

О. В. Борисов

Мікроелектроніка

МІКРОЕЛЕКТРОНІКА (від мікро... і електроніка) - напрям електроніки, що охоплює фізичні принципи дослідження, розроблення та виготовлення електронних виробів у мікромініатюрному виконанні. Завданням М. є створення високонадій., багатофункціонал., швидкодіючої, енергоощад. та економічно ефектив. електрон. апаратури з мін. розмірами та вагою. Мініатюризація електрон. апаратури пройшла декілька етапів, гол. з яких пов'язані зі створенням біполяр. транзистора (1948), заміною електровакуум. ламп на напівпровідник. прилади та з винаходом інтеграл. схеми (1958). М. охоплює інтеграл., функціонал. та вакуумну електроніку, акустоелектроніку тощо. Основою сучас. М. є напівпровідник. інтеграл. мікросхеми (ІМС) - мікросхеми, всі елементи та міжелементні з'єднання яких виконані у приповерхн. шарі та на поверхні напівпровідник. матеріалу у вигляді сполучення ділянок з різним типом електропровідності та плівок з різними електрофіз. властивостями. ІМС виготовляють переважно з надчистого монокристаліч. кремнію. У напівпровідник. ІМС використовують унікал. властивості напівпровідників, що дають змогу шляхом склад. фіз.-технол. прийомів утворювати на одній монокристаліч. пластині як активні (діоди, біполярні транзистори, транзистори на структурах метал-діелектрик-напівпровідник; МДН), так і пасивні (резистори, конденсатори) елементи, об'єднані у функціонал. вузли та пристрої. Технологія виробництва ІМС дуже складна та потребує прецизій. обладнання. Заг. кількість технол. операцій перевищує 500, а тривалість технол. циклу сягає 50 діб. Осн. технол. операціями є мех. і хім. очищення кремнієвих пластин, термічне окислення, літографія, легування (дифузія, іонне бомбардування), травлення, нанесення метал. плівок тощо. Сучасне виробництво ІМС базується на планар. технології (розроблено 1959), що дає змогу в єдиному технол. процесі одночасно обробляти десятки кремнієвих пластин, кожна з яких містить по декілька тисяч чіпів. Осн. елементом біполяр. ІМС є біполяр. транзистор n-p-n типу, на виготовлення якого орієнтовано весь технол. цикл. Інші елементи

виробляють за тією ж технологією одночасно з цим транзистором, враховуючи велику кількість елементів на одному чіпі ІМС, що розташ. на дуже близькій відстані, постає проблема негатив. впливу одного елемента на ін. У планар. технології цю проблему вирішують ізоляцією елементів за допомогою плівки SiO₂ а також за допомогою зворотньоозміщених р-п переходів. Осн. елементом МДН ІМС є МДН-транзистор з індуков. каналом. Інші елементи створюють також в єдиному технол. циклі з виготовленням транзистора. Перевагою МДН ІМС є те, що її елементи не потребують ізоляції, це дає можливість розташовувати їх ближче один до одного та підвищувати коефіцієнт використання площі чіпа. Показником функціонал. складності ІМС є ступінь інтеграції $k = \lg N$ (N - кількість елементів ІМС, k - порядок чисел кратних 10). За ступенем інтеграції ІМС прийнято поділяти на малі (МІМС, k = 1; 2), середні (СІМС, k = 3; 4), великі (ВІМС, k = 5; 6), надвеликі (НВІМС, k = 7; 8), ультравеликі (УВІМС, k > 8). Надвисокий ступінь інтеграції сучас. ІМС дає змогу створювати на їхній базі однокристал. ЕОМ, мікроконтролери, мультипроцесори. Ускладнення ІМС за рахунок зменшення розмірів елементів пов'язане з низкою обмежень, що важко подолати. Серед них - обмеження за тепл. бар'єром, швидкодією, надійністю, з кількістю зовн. виводів, довжиною метал. з'єднань. Тому подальше зростання функціонал. можливостей інтеграл. схем пов'язують з розвитком функціонал. електроніки та наноелектроніки. 1995 затв. держ. стандарт України «Мікросхеми інтегровані. Терміни та визначення».

Рекомендована література

1. Бобровский Ю. Л. и др. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника. Москва, 1998;
2. Твердотельная электроника: Сб. Москва, 2009;
3. Свечников Г. С. Интегральная микроэлектроника: ограничения и перспективы. О., 2010.

Бібліографічний опис:

Мікроелектроніка / О. В. Борисов // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. - К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2019. - Режим доступу:

<https://esu.com.ua/article-67578>

([докладніше](#)).