

म्हणून मागील लेक्चरमध्ये मी सेमीकंडक्टरमधील डोपिंगबद्दल बोललो होतो ज्याद्वारे आम्ही चालकता नियंत्रित करतो पुढे जाण्यापूर्वी आम्ही मागील लेक्चरमध्ये काय केले ते मी पुन्हा सांगू या , तर पहिली गोष्ट म्हणजे या सेमीकंडक्टरचे वहन गुणधर्म जे अचूकपणे नियंत्रित केले जाऊ शकतात.

हे खूप महत्वाचे आहे आणि म्हणूनच आपण सर्व प्रकारचे डोपिंग करतो आणि म्हणूनच सेमीकंडक्टर इतके महत्वाचे बनले आहेत कारण आपण केवळ सामग्रीच्या चालकतेचे मूल्य नियंत्रित करू शकत नाही तर विविध प्रदेशांमध्ये सामग्रीमध्ये देखील नियंत्रण करू शकतो. भिन्न चालकता प्रोफाइल आहे ज्यामुळे ते अत्यंत उपयुक्त ठरते मग आपण कसे आणि कोणते घटक आपण डोप करतो याबद्दल बोललो, म्हणून जर तुम्ही सिलिकॉन किंवा जर्मेनियमबद्दल बोलत असाल तर हे आमचे मॉडेल सेमीकंडक्टर आहे जे मी हे सर्व भौतिकशास्त्र देण्यासाठी वापरत आहे तुमच्याकडे सेमीकंडक्टरचे प्रकार आहेत.

त्यामुळे सिलिकॉन किंवा जर्मेनियममध्ये तुम्ही फॉस्फरस किंवा आर्सेनिक सारखी पेंटावॅलेंट अशुद्धता डोप केल्यास तो n प्रकार आपण त्याला n प्रकार नकारात्मक प्रकार म्हणतो आणि त्यामुळे वहन इलेक्ट्रॉन एकाग्रता छिद्राच्या एकाग्रतेपेक्षा खूप जास्त होते आणि त्यांना n प्रकार अर्धसंवाहक म्हणतात n म्हणजे ऋण y नकारात्मक चार्ज वाहक बहुसंख्य चार्ज वाहक इलेक्ट्रॉन वहन करणारे इलेक्ट्रॉन असतात आणि त्यांच्याकडे ऋण असते चार्ज म्हणून त्यांना n टाईप डोपेड सेमीकंडक्टर म्हणतात ठीक आहे मग आम्ही अशुद्धतेच्या पातळीबद्दल बोललो जर तुम्ही या पेंटावॅलेंट अशुद्धता सिलिकॉनमध्ये डोप केल्या असतील

तर तुम्हाला अशुद्धतेची पातळी मिळते जी कंडक्शन बँडच्या किंचित खाली असते आणि मी आणखी काही दहा मिली इलेक्ट्रॉन व्होल्ट्सबद्दल बोलू त्याबद्दल या विशिष्ट व्याख्यानात या अशुद्धतेच्या पातळीबद्दल आणि नंतर या स्तरांवर त्या अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन्सने कब्जा केला आहे जे अशुद्ध अणूद्वारे आणले जातात आणि ते हे स्तर भरतात आणि मग इथून इलेक्ट्रॉन्स कंडक्शन बँडवर उडी मारतात आणि अशा प्रकारे तुम्हाला बरेच काही मिळते.

थर्मल एनर्जीमुळे कोणत्याही मर्यादित तापमानात nh पेक्षा खूप मोठे त्यातील मोठी संख्या कंडक्शन बँडवर जाते आणि त्यामुळे कोणतीही आंतरिक एकाग्रता वाढते तेव्हा आंतरिक लक्षात ठेवा जेव्हा आपण कोणतीही अशुद्धता डोप करत नाही तेव्हा सामग्रीला आंतरिक म्हटले जाते आणि तेथे ne आणि nh समान असतात आणि संख्या स्वतः तापमानावर अवलंबून असते.

खोलीचे तापमान 10 ते पॉवर 10 प्रति सेंटीमीटर क्यूब या क्रमाने आहे परंतु जर तुम्ही पीपीएम प्रकारचे डोपिंग पार्लस प्रति दशलक्ष प्रकार डोपिंग केले तर ही एकाग्रता सुमारे 10 पॉवर 16 प्रति सेंटीमीटर क्यूब असू शकते आणि अशा प्रकारे तुम्ही आता चालकता वाढवाल.

इलेक्ट्रॉन एकाग्रता वाढते परंतु नंतर इलेक्ट्रॉन होल जोड्यांचे पुनर्संयोजन देखील वाढते आणि यामुळे संपूर्ण एकाग्रता कमी होते आणि कोणत्याही प्रकारच्या डोपिंगच्या कोणत्याही स्तरासाठी एनएच मध्ये स्थिर राहते, हे डोपिंगच्या डोपिंगपासून स्वतंत्र आहे आणि जर तुम्ही त्रिसंयोजक अशुद्धता डोप केली असेल तर बोरॉन किंवा अॅल्युमिनियम म्हणून जे संपूर्ण सांद्रता वहन इलेक्ट्रॉन एकाग्रतेपेक्षा जास्त करेल कारण ई अशुद्धता एक इलेक्ट्रॉन कमी घेऊन येत आहे आणि म्हणून त्या सहसंयोजक बॉन्डिंगमध्ये अशुद्धता अणूसह असलेले फक्त तीन इलेक्ट्रॉन भाग घेतात आणि चौथा बंध तुटतो आणि हा बंध अशुद्धता अणू आणि शेजारील सिलिकॉन अणू यांच्यामध्ये असतो आणि त्यामुळे निर्माण होते.

