

Դ.Մ. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Դ. Հ. ՀՈՒՄԻԿՅԱՆ

ԻՆՏԵԳՐԱԼ ՄԻՆԵՐԱՅԻ ՀԱՐԹԱԿԻ ՄՈՆԻՏՈՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ՀԱՂՈՐԴԱՇԵՐՏԵՐԻ ՔԱՆԱԿԻ ՄԻՆԹԵԶԻ ՄԵԹՈԴԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Հավանականային մոդելի միջոցով մշակվել է մեթոդ, որով որոշվել են ինտեգրալ սխեմայի հարթակի մոնիտորային դաշտի հաղորդաշերտերի քանակի միջին արժեքը, ստանդարտ շեղումը և հաղորդաշերտերի անբավարարության ռիսկը:

Առանցքային բառեր. ինտեգրալ սխեմա, մոնիտորային դաշտ, հարթակ, հաղորդաշերտերի քանակ, բաշխման ֆունկցիա, ստանդարտ շեղում:

Ինչպես հայտնի է, ինտեգրալ սխեմայի (ԻՄ) հարթակի հաղորդաշերտերի քանակի (ՀՇ) որոշումը նախագծման վաղ փուլում կարևորագույն խնդիրներից մեկն է [1-6]:

Հայտնի է, որ ԻՄ հարթակի ՀՇ քանակի ավելացումը խիստ պայմանավորված է տարրային բազայի ինտեգրման աստիճանի մեծացմամբ և որոշակիորեն արտահայտվում է հաղորդաշերտերի թվի ընդհանուր աճով: Եթե ԻՄ-ի ծրագծման դաշտի մակերեսի հնարավորությունները կառուցվածքային և տեխնոլոգիական տեսանկյունից սահմանափակ են, ապա հաղորդաշերտերը՝ որպես միջտարրային կապեր իրականացնողներ, պահանջում են ավելի մեծ մակերեսներ, և մյուս կողմից՝ գոյություն ունի ԻՄ-ի միկրոմանրաչափավորման պարտադիր պայման, որի անհրաժեշտությունը հանգեցնում է բազմահաղորդաշերտ ԻՄ-երի օգտագործմանը: Բազմահաղորդաշերտ ԻՄ-ի նախագծումը շատ դժվար է, իսկ հաղորդաշերտերի քանակը հանդիսանում է սահմանափակում, քանի որ հաղորդաշերտերի քանակի չ մեծության աճին զուգահեռ կտրուկ աճում է խոտանի տոկոսը:

Գոյություն ունեցող ԻՄ-երի հարթակների ՀՇ քանակների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ հաղորդաշերտերի ոչ բոլոր հնարավորություններն են ամբողջությամբ օգտագործվում: Հայտնի է, որ յուրաքանչյուր տեխնիկական մակարդակին համապատասխանում է ԻՄ-ի հարթակի ՀՇ-երի ինչ-որ միջին քանակ, որից մեծ լինելու դեպքում տվյալ տեխնիկական մակարդակի ՀՇ-երի քանակը իրագործելի չէ (քանի որ կա սահմանափակում), իսկ փոքրի դեպքում հաղորդաշերտերը չեն բավարարում, այսինքն՝ տվյալ ԻՄ-ի հարթակի ՀՇ-ի քանակը պիտանի չէ: Այդ պատճառով անհրաժեշտ են մաթեմատիկական մոդելներ, որոնցից օգտվելով հնարավոր կլինի վերլուծել ԻՄ-ի հարթակի ՀՇ-երի քանակը և տարբեր որոշումների հետևանքները ԻՄ-ի հարթակի կառուցվածքային բնութագրերի վրա:

ԻՄ-ի հարթակի ՀՇ քանակի և դրանց վրա տարրերի թվի սինթեզը որոշվում է երկու փուլով:

Առաջին փուլում որոշվում է ԻՄ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտում տարրերի N_1 քանակը, որոնք կարող են տեղադրվել հարթակում, իսկ երկրորդում՝ ԻՄ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտի շՇ-երի γ_1 քանակը [3-5](նկ.): Ներկայացնենք յուրաքանչյուր փուլն առանձին խնդրի տեսքով:

ԻՄ-ի տարրերի քանակն ընտրելիս հարկ է լինում հաշվի առնել բազում գործոններ: Այլ գործոնները հաշվի առնելով՝ ընտրվում է ԻՄ-ի տարրերի N որոշակի քանակ: Սակայն, անկախ այն բանից, թե ինչ նկատառումներով և ինչ քանակով է ընտրվել N տարրերի քանակը, միշտ անհրաժեշտ է ապահովել դրանց միջև լարային միացումներով էլեկտրական անխափան կապ:

