

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ

ԿԱՐԾԻՔ

Ե.27.01- «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ներկայացրած Կամո Օլեգի Պետրոսյանի «Ստատիկ օպերատիվ հիշող սարքերի ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակումը և մոդելավորումը» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ

Թեմայի արդիականությունը:

Ներկայումս կոմպլեմենտար մետաղ-օքսիդ-կիսահաղորդիչ (ԿՄՕԿ) կառուցվածքների հիման վրա ստատիկ օպերատիվ հիշող սարքերը (ՍՕՀՍ) ունեն լայն կիրառություն միկրոպրոցեսորային և բյուրեղի վրա համակարգերում, ծրագրավորվող տրամաբանական ինտեգրալ սխեմաներում (ԻՍ) և այլուր: ՍՕՀՍ-ների զբաղեցրած մակերեսը վերը նշված համակարգերում հեռանկարում կզբաղեցնի մինչև բյուրեղի մակերեսի 90%-ը, հետևաբար դրանց էներգասպառման, արագագործության, շահագործման և այլ բնութագրերը հիմնականում կորոշվեն ՍՕՀՍ-ների պարամետրերով:

Անցումը տրանզիստորների ենթամիկրոնային չափերին և պրոցեսորների աշխատանքային հաճախականության աճը ավելի խիստ պահանջներ են առաջադրում ՍՕՀՍ-ների և դրանց առանցքային տարրերի՝ հիշող բջիջների (<Բ>), զգայուն ուժեղարարների (ՁՈԻԺ), հասցեների վերծանիչների (<ՎԾ) և դեկավարման սխեմաների տեխնիկական բնութագրերի նկատմամբ:

Ներկայումս ԻՍ-երի էներգասպառման ստատիկ բաղադրիչը համադրելի է դարձել դինամիկին, ուստի ԿՄՕԿ տրանզիստորների չափերի նվազմանը զուգընթաց ավելի արդիական է դառնում էներգասպառման ստատիկ բաղադրիչի նվազեցումը: Էներգասպառման նվազեցման առկա լուծումները լիովին չեն բավարարում ժամանակակից ԻՍ-ներին առաջարկվող պահանջներին: Հետևաբար էներգասպառման նվազարկման արդյունավետ նոր մեթոդների և միջոցների մշակման խիստ անհրաժեշտություն է առաջացել, որպեսզի ՍՕՀՍ-ների էներգասպառումը նվազեցվի մինչև նախագծման գործնական պահանջների բավարարումը: ՍՕՀՍ-ների արդյունավետության բարելավման նպատակով անհրաժեշտ է գնահատել ցրման հզորության մեծությունը՝ հնարավորությունների սահմանում, նախագծման ավելի վաղ փուլերում, որպեսզի բացառվի նոր նախագծման անհրաժեշտությունը:

Ելնելով վերոգրյալից՝ ատենախոսության թեման արդիական է և համապատասխանում է ժամանակակից ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների նախագծման պահանջներին: Ատենախոսությունում առաջարկված լուծումները միտված են բարելավելու ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների և դրանց տարրերի սխեմատեխնիկական լուծումների մշակման և իրականացման առաջընթացին:

Ատենախոսությունը կառուցվածքը:

Ներածությունում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված է հետազոտության նպատակը, բերված են ատենախոսության գիտական նորույթը, գործնական նշանակությունը և պաշտպանության ներկայացվող հիմնական գիտական դրույթները:

Առաջին գլխում հետազոտվել են ՍՕՀՍ-ների ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակման և մոդելավորման հիմնահարցերը: Կատարվել է ԿՄՕԿ ԻՍ-երի ցրման հզորության աղբյուրների վերլուծություն և ցրման հզորության նվազարկման մեթոդների հետազոտություն ու դրանց համեմատական վերլուծություն: Կատարվել է պլանար և եռաչափ ԿՄՕԿ կառուցվածքների հիման վրա ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների նախագծման համար բազային տարրերի բնութագրերի համեմատական վերլուծություն: Հիմնավորվել է ՍՕՀՍ-ների ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակման անհրաժեշտությունը: Հետազոտվել են ՍՕՀՍ-ների կառուցվածքային սխեման, հիմնական հանգույցները և նրանց առանձնահատկությունները: Կատարվել է փականավորման հիման վրա ՀԲ-երի ցրման հզորության նվազարկման եղանակների և ցրման հզորության նվազարկման ասիմետրիկ ՀԲ-երի կիրառման մեթոդի հետազոտում: Հետազոտվել են ՍՕՀՍ-ների ցածր ցրման հզորությամբ ՀՎԾ-երի կառուցման սկզբունքները և ԶՈՒԺ-երի սխեմատեխնիկական լուծումները և կատարվել է համեմատական վերլուծությունը: Հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա ձևակերպվել է ՍՕՀՍ-ների ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակման և մոդելավորման առաջարկվող սկզբունքները:

