

ՀՏԴ 621.382.3

Ֆիզիկա

Մելս ՄԻՆԱՍՅԱՆ**ԱրՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի դոցենտ, Ֆ.ս.գ.թ.****E-mail: mels40@mail.ru:****Աննա ՄԻՆԱՍՅԱՆ****ԱրՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի ավ. Լաբորանտ****E-mail: anshog@mail.ru:**

ՀԱԿԱԴԱՐԶՎԱԾ (ԻՆՎԵՐՍ) ՏՐԱՆԶԻՍՏՈՐԻ ՈՐՈՇ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Կատարված է փոխանջատիչի օպտիմալացմանը բերող հետազոտություն: Ինվերս միացումով աշխատող բիպոլյար տրանզիստորում բացահայտվում է էլեկտրական ծակման էականորեն նվազ շեմ՝ նույնում ունենալով նաև հոսանքով կառավարվող բացասական դիֆերենցիալ դիմադրության տեղամաս: Առաջանում է ինքնափոխանջատումների իրականացման հարմարավետություն:

Բանալի բառեր՝ հեղեղնային ծակում, տարանցիկ հոսանք, ինվերս տրանզիստոր:

М.В.Минасян, А.М.Минасян

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЩЕННОГО (ИНВЕРСНОГО) ТРАНЗИСТОРА

Проведено исследование, оптимизирующее реализацию переключателя. В биполярном транзисторе, работающем в инверсном включении, выявляется существенное понижение порога пробоя, а с учетом высокой вероятности формирования ОС, облегчена также реализация автопереключений.

Ключевые слова: лавинный пробой, сквозной ток, инверсный транзистор.

M.V.Minasyan, A.M.Minasyan

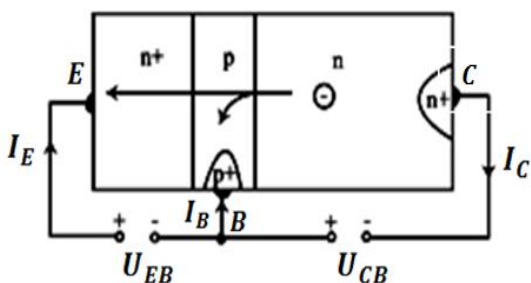
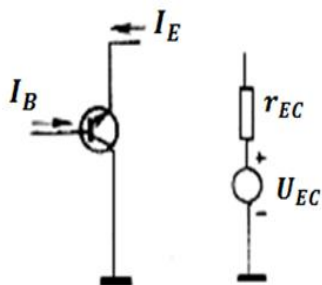
THE STUDY OF SOME CHARACTERISTICS OF THE INVERSE TRANSISTOR

An optimizing research of the switch was carried out. In a bipolar transistor operating in inverse switching, is revealed a significant lowering of the threshold of the breakdown. And taking into account

the negative resistance detected at the same time and controlled by current, it is also easy to realize auto-switching.

Key words: avalanche breakdown, through current, inverted transistor.

Հայտնի է բիպոլյար տրանզիստորի աշխատանքը փոխանջատիչի ռեժիմում, ինչպես նաև այն, որ ինվերս միացման դեպքում (նկ.1) նկատելիորեն նվազում է այսպես կոչված մնացորդային լարումը [1,2]: Այդ բարենպաստ փոփոխության հետ մեկտեղ, ընդհանուր բազայով միացված սխեմայում (նկ.2), դիտվում է էմիտերի հոսանքի փոխանցման գործակցի նվազում ($\alpha_I < \alpha_N$), իսկ ընդհանուր էմիտերով միացման դեպքում՝ մուտքային բնութագրի ($I_B = f(U_{BE})$) դիքության աճ և աննշան ($U_{BE} \lesssim 10$ մՎ) լարումներից սկսվող զգայունություն [2]: Միաժամանակ ընդհանուր էմիտերով սխեմայում դիտվում է $\mu_I < \mu_N$, որտեղ նշանակված է $\mu = dU_E/dU_C$, այսինքն՝ թուլանում է կոլեկտորային լարման վերադարձ ազդեցությունը էմիտերի լարման վրա, իսկ ելքային հաղորդականության համար՝ $g_1 < g_N$, այսինքն՝ ելքային փոքրազդանշանային դիմադրությունը աճում է:

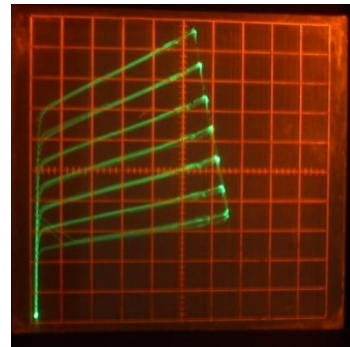
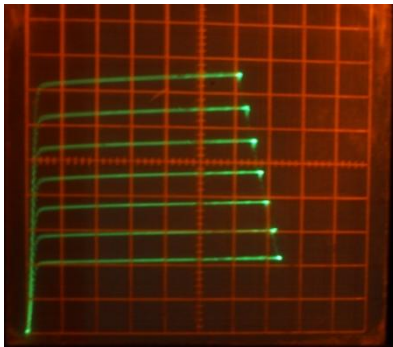


Նկ.1 Նկ.2

Քանի որ ընդհանուր դեպքում թուլանում է ելքային հոսանքը, կարող են իրականացվել սխեմաներ, որոնք կգործեն հատկապես թույլ հոսանքների փոխանջատման ռեժիմում:

Վերադառնալով նկ.1-ին և ունենալով փոխանջատիչի իրականացման մտադրությունը, հետազոտենք KT315 սիլիցիումային պլանար տրանզիստորի որևէ նմուշ: Այդ տրանզիստորը շարունակում է մնալ շատ լայն գործածության մեջ: Նրա տեխնոլոգիայում տեղ գտած n^+ էմիտերի (և ոչ թե p^+) ընտրությունը ապահովում է առանձնակի ինժեկցիոն

էֆեկտիվություն (շնորհիվ Si -ի միաբյուրեղում ֆոսֆորի շատ բարձր լուծելիության հանգամանքի): Նաև նրանում էմիտերային և կոլեկտորային $p - n$ անցումների միջև նկատելի անհամաչափություն կա, ինչը նպաստավոր է տրանզիստորի ինվերս գործարկման առումով: Համաչափության պարագայում դա անիմաստ կլիներ: Ստորև կփորձենք այդ տրանզիստորի ինվերս պարամետրերի վերաբերյալ լրացուցիչ տեղեկություններ քաղել, օգտվելով էլքային ՎԱԲ-երի գործիքային դիտարկումներից: Նորմալ ռեժիմում անհրաժեշտ է բացասական պոտենցիալի տակ պահել սկզբում էմիտերը (նկ.3-ում բերված են համապատասխան ակտիվ ռեժիմի բնութագրերը), իսկ ինվերս միացմանը անցնելիս՝ ընդհանուր «-»-ի տակ առնել կոլեկտորը (համապատասխան բնութագրերը՝ նկ.4-ում):



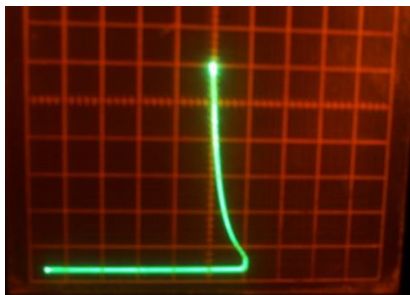
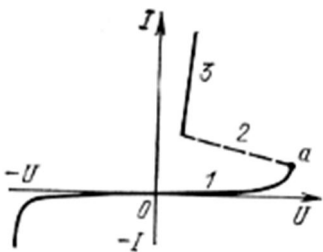
Նկ.3.Նկ.4.

