الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المدرسة العليا للأساتذة

القبة – الجزائر

قسم الفيزياء

Ministère de l'enseignement Supérieure e
la Recherché Scientifique
ECOLE NORMALE
SUPERIEURE
VIEUX KOUBA -ALGER
Department de Physique

تحقيق خلية شمسية

مذكرة تخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم المتوسط

إعداد :

بن عيسي مباركة

حمـــزة ســـــعاد

ســـالـــم جـــميلة

تحت إشراف الأستاذ :

تواتي أحمد

لـــجـــنة المـــنـــاقشـــــة :

الأستاذة : أيت جودي أمال .....رئيسا

الأستاذ : بن شعلال كريمة .....ممتحنا

الأستاذ : تواتي أحمـــــــد .....مشرفا

السنة الدراسية 2009/2008

دفعة جوان 2009

الفهرس:

مقدمة.....1

الفصل الأول:الإشعاع الشمسي

I-1-الإشعاع الشمسي.....3

I-1-1- الثابت الشمسي Constante solaire 4

I-1-2-الكتلة الهوائية AIR MASS :.....5

الفصل الثاني :أشباه النواقل.

II-1- تصنيف المواد الصلبة.....8

II-2-الخواص الطاقوية لشبه ناقل.....9

II-3- إحصاء الالكترونات و الثقوب في الشبه ناقل 10

II-3-1-كثافة الحالات الكوانتية 10

II -3-2-دالة التوزيع لفارمي ديراك.....12

II−4− أصناف أشباه النواقل 13

II−4 -1- شبه ناقل ذاتي(نقي).....13

II−4−2- شبه ناقل مشوب.....16

II-4−2-1-شبه ناقل موجب (type-p).....16

II-4−2-2- شبه ناقل سالب (type-n).....17

الفصل الثالث: الخواص الضوئية لشبه ناقل

III -1- الامتصاص الضوئي و توليد حاملات الشحن 20

III -1-1- الانتقال المباشر: transition directe 20

III -1-2- الانتقال غير المباشر transition indirecte.....23

III-2- إعادة الاتحاد recombinaison 24

III-2-1-إعادة الاتحاد المباشرة.....25

III-2- 1-1-إعادة الاتحاد المباشر الإشعاعي الفتوني. 25

III-2-1-2-إعادة الاتحاد الفنونية اللا إشعاعية..... .26

III-2 -1-3-إعادة الاتحاد الصدمية أو Auger 26

III-2-2-إعادة الاتحاد غير المباشرة 27

III -3- زمن حياة حاملات الشحن τ_i 28
III -4-الوصلات..... 29
III -4-1-الوصلة بين شبهي ناقلين 29
III -4-1-1-الوصلة المتجانسة P-n 29
III-4-1-2- الوصلة غير المتجانسة 36
III -4-2-الوصلة شبه ناقل –معدن 37
III-4-2-1-الوصلة شبه ناقل (tupe-n) – معدن 37
III-4-2-2- الوصلة شبه ناقل (type-p)– معدن 39

الفصل الرابع:السلسيوم

IV- السلسيوم.....40
IV -1-خواص السلسيوم.....40
IV -1-1- السلسيوم متعدد التبلور Le silicium multi cristallin.....42
IV -1-2 –سلسيوم أحادي التبلورLe silicium monocristallin.....44
IV -1-3- سلسيوم عديم التبلورLe silicium amorphe:.....47

الفصل الخامس:مراحل صناعة خلية شمسية

V-1-مبدأ عمل الخلايا الشمسية 48
V-1-1- الامتصاص الضوئي.....48
V-1-2- تجميع الشحن و فصلها 49
V -2- طرق و مراحل صنع الخلية الكهروضوئية.....50
V -2-1-تنظيف الشرائح 50
V -2-2-نسج السطح Texturisation 51
V -2-3- إنتاج الوصلة : p-n.....52
V -2-4- تخميل السطح Passivation.....53
V -2-5- الطبقة المضادة للانعكاس couche antireflet 56
V -2-6-الوصلات الاومية Métallisation 57

الفصل السادس: دراسة خصائص خلية شمسية.

VI-1 - الدارة المكافئة للخلية الكهروضوئية 60

VI-2- استخلاص خصائص الخلية الشمسية..... 64
VI-2-1-خصائص الخلية الشمسية في وجود الضوء.....64
VI-2-2- استنتاج خصائص الخلية الكهروضوئية في الظلام $I_{ph}=0$.....65
VI-3- تجميع الخلايا الشمسية.....72
VI-3-1–تجميع الخلايا على التسلسل.....72
VI-3-2– تجميع الخلايا على التوازي.....73
VI-3-3– تجميع الخلايا الشمسية على التوازي –التسلسل 74
خاتمة.....77
المراجع 79

مقدمة:

إن القلق من تلوث هواء المدن، ومن المطر الحمضي و تسرب الـنفط و المخـاطر النووية وارتفاع حرارة الأرض حث على إعادة الأذهان للتفكير و تفحص بدائل الفحـم و الطاقة النووية على الرغم من أن مصادر الطاقة البديلة ليست خالية من التلوث عموما .

و أفضل التقنيات الواعدة هي التي تسخر طاقة الشمس، حيث يعتبر التحويل المباشر للإشعاعات الشمسية إلى طاقة كهربائية عبر الخلايا الشمسية تقنية جديدة و متطورة و هو صناعة إستراتيجية باعتبارها مصدرا طاقويا مستقبلا سيكون له الأثر الأكبر في المحافظة على مصادر الطاقة التقليدية .

حيث بدأت صناعة هذه الخلايا في الخمسينيات و قد صنعت الخليـة الأولـى مـن السلسيوم و منذ ذلك الوقت و حتى الآن أدخلت تعديلات في كيفية صناعة هذه الخلايـا و كذلك توسيع قاعدة المواد التي تصلح لهذه الخلايا.

ولا زالت الأبحاث جارية في هذا المضمار و ذلك لتخفيض تكلفة هذه الخلايا التـي لازالت عالية حتى الآن ،و يتم حاليا البحث عن نماذج خلاف الخلايـا مـن السلـسيوم مثل:كادميوم السلسيوم، كبريتيد النحاس، كبريتيد الكادميوم.

فهذه الطاقة تتميز بمواصفات تجعلها الأفضل بدون منازع لجميـع أنـواع الطاقـات الأخرى فهي:

*طاقة هائلة يمكن استغلالها في أي مكان.

*تشكل مصدرا مجانيا للوقود الذي لا ينضب .

*طاقة نظيفة لا تنتج أي نوع من أنواع التلوث البيئي.

*محدودية مصادر الطاقة التقليدية.

ولأهمية هذا الموضوع و دقته أردنا القيام بدراسة تطبيقية عن الخلايا الشمسية شملت ستة فصول حيث:

تعرضنا في الفصل الأول إلى الإشعاع الشمـسي باعتبـاره كمولـد لتـشغيل الخلايـا الكهروضوئية، و الفصل الثاني قدمنا دراسة شاملة عن أشباه النواقل بأنواعها :الذاتيـة و الشائبة مع ذكر المعطيات المهمة لكل نوع، و الفصل الثالث تناولنا الخـواص الـضوئية لأشباه النواقل من الانتقالات وإعادة الاتحاد و كذلك الوصلات بأنواعها المختلفـة، أمـا الفصل الرابع فهو دراسة حول السلسيوم، أصنافه، طرق تحضيره واستخلاصه، ثم تناولنا

في الفصل الخامس مراحل صنع خلية كهر وضوئية من السلسيوم، وقـد ذكرنـا بعـض الطرق المطبقة في صنعها .

وفي الفصل السادس و الأخير قمنا بدراسة خصائص الخليـة الشمـسية أي الـدارة المكافئة لها و كذا استخلاص بعض النتائج التطبيقية لخلية شمسية و كيفية تجميعها .