पुन्हा काही स्तर अशुद्धतेचे स्तर आणि हे स्तर व्हॅलेन्स बँडमधील इलेक्ट्रॉन्सद्वारे व्यापलेले असतात आणि अशा प्रकारे छिद्र तयार केले जातात आणि छिद्र सकारात्मक चार्ज वाहकांच्या समतुल्य असतात आणि म्हणूनच त्यांना p टाईप पॉझिटिव्ह टाईप पॉझिटिव्ह टाईप p टाईप सेमीकंडक्टर म्हणतात.

सिलिकॉन किंवा जर्मेनियममध्ये ही त्रिसंयोजक अशुद्धता तुम्ही डोप करता तुम्हाला हा p प्रकारचा सेमीकंडक्टर मिळेल जिथे संपूर्ण एकाग्रता इलेक्ट्रॉनच्या एकाग्रतेपेक्षा खूप मोठी असते.

इथे p प्रकारातील अर्धसंवाहकांमध्ये अशुद्धतेची पातळी व्हॅलेन्स बँडच्या किंचित वर तयार केली जाते आणि ती रिकामी असते.

कारण p प्रकारचे सेमीकंडक्टर तुम्ही कमी संख्येने अशुद्धता डोपिंग करत आहात बाह्य इलेक्ट्रॉन्स आणि म्हणून ते सर्व तुटलेले बंध आहेत पण ते जरा जास्त ऊर्जेवर आहेत जर एखाद्या इलेक्ट्रॉनला ते व्यापायचे असेल तर त्याला थोडी उर्जा आवश्यक आहे काही दहा मिली इलेक्ट्रॉन व्होल्ट उर्जा आणि ते थर्मल परस्परसंवादातून मिळवणे सोपे आहे आणि म्हणूनच व्हॅलेन्स इलेक्ट्रॉन या पातळ्यांवर उडी मारतात आणि तुम्हाला या व्हॅलेन्स बँडमध्ये अधिक छिद्रे मिळतात,

त्यामुळे व्हॅलेन्स इलेक्ट्रॉन या अशुद्धतेच्या पातळीपर्यंत जाऊ शकतात आणि व्हॅलेन्स बँडमध्ये छिद्र पाडू शकतात आणि या अशुद्धी टाकून पुन्हा एकदा एनएच वाढतात आणि ही संपूर्ण एकाग्रता खूप वाढवता येते.

पीपीएम प्रकाराच्या डोपिंगसाठी ते सुमारे 10 पॉवर 16 प्रति सेंटीमीटर क्यूब असेल तर आंतरिक एकाग्रता सुमारे 10 पॉवर 10 टक्के सेंटीमीटर क्यूब असेल तर येथेही एकदा संपूर्ण एकाग्रतेमुळे काही छिद्र जाण्याची आणि संवहनासह पुन्हा संयोजित होण्याची शक्यता वाढते.

इलेक्ट्रॉन मोठा होतो आणि

त्यामुळे इलेक्ट्रॉनची संख्या आणखी कमी होते परंतु ते उत्पादन nh मध्ये इंडस्ट्रीज राहते डोपिंग स्तरांवर अवलंबून आहे आणि ni चौरस आहे म्हणजे $nini$

म्हणजे वहन इलेक्ट्रॉन किंवा छिद्रांची एकाग्रता म्हणजे जेव्हा कोणतेही डोपिंग केले जात नाही

त्यामुळे ne समान nh च्या बरोबर ni नाही डोपिंग ni मध्ये ni शून्य डोपिंग म्हणजे ni मध्ये nh मध्ये समान राहते ni स्केअर हे खूप महत्वाचे आहे जरी

डोपिंगमुळे वहन इलेक्ट्रॉन एकाग्रता किंवा संपूर्ण एकाग्रता बदलते , सामग्रीमध्ये सरासरी चार्ज घनता शून्य राहते ठीक आहे आम्ही त्याला n प्रकार किंवा p प्रकार नकारात्मक प्रकार किंवा सकारात्मक प्रकार म्हणत आहोत परंतु याचा अर्थ असा नाही की आपल्याकडे आहे

संख्येवर अवलंबून आहे जी हे आहे आणि ही गतिशीलता आणि ही गतिशीलता μ आहे जसे आपण येथे केले आहे ही गतिशीलता μe τ भागाकार m आणि म्हणून $e \tau$ ने भागली आहे वस्तुमान ही आता अर्धसंवाहकांमध्ये गतिशीलता आहे या इलेक्ट्रॉनचे वस्तुमान दुसऱ्या कशाने बदलले पाहिजे ही मोकळी जागा नाही ही एक नियतकालिक क्षमता आहे जी हे इलेक्ट्रॉन क्रिस्टलमध्ये क्रिस्टलमध्ये घन पदार्थांमध्ये पाहत आहेत जेथे सकारात्मक i ऑन हे सर्व नियतकालिक पद्धतीने मांडलेले आहेत आणि ते एक नियतकालिक संभाव्यता निर्माण करत आहेत आणि इलेक्ट्रॉन त्यामध्ये फिरत आहे म्हणून हे क्रिस्टल गतीच्या या वैशिष्ट्यांमध्ये बदल घडवून आणेल म्हणून जर काही बल लागू केले तर संबंधित गती किती असेल त्यामुळे वस्तुमान त्यातून येत आहे.

तेथे f_{ma} च्या समान आहे परंतु जर ती नियतकालिक संभाव्यता असेल तर इलेक्ट्रॉनला त्यात हलवावे लागते म्हणून ही नियतकालिक क्षमता गतीस मदत करू शकते किंवा गतीला अडथळा आणू शकते आणि म्हणून आम्ही त्याची काळजी घेण्यासाठी प्रभावी वस्तुमान म्हणून परिभाषित करतो म्हणून हे वस्तुमान येथे आहे तारा a_{steric} ने लिहिलेले आहे आणि हे प्रभावी वस्तुमान म्हणून ओळखले जाते आणि जर तुम्ही सिलिकॉनचे आकडे पाहिले आणि जर तुम्ही चालकतेचा विचार करत असाल तर इलेक्ट्रॉन मी तारेचे हे प्रभावी वस्तुमान 0.

