**Բովանդակություն**

[Ինտեգրալ սխեմաների թեստավորման գործընթացը 1](#_Toc481354137)

[1.1.1 Միկրոսխեմաների տեխնոլոգիական վերահսկողության մեթոդներ 1](#_Toc481354138)

[1.1.2 Օպերատիվ վերահսկողության մեթոդ 2](#_Toc481354139)

[1.1.3 Վիզուալ վերահսկողության մեթոդ 2](#_Toc481354140)

[1.1.4 Տպասալի վրա թեստավորող սարքավորումների օգտագործման մեթոդ 3](#_Toc481354141)

[**1.1.5 Միկրոսխեմայի վերահսկողության փորձարկումների տեսակները և պարամետրերը** 4](#_Toc481354142)

[1.1.6 Ինտեգրալ սխեմաների վերահսկողության իրականացման տեխնոլոգիաները և սարքավորումները 5](#_Toc481354143)

# Ինտեգրալ սխեմաների թեստավորման գործընթացը

Ինտեգրալ սխեմաների թեստավորումը կատարվում է տարբեր կառուցվածքների և տեխնոլոգիաների միջոցով՝ կախված ինտեգրալ սխեմայի բարդությունից և տեսակից: Թեստավորումը թույլ է տալիս դասակարգել ԻՍ-երը, իսկ ավելի կոնկրետ՝

* Իրականացնել միկրոսխեմայի ֆունկցիանալ վերահսկողություն,
* Հայտնաբերել դեռևս տպասալում գտնվող միկրոսխեմայում առաջացող թերությունները,
* Չափել սկավառակում գտնվող միկրոսխեմայի էլեկտրական պարամետրերը:

# 1.1.1 Միկրոսխեմաների տեխնոլոգիական վերահսկողության մեթոդներ

Միկրոսխեմայի ստեղծման ժամանակ առավել կարևոր է տեխնոլոգիական պարամետրերի վերահսկողության իրականացումը: Այս վերահսկողությունը հաջողությամբ իրականացնելու դեպքում պիտանի արտադրանքի տոկոսը զգալիորեն կաճի: Տեխնոլոգիական վերահսկողությունը ամբողջությամբ կախված է արտադրման գործընթացից և բաղկացած է չափումներից ու ԻՍ-ի արտաքին ստուգումներից: Կարելի է առանձնացնել միկրոսխեմաների արտադրական վերահսկողության երեք խումբ՝

* Համագործակցային վերահսկողության մեթոդ,
* Արտաքին վերահսկողության մեթոդ,
* Թեստավորող կառուցվածքների կիրառումը տպասալի վրա:

# 1.1.2 Օպերատիվ վերահսկողության մեթոդ

Ինտեգրալ սխեմաների հետ արտադրական գործընթացներից հետո, ինչպիսիք են էպիտեկսիան և դիֆուզիան, անհրաժեշտ է իրականացնել ժապավենների, p-n անցումների խորությունների և կոնցենտրացիաների մակերևույթների վերաչափումներ։ Այդ չափումները կատարվում են առանձին հսկողությամբ։

