pF, $T_{ap}=+27$ °C)

Modeliavimo rezultatai rodo, kad esant mažiausiai jutiklio talpai 0,05 pF, KJS turi ir mažiausius triukšmus (11 pav.). Mažinant apkrovos varžą ir esant tai pačiai apkrovos talpai, triukšmai palaipsniui mažėja, kadangi didėja vartojamoji galia. Esant 50Ω apkrovai ir jutiklio talpai, lygiai 0,05 pF, triukšmai yra vos 77 \bar{e} .



11 pav. ENC priklausomybė nuo jutiklio talpos, esant įvairioms KJS apkrovoms ($Q_{in}=10$ fC, $T_{ap}=+27$ °C)

Didinant jutiklio talpą, ENC didėja beveik tiesiškai. Šį kitimą nemaža dalimi sąlygoja jutiklio nuotėkio srovės. Mažesnės talpos jutikliai pasižymi ir atitinkamai

mažesnėmis nuotėkio srovėmis, todėl, didinant detektoriaus talpą, didėja nuotėkio srovės, o kartu didėja lygiagrečiai baltasis triukšmas ir ENC.

Išvados

GaAs krūviui jautrių stiprintuvų modeliavimo pagal ORCAD-PSPICE programą rezultatai gauti esant įvairioms KJS darbo sąlygoms, kai taškinių jutiklių talpų C_d diapazonas buvo 0,05 pF...1 pF, įėjimo signalų diapazonas $Q_{in}=1...100$ fC, išėjimo apkrova $R_L=50, 1 k, 10 k, 100 k$ ir 1 MΩ; $C_L=2,5$ pF, o aplinkos temperatūra kito nuo -60 °C iki $+125$ °C. Rezultatai buvo atvaizduoti tokiomis priklausomybėmis, iš kurių analizės matyti GaAs KJS pagrindinių elektrinių parametrų gerinimo kryptys.

Pagrindiniai KJS elektriniai parametrai, kai įėjimo signalas kinta nuo 1 iki 20 fC, stiprintuvo apkrovos varža lygi 1 MΩ, apkrovos talpa – 2,5 pF, o įėjimo talpa – 0,2 pF, apskaičiuoti tokie: registravimo trukmė lygi 8,5 ns, perdavimo koeficientas 37,7 – 39,4 mV/fC. Ekvivalentinis triukšmų krūvis ENC KJS įėjime yra mažas ir lygus 184 ē, o vartojamoji galia neviršija 1 mW.

KJS žemose temperatūrose pasižymi mažais triukšmais ir didesniu stiprinimu. Didėjant taškinių jutiklio talpai, tiesiškai didėja KJS ekvivalentinis triukšmų krūvis ENC ir registravimo trukmė. Be to, šie pastarieji dydžiai yra susiję kvadratine funkcija, kuri turi vieną globalų minimumą, atitinkantį mažiausią triukšmo vertę.

KJS ekvivalentinis triukšmų krūvis ENC yra tiesiog proporcingas apkrovos varžai, o vartojamoji galia yra jai atvirkščiai proporcinga. Vadinasi, kai apkrovos varža yra maža, tai būna ir mažesni triukšmai, tačiau didesnė vartojamoji galia, pvz., kai apkrova yra lygi 50 Ω, tai

atitinkamai ENC=99 ē, o galia – 2,41 mW; kai apkrova yra lygi 1 MΩ ir 2,5 pF, tai – 184 ē ir 0,94 mW.