2 मीटर सारखे आहे

त्यामुळे हे इलेक्ट्रॉन वस्तुमान आहे मी इलेक्ट्रॉन वस्तुमान आहे आणि हे प्रभावी वस्तुमान आहे

त्यामुळे प्रभावी वस्तुमान कमी झाले आहे म्हणजे हे घन हे क्रिस्टल हालचाल करण्यास मदत करत आहे जेणेकरून ई येथे प्रभावी वस्तुमान वापरावे लागेल

आणि म्हणून विद्युत् प्रवाह या एकाग्रता चार्ज वाहक एकाग्रतेच्या प्रमाणात आणि या गतिशीलतेच्या प्रमाणात आहे आणि ही गतिशीलता छिद्रांसाठी संपूर्ण समान गोष्टींसाठी या प्रभावी वस्तुमान समान गोष्टींवर अवलंबून असेल आणि म्हणून तुमच्याकडे j संख्या बरोबर आहे. इलेक्ट्रॉन्स आणि इलेक्ट्रॉन्सची गतिशीलता हा तो इलेक्ट्रॉन भाग असेल आणि $n h \mu h$ हा तो पूर्ण भाग असेल आणि नंतर e ने e ने गुणाकार केला जाईल, अशा प्रकारे ah वर्तमान घनता दिसून येईल,

त्यामुळे शेवटी तुम्हाला i समान म्हणजे अधिक $i h$ मिळेल आता मी अशुद्धतेच्या पातळीबद्दल थोडेसे बोलू या जसे आपण n प्रकारात n प्रकारात अर्धसंवाहकांमध्ये म्हटल्याप्रमाणे अशुद्धता पातळी कंडक्शन बँडच्या थोडी खाली तयार केली जाते म्हणून तुमच्याकडे व्हॅलेन्स बँड आहे, तुमच्याकडे कंडक्शन बँड आहे आणि नंतर अशुद्धतेची पातळी येथे तयार केली जाते आणि जर डोपिंग सांद्रता असेल तर कमी पीपीएम विविधता आहेत तर या अशुद्धतेची पातळी तीक्ष्ण आहे ती व्हॅलेन्स बँड किंवा कंडक्शन बँडप्रमाणे पसरत नाही या अशुद्धी का आहेत जर एकाग्रता पातळी कमी असेल तर एकमेकांशी संवाद साधत नाही तर एक अशुद्धता आणि दुसरी अशुद्धता खूप दूर आहे आणि म्हणून या पातळी मिसळत नाहीत आणि ते विस्तृत होत नाहीत आणि तुमच्याकडे तीक्ष्ण अशुद्धता पातळी आहे आणि हे इलेक्ट्रॉनचे स्तर आहेत जे तो अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन जो अशुद्धता अणूद्वारे आणला जातो म्हणून या क्रिस्टलमध्ये जर तुमच्याकडे सिलिकॉन सिलिकॉन सिलिकॉन सिलिकॉन सिलिकॉन सिलिकॉन असेल आणि तुमच्याकडे येथे फॉस्फरस असेल आणि इलेक्ट्रॉन चार इलेक्ट्रॉन बॉइंगमध्ये गुंतलेले असतील आणि पाचवा इथे कुठेतरी आहे आणि कोणता आहे.

तरीही याला बांधील आहे परंतु अत्यंत कमकुवत बंधनासह

त्यामुळे हे स्तर कसे तयार केले जातात या पातळीशी सुसंगत आता तुम्ही या उर्जेची गणना करण्यासाठी एक साधे मॉडेल बनवू शकता आणि ते हायड्रोजेनिक मॉडेल किंवा हायड्रोजेनिक ऊर्जा पातळी म्हणून ओळखले जाते कारण अशुद्धता आणले आहे एक अतिरिक्त z आहे की प्रोटॉन संख्या एक अतिरिक्त आहे आणि अर्थातच जेव्हा अणू येतो तेव्हा सर्वकाही neut आहे $ra1$ म्हणून ते सर्व इलेक्ट्रॉन तेथे आहेत जेणेकरून पाचवा इलेक्ट्रॉन जो त्या सहसंयोजक बॉइंग $sp3$ संकरीत भाग घेत नाही ज्यामध्ये अशुद्धता अणू आयन किंवा चार्ज कण अधिक e बरोबर दिसेल कारण एक अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन आपण बोलत आहोत म्हणून उर्वरित भाग प्लस ई चार्ज असेल आणि नंतर हे उर्वरित प्लस ई चार्ज आणि हे अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन हे तुम्ही प्रोटॉन इलेक्ट्रॉन हायड्रोजेन अणू ऊर्जा पातळी म्हणून मॉडेल करण्याचा प्रयत्न करू शकता म्हणून जर तुम्ही ही वहन बँड तुमची ऊर्जा 0 म्हणून किमान घेतली तर ही या इलेक्ट्रॉनसाठी आवश्यक ऊर्जा आहे.

या बद्ध कमकुवतपणे बांधलेल्या अवस्थेपासून वहन बँडवर जाण्यासाठी ते सिंक सिलिकॉन क्रिस्टलमध्ये कुठेही जाऊ शकते म्हणून तुम्ही हायड्रोजेन अणूसाठी गणना करू शकता

हायड्रोजेन अणूसाठी तुम्हाला माहिती आहे की आयनीकरण ऊर्जा 13.

6 eV आहे म्हणून तुम्ही 13.

6 दिल्यास इलेक्ट्रॉनला उर्जा मिळते मग ते न्यूक्लियस सोडू शकते आणि तत्सम मॉडेलिंगमध्ये जाऊ शकते तुम्ही येथे करू शकता तुमच्याकडे तो अशुद्धता अणू आहे आणि या अशुद्धता अणूवर काही शुल्क आहेत आणि हा पाचवा इलेक्ट्रॉन बाहेर आहे आणि याला चार्ज प्लस ई आहे

त्यामुळे तुम्ही हे मॉडेलिंग करण्याचा प्रयत्न करू शकता म्हणजे 13.