# 1.1.3 Վիզուալ վերահսկողության մեթոդ

Տվյալների մեծ քանակ տպասալերի հետ կապված կարելի է ստանալ վիզուալ վերահսկողության մեթոդի շնորհիվ, որի օգնությամբ կարելի է ճանաչել այնպիսի ցուցանիշներ,ինչպիսիք են մակերևույթի վիճակը, վնասված կամ ոչ լրիվ փորագրումը, օքսիդի շերտի ոչ բավարար հաստությունը, անցման ճշգրտությունը և այլն։ Վիզուալ վերահսկողության մեթոդը հավանաբար հանդիսանում է ամենատրիվիալ մեթոդը վերջին երեք թվարկված մեթոդներից, բայց հաշվի չառնելով իր պարզությունը, մեծ դեր է խաղում ինտեգրալ սխեմաների արտադրության և թեստավորման ոլորտում։ Այս մեթոդը թույլ է տալիս կատարել տպասալի ուսումնասիրություն մանրադիտակով,շատ մեծ խոշորացմամբ (80ից-400 անգամ) և օգտագործել բազում վիզուալիզացիայի մեթոդներ թերմոգրաֆիայի և նմանատիպ այլ գործընթացների համար։ Գոյություն ունեն բազում խոտաններ, որոնցով կարող են օժտված լինեն պատրաստի տպասալերը։ Ամենալուրջ խոտանը հանդիսանում է օքսիդի շերտի ծակոտկենությունը, որը հեշտ կարելի է հայտնաբերել վիզուալ վերահսկողության մեթոդի ժամանակ մանրադիտակով միկրոսխեման դիտարկելիս։ Օքսիդի շերտի ծակոտկենությունը դա օքսիդի շերտի փոքրիկ անցքերն են, որոնք հիմնականում առաջանում են փոշու կամ լուսային կաղապարի անսարքության հետեվանքով։ Եթե դիտարկվող խոտանը հայտնաբերվում է տպասալի ծայրահեղ կետում, ապա հաջորդող դիֆուզիան կարող է հանգեցնել անցումային պրոցեսի փակման, ինչը կարող է շարքից հանել ամբողջ միկրոսխեման։

Վիզուալ վերահսկողության մեթոդի արդյունավետ իրականացումը հանդիսանում է սկանավորող էլեկտրոնային մանրադիտակի օգտագործումը, որի միջոցով օպերատորը կարող է դիտարկել ինտեգրալ սխեմայի տեղագրական և էլեկտրական ռելիեֆը։ Այս մեթոդը թույլ է տալիս հեշտությամբ հայտնաբերել անցումների աղտոտվածությունը, փոշու տարբեր հատիկները, օքսիդի շերտի անցքերը, մետաղական բարակ շերտի վնասվածությունները։ Ջերմային փորձերի ժամանակ գերտաքացած տիրույթների բացահայտման համար տպասալի վրա գոյություն ունի ինֆրակարմիր սկանավորող միկրոսկոպ, որը բաղկացած է հատուկ ձայնագրող սարքին միացած ԻՍ-դետեկտորից: Այս սարքավորումը օգտագործվում է տպասալի կառուցվածքի որակի գնահատման համար՝ ջերմության և հզորության տարածման տեսանկյունից:

# 1.1.4 Տպասալի վրա թեստավորող սարքավորումների օգտագործման մեթոդ

Ինտեգրալ սխեման բաղկացած է մեծ թվով բարդ տարրերից, որոնք միավորված են մետաղական մայրուղիների միջև, որոնց հատումները հասնում են մի քանի հարյուրի կամ հազարի: Բացի այդ, տպասալն ունի շատ մեծ քանակությամբ անցումներ մի շերտից մյուսը (կոնտակտային պատուհաններ), ելուստներ ակտիվ և պասիվ տարրերի համար, բազմաթիվ կոնտակտային հրապարակներ և այլն: Տարրերի այսքան բարդ դասավորվածության պատճառով գործնականում անհնար է ամբողջովին վերահսկել բոլոր տարրերը՝ նրանց աշխատանքի մեծ ծավալի պատճառով: Չնայած այս ամենին, վերահսկողության անհրաժեշտությունը ակնհայտ է, հատկապես ԻՍ արտադրության տեխնոլոգիաների կատարելագործման փուլում: Էլեկտրական պարամետրերի և տեխնոլոգիական օպերացիաների իրականացման որակի վերահսկողությունը իրականացվում է հատուկ միկրոսխեմաների միջոցով, որոնք տեղադրված են տպասալի վրա՝ աշխատանքային բյուրեղների հետ: Թեստավորող միկրոսխեման պատրաստվում է նույն եղանակով, ինչ տպասալի վրայի սովորական միկրոսխեման, այն պարունակում է հատուկ համադրությամբ բոլոր բաղկացուցիչ տարրերը, որոնք թույլ են տալիս գնահատել ԻՍ-ի պարամետրերը և տեխնոլոգիական օպերացիաների իրականացման որակը: Որպեսզի ԻՍ-ի թեստավորումը հարմար լինի, վերահսկող տարրերը էլեկտրական շղթային միացվում են հաջորդաբար կամ զուգահեռ: Բացի թեստավորող միկրոսխեմաներից, առանձին վերցված կոմպոնենտների, օրինակ, տրանզիստորների կամ դիոդների վերահսկողությունը կարելի է իրականացնել թեստավորող բյուրեղների միջոցով: Տվյալ բյուրեղը պարունակում է իր մեջ իրարից մեկուսացված որոշակի տարրեր, որոնք գտնվում են ինտեգրալ սխեմայում: Թեստավորող բյուրեղի չափերը համեմատական են տպասալում ինտեգրալ սխեմայի չափերի հետ: Այսպիսի տեխնոլոգիայի օգտագործումը թույլ է տալիս իրականացնել բարձր տեխնոլոգիական վերահսկողություն ԻՍ-ի արտադրության վրա և նվազեցնել տպասալի թեստավորման փորձարկումների վրա ծախսվող ժամանակը և աշխատանքի ծավալը: Սիլիցիումի տպասալի վրա թեստավորող շերտերը գտնվում են աշխատանքային միկրոսխեմաների միջև: Տպասալի վրայի միկրոսխեմայի թեստավորումից առաջ, առաջին հերթին անհրաժեշտ է վերահսկողություն իրականացնել թեստավորորղ շերտերի վրա, հետո այդ վերահսկողության հաջղ իրականացումից հետո կարելի անցնել միկորսխեմայի չափումներին: Այս հերթականությունն ունի մի քանի առավելություն՝ ավելի հասանելի կոնտակտավորում առանձին թեստավորող տարրերի համար և լազերային եղանակով տարրերի առանձնացման ժամանակ միկրոսխեմայի վնասման հավանականության նվազում:

# **1.1.5 Միկրոսխեմայի վերահսկողության փորձարկումների տեսակները և պարամետրերը**

ԻՍ-երի թեստավորման և վերահսկողության իրականացումը հանդիսանում է նրանց արտադրման գործընթացի անբաժանելի մասը: ԻՍ-երի փորձարկումների հիմնական տեսակներից են՝

* Ֆունկցիոնալ վերահսկողություն
* Պարամետրական վերահսկողություն
* Դիագնոստիկ վերահսկողություն

Ֆունկցիոնալ վերահսկողությունն իրականացնում է մեծ և գերմեծ ԻՍ-երի ստուգում և հիմնված է միկրոսխեմայի ստատիկ ու դինամիկ պարամետրերի վրա, թեստային աղյուսակի բազայի վրա, որը կազմված է միկրեսխեմայի նախագծողների կողմից՝ հաշվի առնելով մուտքային կոդերի կոմբինացիաների նվազեցումը:

Պարամետրական վերահսկողությունը գերադասելի է օգտագործել այնպիսի ինտեգրալ սխեմաների համար, որոնք ունեն կոմպոնենտների փոքր ինտեգրացիա: Այս վերահսկողությունը հիմնված է միկրոսխեմայի բազային պարամետրերի չափումների վրա հաստատուն հոսանքի դեպքում, բացի այդ իր մեջ ներառում է տրամաբանական ֆունկցիաների կատարման ստուգում և ելքային էլեկտրական ազդանշանների չափում: Այս մեթոդն ունի նաև իր թերությունը, սխեմայի կեմպոնենտների ինտեգրացիայի մակարդակի բարձրացման հետ փոքրանում պարամետրական վերահսկողության էֆեկտիվությունը, այդ դեպքում ազդանշանի աճման և նվազման ժամանակները չափելը դառնում է անիմաստ: Դիագնոստիկ վերահսկողությունը միկրոսխեմայի վերահսկողության մասնավոր դեպք է, որը առավել էֆեկտիվ է հիբրիդային ինտեգրալ սխեմաների դեպքում: Միկրոսխեմաների այս տեսակը թույլ է տալիս իրականացնել շարքից դուրս եկած տարրերի փոխարինում, որոնք գտնվում են ընդհանուր միկրոսխեմայի մեջ: Տեխնոլոգիական վերահսկողության մեթոդներն ուսումնասիրելիս պետք է առանձին ուշադրություն դարձնել ինտեգրալ սխմեմայի փորձարկումների մեթոդներին: Այս դեպքում խոսքը գնում է միկրոսխեմայի ստատիկ և դինամիկ պարամետրերի չափման մասին: Ստատիկ պարամետրերի շարքին կարելի է դասել մուքային լարումների և հոսանքների չափումները, որոնք համապատասխանում են տրամաբանական մեկերին և զրոներին, միկրոսխեմայի խանգարակայունությունը, որը պայմանավորված է խանգարող գործողությունների դեպքում սխեմայի տարրերի ճիշտ վիճակի պահպանմամբ: Ինչպես նաև, ստատիկ պարամետրերին կարելի է դասել նաև սխեմայի սպառած հզորությունը, ելքում մայրուղու ճյուղավորման գործակիցը, որը որոշում է առանց սխեմայի աշխատունակությունը խանգարելու ելքին միացվող տարրերիի քանակը: Միկրոսխեմայի արագագործությունը և խանգարակայունությունը նկարագրվում են դինամիկ պարամետրերով:

# 1.1.6 Ինտեգրալ սխեմաների վերահսկողության իրականացման տեխնոլոգիաները և սարքավորումները

Ամբողջովին պատրաստ և ադապտացված էլեկտրոնային արտադրանք ստեղծելու վերջին քայլը հանդիսանում է դրա սերիական արտադրությունը: Նոր ստացված օրինակները կոնվեերին դնելուց առաջ անհրաժեշտ է ինչպես հարկն է իրականացնել դրանց թեստավորումը և կատարել անհրաժեշտ պարամետրերի չափումներ, որոնք սահմանված են ԳՕՍՏ-ով կամ պատվիրատուի կողմից: Միկրոսխեմաների ֆունկցիոնալ բարդության մեծացման հետ մեկտեղ մեծանում է դրանց պարամետրերի թեստավորման օպերացիաների աշխատատարությունը:

Արտադրությունում միկրոսխեմաների չափումները և թեստավորումը գործնականում անհնար է առանց այդ գործընթացների ավտոմատացման: Բարդ թեստերի իրականացման ավանդական մեթոդը իր մեջ ներառում է բարդ և թանկարժեք ծրագրային միջոցների օգտագործումը: Բացի ծրագրի աշխատանքը հասկանալուց, անհրաժեշտ է ունենալ հատուկ դրայվերներ բոլոր սարքերի համար, որոնք մտնում են չափումներ իրականացնող ստենդի մեջ կամ օգտագործել թանկարժեք չափող կոմպլեքսներ, որոնք կունենան իրենց սեփական ծրագրային ապահովումը տվյալների մշակման և արդյունքների վիզուալ ներկայացման համար: Այսօր մեծ տարածում են գտել մոդուլային հիմքով ստենդները, որոնք թույլ են տալիս ստեղծել ճկուն համակարգ, որը կարող է սեղմ ժամկետներում թեստավորել մեծ քանակությամբ միկորսխեմաներ: Այդպիսի ստենդների առավելությունը սովորական ստենդների նկատմամբ կայանում է նրանում, որ չմշակված տվյալները ամբողջովին հասանելի օգտագործողին և նա կարող է ստեղծել իր սեփական չափման ֆունկցիաները ու օգտագործողի ինտերֆեյսը: Այսպիսի սրագրային միջոցների շնորհիվ օգտագործողները կարող են իրականացնել ոչ ստանդարտ չափումներ և անալիզներ: