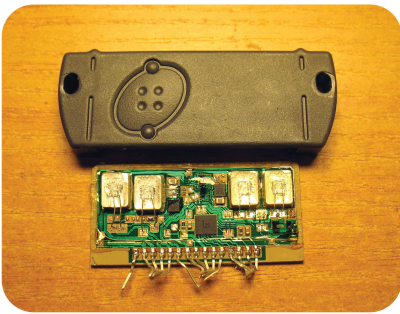




საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

ქართული ენციკლოპედიის ი. აბაშიძის სახელობის მთავარი სამეცნიერო რედაქცია

ინტეგრალური სქემები



ინტეგრალური სქემა

ინტეგრალური სქემები, თანამედროვე ელექტრონიკის ძირითადი ელემენტური ბაზა. ინტეგრალური სქემა (მიკროსქემა) ეწოდება მიკროელექტრონულ ხელსაწყოს, რიც ასრულებს ელექტრომაგნ. სიგნალების მიღების, გარდაქმნისა და დამუშავების, აგრეთვე ინფორმაციის შენახვის გარკვეულ ფუნქციას, ხასიათდება ელემენტების ჩანაცობის მაღალი სიმკვრივით, მზადდება ერთიან ტექნოლ. ციკლში ერთ საფენზე, კონსტრუქციულად განუყოფელია და

გამოცდის, მიღების, მინოდებისა და ექსპლუატაციისადმი წაყენებული მოთხოვნების თვალსაზრისით განიხილება როგორც ერთი მთლიანი.

ფიზიკურად ი. ს. წარმოადგენს ერთ საფენზე განთავსებულ ერთმანეთთან დაკავშირებულ კომპონენტთა (დიოდების, ტრანზისტორების, კონდენსატორების, რეზისტორების და სხვ.) ერთობლიობას, რიც ასრულებს ინფორმაციის გარდაქმნის გარკვეულ ფუნქციას.

ტერმინი „ინტეგრალური“ აღნიშნავს იმ ფაქტს, რომ ი. ს-ის კომპონენტები კონსტრუქციულად გაერთიანებულია (ინტეგრირებულია) ერთ ხელსაწყოში, რ-საც უფრო რთული ფუნქციის შესრულება შეუძლია, ვიდრე ცალკეულ კომპონენტებს.

კომპონენტებს, რ-ებიც შედის ი. ს-ის შემადგენლობაში და რ-ებიც არ შეიძლება გამოიყოს მისგან დამოუკიდებელი ხელსაწყო სახით, ეწოდება ი. ს-ის ელემენტები.

პირველი ი. ს. შეიქმნა XX ს. 60-იანი წლების დასაწყისში ნახევარგამტარების ფიზ. და ტექნოლ., აგრეთვე ელექტრონიკის განვითარების შედეგად. ი. ს-ის შექმნამ და მათი წარმოების განვითარებამ განაპირობა ელექტრონიკის პერსპექტიული მიმართულების – მიკროელექტრონიკის წარმოშობა.

ცნობილია ორი პრინციპულად სხვადასხვა ი. ს. – ნახევარგამტარული და ფიროვანი. ნახევარგამტარული ი. ს. არის მიკროსქემა, რ-ის ელემენტები შექმნილია ნახევარგამტარის ზედაპირულ ფენაში. ფიროვანი ი. ს-ში ელემენტებია სხვადასხვა ფირები, დაფენილი დიელექტრიკულ ფუძეზე. ფირების დაფენის მეთოდისა და ამასთან დაკავშირებული დაფენილი ფენის სისქის მიხედვით არჩევენ თხელფენოვან (1–2 მკმ) და სქელფენოვან (10–20 მკმ) სისქის ი. ს-ს. დაფენილი პასიური ელემენტების შემცველ ფუძეზე აქტ. ელემენტების (დიოდების, ტრანზისტორების) განთავსებით და პასიურ ელემენტებთან მათი შეერთებით მიიღება ე. წ. კ ი ბ რ ი დ უ ლ ი ი. ს. ზოგჯერ აქტ. ელემენტებს ამზადებენ ნახევარგამტარული კრისტალის ზედაპირულ ფენაში, ხოლო პასიურ ელემენტებს – ამ კრისტალზე წინასწარ შექმნილ იზოლირებულ ფენაში. ასეთ ი. ს-ს უწოდებენ შ ე თ ა ვ ს ე ბ უ ლ ს . თანამედროვე მიკროელექტრონიკის საფუძველს წარმოადგენს ნახევარგამტარული ი. ს.; ფიროვანი ი. ს. თითქმის აღარ გამოიყენება. ნახევარგამტარული ი. ს-ის განვითარება განაპირობა ტრანზისტორების მიღების პლანარული (ბრტყელი) ტექნოლ. შექმნამ. ასეთი ი. ს. იყოფა ორ კლასად: ბიპოლარული და ი. ს. სტრუქტურით მეტალი-დიელექტრიკი-ნახევარგამტარი (ე. წ. მდნ სტრუქტურა).

ი. ს-ის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია ე. წ. ინტეგრაციის ხარისხი, რ-იც აჩვენებს კრისტალზე განლაგებული ელემენტების (მაგ., ტრანზისტორების) რაოდენობას და წარმოადგენს ი. ს-ის სირთულის შეფასების კრიტერიუმს. ინტეგრაციის ხარისხის მიხედვით არჩევენ მარტივ, საშუალო, დიდ და ბედიდ ი. ს-ს.