6 eV कसे येते जर तुम्ही इलेक्ट्रॉनच्या काही वस्तुमानाने इलेक्ट्रॉन टाइम्स इलेक्ट्रॉनिक चार्ज पॉवर चारला दिलेली अभिव्यक्ती पाहिली तर बेरीज चार पाई एप्सिलॉन नॉट स्केअर आणि n स्केअर एच क्रॉस स्केअर n एक आहे

त्यामुळे मला ऊर्जा मिळते म्हणून जर तुम्ही या अशुद्धतेचे मॉडेल केले तर अतिरिक्त पाचवा इलेक्ट्रॉन या फील्डमध्ये फिरत असलेल्या या अशुद्धतेच्या अणूचा एक चार्ज जो आम्ही प्लस आणला आहे.

एक चार्ज पण नंतर ती गती सिलिकॉन क्रिस्टलमध्ये असते म्हणून दोन सुधारणा आवश्यक आहेत, जर मी त्या सिलिकॉन सिलिकॉन सिलिकॉन सिलिकॉन सिलिकॉन क्रिस्टलचे मॉडेल केले आणि तुमच्यामध्ये कुठेतरी काही अशुद्धता असेल तर ही प्लस ई चार्जची अशुद्धता आहे आणि नंतर इलेक्ट्रॉन कुठेतरी येथे आहे जे जात आहे.

आजूबाजूला आपण हे अशुद्धता शुल्क म्हणू या आणि जर तुम्ही हेच मॉडेलिंग केले तर दोन बदल एक असेल वस्तुमान तुम्हाला

t मध्ये या इलेक्ट्रॉनचे m स्टार प्रभावी वस्तुमान असे लिहावे लागेल.

त्याचे सिलिकॉन क्रिस्टल आणि दुसरी गोष्ट म्हणजे हे एप्सिलॉन नॉट आणि या एप्सिलॉन नॉटला एप्सिलॉनने बदलणे आवश्यक आहे जे डायलेक्ट्रिक कॉन्स्टंट आहे आणि वेळा एप्सिलॉन नॉट आहे त्यामुळे हे एप्सिलॉन नॉट डायलेक्ट्रिक कॉन्स्टंट वेळा एप्सिलॉन नॉट आहे आणि सिलिकॉनचे डायलेक्ट्रिक कॉन्स्टंट कुठेतरी बाराच्या आसपास आहे.

जर तुम्ही हे दोन फेरबदल केले तर वस्तुमान कमी होईल लक्षात ठेवा सिलिकॉन क्रिस्टलमधील इलेक्ट्रॉनचे प्रभावी वस्तुमान मोकळ्या जागेच्या शुल्कापेक्षा लहान आहे अर्थात हे विशिष्ट मर्यादित हेतूसाठी आहे काही इतर कारणांसाठी हे प्रभावी वस्तुमान वेगळे असू शकते आम्ही गतीबद्दल बोलत आहोत

त्यामुळे चालकता अशा परिस्थितीत हे प्रभावी वस्तुमान लहान असेल तर या एप्सिलॉन नॉटला

k वेळा एप्सिलॉन नॉटमध्ये बदलणे आवश्यक आहे, हे डीनॉमिनेटरमध्ये नाही म्हणून हे दोन्ही प्रभाव ही ऊर्जा 13.

6 eV वरून कमी करतील आणि जेव्हा तुम्ही ते कराल तेव्हा ते फक्त काही दहापट होईल.

मिलि इलेक्ट्रॉन व्होल्ट्सची म्हणजे ही अशुद्धता पातळी ज्याबद्दल आपण या अशुद्धतेची पातळी बोलत होतो y ची निर्मिती होते काही आह म्हणा 10 20 प्रकारची मिलिव्होल्ट मिलि इलेक्ट्रॉन व्होल्ट उर्जा जी k ते टी बोल्टझमन स्थिरांकाच्या निरपेक्ष तापमानाशी तुलना करता येते आणि म्हणूनच या इलेक्ट्रॉन्सना जाणे आणि ही वहन पातळी वाढवणे खूप सोपे आहे.

या अशुद्धतेच्या अणूला असे घडते की ते आयनीकृत राहते आणि ते आयनीकृत होते आणि त्या अशुद्धतेच्या अणूच्या जागेवर प्लस चार्ज असेल परंतु नंतर लक्षात ठेवा की तुमच्याकडे सर्व इलेक्ट्रॉन आहेत आणि ते इलेक्ट्रॉन संपूर्ण क्रिस्टलमध्ये फिरत आहेत म्हणून जर तुम्ही एका ठिकाणी बरोबर नसाल तर अणू आणि तुम्ही एका विशिष्ट व्हॉल्यूमकडे पहात आहात चार्ज घनता अजूनही शून्य आहे, म्हणून आता मी एका अतिशय महत्त्वाच्या उपकरणाबद्दल बोलू या जसे की मी सुरुवातीला नमूद केले आहे की सर्व अर्धवाहक इलेक्ट्रॉनिक्स त्याभोवती फिरतात आणि कमीतकमी भौतिकशास्त्र यात समाविष्ट आहे.

विशिष्ट उपकरण जर मला या उपकरणाचे भौतिकशास्त्र समजले तर मला सर्व उपकरणे समजतात आणि ते pn जंक्शन pn जंक्शन म्हणून ओळखले जाते i .

तुमच्याकडे p टाईप सेमीकंडक्टर आणि n टाईप सेमीकंडक्टर आहेत आणि ते जंक्शन बनवताना काही क्रॉस सेक्शनवर भेटत आहेत म्हणून तुम्ही दोन सेमीकंडक्टर आणू नका आणि त्यांना संपर्कात ठेवू नका हे pn जंक्शन बनवण्यासाठी तुम्ही एकच सेमीकंडक्टर मटेरियल एक वेफर घ्या आणि मग तुम्ही अशुद्धता पसरवून ती एका प्रकारची बनवा एकतर p प्रकार किंवा n प्रकार समजा माझ्याकडे हे साहित्य आहे आणि मग एका बाजूने मी ते बनवत आहे आणि त्यात काही अशुद्धता जाते आणि या संपूर्ण गोष्टीला या संपूर्ण गोष्टीसारखे बनवा.

p प्रकार म्हणून आम्ही ही p प्रकारची अशुद्धता टाकत आहोत किंवा त्यांना लक्षात ठेवा स्वीकारकर्ता स्वीकारकर्ता अशुद्धता म्हणून देखील ओळखले जाते म्हणून या स्वीकारणाऱ्या अशुद्धी टाकून जर तुम्ही सिलिकॉनवर त्रिसंयोजक अशुद्धी टाकून काम करत असाल तर तुम्ही ही संपूर्ण गोष्ट p प्रकार म्हणून बनवाल आणि एकदा तुम्ही पूर्ण केल्यानंतर की आता तुमच्याकडे एक मटेरियल आहे आणि ही सामग्री p प्रकारची आहे आणि मग तुम्ही डिप्युज करूया n टाईप करा ah अशुद्धता इथून दाताची अशुद्धता आता तुम्ही दाता i ठेवता.

या पदार्थातील अशुद्धता एकाग्रतेची पातळी जास्त असते म्हणून जिथे जिथे ही अशुद्धता जाते तिथे ती संपूर्ण गोष्ट n प्रकारची योग्य बनवते म्हणून जर हा प्रसार या ठिकाणी जात असेल तर तुमच्याकडे p प्रकार आहे आणि येथे n प्रकार हा n प्रकार आहे आणि तो आहे p प्रकार आणि नंतर हा जंक्शन आहे हा जंक्शन आहे हा pn जंक्शन आहे हा जंक्शन भाग आहे अशा प्रकारे pn जंक्शन तयार केले जाते अर्थातच तुम्हाला हे सर्किट म्हणून वापरायचे असल्यास तुम्हाला धातूचे संपर्क आवश्यक आहेत.

बाहेरील घटक तुम्हाला बाहेरील जगाच्या बॅटरीज आणि इतर गोष्टींशी जोडावे लागतील आणि त्या सर्व गोष्टींशी जोडणे आवश्यक आहे जेणेकरून तुमच्याकडे धातूचा संपर्क असेल

त्यामुळे तुमच्याकडे धातूचा संपर्क असेल तर तुमच्याकडे या बाजूला धातूचा संपर्क असू शकतो.

या बाजूला धातूचा संपर्क आहे आणि हा जंक्शन कसा बनवला आहे, म्हणून मी या भागाबद्दल बोलू या, तुमच्याकडे हा n प्रकारचा भाग आहे, मग तुमच्याकडे येथे एक जंक्शन आहे आणि नंतर तुमच्याकडे हा p प्रकार आहे, म्हणून मी दुसरा व्यास काढू.

ग्राम ज्यामध्ये मी हा तो विशिष्ट भाग काढत आहे आणि या विशिष्ट भागात संपूर्ण गोष्ट आहे आणि तुमचा कुठेतरी धातूचा संपर्क आहे इथे कुठेतरी तुमचा धातूचा संपर्क आहे आणि योजनाबद्धपणे ही सर्व योजनाबद्ध रेखाचित्रे आहेत जी मी बनवत आहे असे समजा की हा जंक्शन पॉइंट आहे हा जंक्शन लेयर आहे हा जंक्शन लेयर आहे हा लेयर आहे हा लेयर आहे आणि मी फक्त हा भाग दाखवत आहे मी फक्त हा भाग दाखवत आहे

त्यामुळे त्या भागात तुमच्याकडे जंक्शन आहे आणि एक बाजू p बाजूला आहे येथे बरीच छिद्रे आहेत तुमच्याकडे येथे बरीच छिद्रे असतील कारण तुम्ही त्या स्वीकारणाऱ्या अशुद्धी ठेवल्या आहेत ज्यांनी व्हॅलेन्स बँडच्या थोड्या वर ऊर्जा पातळी क्वांटम स्थिती निर्माण केली आहे आणि नंतर ते व्हॅलेन्स बँड इलेक्ट्रॉन त्या अशुद्धतेच्या पातळीवर गेले आहेत ज्यामुळे बरीच छिद्रे आणि काही इलेक्ट्रॉन्स निर्माण होतात.

अजूनही काही इलेक्ट्रॉन आहेत का लक्षात ठेवा ne in nh समान आहे ni स्कॅअर म्हणून ही छिद्रे या sid वर बहुसंख्य वाहक आहेत e इलेक्ट्रॉन या बाजूला अल्पसंख्याक वाहक आहेत म्हणून ही तुमची p बाजू आहे आणि दुसरा भाग आत आहे ज्यामध्ये तुमच्याकडे मोठ्या प्रमाणात इलेक्ट्रॉन आहेत कारण तुम्ही त्या दात्यातील अशुद्धता डोप केल्या आहेत आणि त्यांनी कंडक्शन बँडच्या थोडे खाली ऊर्जा पातळी तयार केली आहे

आणि या या अशुद्धतेच्या पातळीतील इलेक्ट्रॉन्स कंडक्शन बँडकडे जातात आणि

त्यामुळे या वहन इलेक्ट्रॉनची एकाग्रता खूप जास्त होते आणि तुमच्याकडे इथे काही छिद्रे आहेत काही छिद्रे इथे आहेत आणि तीही तिथे आहे आणि या बाजूला इलेक्ट्रॉन बहुसंख्य वाहक आहेत आणि छिद्र आहेत.

अल्पसंख्याक वाहक तर या बाजूला इलेक्ट्रॉन हे अल्पसंख्याक वाहक आहेत आणि छिद्र बहुसंख्य वाहक आहेत परंतु ही एक पूर्णपणे अस्थिर परिस्थिती आहे कारण आपल्याकडे मोठ्या प्रमाणात एकाग्रता ग्रेडियंट असल्यामुळे या बाजूला असलेल्या छिद्रांची एकाग्रता खूप मोठी आहे आणि अचानक जर हे चित्र असेल तर अचानक छिद्रांची एकाग्रता या si वर दुसऱ्या बाजूला तीव्रपणे कमी होते डी या बाजूला इलेक्ट्रॉन एकाग्रता खूप जास्त आहे आणि जेव्हा तुम्ही जंक्शनच्या पलीकडे दुसऱ्या बाजूला पाहता तेव्हा इलेक्ट्रॉन एकाग्रता खूप कमी आहे आणि तुम्हाला माहिती आहे की ही एक समतोल स्थिती नाही तुमच्या खोलीच्या अर्धा खोलीत तुम्ही असू शकत नाही.

अद्भुत सुगंध आणि तुमच्याकडे सर्व संत आणि रूम फ्रेशनर आणि सर्व काही आहे आणि खोलीचा पुढील अर्धा भाग या सर्व गोष्टींपासून रहित आहे जर तुमच्याकडे एकाग्रता ग्रेडियंट असेल तर उच्च एकाग्रतेपासून कमी एकाग्रतेकडे प्रवाह होईल ज्याला आपण प्रसार म्हणतो.

खोलीच्या एका कोपऱ्यात तुम्ही तुमची उदबत्ती कशी लावली आणि संपूर्ण खोलीला तो विशिष्ट वास किंवा विशिष्ट सुगंध प्राप्त होतो, त्यामुळे या एकाग्रतेच्या ग्रेडियंटमुळे इलेक्ट्रॉन आणि छिद्रे ते विसर्जन करतील, प्रसरण होईल, त्याची स्वतःची समीकरणे आहेत आणि हे सर्व परंतु मूलतः जंक्शनस ओलांडून काय पद्धतशीरपणे होईल कारण या एकाग्रता gr या आकृतीमध्ये अॅडिपंट इलेक्ट्रॉन उजवीकडून डावीकडे वाहतील आणि या आकृतीमध्ये छिद्र डावीकडून उजवीकडे वाहतील इलेक्ट्रॉन आणि छिद्र यादृच्छिक हालचाल करत आहेत जे ठीक आहे परंतु जर इलेक्ट्रॉनची पद्धतशीर गती असेल तर इलेक्ट्रॉन एका बाजूने गेल्यास काय होईल? दुसऱ्या बाजूला मग ते जिथे जात आहेत तिथे ते ऋण शुल्क आकारणी घनता निर्माण करत आहेत तर जिथे ते जात आहेत तेथून ते सकारात्मक शुल्कासह सोडले जातील आणि छिद्रांसह तत्सम कथा देखील सकारात्मक शुल्काच्या समतुल्य आहेत

त्यामुळे छिद्रे जात असतील तर डावीकडून उजवीकडे याचा अर्थ सकारात्मक शुल्क डावीकडून उजवीकडे जात आहेत जे वास्तविक क्रिस्टलमध्ये घडत आहे जेव्हा मी म्हणतो की छिद्र डावीकडून उजवीकडे जात आहेत जे वास्तविक क्रिस्टलमध्ये घडत आहे ते जर तुम्ही विचार करत असाल आणि तुम्ही विचार करत राहिले पाहिजे.

त्या वास्तविक क्रिस्टलच्या अटी देखील जेणेकरून आपण भौतिक घटनांकडे दुर्लक्ष करू नये म्हणून जर येथे कुठेतरी छिद्र असेल आणि हे छिद्र असेल तर s हलवले आहे जर इथे कुठेतरी छिद्र असेल आणि हे भोक इथे हलले असेल तर याचा अर्थ काय आहे याचा अर्थ असा आहे की जो तुटलेला बंध इथे होता तो आता तुटलेला बंध इथे आहे हा इलेक्ट्रॉन गेला आहे हा बॉन्डमधील इलेक्ट्रॉन गेला आहे आणि हे भरले आहे म्हणून ते अनिवार्यपणे हा एक इलेक्ट्रॉन प्रवाह आहे परंतु समतुल्यपणे आपण म्हणतो की हा संपूर्ण प्रवाह आहे आणि नंतर आपण या छिद्राला सकारात्मक चार्ज मानतो,

त्यामुळे जर छिद्र डावीकडून उजवीकडे पद्धतशीर गतीने पसरत असतील तर तुमच्याकडे सकारात्मक शुल्क असेल कारण ते सकारात्मक चार्ज जमा होत आहे.

उजव्या बाजूला आणि त्या अनुषंगाने ऋण शुल्क येथे येईल

त्यामुळे दोन्ही मार्गांनी पहिली गोष्ट दोन्ही मार्ग आहे कारण या प्रसारामुळे तुमच्याकडे चार्ज घनता असेल

त्यामुळे ही अतिशय महत्त्वाची घटना आहे की या प्रदेशातील जंक्शन ओलांडून आता चार्ज घनता चार्ज दिसत आहे.

घनता आता शून्य नाही आणि या बाजूला कोणत्या बाजूने कोणत्या प्रकारचे शुल्क दिसते आहे या बाजूला ऋण शुल्क दिसत आहे ऋण शुल्क ap आहे पेअरिंग आणि या बाजूला सकारात्मक चार्ज दिसत आहे म्हणून ही एक नवीन गोष्ट

आहे जी डोपड सेमीकंडक्टरमध्ये चार्ज वाहक होते परंतु चार्ज घनता शून्य होती परंतु जर तुम्ही apn जंक्शन एका बाजूला p ah दुसरी बाजू n बनवू शकत असाल तर तुम्ही चार्ज घनता असेल जी शून्य नसलेली देखील आहे म्हणजे ती एक गोष्ट आहे म्हणून या सामग्रीमध्ये तुम्हाला कुठेतरी जंक्शन आहे आणि नंतर तुमच्याकडे कुठेतरी एक प्रदेश आहे असे म्हणूया हा इथपर्यंतचा प्रदेश आहे हा इथपर्यंतचा प्रदेश आहे ज्यामध्ये तुमच्याकडे आहे ρ चार्ज घनता ही p बाजू आहे आणि ही n बाजू आहे इलेक्ट्रॉन जात आहेत म्हणून ρ ऋण नकारात्मक चार्ज घनता नकारात्मक चार्ज घनता आहे आणि या बाजूला तुमची सकारात्मक चार्ज घनता आहे म्हणून प्रथम गोष्ट समजून घेणे आवश्यक आहे की हा मर्यादित प्रदेश का झाला? मी म्हणतो की इथपर्यंत फक्त तुमच्याकडेच शुल्क आहेत आणि इथपर्यंत फक्त तुमच्याकडेच शुल्क आहेत का संपूर्ण गोष्टीत नाही कारण ही प्रसरण ही निरंतर प्रक्रिया नाही कारण चार्जची घनता निर्माण होते.

ed ते इलेक्ट्रिक फील्ड देखील तयार करते ते एक इलेक्ट्रिक फील्ड देखील तयार करते जर तुमच्या उजव्या बाजूला पॉझिटिव्ह चार्ज असेल आणि डाव्या बाजूला ऋण चार्ज असेल तर काय होईल ते उजवीकडून डावीकडे इलेक्ट्रिक फील्ड तयार करेल त्यामुळे तुमच्याकडे इलेक्ट्रिक फील्ड असेल या दिशेने आणि जर तुमच्याकडे हे विद्युत क्षेत्र असेल आणि इलेक्ट्रॉन उजवीकडून डावीकडे पसरण्याचा प्रयत्न करत असतील तर हे विद्युत क्षेत्र काय करेल काय होईल हे विद्युत क्षेत्र विरोध करेल की विद्युत क्षेत्रामुळे या इलेक्ट्रॉनवरील बल डावीकडून डावीकडे असेल.

उजवीकडे आणि त्याचप्रमाणे जर भोक डावीकडून उजवीकडे पसरू इच्छित असेल तर छिद्र येथे जायचे असेल तर हे विद्युत क्षेत्र त्यास विरोध करेल म्हणून एक समतोल स्थिती आहे जेथे तुमच्याकडे दोन बाजूंच्या काही अंतरापर्यंत विशिष्ट चार्ज वितरण आहे विद्युत क्षेत्र ah आहे.

आता पुरेसे आहे जेणेकरून या विद्युत क्षेत्रामुळे प्रसरण लक्षणीय प्रमाणात कमी होत आहे आणि तुमच्याकडे हे शुल्क पद्धतशीर शुल्क जास्त होत नाही.

या जंक्शन पॉईंटच्या पलीकडे म्हणजे

दुसरी महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे जर हे इलेक्ट्रॉन जात असतील आणि आपण असे म्हणूया की तुमच्याकडे हे आहे तर हे तुमच्याकडे आहे आणि मग हा प्रदेश आहे मी म्हणतो आणि हा p प्रकार आहे हा n प्रकार आहे ही बाजू आहे n प्रकार आणि ही बाजू p प्रकारची आहे आणि मग मी म्हणतो की इलेक्ट्रॉन इकडून तिकडे जात आहेत आणि तुमच्याकडे मोठे आहेत आता तुमच्याकडे येथे मोठ्या संख्येने छिद्र आहेत आणि मग इलेक्ट्रॉन्स या बाजूने त्या बाजूने जात आहेत हे इलेक्ट्रॉन काय करतील? हे इलेक्ट्रॉन या छिद्रांसोबत पुन्हा एकत्र होतील आणि म्हणून इलेक्ट्रॉन होल जोडी अहं नष्ट होईल जोडी तिथे राहणार नाही इलेक्ट्रॉन ती छिद्रे भरतील हे वहन करणारे इलेक्ट्रॉन आता

बाँडिंग इलेक्ट्रॉनमध्ये जातील आणि हे इलेक्ट्रॉन आणि हे छिद्र ते दोघेही अदृश्य होतील.

त्याच प्रमाणे जर छिद्र डावीकडून उजवीकडे पसरत असतील आणि जर छिद्र डावीकडून उजवीकडे जात असतील आणि तुमच्या इथे एन बाजूला मोठ्या प्रमाणात इलेक्ट्रॉन असतील तर ही छिद्रे जी होतील o तेथे आणि इलेक्ट्रॉन बरोबर पुन्हा एकत्र करा म्हणजे काय याचा अर्थ उजव्या बाजूचा बंध तुटला आहे आणि आपण असे म्हणतो की छिद्र पसरले आहे आणि त्या तुटलेल्या बंधातील इलेक्ट्रॉन डावीकडे जाईल आणि नंतर ते छिद्र भरेल.

त्यामुळे भोक पसरला आहे परंतु नंतर तुमच्याकडे वहन इलेक्ट्रॉन आहेत आणि हे वहन इलेक्ट्रॉन उजव्या बाजूला नवीन तयार केलेले छिद्र भरतील मग काय होईल हे इलेक्ट्रॉन आणि हे छिद्र ते सर्व या प्रदेशात पुन्हा एकत्र होतील आणि या प्रदेशात वाहक घनता चार्ज करतील. वाहक घनता शून्य होईल

त्यामुळे या जंक्शन प्रदेशात जंक्शन ओलांडून काही लांबीपर्यंत तुमच्याकडे चार्ज घनता खूप महत्त्वाची आहे तुमच्याकडे चार्ज घनता आहे जी शून्य नाही पण तुमच्याकडे चार्ज वाहक घनता आहे जी शून्य आहे जेव्हा मी हे व्याख्यान सुरू केले मी यावर जोर दिला की जरी तुम्ही अर्धसंवाहक p प्रकार बनवत असलात तरी तुम्ही अर्धसंवाहक n प्रकार बनवत असाल तरीही वहन इलेक्ट्रॉनची संख्या s छिद्रांच्या संख्येपेक्षा खूप मोठा आहे किंवा छिद्रांची संख्या वहन इलेक्ट्रॉनच्या संख्येपेक्षा खूप मोठी आहे संपूर्ण सामग्रीमध्ये चार्ज घनता सरासरी 0 राहते म्हणून चार्ज वाहक घनता वाढते कमी होते परंतु चार्ज घनता असते.

0 आता मी जे सांगत आहे ते या प्रदेशात या प्रदेशात विरुद्ध आहे चार्ज घनता शून्य नाही ही चार्ज घनता शून्य नाही तर चार्ज वाहक घनता शून्य आहे इथे कोणतेही इलेक्ट्रॉन नाहीत इथे छिद्र नाहीत कारण ते सर्व पुन्हा एकत्र झाले आहेत त्यामुळे हा प्रदेश आहे क्षीणता क्षेत्र म्हणून ओळखले जाते याला क्षीणता क्षीण म्हणून ओळखले जाते हा प्रदेश चार्ज वाहकांचा क्षीण आहे तेथे कोणतेही शुल्क वाहक नाहीत म्हणून ही अशी परिस्थिती आहे की तुमच्याकडे एक प्रदेश आहे ज्याला डिप्लेशन प्रदेश म्हणतात आणि नंतर दोन्ही बाजूंना जंक्शनच्या तुमच्याकडे हा एक प्रदेश आहे ज्याला डिप्लेशन प्रदेश म्हणून ओळखले जाते ही संपूर्ण गोष्ट जंक्शन पर्यंत p टाइप आहे, तुमच्याकडे नाही तरीही लक्षात ठेवा चार्जेस चार्ज कॅरिअर्स हा p प्रकार आहे आणि उजवी बाजू n प्रकारची आहे कारण तेथे अशुद्धता अणू खूप आहेत तेथे अशुद्धता अणू खूप आहेत म्हणून तो जंक्शन पर्यंत p टाइप आहे n जंक्शन पर्यंत टाइप करा आणि हा भाग म्हणून ओळखला जातो मी जे रेखाटत आहे ते क्षीणतेचे प्रदेश तुम्ही पाहिले आहे तुम्ही पाहत आहात की मी जे रेखाटले आहे ते वेगळे आहे मी लहान काढले आहे आणि हे वेगळे करणे मी मोठे काढले आहे याला x 1 आणि त्याला x 2 म्हणा आणि ते जोर देण्यासाठी होते की होय हे शक्य आहे या जंक्शनच्या दोन बाजूंना असमान रुंदी असणे हे असे का आहे कारण ते छिद्रांच्या एकाग्रतेवर आणि या वहन इलेक्ट्रॉनच्या एकाग्रतेवर अवलंबून असेल आणि ते माझ्या डोपिंग वैशिष्ट्यांवर अवलंबून असेल येथे ही अशुद्धता एकाग्रता स्वीकारणारा अशुद्धता एकाग्रता किती आहे आणि किती आहे तेथे दात्याची अशुद्धता एकाग्रता आहे ज्यावर आपण नियंत्रण ठेवत आहोत आणि म्हणूनच आपण या बाजूला वहन इलेक्ट्रॉनची कमी घनता म्हणू शकतो .

सुरुवात करा आणि अधिक एकाग्रतेने या बाजूला छिद्रे म्हणूया हे शक्य आहे आपण ते करू शकतो आणि म्हणून जर छिद्र आणि इलेक्ट्रॉन एकमेकांना तटस्थ करायचे असतील आणि येथे घनता खूप मोठी आहे आणि येथे घनता खूपच लहान आहे आणि लक्षात ठेवा की एक इलेक्ट्रॉन असेल.

एक संपूर्ण तटस्थ करा म्हणजे तुमची या बाजूची रुंदी लहान असेल आणि त्या बाजूला मोठी रुंदी असेल जेणेकरून रुंदी या na वर अवलंबून असेल आणि डोपिंगची पातळी लहान ही या क्षीणतेच्या प्रदेशात रुंदी असेल, त्यामुळे क्षीणता प्रदेश तुमच्याशी कसे वागतो.

तुमच्याकडे चार्ज वाहक नाहीत तुमच्याकडे चार्ज घनता आहे आणि दोन बाजूंना तुमच्याकडे भिन्न रुंदी असू शकते, एकूण रुंदी या रुंदीची रुंदी कमी होणे प्रदेशाची रुंदी आहे जी बर्याच गोष्टींवर अवलंबून असते विशेषतः डोपिंग पातळी विशेषतः डोपिंग पातळी इतकी रुंदी नंद आणि नंतर तयार होणारे विद्युत क्षेत्र यावर अवलंबून असणारा क्षीणता प्रदेश मी सांगितले की शेवटी समतोल स्थितीत तुमच्याकडे विद्युत फील आहे d आणि म्हणून तुमच्याकडे संभाव्य अडथळा म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या संभाव्य अडथळा म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या दोन बाजूंमधील संभाव्य घट संभाव्य फरक आहे जेणेकरून संभाव्य अडथळाची उंची v डोपिंग पातळी आणि दोन बाजूंच्या क्षय क्षेत्राची रुंदी x एक x दोन आणि एकूण रुंदी हे सर्व एकमेकांशी संबंधित आहेत,

त्यामुळे आपल्या पुढील व्याख्यानात आपण कमी होणारी रुंदी आणि अडथळाची उंची आणि या डोपिंग पातळी यांच्यात काय संबंध आहे हे आपण शोधू.