Literatūra

1. **Navickas R., Morozov V.** Krūviui jautrių stiprintuvų konstrukcijos ypatybės // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 1999. – Nr.1(19). – P. 16–19.
2. **Навицкас Р., Пожела Ю., Морозов В, Ашмонтас С.** Зарядочувствительные GaAs усилители для микрополосковых и точечных детекторов // Электроника и связь. – Киев, 2000, – No.8, Т. 2. – С. 204–207.
3. **Navickas R., Morozov V.** Design of Charge Sensitive Amplifiers in a GaAs MESFET Technology // Information Technology and Control. – Kaunas, Technologija, 2000. – No. 1(14). – P. 60–64.
4. **Lopart X., Campbell M., San Secundo D., and Pernigotti E.** Medipix2: a 64k pixel readout with 55 μm square elements working in single photon counting mode // IEEE Trans. Nucl. Sci. – 2002. – Vol.49(5). – P. 2279–2283.
5. **Novelli M., Amendolia S. R., Bisogni M.G., et al.** Semiconductor pixel detectors for digital mammography // Nuclear Instruments & Methods In Physics Research. Section A-Accelerators. – 2003. – Vol. 509. – P. 283–289.
6. **Bisogni M.G., Delogu P., Fantacci M.E., et al.** A Medipix2-based Imaging System for Digital Mammography with Silicon Pixel Detectors // IEEE Trans. Nucl. Sci. – 2004. – Vol. 51(5). – P. 3081–3085.

Pateikta spaudai 2005 03 16

R. Navickas, V. Barzdėnas. GaAs krūviui jautrių stiprintuvų skaičiavimas ir analizė // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2005. – Nr. 6(62) – P. 47–51.

GaAs krūviui jautrių stiprintuvų modeliavimo pagal ORCAD-PSPICE programą rezultatai buvo gauti esant įvairioms KJS darbo sąlygoms, kai taškinių jutiklių talpų C_d diapazonas buvo 0,05 pF...1 pF, įėjimo signalų diapazonas $Q_{in}=1...100$ fC, išėjimo apkrova $R_L=50, 1 k, 10 k, 100 k$ ir 1 MΩ; $C_L=2,5$ pF, o aplinkos temperatūra keitėsi nuo -60 °C iki $+125$ °C. Šių priklausomybių analizė parodė GaAs KJS pagrindinių elektrinių parametrų gerinimo kryptis. KJS elektriniai parametrai, kai įėjimo signalas keitėsi nuo 1 iki 20 fC, stiprintuvo apkrovos varža – 1MΩ, apkrovos talpa – 2,5pF, o įėjimo talpa 0,2pF, apskaičiuoti tokie: registravimo trukmė yra lygi 8,5 ns, perdavimo koeficientas 37,7–39,4 mV/fC. Ekvivalentinis triukšmų krūvis (ENC) KJS įėjime yra mažas ir lygus 184 ē, o vartojamoji galia neviršija 1 mW. Kai KJS apkrovos varža yra maža, tai mažesni būna ir triukšmai, tačiau didesnė vartojamoji galia, pvz., kai apkrova yra lygi 50 Ω, tai atitinkamai ENC=99 ē, o galia –2,41 mW; o kai apkrova yra lygi 1 MΩ ir 2,5 pF, tai ENC=184 ē ir galia lygi 0,94 mW. Il.11, bibl. 6 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų ir rusų k.).

R. Navickas, V. Barzdėnas. Modelling of GaAs Charge Sensitive Amplifiers // Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, 2005. – No. 6(62). – P. 47–51.

GaAs integrated circuit the charge sensitive amplifier (CSA) is generally used for pixel detectors in mammography and dentography. Computer simulation was carried out by ORCAD-PSPICE simulator. The amplifier has bipolar response with peaking time about 8,5 ns and 39.4 mV/fC gain, equivalent noise charge of input ENC=184 ē rms and low power consumption is 0.94 mW when input charge is 20 fC, load resistance – 1 MΩ and the capacitance - 2,5 pF. Il. 11, bibl. 6 (in Lithuanian; summaries in Lithuanian, English and Russian).

Навицкас Р., Барзденас В. Расчет и анализ GaAs зарядочувствительных усилителей // Электроника и электротехника. - Каунас: Технология, 2005. – № 6(62) . – С. 47–51.

Для точечных детекторов в медицинских исследованиях в дентографии и мамографии созданы GaAs зарядочувствительные усилители с эквивалентным шумовым зарядом (ЭШЗ) менее 200 электронов, коэффициентом преобразования $K=37,7-39,4$ мВ/фКл и потребляемой мощностью менее 1 мВт. Длительность фронта выходного импульса равна 8,5 нс, входная ёмкость – $C_d=0,2$ пФ, входной сигнал 1-20 фКл. Ил. 11, bibl. 6 (на литовском языке; рефераты на литовском, английском и русском яз.).