Երկրորդ գլխում հետազոտվել են ՍՕՀՍ-ների ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակման և մոդելավորման խնդիրները: Առաջարկվել և հետազոտվել են ՍՕՀՍ-ների ցածր էներգասպառմամբ և արագագործ ու մեծ կարգայնությամբ ՀՎԾ-երի կառուցման և ՍՕՀՍ-ների տրամաբանական շղթաներում դինամիկ հզորության փոքրացման ու հարթակի էֆեկտի կիրառմամբ ՍՕՀՍ-ների ստատիկ ցրման հզորության նվազարկման մեթոդներ, որոնց արդյունավետությունը հիմնավորվել է

իրականացված մոդելավորումների արդյունքներով: Մշակվել են ցածր ցրման հզորությամբ և բարձր արագագործությամբ 8TM ՀԲ-ի նոր սխեմատեխնիկական լուծումը, որը ելքային ազդանշանների մեծ բացվածքի հաշվին կտրուկ փոքրացվում է ՁՈԻԺ-երի զգայնության նկատմամբ պահանջները՝ ապահովելով ՍՕՀՍ-ի էներգասպառման զգալի նվազեցում: Հետագոտվել են առաջարկված ցածր ցրման հզորությամբ առաջարկված լավարկված ստեկային սիմետրիկ և ասիմետրիկ ՀԲ-երը, կատարվել է դրանց համեմատական վերլուծություն, մոդելավորում և ժամանակային բնութագրերի գնահատում:

Առաջարկված եղանակները, մեթոդները և դրանց հիման վրա մշակված սխեմատեխնիկական լուծումները կիրառելի են 14 նանոմետրանոց և ավելի փոքր տեխնոլոգիական նորմերով ՍՕՀՍ-ների նախագծման գործընթացում, քանի որ պահանջում են կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի և արագագործության չնչին վատթարացում:

Երրորդ գլխում առաջարկվել է ՍՕՀՍ-ների էներգասպառման նվազեցմանը միտված կառուցվածքային պարամետրերի հաշվարկման մեթոդ, որը թույլ է տալիս գնահատել սպառման հզորության բաշխումը դրանց տարբեր հանգույցների միջև և իրականացնել էներգասպառման նվազարկում նախագծման վաղ փուլում՝ կառուցվածքային պարամետրերի ճշգրիտ ընտրությամբ: MATLAB միջավայրում մշակվել է համապատասխան ծրագրային միջոց: Ցույց է տրվել, որ ՍՕՀՍ-ի մեկ գործողության վրա ծախսվում է 6,5 մկՎր հզորություն, որը մոտավորապես 1,5 անգամ ավելի փոքր է գրականությունում հայտնի արդյունքների համեմատ: Մշակվել է ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների սինքրոնազդանշանի տարածման ծառի կառուցման արդյունավետ մեթոդ, որի կիրառման արդյունքում հնարավորություն է ստեղծվել բարելավելու տվյալների հապաղման ժամանակահատվածը ավելի քան 300 պվրկ-ով, ինչպես նաև սինքրոնազդանշանների միջև ապահովելու ոչ ավելի քան 20 պվրկ շեղում՝ նվազեցնելով ծախսվող հզորությունը մոտ 10%-ով՝ ի հաշիվ մեծ քանակով, սակայն ավելի փոքր տանող ուժերով կրկնիչների կիրառման: Բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի աճը չի գերազանցում ՍՕՀՍ-ի ամբողջ մակերեսի 1%-ը:

Մշակվել է ցածր սպառման հզորությամբ ՀՎԾ-երի ասիմետրիկության նվազեցման մեթոդ և մշակվել է AsimmetryOptimizer ծրագրային միջոց: Մեթոդի ներդրման արդյունքում ապահովվել է էներգասպառման 7-10% նվազեցում և 3-4% արագագործության մեծացում, որը ունի էական նշանակություն ՍՕՀՍ-ների նախագծման համար:

Ատենախոսության 6 հավելվածներում բերված են նշանակումները և հապավումները, աղյուսակների և նկարների ցանկերը, 6T, 8T, 9T, 10T ՀԲ-ների մոդելավորման ժամանակային դիագրամները, ցրման հզորության կախվածությունը սնման աղբյուրի լարումից, աշխատանքային ջերմաստիճանից և հաճախությունից՝ դանդաղ և արագ պրոցեսների համար, ներդրման ակտը, խնդրի լուծման ծրագրային կոդը և AsimmetryOptimizer գործիքի ծրագրային կոդից հատված:

Ատենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը և հիմնավորվածությունը:

Ատենախոսությունում գիտական նորույթով են բնութագրվում հետևյալ դրույթները՝

1. Ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների մշակման մեթոդը՝ հիմնված կուտակիչի տողերի և սյուների արդյունավետ հաշվարկների վրա:

2. Ելքային լարման լայն բացվածքով 8TM հիշող բջջի սխեման:

3. Հաղորդման փականների կիրառմամբ ցածր էներգասպառմամբ հասցեների վերծանիչների նախագծումը:

4. Ցածր էներգասպառմամբ և մեծ կարգայնությամբ ՀՎԾ-երի ասիմետրիկության նվազեցման մեթոդը:

5. Ցածր էներգասպառմամբ և մեծ կարգայնությամբ ՀՎԾ-երի մշակման մեթոդը:

6. ՍՕՀՍ-ների տրամաբանական շղթաներում դինամիկ սպառվող էներգիայի նվազեցման մեթոդը:

7. Հարթակի էֆեկտի կիրառմամբ ՍՕՀՍ-ների ստատիկ ցրման հզորության նվազեցման մեթոդը:

8. Ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների սինքրոազդանշանի տարածման ծառի կառուցման մեթոդը:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրապարակվել են տասներեք (13) գիտական աշխատանքներում, որոնցում նաև մեկ արտոնագիր:

Գիտական նորույթները հիմնավորված են կատարված տեսական և գործնական հետազոտությունների արդյունքների համապատասխանությամբ այլ հեղինակների կողմից այլընտրանքային եղանակներով ստացված արդյունքների հետ և «ՍԻՆՈՓՍԻՍ ԱՐՄԵՆԻԱ» ՓԲԸ-ում ներդրման ակտով:

Գիտության ու արտադրության ոլորտներում ստացված արդյունքերի կարևորությունը:

Կ.Օ. Պետրոսյանի կողմից կատարված հետազոտությունների արդյունքում առաջարկված սխեմատեխնիկական լուծումները բավարարում են 14 նանոմետրանոց և ավելի փոքր չափերի տեխնոլոգիական նորմերով նախագծված ԻՍ-երին ներկայացվող պահանջները: Առաջարկված եղանակները և մեթոդները էականորեն նվազեցնում են ՍՕՀՍ-ների և դրանց տարրերի էներգասպառումը:

Մշակված ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների նախագծման մեթոդները և եղանակները, ինչպես նաև AsymmetryOptimizer ծրագրային միջոցը ներդրված են «ՍԻՆՈՓՍԻՍ ԱՐՄԵՆԻԱ» ՓԲԸ-ում և կիրառվում են անալոգային և խառը ազդանշանային ինտեգրալ սխեմաների իրականացման գործընթացում: Դրանց փորձարկումը ժամանակակից մուտք/ելք հանգույցներում ցույց է տվել վերջիններիս բարձր արդյունավետությունը: Գրանցվել է սպառվող հզորության մինչև 1,5 անգամ նվազեցում՝ առանց կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի էական մեծացման՝ բավարարելով նախագծվող մուտք/ելք հանգույցներին առաջադրվող տեխնիկական պահանջները:

Աշխատանքում նկատված թերություններն են.

- որոշ մոդելավորումներ իրականացվել են միայն SAED_28nm տեխնոլոգիական գործընթացի համար: Ցանկալի կլիներ ներկայացնել նաև տվյալներ ավելի փոքր տեխնոլոգիական գործընթացների համար,

- էներգասպառման ստացված արդյունքները հիմնավորված են միայն փորձնական արդյունքներով: Ցանկալի կլիներ կատարել տեսական հաշվարկներ և համադրել դրանք ստացված փորձնական արդյունքների հետ,

- ցանկալի կլիներ ներկայացնել մշակված ծրագրային միջոցների կիրառության հնարավորությունները նաև այլ բնագավառներում,

- ցանկալի կլիներ ատենախոսությունում կատարել մշակված սխեմաների պլանար և եռաչափ փականով ԿՄՕԿ տեխնոլոգիաներով իրականացման համեմատական վերլուծություն,

- առկա են խմբագրական բնույթի թերություններ:

Վերը նշված դիտողությունները չեն նվազեցնում ատենախոսական աշխատանքի ընդհանուր բարձր գնահատականը:

Ուսումնասիրելով ատենախոսությունն ու սեղմագիրը՝ գտնում եմ.

Սեղմագիրը ճիշտ է արտահայտում ատենախոսությունում մշակված մեթոդները, եղանակները, սխեմատեխնիկական լուծումները և ստացված

արդյունքները: Աշխատանքն արդիական է, իսկ ձևավորվումը կատարված է պատշաճ մակարդակով: Այն ամբողջությամբ համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի պահանջներին և Ե.27.01 «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությանը: Աշխատանքի հեղինակ Կ.Օ. Պետրոսյանն արժանի է Ե.27.01 «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Երևանի Մաթեմատիկական Մեքենաների
Գիտահետազոտական ինստիտուտ, No 2 ԳՏԿ – ի
Պետի տեղակալ, տ.գ.թ, դոցենտ



Խ. Շարոյան

Խ. Շարոյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝
Երևանի Մաթեմատիկական Մեքենաների
Գիտահետազոտական ինստիտուտի
Գործադարության Բաժնի պետ՝



Մ. Համբարյան

" 07 " 05 2020թ