الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

المدرسة العليا للأساتذة

القبة القديمة (الجزائر)

قسم الفيزياء

Ministère de l'enseignement Supérieur

et de la recherche Scientifique

ECOLE NORMALE SUPERIEURE

Vieux-kouba(Alger)

Département de physique

تحسين مردود الخلية الشمسية

مذكرة تخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم المتوسط.

إعداد:

بزيو ياسمينة.

العبدي خديجة.

تحت إشراف الأستاذ:

تواتي أحمد.

لجنة المناقشة:

الأستاذ: سلطاني علي..... رئيسا

الأستاذ: علون محمد..... ممتحنا

الأستاذ: تواتي أحمد.....مشرفا

السنة الدراسية:2010/2009

دفعة جوان 2010

الفهرس

مقدمة.....1

الفصل الأول:الاشعاع الشمسي ــ

I - 1 - الخصائص الفيزيائية للإشعاع الشمسي.....3

I - 1 -1- الثابتة الشمسية La constante solaire.....3

I - 2- العوامل المؤثرة على توزيع الإشعاع الشمسي على سطح الأرض..... 4

I-2-1 البعد بين الأرض و الشمس. 4

I - 2-2-دوران الأرض حول الشمس و حول نفسها.....4

I - 2-3 -سمك الغلاف الجوي وزاوية سقوط الأشعة.....5

الفصل الثاني:أشباه النواقل وخصائصها الضوئية ــ

II - 1 تصنيف المواد.....7

II - 1-1- المواد العازلة.....7

II - 1-2- المواد الناقلة.....7

II - 1-3- المواد شبه الناقل.....8

II-2-أشباه النواقل.....9

II -2-1-أصناف أشباه النواقل.....9

II -2- 1-1- شبه ناقل ذاتي.....9

II -2- 1-2-شبه الناقل غير الذاتي.....14

II -2-1-2-1- شبه ناقل من النوع السالب (n-type).....14

II-2-1-2-2- شبه ناقل من النوع الموجب (p-type) 15

II-3- الخواص الضوئية لشبه الناقل.....19

II -3-1- الامتصاص الضوئي وتوليد حاملات الشحن.....19

II -3-1-1-الانتقال المباشر Transition directe.....19

II -3-1-2- الانتقال غير المباشر.....21

II -3-2- إعادة الإتحاد Reconbinaison.....23

II -4- الوصلات.....25
II -4-1- الوصلة بين شبهي ناقلين.....25
II -4-1-1 -الوصلة المتجانسة p –n.....25
II -4-2- الوصلة شبه ناقل–معدن:Junction semicondicteur-metale.29
II -4-2-1- الوصلة شبه ناقل (type-n) – معدن.....30
II -4-2-2- الوصلة شبه ناقل (type-p) – معدن.....32

الفصل الثالث:السلسيوم

III – السلسيوم 33
III -1- السلسيوم متعدد التبلور.....34
III -2- السلسيوم أحادي التبلور.....35
III -2-1- طريقة انصهار المنطقة الطائفة.....35
III -2-2- طريقة إنماء الغشاء.....36
III -2-3- طريقة تشوكوا لسكي(ZC).....37
III-3 السلسيوم عديم التبلور.....39

الفصل الرابع:الخلية الشمسية

IV-1 - مبدأ عمل الخلايا الكهروضوئية.....40
IV-1-1- امتصاص الأشعة الضوئية.....40
IV-1-2- تشكيل ثنائية إلكترون – ثقب.....40
IV -1-3- فصل الشحن وتجميعها.....41
IV-1-4- تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.....42
IV-2- مراحل صنع الخلية الشمسية.....43
IV-2-1- صنع الصفائح.....43
IV-2-2- نسج السطح.....43
IV-2-3- إنتاج الوصلة p–n.....44
IV-2-4-الطبقة المضادة للانعكاس.....45

IV-2-4-1- ترسيب طبقة بواسطة تقنية الرش(Sputtering) 46
IV-2-4-2- ترسيب طبقة باستعمال تقنية PECVD..... 46
IV -2-4-3- ترسيب طبقة باستعمال تقنية التبخير الحراري (Thermal Evaporation)..... 48
IV -2-5- تخميل السطح Passivation..... 48
IV -2-6- الوصلات الأومية Metallisation..... 49
IV -3- الدارة المكافئة للخلية الكهروضوئية..... 52
IV-3-1- الخلية الشمسية المثالية..... 52
IV-3-2- الخلايا الشمسية الحقيقية..... 54
IV -4- خصائص الخلية الشمسية في وجود الضوء..... 55
IV -4-1-العوامل المؤثرة على الخصائص..... 55
IV -4-1-1- تأثير المقاومات المعيقة R_P ، R_S على الخصائص $(I-V)$.... 55
IV -4-1-2- تأثير درجة الحرارة..... 57
IV -5- تجميع الخلايا الشمسية..... 57
IV -5-1-تجميع الخلايا الشمسية على التوالي..... 58
IV -5-2-تجميع الخلايا الشمسية على التوازي..... 59
IV -5-3-تجميع الخلايا الشمسية على التوالي–التوازي..... 59
IV -6- مناقشة و تحليل نتائج لعدة خلايا شمسية..... 61
خاتمة 69
مراجع.....

مقدمة:

الشمس آية من آيات الله في خلق الكون، فلو نعود للقرآن الكريم لنستلهم من آياته المحكمة كيف سخر الله سبحانه و تعالى الشمس منذ بدء الخليقة؛ لتكون مصدرا دائما للطاقة في الأرض وما عليها من مخلوقات، وطاقة لكل أعضاء المجموعة الشمسية؛ في قوله تعالى:

"وَسَخَّرَ لَكُمُ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ دَائِبَيْنِ وَسَخَّرَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ" . إبراهيم (33) .

"أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُولِجُ اللَّيْلَ فِي النَّهَارِ وَيُولِجُ النَّهَارَ فِي اللَّيْلِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي إِلَى أَجَلٍ مُسَمًّى وَأَنَّ اللَّهَ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ" . لقمان (29) .

"وَمِنْ آيَاتِهِ اللَّيْلُ وَالنَّهَارُ وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ لَا تَسْجُدُوا لِلشَّمْسِ وَلَا لِلْقَمَرِ وَاسْجُدُوا لِلَّهِ الَّذِي خَلَقَهُنَّ إِنْ كُنْتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ". فصلت (37) .

تعتبر الطاقة الشمسية أحد روافد الحد من التلوث و أحد الحلول لخفض الموارد الناضبة كالغاز والوقود، خصوصا أن سماء الدول العربية تسطع عليها الشمس حوالي 3300 ساعة في السنة، مقارنة ببريطانيا مثلا التي تسطع عليها الشمس أقل من ألف ساعة سنويا، ورغم ذلك نجد أن محطات ضخ الوقود لمحطات السيارات من قبل شركة (بي بي) تعمل كلها تقريبا بالطاقة الشمسية.

غير أنه منذ اختراع أول خلية شمسية في مختبرات (بل *Bell – labs*) عام 1954 والتي استطاعت تحويل الضوء إلى كهرباء، بقيت نقطة الضعف محصورة في مردود وطريقة عمل الخلايا المستخدمة.

ترى ما هي أهم التقنيات التي تساهم في رفع كفاءة الخلايا الشمسية؟

وللإجابة على هذا التساؤل تم اختيار موضوع مذكرتنا؛ التي تحتوي على أربعة فصول:تناولنا في الفصل الأول الإشعاع الشمسي، خصائصه الفيزيائية، والعوامل المؤثرة على توزيعه على سطح الأرض؛ وفي الفصل الثاني تعرضنا إلى أشباه النواقل و خصائصها الضوئية؛ أما الفصل الثالث تطرقنا إلى السلسيوم ، ومختلف الطرق للحصول على أنواعه؛ و أخيرا و في الفصل الرابع تعرضنا إلى مبدأ عمل الخلايا

الشمسية، مراحل صنعها، أهم تقنيات رفع الكفاءة، الدارة المكافئة لها، كيفية تجميعها، وأخيرا مناقشة وتحليل نتائج لعدة خلايا.