Բերված օսցիլոգրամներից երևում է, որ տրանզիստորի «տեղափոխումը» նորմալից ինվերսին ավելի քան մեկ կարգով թուլացնում է թե՛ ստատիկ, և թե՛ փոքրագդանշանային ուժեղացումները, որոնք բնութագրվում են $B_{ստ}$ և β գործակիցներով:

Հավելենք, որ ցուցադրվող հոսանքները մեր կողմից սահմանափակվել են բեռի փոքր դիմադրությամբ: Նրա վրա լարման անկման առավելագույնը 1Վ էր, երբ պահված էր $|U_{EC}| \sim 4\text{Վ}$ ՝ թե՛ նորմալ, և թե՛ ինվերս միացումներում: Բազայից իրականացված ինժեկցիան նույնպես անփոփոխ է պահվել: Նկարներից յուրաքանչյուրում բազայի հոսանքի փոփոխման քայլն է՝ 5մկԱ , լարման բաժանմունքները նույն են՝ 0.5Վ , իսկ էլքային հոսանքներինը՝ 500մկԱ և 20մկԱ :

Այսպիսով (անուցման մյուս հավասար պայմաններում) տրանզիստորի ինվերս միացումը էապես նվազեցնում է ակտիվ ռեժիմի հոսանքը:

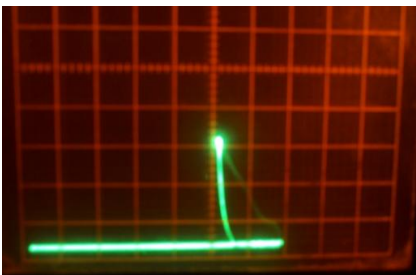
Մտովի թույլ տանք, որ այս հանգամանքը պահպանվի $|U_{EC}|$ լարումները ծակման արժեքներին մոտեցնելիս: Սկզբունքորեն կարելի կլինի սպասել տրանզիստորում ջերմային վերադարձ կապի առաջացում, ինչպես նաև դաշտային, այսինքն՝ դաշտի լարվածության մեծացմամբ պայմանավորված հեղեղնային պրոցեսի սկզբնավորում: Միլիցիումում $p-n$ անցման հակառակ հոսանքների առանձնահատուկ ցածր մակարդակը տեղ չի թողնում առաջինի կայացման համար, մինչդեռ ուժեղացող դաշտում հարվածային իոնիզացիայի նախադրյալներ առկա են: Այն, ինչ կարող է առհասարակ տեղի ունենալ դրական վերադարձ կապով գործող կիսահաղորդիչ սարքի հոսանքի հետ, ցույց է տրված նկ.5-ի վրա, իսկ այստեղ հետազոտվող KT315-ի ինվերս հոսանքի պարագայում՝ նկ.6-ի վրա:



Նկ.5.Նկ.6.

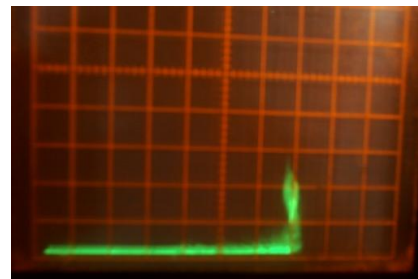
Նկ.5-ում 1-ին ճյուղի վրա մինչև a կետը ընկած տեղամասը ներկայացնում է հեղեղնային պրոցեսի ծավալումը, որի ընթացքում ունենք դիֆերենցիալ դիմադրության արագ նվազում՝ ընդհուպ մինչև նրա զրոյացումը: Նկ.6-ի դեպքում նման տեղամասը ավարտվում է 7 Վ-ի և 0,4 մԱ-ի տակ: Այնուհետև սկսվում է հոսանքով կառավարվող բացասական դիֆերենցիալ դիմադրության տեղամասը, որում լարումը հասնում է նվազել ավելի քան 20%-ով: Աշխատանքային կետի «կայունացումը» այդ տեղամասում պահանջում է բեռի դիմադրության՝ մեկ-երկու կարգով մեծացում՝ համեմատած թ.3 և թ.4 օսցիլոգրամաներում գործածվածի: Այս հանգամանքը կարևոր է ինքնատատանողական ռեժիմի ձեռք բերման համար և ապահովվում է ի հաշիվ էլեկտրական ծակման նվազեցված շեմի: Կարելի է այդ շեմային լարումը՝ $|U_{EC0,max}| \approx 7\text{Վ}$ – ը համեմատել

նկ.7-ում վեր հանվող ծակման լարման հետ ($U_{CE0,max} = 35$ Վ): Վերջին դեպքում տեսնում ենք նույն տրանզիստորի նորմալ միացման տակ ստացվող տարանցիկ հոսանքի թռիչքային աճ և հիստերեզիսի դրսևորում ($R = 6,5$ կՕմ-ի հասցված սահմանափակող դիմադրության պայմանում): Այլ է անկայունությունը կոլեկտոր-բազա անցման հակառակ հոսանքում (նկ.8): Արդեն $U_{CB0} \approx 60$ Վ-ից սկսած գրանցվում են միկրոպլազմային իմպուլսներ, որոնք խիստ ուժգնանում են $U_{CB} \approx 70$ Վ-ին հասնելուց: Այսպիսով ինվերս ռեժիմում ապահովվում է ինքնատատանողական ռեժիմի իրականացման սկզբունքային հնարավորություն:



Նկ.7. Մի բաժանմունքին $0,5 \mu\text{Ս}$

ուղղաձիգով և 5Վ ՝ հորիզոնականով
հորիզոնականով



Նկ.8. Մի բաժանմունքին $0,5 \mu\text{Ս}$

ուղղաձիգով և 10Վ ՝

Ունենալով բեռնավորող շղթայի ժամանակային մեծ հաստատուն ($\tau = RC$), ունենալով թույլ տարանցիկ հոսանքի ռեժիմում գործող՝ ինվերս միացված տրանզիստոր, ունենալով $V > (2 \div 3)|U_{ECO,max}|$ լարում ապահովող հաստատուն հոսանքի աղբյուր, հնարավորություն կունենանք դուրս բերել աշխատանքային կետը ելքային ՎԱԲ-ի՝ հոսանքով կառավարվող բացասական տեղամաս՝ դրանցով իսկ ձևավորելով ինքնատատանողական պրոցեսի ծավալման նախադրյալները, որոնց կարելի է համախմբել որպես անհրաժեշտ (բայց ոչ բավարար) պայման: Հատկապես գերցածրհաճախային տատանումների գեներացումը ենթադրում է R դիմադրության բարձր արժեք, և դրա հետ է կապված, որ հեղեղնային հոսանքի համար ցածրավոլտ շեմի ստացումը օգնում է աշխատանքային կետի բարենպաստ տեղակայմանը:

Ինքնափոխանջատումների ռեժիմի իրականացման ենթատեքստում,

ինչը տվյալ ձեռնարկման նպատակն է, նկ.3,4 և 7-ի օսցիլոգրամների հետազոտումը ծառայում է նաև ընտրված տրանզիստորի ֆունկցիոնալ հուսալիության հաստատմանը, քանի որ արատները կխաթարեն դրանք: Արատները կարող էին առաջանալ տեխնոլոգիական կամ կառուցվածքային պատճառներից, ինչպես նաև գործածության մեջ գտնված տրանզիստորի՝ նախկինում կրած էլեկտրաստատիկ ներգործություններից [2]:

Գրականություն

1. Справочник по полупроводниковой электронике. Под ред. Л.П.Хантера, М.1975, с.125.
2. Полупроводниковые приборы и их применение. Сборник статей под ред. Я.А.Федотова, вып.17, М.1967, с.98; вып. 25, М.1971, с.441.

Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել իմրագրական
խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Կ.Ս.Արամյանը: