

1. КОНТРОЛ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВИ ПЛАСТИНИ И ИЗМЕРВАНЕ НА НЯКОИ ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ.

1.1 ТЕОРЕТИЧНИ ПРЕДПОСТАВКИ

Основа на инженерното проектиране на полупроводникови елементи е изходният материал - полупроводникова пластина /шайба/. След етапите на механичната обработка и химичното полиране и почистване тя притежава блестяща /огледална/ повърхност.

Предмет на по-нататъшна обработка са само пластини, преминали през контрол по различните методи на отделните технологични операции. Основните параметри, които биват измервани, са:

1. Геометрични размери- дебелина
2. Специфично съпротивление
3. Тип проводимост
4. Време на живот на неосновните токови носители
5. Дифузионна дължина на неосновните токови носители.

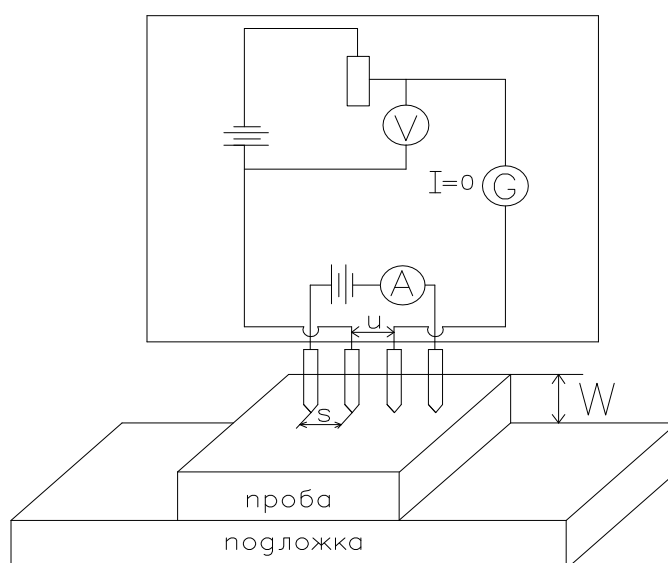
Последните два параметъра обикновено са по-интересни като параметри на един изготвен p-n преход. Тъй като по време на изготвянето пластината е подложена на различни по времетраене и характер технологични операции, тези параметри се различават съществено от параметрите на монокристалата. Ето защо в повечето практически случаи е по-интересно да се познават тези параметри като параметри на p-n прехода. По първия параметър, геометрични размери и външен вид, основният метод е измерване на дебелината чрез микрометър, а също така и тегловният метод за някои специални изследвания на дебелината на пластината и наблюдение на огледалната повърхност на пластината под микроскоп. Една особеност при определянето на външния вид на полупроводниковите пластини е случаят, когато има израснат епитаксиален слой. В случая полупроводниковите пластини се наблюдават с невъоръжено око, така че светлината да се отразява от пластината. Контролира се наличието на механични повреди върху нея.

Наличието на епитаксиален слой изисква също така измерване и на специфичното съпротивление, типа проводимост, дебелината на този слой.

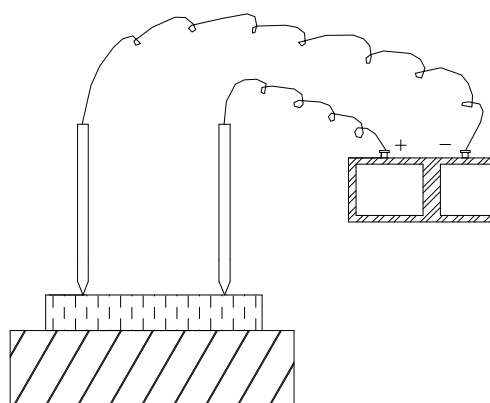
1.2.ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СПЕЦИФИЧНОТО СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВИТЕ ПЛАСТИНИ

За определяне на специфичното съпротивление на полупроводниковите пластини се използват няколко метода /едносондов, двусондов, трисондов и четиризондов/, от които най- голямо приложение е намерил четиризондовият метод. Принципната блок- схема на фиг.1.1. показва начина на работа.

На фигурата се вижда, че през двете външни сонди се подава ток през пробата /пластината/, а двете вътрешни сонди служат за измерване на пада на напрежение.



Фиг.1.1.Принципна блок- схема



Фиг.1.2.Определяне типа проводимост

Измерванията могат да се извършват с постоянно или променливо напрежение.

От тока I и напрежението U се определя търсеното специфично съпротивление ρ за хомогенни проби с определена геометрия.

Най- често срещаните случаи са: измерване на плоски проби /пластини/, чиято дебелина е много пъти по-малка от другите им размери, или слитъци от кристали.

Освен дебелината влияние върху измерването оказва и подложката, върху която лежи измерваната пластина /дали е метал или изолатор/. Това влияние се отразява с коригиращи коефициенти, с които се умножават получените резултати .

Коефициентите се задават графически или се вземат от таблици. Обикновено измерването се извършва в няколко точки на повърхността на пластината, като трябва да се има предвид, че когато измерването е близо до ръба на измерваната пластинка, е необходимо да се отчитат допълнителни коригиращи фактори. Четиризондовият метод може да бъде използван и за измерване и на тънки слоеве с крайни размери /дифузионни области/, сравними с разстоянията между сондите.

1.3. ОПРЕДЕЛЯНЕ ТИПА ПРОВОДИМОСТ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВА ПЛАСТИНА

Принципът за **определяне типа проводимост** на една полупроводникова пластина се състои в определяне поляритета на възникналото термоелектрическо напрежение. Следствие на нехомогенно загряване, концентрацията на електроните, примерно в един кристал с n – проводимост, ще бъде по- висока там, където е по- висока температурата. Нееднаквата концентрация поражда дифузия, в резултат на което горещата област се зарежда положително, а студената - отрицателно. При p - полупроводник горещата област се натовазва отрицателно. Температурната разлика може да бъде получена чрез контактуването с една топла и една студена сонда, съгласно фиг.1.2.

1.4.ЦЕЛ, ЗАДАЧИ И ОПИСАНИЕ НА УПРАЖНЕНИЕТО

1.4.1.Целта на това упражнение е да бъдат определени описаните в теоретичните предпоставки параметри на полупроводникови пластини, които се подготвят за участие в производството. Ще бъдат измервани параметри на полупроводникови пластини със и без епитаксиален слой.

Поставяйте последователно подготвените за упражнение пластини. Запишете резултатите. Променете мястото на сондите и отново запишете. Изчислете по заданието в теоретичните предпоставки специфично съпротивление. Коментирайте резултатите. Сменете пластината. Повторете измерванията. Поставете върху масичката на четиризондовия апарат изолираща подложка. Поставете измерена

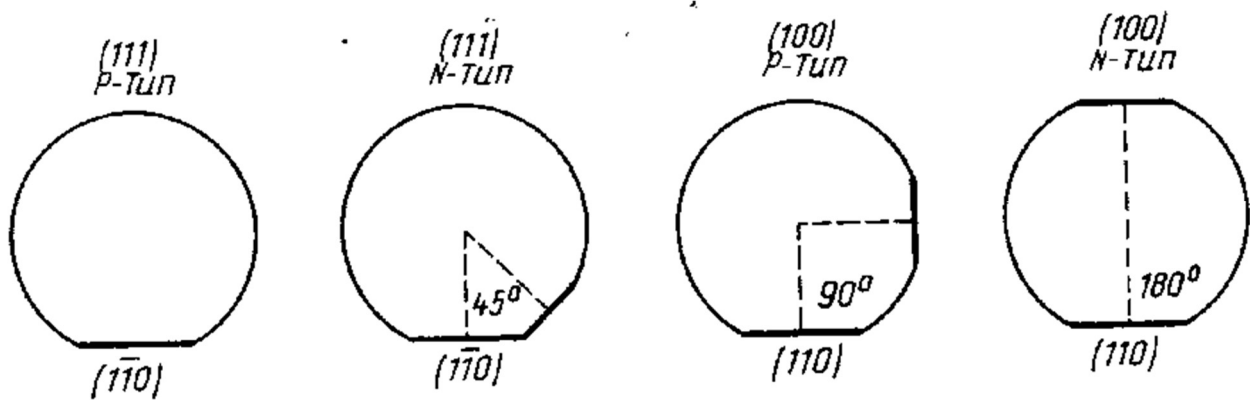
пластина и проведете аналогично измерване като зададете коригиращия фактор за непроводяща подложка. Изчислете специфичното съпротивление. Проведете измерванията в няколко точки на полупроводниковата пластина на разстояние до 0.5 см от ръба на пластината. Сравнете резултатите.

Поставете пластина с епитаксиален канал. Проведете измерването по четиризондовия метод. Отчетете, че епитаксиалният канал и пластината имат противоположна проводимост и използвайте съответно коригиращ фактор. Повторете измерването и отчетете влиянието на случайните фактори: натиск на остриетата, влага в помещението, повърхностни ефекти. Снемете пластината и поставете друга силициева пластина с дифузионни области. Използвайте правоъгълен отвор с дифузионна област с противоположен тип проводимост. Проведете измерванията и отчетете коригиращите фактори. Изчислете специфичното съпротивление. Изчислете по зададената дълбочина на дифузия листовото съпротивление на дифузионната област. Повторете измерването и използвайте и втория образец за упражнението.

За определяне типа на проводимост използвайте термосондите.

За целта включете загряването на топлата сонда. Поставете внимателно пластината на масичката под двете сонди. Спуснете сондите и отчетете на галванометъра по фиг.1.2. показаниято и неговия знак - плюс или минус. Обърнете пластината и измерете отново типа проводимост. Повторете измерването.

Снемете и поставете пластината под микроскоп и наблюдавайте в десет полета на два взаимно перпендикулярни диаметъра. Пребройте в тези полета броя на дефектите /точкови дефекти, драскотини, светли точки/ и отчетете плътността на дефектите в бр./см². Дефектите на опаковката могат да започват и в самия епитаксиален слой, затова за измерването използвайте тези дефекти, които имат най- големи размери. Използвайте същите образци за преброяване и определяне броя на дефектите върху пластината. Имайте предвид, че дефектите на опаковката могат да имат различна форма: триъгълници, прави линии, паралелни на страните на триъгълниците. По същия начин определете броя на дислокациите.. Поставете внимателно пластината и след това под микроскоп наблюдавайте отново в десет полета на два взаимно перпендикулярни диаметъра. В зависимост от използваните обектив и окуляр и преброените дислокации определете плътността на дислокациите. В най- общия случай това е числото около 10⁴/см².



1.4.2. Задачи на упражнението.

1. Пояснете методите за измерване и контрол на основните параметри на полупроводникови пластини.
2. Вземете внимателно една по една пластините и ги огледайте с невъоръжено око, така че светлината да се отразява от пластината под ъгъл $45^\circ \div 50^\circ$. По повърхността на пластините не се допускат матовост, окисни петна, микронеравности и драскотини. Това се отнася както за полупроводникови пластини без, така и за пластини със епитаксиален слой.
3. Измерете дебелината на две полупроводникови пластини без епитаксиален слой с помощта на микрометър и дебелината на други две силициеви пластинки с епитаксиалния слой.
4. Измерете по четирисондовия метод специфичното съпротивление на две полупроводникови пластини и специфичното съпротивление в две тестови силициеви пластини с проведена дифузия. Отчетете влиянието на коригиращите фактори.
5. Определете типа проводимост на две силициеви пластини по метода на термосондата. Вземете две други пластини и повторете определянето на проводимостта.
6. Пояснете връзката между термонапрежението и типа проводимост на пластината.