მიკროელექტრონიკის განვითარების ტენდენციას წარმოადგენს ინტეგრაციის ხარისხისა და ი. ს-ის მიერ შესრულებული ფუნქციის გაზრდა. ამჟამად ინტეგრაციის ხარისხმა მიაღწია 3 მილიონამდე ტრანზისტორს კრისტალზე, ხოლო ფუნქციურად ერთ ი.ს-ში წარმოდგენილია მთელი ელექტრონული სქემა (მაგ., მიკროპროცესორი). ინტეგრაციის ხარისხის გარდა ი. ს-ს ზოგჯერ ახასიათებენ ჩაწყობის სიმკვრივით. ჩაწყობის სიმკვრივე ეწოდება ელემენტების (ძირითადად, ტრანზისტორების) რაოდენობას კრისტალის ერთეულოვან ფართობზე (მმ²). ეს მაჩვენებელი ახასიათებს არსებულ ტექნოლ. დონეს.

ი. ს. მიიღება ერთ კრისტალზე მისი ყველა ელემენტისა და მათი შეერთებების ერთდროული შესრულებით ერთ ტექნოლ. ციკლში, რ-იც შეიცავს სხვადასხვა ფიზ.,

ქიმ., მეტალურგიულ და სხვა პროცესებს. ამათგან ძირითადია:
*ეპიტაქსია – ნახევარგამტარული თხელი ფენების გაზრდა კრისტალზე;

*დაჟანგვა – ჟანგეულის დაფენა ნახევარგამტარულ კრისტალზე;

*ამონამვლა – ნახევარგამტარულ სტრუქტურაში ლოკალური ადგილებიდან ჟანგეულის ფენების მოშორება (ე. წ. ფანჯრების გახსნა);

*ლეგირება – ნახევარგამტარში მინარევების შეყვანა დიფუზიის მეთოდით;

*ლითოგრაფია – ტოპოლოგიური სურათის გადატანა ნახევარგამტარის ზედაპირზე;

*მეტალიზაცია – კონტაქტებისთვის თხელი მეტალური ფენების დაფენა ნახევარგამტარულ სტრუქტურაზე.

ი. ს-ის წარმოების ტექნოლ. პროცესი მრვალოპერაციულია და ხანგრძლივი. დიდი ი. ს-ის დასამზადებლად სრულდება 800-ზე მეტი ოპერაცია; პროცესის ხანგრძლივობა 50 დღემდეა.

მიკროელექტრონიკაში ერთ ნახევარგამტარულ ფირფიტაზე მზადდება რამდენიმე ასეული (ათასეული) ი. ს.; ტექნოლ. ციკლში ერთდროულად მზადდება რამდენიმე ასეული ასეთი ფირფიტა, ანუ რამდენიმე ათასი (ასეული ათასი) ი. ს.

ი. ს-ის დამუშავების ძირითადი ეტაპებია:

* დაპროექტება (სქემოტექ. ეტაპი);

* კრისტალის დამზადება (ტექნოლ. ეტაპი);

* აწყობა, გაბომვა და გამოცდა (დამასრულებელი ეტაპი).

მთავარ ამოცანას, რ-იც დგას ი. ს-ის დამზადების სამივე ეტაპზე, წარმოადგენს მისი მაღალი ხარისხისა და საიმედოობის შესაბამისი დონის უზრუნველყოფა.

ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო შ ი სამეცნ.კვლ. ინ-ტ „მიონში“ მუშავდებოდა როგორც სტანდ. ი. ს., კერძოდ, ბიპოლარული ციფრული სქემები და ი. ს. შოტკის დიოდებით, ასევე ორიგინ. დამუშავების სხვადასხვა დანიშნულების (მ. შ. წრფივი) სქემები. მათი წარმოება მიმდინარეობდა „მიონის“ ქარხანასა და მის ორ ფილიალში (ქ. თელავი და წალკის რ-ნის სოფ. ავრანლო). წარმოება უშვებდა რამდენიმე ათეულ მილიონ ი. ს-ს წელიწადში. ინ-ტში ათვისებულ იქნა მდნ სტრუქტურების მიღების ტექნოლოგია და დამუშავდა ი. ს. ამ სტრუქტურებზე.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია „მიონის“ მიერ სპეც. ტიპის ი. ს-ის შექმნა სპეცტექნიკისათვის, ე. წ. „სილიციუმი საფირონზე“ სტრუქტურით; ამ მიმართულებით ინ-ტი წამყვანი იყო სსრკ-ის მასშტაბით. აქ მიმდინარეობდა ი. ს-ზე რადიაციის გავლენის შესწავლა, ინტენს. კვლევები გალიუმის არსენიდზე ი. ს-ის შესაქმნელად და სხვ.

„მიონისა“ და მისი ქარხნის მიერ გამოშვებული ი. ს. ფართოდ გამოიყენება სპეც. აპარატურაში, სამხ. ტექნიკასა და მასობრივი მოხმარების მონყობილობებში როგორც სსრკ-ის მასშტაბით, ისე საზღვარგარეთ. მილიონობით ი. ს. იგზავნებოდა ექსპორტზე.

ლიტ.: ბ ი ბ ი ლ ა შ ვ ი ლ ი ა., ნახევარგამტარული მიკროელექტრონიკა, თბ., 2009;
Е ф и м о в И. Е., К о з ы р ь И. Я., Г о р б у н о в Ю. И., Микроэлектроника,
М., 1987; M; Microelectronic circuits, ed.: A. S. Sedra, K. C. Smith., N.Y., 1987.

რ. ჩიქოვანი
