

MIKROELEKTRONIKA QURILMALARNI SIFATLI BOSHQARISH

Askarova Fotima Araboy qizi

Farg'ona ICHSHUI kasb-hunar maktabi

Maxsus fan o'qituvchisi

Annotasiya: *mikroelektronika qurilmalarni sifatli boshqarish haqida ma'lumotlar berilgan.*

Kalit so'zlar: *mikroelektronika, elektron uzellar, integral sxema, tranzistor, yarim o'tkazgich.*

Mikroelektronika - elektron uzellar, bloklar va qurilmalarni juda mitti integral qurilmalar tarzida yaratish bilan shug'ullanadigan elektronika sohasi. 20-asr 60-yillarida vujudga keldi. Qattiq jism fizikasi M.ning asosi hisoblanadi.

Ayrim qurilmalarda alohida tayyorlangan bir necha ming elektron lampa, tranzistor, kondensator, rezistor, transformator va boshqalarni qo'llab, ularni kavsharlab yoki payvandlab yig'ilishi natijasida apparatlar kupol bo'lgan. Bosma montaj, mikromodul, integral sxemaning yaratilishi bilan bu kamchiliklar deyarli bartaraf qilindi.

Bu sohaning vujudga kelishi radioelektron apparatlarni mikrominiatyuralashga (mittilashga) imkon berdi. Integral sxema (mikrosxema) hisoblash texnikasi va kosmik sistemalarda ham, xo'jalikda ishlatiladigan apparatlarda ham qo'llaniladi. Yarimo'tkazgichli integral sxemalar 1959-61 yillarda yaratildi. Bunday integral sxemalarning integrallash darajasi yuqori (bitta yarimo'tkazgich kristallida 10000 gacha va undan ko'pelement). Guruxlab tayyorlash usuliga o'tish yo'li bilan yarimo'tkazgichli material plastinkalaridagi aktiv (diodli, tranzistorli) elementlar tayyorlash texnologiyasining takomillashtirish bosma montaj texnikasining va passiv mikrominiatyur komponentlarni yaratish texnologiyasining rivojlanishiga, bu esa, o'z navbatida, plyonkali integral sxemalarni ishlab chiqishga olib keldi.

Integral sxemalarning barchasi ishlash belgilariga qarab raqamli (mantiqiy) va chizikli xillarga bo'linadi. Raqamli integral sxemalar EHMLarda ishlatish uchun, chizikli integral sxemalar esa, asosan, elektr signallar (kuchaytirish, modulyasiya va boshqalar)ni chizikli kattaliklarga aylantirish uchun mo'ljallangan.

Tizimning barqaror ishlashining eng muhim shartlaridan biri — tashkil topuvchilarning ishonchlilik va sifati bo'lib hisoblanadi. Bu birinchi navbatda mikroprotssessorlar va boshqa zamonaviy mikrosxemalarga tegishli bo'ladi.

Loyihalash bosqichidayoq signallarning tarqalishi va ularni sinxronlashtirish

modellashtiriladi, shuningdek, mikrosxema va tizim butun tizim darajasida ham, tarkibiy qismlar darajasida ham modellashtiriladi. Masalan, Intel protssessorlari birgina ishlab chiqish bosqichining o'zida 176 kvadrillion (ya'ni 176×10^{15}) sikl tekshirishlardan o'tadi. Namunalar ishlab chiqarilgandan keyin elektr parametrlarini

qat'iy testlar va tekshirishlardan o'tkazish, shuningdek turli operatsion tizimlar, ilovalar va yuzlab periferiya qurilmalari bilan birlashtirish mumkinligini har tomonlama sinovlardan o'tkazish amalga oshiriladi. Tekshirish 600 tadan oshiq dasturiy ilovalardan foydalanish bilan 250 mingtadan oshiq alohida testlarni o'z ichiga oladi va 6-8 hafta davomida kechayu-kunduz davom etadi. Bu operatsion tizimlar, ilovalar, tarmoq qurilmalari va apparatli tarkibiy qismlarning juda keng spektrini birlashtirish va ularning optimal unumdorligiga erishish imkonini beradi.

Tranzistorlarning o'lchamlari doimo kichrayib borayotganligi sababli kristallarda xatolarning paydo bo'lish ehtimoli ortadi. Shu sababli ularning ishlashining ishonchliligi va sifati birinchi planga chiqadi. Buning uchun yetakchi ishlab chiqaruvchilar turli nazorat qilish, tahlil qilish va korreksiyalash uslublarini ishlab chiqmoqdalar va ulardan foydalanmoqdalar. Ularning asosida qattiq jismlar fizikasi, optika va boshqa fanlarning eng zamonaviy ilmiy yutuqlari, shuningdek

nanotexnologiyalar yotadi.

Yarim o'tkazgichlarni ishlab chiqaradigan fabrikalar faqatgina maxsus materiallar, boltlar, konstruktiv elementlar, asbob-uskunalar va hokazolardan foydalanadi.

Qo'shimcha o'lchashlar fundament va qurilmalarning vibrobarqarorligiga ishonch hosil qilish uchun zarur bo'ladi. Amaldagi fabrika – bu bir-biridan unchalik katta bo'lmagan (10 sm gacha) oraliqlar bilan ajratilgan bir nechta binolardan tashkil topadi va har bir bino o'zining fundamentiga ega bo'ladi. Bu tashqi manbalardan keladigan vibratsiyalarni ham (avtotrasport, poezdlardan), asbob-uskunalarining o'zlarining vibratsiyalarini ham so'ndirishga yordam beradi.

Mikrosxemalarning kristallari nazorat qilinadigan va juda toza havo sharoitlarida ishlab chiqarilishi lozim. Mikrochiplardagi funksional elementlar juda

kichik bo'ladi va shu sababli plastinkaga tushgan har qanday begona kelib chiqishli zarracha (chang, tutun zarrachasi va boshqalar)butun kristallni ishdan chiqarishga qodir bo'ladi.

Zamonaviy yarim o'tkazgichlarni ishlab chiqarish sanoatida foydalaniladigan 1-klassli "toza xona" lar jarrohlik operatsiyalari o'tkaziladigan xonalarga qaraganda qariyb ming martaga toza bo'ladi. «Toza xona» havoning tozaligini filtrlash, qurilmalardan iflosliklarni chiqarib yuborish, havoni shiftdan polga qarab laminar ko'chirish, harorat va namlikni rostlash bilan boshqaradi. Odamlar "toza xona" larda butun soch qoplamini yopadigan maxsus skafandrlarda, maxsus talab qilinadigan hollarda esa – maxsus nafas olish tizimi bilan yuradi. Vibratsiyalarni bartaraf qilish uchun toza xonalar maxsus vibrohimoyali fundamentga joylashtiriladi.

Hozirgi kunda mikrosxemalarning kremniy kristallarida xatolar va muvaffaqiyatsiz joylarni aniqlash va bartaraf qilish uslublari ishlab chiqilgan.

Bloklarni ham, kristall yuzasidagi alohida tranzistorlarni ham to'g'irlash mumkin. Birinchidan, "yemiradigan" tahlil qilish juda keng qo'llaniladi.

Mikrostrukturalarning ko'pgina muhim parametrlarini faqatgina yemiradigan usul bilan o'lchash mumkin. Buning uchun tayyor kristallarda ko'ndalang kesimlar yoki qirqimlar qilinadi. So'ngra fizikada ma'lum bo'lgan uslublar – optik mikroskopiya, skanerlaydigan elektron mikroskopiya, yorug'likli yuqori yechimli elektron mikroskopiya, rentgen difraksiyasi, atom-kuch mikroskopiya va boshqalar qo'llaniladi. Masalan, skanerlaydigan elektron mikroskopiya – yaratiladigan strukturalar – tranzistorlar, metall qatlamlari va ularning o'rtasidagi qarshilik kontaktlarining geometrik o'lchamlarini nazorat qilishning tezkor va qulay uslubidir. Zamonaviy texnologik qurilmalarda bunday mikroskop ion to'pi bilan to'ldirilgan. Fokusslangan ion nuri yordamida kristallning kerakli joyida unchalik chuqur bo'lmagan vertikal ariqcha ochiladi, bu mikrosxemaning yuqorigi qatlamlarining kesimi elektron mikroskopda burchak ostida ko'rinishi uchun qilinadi. Xuddi shu tarzda strukturalarning ba'zi bir elektron xususiyatlarini ham aniqlash, shuningdek plastinkaning yuzasidagi nuqsonlarning sonini nazorat qilish mumkin.

Xuddi shunday tarzda yuqori yechimli mikroskopiya ham kerakli kesimlar ochiladi, bu ko'pincha zamonaviy nanotranzistorlarning yechimlarini tahlil qilish uchun qo'llaniladi. Bu yerda atomar qatlamlarni elementli tahlil qilish ham mumkin — masalan, qatlamda azotning taqsimlanishini o'lchash mumkin.

Yuzani tahlil qilishning an'anaviy usublari yordamida kremniy qatlamlarining aralashma atomlar bilan legirlanganlik profili o'lchanadi.

Fotoelektron mikroskop zatvorning dielektrigida azotning konsntratsiyasini o'lchaydi. Atom-kuch mikroskopi yuzalarning g'adir-budurligini va o'tirg'iziladigan material donlarining o'lchamini aniqlaydi.

Bundan tashqari, tayyor strukturalar turli elektr testlaridan, masalan, elektromigratsiya va dielektrik o'yilishga testlardan o'tkaziladi. Elektromigratsiya testlari mikroprotsessorning tutashmalaridagi qarshilik kontaktlarining sifatini aniqlash va butun strukturaning yashash vaqtini aniqlash uchun zarur bo'ladi.

Kontaktlarning yashash vaqtini hisoblash uchun oshirilgan harorat-350–360 gradus Selsiyda testlar o'tkaziladi. Yashash vaqti to'g'risida ma'lum bir vaqt davomida kontaktlarning yemirilish darajasi bo'yicha fikr yuritish mumkin. So'ngra jarayon protsessorning shtatli ishchi haroratlariga ko'chiriladi. Zatvorning ostidagi kremniy dioksidining dielektrik o'yilishi — zamonaviy tranzistorlarning eng katta kamchiligi bo'lib hisoblanadi. Hozirgi kunda zatvorning ostidagi dielektrik juda yupqa qilib ishlanadi (zamonaviy protsessorlarda 1,4-1,2 nm yoki besh-oltita atomar qatlam), shu sababli uning izolyatsiyalash xususiyatlari vaqt o'tishi bilan yomonlashadi. Bunday yupqa qatlamga qo'yiladigan unchalik katta bo'lmagan $\sim 1,4$ V ishchi kuchlanish juda ulkan — 1×10^6 V/m atrofida elektr maydoniga mos keladi (maishiy elektr o'tkazgichlarning vanil izolyatsiyasi bundan qariyb ming marta kichik maydonga hisoblangan). Dielektrik o'yilishga nisbatan yashash vaqti bir qator stress-testlar – oshirilgan kuchlanishlarda (2,0–2,9V), oshirilgn haroratda va katta maydonli tranzistorlarda o'tkaziladigan testlar yordamida aniqlanadi.

Olingan natijalar tranzistorlarning real o'lchamlari va ish sharoitlariga

o'tkaziladi va yo'l qo'yiladigan sizish tokining spesifikatsiyalari bo'yicha o'rtacha yashash vaqti hisoblanadi.

Mikrosxemalarning kristallarini zamonaviy optik tashxislash infraqizil diapazondagi impuls lazerli mikrozonddan foydalanadi. Lazer nuri orqa tomondan

(metall qatlamlari bo'lmagan tomondan) mikrosxema kristallining tagligi orqali o'tadi va ishlayotgan tranzistorlarning oqib kirish-oqib chiqishlari va kanallarida

fokuslanadi. Qaytarilgan kuchsiz optik signal tranzistorning kanalida zaryadlar va kuchlanishning o'zgarishiga muvofiq modullanadi. Optik datchikdan olingan ishlov

berilgan signallar bevosita mikroprotssessor ishlayotgan paytda har qanday tranzistorni detalli tahlil qilish imkonini beradi. Skanerlaydigan lazer nuri mikrosxemaning tanlangan uchastkasida yaxshi yechim bilan tranzistorlarning manzara kartasini berishi mumkin. Yarim o'tkazgichli strukturalarni tahlil qilishning boshqa bir zamonaviy kontaktsiz uslubi vaqt yechimli spektroskopiya bo'lib hisoblanadi. Almashib ulanadigan tranzistorlar kuchsiz infraqizil yorug'lik chaqnashlarini nurlatadi (taxminan har 10 mingta almashib ulanishda bitta foton chiqadi). Bu fotonlarni vaqtda hisoblash tranzistorga hech qanday ta'sir ko'rsatmasdan tranzistorning ishlashining ossillogrammalarini olish imkonini beradi. Bu yerda vaqtda pikosekund yechim va kenglikda submikron yechimga erishish mumkin.

Yana bir uslubning asosiy g'oyasi — lazer ishlayotgan mikrosxemaning yuzasini skanerlaydi va nur kritik rejimda (ishonchlilikning kam zahirasi bilan) ishlayotgan elementga tushganda test uziladi. Shu tariqa ularning ishlashi mikrosxemaning uzilish bilan ishlashiga olib kelishi mumkin bo'lgan ko'proq zaif uchastkalar aniqlanadi.

Aniqlangan nuqsonlarni bartaraf qilish uchun yo'lga qo'yishning dastlabki

bosqichida kremniy nanojarrohligidan keng foydalaniladi. Odatda mikrosxemalarning chiplarida asosiy sxemada harakatga keltirilmaydigan tranzistorlarni joylashtirish uchun mo'ljallangan qandaydir bir joy ko'zda tutiladi. Aytaylik, tashxislash jarayonida nuqson aniqlangan bo'lsin va kompyuterda modellashtirish sxemaga qo'shimcha elementni kiritish bilan bu nuqsonni bartaraf qilish mumkinligini ko'rsatgan bo'lsin. Shunda tekshirish uchun nanojarrohlikdan foydalaniladi, u zarurat bo'lganda hatto tutashmalarni qirqish bilan zahira elementni to'g'ridan-to'g'ri kristalldagi asosiy sxemaga kiritish imkonini beradi. Bunday operatsiyani o'tkazish uchun kristallning orqa tomonida (taglikda) eritish yo'li bilan torayib boruvchi chuqurchalar ochiladi. Aniq eritish joyi optik uslublar bilan aniqlanadi, bunda eritish jarayonida chuqurchaning holati doimo korreksiyalab turiladi. Chuqurcha sxema bilan kontaktga yetib borgandan keyin ishonchli elektr kontaktini hosil qilish uchun u metallashtiriladi. Sxemaning turli uchastkalarida olingan metall kontaktlarni plastinkanig orqa tomonidan tutashmalar purkash bilan kerakli ketma-ketlikda o'zaro tutashtirish mumkin.

Kristallning modifikatsiyalangan elektron sxemasi yana bir marta diqqat bilan tekshiriladi, agar nuqsonlarni to'g'irlash muvaffaqiyatli o'tgan bo'lsa, yangi fotoshablonlar

ishlab chiqiladi. Agar to'g'irlash protsedurasi qoniqarli natijalarni bermasa, operatsiyani qayta-qayta takrorlash mumkin (operatsiya bor-yo'g'i bir necha soat vaqtni oladi).

Tasvirlangan usul uchta darajadagi muammolarni bartaraf qilish uchun qo'llaniladi:

- Faoliyat ko'rsatishdagi xatolar;
- Unumdorlikning yetarli emasligi;
- Energiya iste'moli bilan bog'liq muammolar.

Xususan, kristallarning ishchi chastotalarini yetarlicha tezkorlik bilan oshirish, iste'mol qilinadigan quvvatni kamaytirish, yaroqli kristallarning chiqishini oshirishga muvaffaq bo'linadi.

Energiya iste'moli bilan bog'lanadigan muammolarni tahlil qilish va bartaraf qilish uchun infraqizil mikroskop qo'llaniladi, u kristall ishlayotganda oshiqcha qizigan uchastkalarini (hatto alohida tranzistorlargacha) kuzatish imkonini beradi. Olingan

termomikrogrammalardan kristallda oshiqcha sizish joylarini, ko'proq qizigan elementlarni qidirish, kristallarni yaxshilash bo'yicha yechimlarni ishlab chiqish uchun foydalaniladi.

FOYDALANILGANADABIYOTLAR:

1. А.А.Афанасьев. А.А.Погонин “Физические основы измерений и приборы» Учебное пособие Изд-во Инфа-М. 2018

2. М.Ю.Рачков. «Физические основы измерений» Из-во Юрайт М.2017

3. Zokirov, S. I., Sobirov, M. N., Tursunov, H. K., & Sobirov, M. M. (2019). Development of a hybrid model of a thermophotogenerator and an empirical analysis of the dependence of the efficiency of a photocell on temperature. Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers, 15(3), 49-57.

4. Горовик, А. А., & Турсунов, Х. Х. У. (2020). Применение средств визуальной разработки программ для обучения детей программированию на примере Scratch. Universum: технические науки, (8-1 (77)), 27-29.

5. Tursunov, H. H., & Hoshimov, U. S. (2022). TA'LIMTIZIMIDAKO'ZIOJIZO'QUVCHILARNIINFORMATIKAVAAXBOROTTEKNOLOGIYALARIFA NIDAO'QITISHTEKNOLOGIYALAR. Новости образования: исследование в XXI веке, 1(5), 990-993.

6. Hamidullo'g'li, T. H. (2022). HOZIRGI KUNNING DOLZARB IMKONIYATLARI. JAWS VA NVDA DASTURLARI. Scientific Impulse, 1(2), 535-537.