Ինչպես ցույց են տվել [3-5] վերլուծության արդյունքները, հիմնական գործոններից մեկը, որն ազդում է ԻՄ-ի տարրերի միջև էլեկտրական լարային միացումների անխափան կապի վրա, ԻՄ-ի հարթակի հաղորդաշերտերի γ թիվն է:

Խնդիրն այն է, որ N_1 քանակով տարրերի պահանջարկի հաղորդաշերտերի $\bar{\gamma}(N)$ թիվը պատահական մեծություն է: Սա նշանակում է, որ տարրերի միևնույն քանակով տարբեր ԻՄ-երի հարթակների համար պահանջվում են շՇ-երի տարբեր քանակներ: Հետևաբար, այն դեպքում, երբ N_1 տարրերի քանակի համար պահանջվող շՇ-երի γ թիվն ավելի մեծ կլինի, քան ԻՄ-ի հարթակի առկա շՇ-երի γ_1 թիվը, ապա ԻՄ-ի ոչ բոլոր էլեկտրական միացումների լարային երկարությունների կապերը կիրականանան: Այսպիսով, ԻՄ-ի հարթակի շՇ-երի բավարարման հավանականությունը կարելի է իրականացնել որպես այն բանի հավանականություն, որ տարրերի N_1 քանակի պահանջվող հաղորդաշերտերի թիվը կլինի ոչ ավելին, քան ԻՄ-ի հարթակի շՇ-երի γ_1 թիվը (նկ.):

$$P_{\gamma} = P[\gamma(N_1) \leq \gamma_1] = P(N_{\text{միջ}} = N_1), \quad (1)$$

որտեղ $N_{\text{միջ}}$ -ը ԻՄ-ի հարթակի տարրերի քանակն է:

Արտահայտելով այդ հավանականությունը տարրերի N_1 քանակով պահանջվող շՇ-երի թվի բաշխման խտությամբ՝ կունենանք.

$$P_{\gamma} = \int_0^{\gamma_1} f(\gamma, N_1) d\gamma, \quad (2)$$

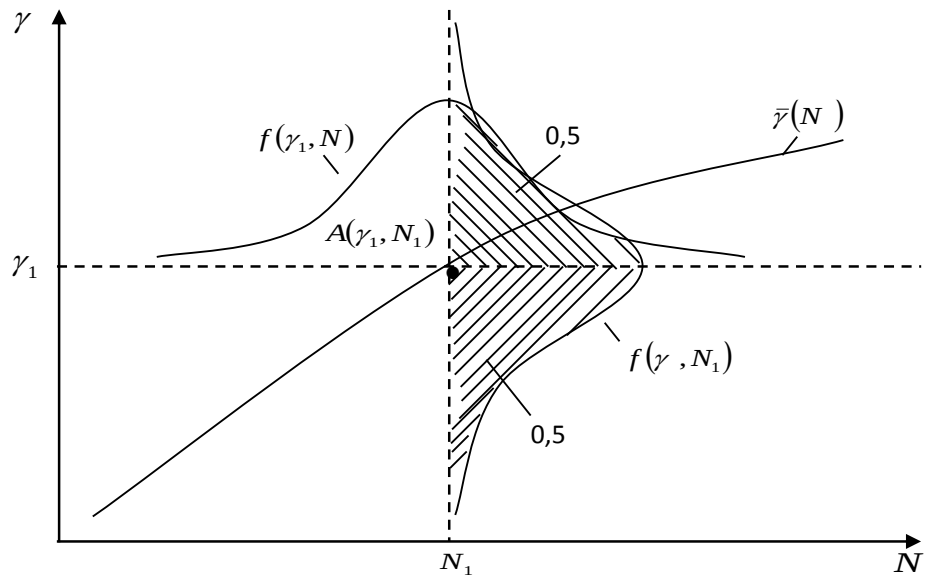
որտեղ $f(\gamma, N_1)$ -ը մակերևույթի հավասարումն է (նկ.) [4,6]:

Ներածենք ԻՄ-ի հարթակի հաղորդաշերտերի թվի անբավարարության ռիսկ հասկացությունը, որը ներկայացնում է հավանականություն, որ N_1 քանակությամբ

տարրերի հանմար պահանջվող ՀՇ-երի թիվն ավելի մեծ կլինի, քան առկա ՀՇ-երի թիվն է:

$$R = P[m(N_1) > m_1] = 1 - P_n : \quad (3)$$

Ինչպես երևում է (2)-ից և (3)-ից, որքան մեծ է հաղորդաշերտերի γ_1 թիվը, այնքան փոքր է նրանց անբավարարության ռիսկը, հետևաբար՝ այնքան մեծ է բոլոր տարրերի էլեկտրական միացումների լարային երկարություններն իրականացնելու հավանականությունը: Որպեսզի ԻՄ-ի տարրեր էլեկտրական կապերի լարային միացումները հուսալիորեն իրականանան, անհրաժեշտ է ՀՇ-երի անբավարարության ռիսկը հասցնել զրոյի:



Նկ. Հաղորդաշերտերի γ թվի կախումը տարրերի N քանակից

Համաձայն ԻՄ-ի հարթակի մոնտաժային դաշտի ՀՇ γ թվի՝ տարրերի N քանակից կախվածության հավանականային մոդելի, $\gamma(N_1)$ -ն ունի հավանականությունների նորմալ բաշխում: Դա նշանակում է, որ ցանկացած γ_1 վերջավոր արժեքի համար (2)-ից և (3)-ի համաձայն՝ $P_\gamma < 1, R > 0$:

Սակայն հայտնի է [7], որ ցանկացած նորմալ բաշխման X պատահական մեծությունների համար, որոնց մաթեմատիկական սպասումը γ_x է, ստանդարտ շեղումը՝ σ_γ , տոկոսի տասնորդական մասի ճշտությամբ, իրավացի են հետևյալ արտահայտությունները.

$$\begin{cases} P(x < \gamma_x) = 0,5, \\ P(x < \gamma_x + \sigma_x) = 0,84, \\ P(x < \gamma_x + 2\sigma_x) = 0,98, \\ P(x < \gamma_x + 3\sigma_x) \approx 1: \end{cases} \quad (4)$$

Մրա հիման վրա կարելի է որոշել N_1 տարրերի քանակով ԻՄ-ի հաղորդաշերտերի γ_1 թիվը, որն ապահովվում է հաղորդաշերտերի անբավարարության ռիսկի ամրակցված արժեքով:

$$\begin{cases} \gamma_1(R = 0,5) = \bar{\gamma}(N_1), \\ \gamma_1(R = 0,16) = \bar{\gamma}(N_1) + \sigma_\gamma(N_1), \\ \gamma_1(R = 0,02) = \bar{\gamma}(N_1) + 2\sigma_\gamma(N_1), \\ \gamma_1(R = 0) = \bar{\gamma}(N_1) + 3\sigma_\gamma(N_1), \end{cases} \quad (5)$$

որտեղ $\bar{\gamma}(N_1)$ և $\sigma_\gamma(N_1)$ ը համապատասխանաբար N_1 տարրերի հաղորդաշերտերի թվի միջին արժեքն ու ստանդարտ շեղումն են:

Ինչպես հետևում է (5)-ից՝

$$\gamma_1(R = 0) = \bar{\gamma}(N_1) + 3\sigma_\gamma(N_1): \quad (6)$$

Այս դեպքում ապահովվում է հաղորդաշերտերի թվի անբավարարության գրոյական ռիսկը, հետևաբար և՛ ԻՄ-երի լցման առավելագույն գործակիցը: Հաղորդաշերտերի թվի հետագա մեծացումը իմաստ չունի, քանի որ այն բանի հավանականությունը, որ ԻՄ-երի հարթակի ՀՇ-երի թվի $[\bar{\gamma}(N_1) + 3\sigma_\gamma(N_1)]$ -ից մեծ լինելու հավանականությունը գործնականում հավասար է զրոյի:

Մյուս կողմից՝ առանց նկատելի կորստի կարելի է նվազեցնել ՀՇ-երի թիվը ստանդարտ շեղման մեծության չափով: Ըստ որում, (5)-ի համաձայն, ԻՄ-ի տարրերի N_1 քանակի էլեկտրական միացումների իրականացման հավանականությունը կկազմի 0,98, իսկ հաղորդաշերտերի թվի անբավարարության ռիսկը՝ ընդամենը 0,02: Դա նշանակում է, որ բոլոր ԻՄ-երից միայն երկու տոկոսի դեպքում կարող է հաղորդաշերտերի թիվն ավելի փոքր լինել, քան պահանջվում է տարրերի էլեկտրական միացումների լարային երկարությունների համար: Դա գործնականում չի ազդում ԻՄ-ի հարթակի ՀՇ-երի միջին լցվածության վրա: Այսպիսով, կարելի է հանձնարարել ԻՄ-ի հարթակի ՀՇ-երի թվի ընտրության հետևյալ սկզբունքը՝

$$\gamma_1 = \bar{\gamma}(N_1) + (2 \div 3)\sigma_\gamma(N_1), \quad (7)$$

որտեղ $\bar{\gamma}(N_1)$ -ը ԻՄ-ի N_1 տարրերի հաղորդաշերտերի թվի միջին արժեքն է, $\sigma_\gamma(N_1)$ -ն՝ հաղորդաշերտերի ստանդարտ շեղումը:

ԻՄ-ի հարթակի ՀՇ-երի թվի նման ընտրության դեպքում դրանց անբավարարության ռիսկը կազմում է $R \approx 0 \div 0,02$, և գործնականում ապահովվում է ԻՄ-ի N_1 տարրերի էլեկտրական կապերի լարային միացումների հուսալի իրականացումը:

Եզրակացություն. Այն հավանականությամբ, որ ԻՄ-ի տարրերի N քանակով պահանջվող հաղորդաշերտերի շրջվրդ մեծ է, քան ԻՄ-ի առկա (գործող) հաղորդաշերտերի թիվը, կարելի է դիտարկել ԻՄ-ի հաղորդաշերտերի անբավարարության ռիսկը:

ԻՄ-ի տարրերի ամրակցված քանակի դեպքում հաղորդաշերտերի թվի աճին զուգընթաց դրանց անբավարարության ռիսկը նվազում է, իսկ հաղորդաշերտերի թվի նվազման դեպքում՝ մեծանում:

ԻՄ-ի ՀՇ-երի սինթեզի դեպքում պետք է ձգտել նրա հաղորդաշերտերի թվի անբավարարության ռիսկերի փոքրացմանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Routing Density Analysis of ASICs, Structured ASICs, and FPGAs. Programmable Logic Design Line (0/19/2005) <http://www.soccentral.com/results.asp?CategoryID=563&EntryID=16716>
2. **Theis T.N.** The Future of Interconnection Technology // IBM J.Res. Develop.- May, 2000.- Vol. 44, No 3.- P. 379-390.
3. **Husikyan D.H., Aharonyan A.K.** The New Definition Method of the Conduction Printed Layers, Quantity, Area and Elements Putting Step in the Large Integral Scheme Platform of Basic Crystal // Proceedings of the Sixth International Symposium on CSNDSP, 23-25 July, 2008. Graz University of Technology.- Graz, Austria, 2008. – P. 606-608.
4. **Husikyan D.L., Aleksanyan D.M., Husikyan L.D.** Defining the Conducting Layers Number of a Circuit Field of a Basic Construction Board by the Probability Model // 8th IEEE, IET International Symposium on Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing, Poznan University of Technology.- Poznan, Poland, 18-20 July, 2012. 10.1109/CSNDSP.2012.6292714
5. **Усикян Д.О., Алексанян Д.М., Агаронян А.К.** Определение числа слоев базового кристалла больших интегральных схем // Труды Восьмой Международной научно – практической конференции “Современные информационные и электронные технологии “СИЕТ”-2007”.- Одесса, Украина, 2007.- С. 252.

6. **Усикян Д.О., Алексанян Д.М., Аветисян К.Г., Матевосян О.Т.** Определение числа слоев проводников монтажного поля ИС // Труды Восьмой Международной научно-практической конференции “Современные информационные и электронные технологии “СИЕТ”-2014”.- Одесса, Украина, 2014. - С. 252.
7. **Вентцель Е.С.** Теория вероятностей. – М.: Наука, 1962.- 564 с.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 02.02.2016:

Д.М. АЛЕКСАНИЯН, Д.О. УСИКЯН

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА ЧИСЛА ПРОВОДЯЩИХ СЛОЕВ МОНТАЖНОГО ПОЛЯ ПОДЛОЖКИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЫ

С помощью вероятностной модели разработан метод, посредством которого определяются среднее значение числа проводящих слоев монтажного поля подложки интегральной схемы, стандартное отклонение и риск нехватки числа проводящих слоев монтажного поля.

Ключевые слова: интегральная схема, монтажное поле, подложка, число слоев, функция распределения, стандартное отклонение.

D.M. ALEKSANYAN, D.H. HUSIKYAN

DEVELOPING A METHOD FOR THE SYNTHESIS OF THE TRANSMITTING LAYER NUMBER OF THE INTEGRAL SCHEME SUBSTRATE INSTALLATION FIELD

A method has been developed with the help of the probabilistic model by which the average value of the number of the transmitting layer of the installation field of the IC substrate, the standard deviation and the risk of deficiency of the transmitting layer of the installation field are determined.

Keywords: integrated circuit, installation field, substrate, number of layers, distribution function, standard deviation.