جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

اهمية الخلايا الشمسية في التطبيقات الصناعية

بحث تقدم به الطالب

زمن احمد ابراهيم

إلى مجلس كلية التربية للعلوم الصرف / جامعة بابل

وهو جزء من نيل شهادة البكالوريوس في قسم الفيزياء

إشـــــراف

أ.د. خالد حنين عباس

1444هـ

2023م

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَمَا أَرْسَلْنَا مِنْ قَبْلِكَ إِلَّا رِجَالًا نُوحِي إِلَيْهِمْ فَاسْأَلُوا أَهْلَ الذِّكْرِ إِنْ كُنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ ﴾

سورة النحل: 43

الإهـداء

وصلت رحلتي الجامعية إلى نهايتها بعد تعب ومشقَّة . .

وها أنا ذا أختـم بحث تخرُّجي بكل همَّة ونشاط،

وأمتنُّ لكل من كان له فضل في مسيرتي،

وساعدني ولو باليسير،

الأبوين، والأهل، والأصدقاء، والأساتذة المُبجَّلين . .

أُهديكـم بحث تخرُّجي

شكر وتقدير

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد...

وقبل أن نمضي تقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة.. إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة، إلى جميع أساتذتنا الأفاضل في كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة بابل ، وأخص منهم بالشكر والتقدير الاستاذ الدكتور(خالد حنين عباس) الذي كان له الفضل في اختيار عنوان هذا البحث، وللمعلومات التي أفاضني بها وتواصله المستمر على الرغم من تعدد مسؤولياته ومهامه.

كما أتقدم بالشكر والعرفان إلى جميع أعضاء الهيأة التدريسية في كليتنا العزيزة.

"كُن عالماً.. فإنْ لم تستطع فكن متعلما، فإنْ لم تستطع فأحب العلماء، فإنْ لم تستطع فلا تبغضهم".

والله ولي التوفيق

الباحث

المـحتــويـــــات

الموضـــــــــــــوع	الصفحة
الخلاصة	1
مقدمة	3
الفصل الاول الخلية الشمسية او الكهروضوئية او الضوئية	2
تاريخ الخلايا الشمسيّة	3
الخلية الشمسية أو الكهروضوئية أو الضوئية	3
عمل السيلكون كخلية شمسية	5
الفصل الثاني تركيب الخلية الشمسية	9
تركيب الخلية الشمسية	10
رقائق السيليكون	12
التصميم والتصنيع	13
سيليكون بلوري	13
خلايا مركزة	14
أجيال الخلايا الشمسية	15
الجيل الثاني للخلايا الشمسية	16
الجيل الثالث للخلايا الشمسية	17
الفصل الثالث كفاءة الخلية الشمسية	18
كفاءة الخلية الشمسية	19
العوامل المؤثرة في كفاءة الخلية الشمسية	21
تطبيقات الخلايا الشمسية	25
أبرز تطبيقات على الخلايا الشمسية	30
فوائد تطبيقات الخلايا الشمسية:	31
الخاتمة والاستنتاجات:	32
المراجع والمصادر:	34

الخلاصة :

تقوم الخلايا الشمسية بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة كهربائية مستفيدة من الخصائص الالكترونية لنوع معين المواد تعرف بأشباه الموصلات يعتمد عمل الخلايا الشمسية على الظاهرة الفوتوفولتائية إن الفولتية وتبع ذلك ابتكار الخلايا الضوئية المصنوعة من هذه المادة ومن مادة اوكسيد النحاسوز، وأعظم الابتكارات كانت أول تركيب فوتوفولتائي ضوئي يقوم بتحويل الضوء الساقط إلى طاقة كهربائية وبكفاءة مقبولة.

الفصل الاول
الخلية الشمسية او الكهروضوئية او الضوئية

1-1مقدمة:

تاريخ الخلايا الشمسيّة:

إن أصل مصطلح "الضوئية" (photovoltaic) من اليونانية ويعني الضوء ومن اسم فولتا وهو فيزيائي إيطالي، فولت -وحدة تابعة للقوة الدافعة الكهربائية-، وبذلك أصبح المصطلح (photovoltaic) باللغة الإنجليزية منذ عام 1849م.

تم التعرف لأول مرة على تأثير الضوئية في عام 1839 من قبل الفيزيائي الفرنسي بيكريل، ومع ذلك فقد تم بناء أول خلية ضوئية عام 1883 من قبل شارلز فريتز، الذي قام بتغليف السيلينيوم أشباه الموصلات بطبقة رقيقة جدا من الذهب لتشكيل التقاطعات. وكانت كفاءة الجهاز حوالي 1% فقط. وفي عام 1888 بنى الروسي الفيزيائي الكسندر ستوليتوف أول خلية كهروضوئية على أساس تأثير الكهروضوئي الخارجي الذي اكتشفه هاينريش هيرتز في وقت سابق من عام 1887.

وقد وضح ألبرت آينشتاين التأثير الكهروضوئي في عام 1905 وقد حصل على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1921. وقد حصل روسل أوهل على براءة اختراع لأشباه الموصلات في تقاطع الخلايا الشمسية الحديثة في عام 1946، الذي تم اكتشافه في الوقت الذي تمت فيه سلسلة من التطورات التي عنيت الترانزستور

1- 2الخلية الشمسية أو الكهروضوئية أو الضوئية :

جهاز يحول الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية مستغلا التأثير الضوئي الجهدي، تستخدم التجمعات من الخلايا الشمسية (وحدات الطاقة الشمسية) لالتقاط الطاقة من ضوء الشمس لتحويله الى كهرباء، عندما يتم تجميع وحدات متعددة معاً (حيث تكون أولوية التركيب بنظام تعقب قطبي محمول) يتم تركيب هذه الخلايا الضوئية كوحدة واحدة يتم توجيهها على سطح واحد وتسمى بلوح الطاقة الشمسية

(solar panel) إن الطاقة الكهربائية الناتجة من الوحدات الضوئية (Solar power) ، وتعتبر مثالاً على استخدام الطاقة الشمسية إن الخلايا الكهروضوئية هو مجال التكنولوجيا والبحوث المتعلقة بالتطبيق العملي في إنتاج الكهرباء من الضوء، لكن وعلى الرغم من ذلك غالبا ما يستعمل على وجه التحديد بالإشارة إلى توليد الكهرباء من ضوء الشمس. توصف الخلايا بالخلايا الضوئية وإن لم يكن مصدر الضوء هو الشمس ومثال ذلك (ضوء المصباح، الضوء الاصطناعي، وغيرها...)، وتستخدم الخلايا الكهروضوئية للكشف عن ضوء أو غيره من الإشعاع الكهرومغناطيسي بالقرب من مجموعة ضوئية مرئية، كالكشف عن الأشعة تحت الحمراء، أو قياس شدة الضوء. (الفولتية الضوئية)

بالإنجليزية: (Photovoltaic PV) التي تعرف ب الخلايا الشمسية أو الخلايا الفولتضوئية (photovoltaic cells).

من خلالها يتم تحويل أشعة الشمس مباشرة إلى كهرباء مثل السليكون الذي يستخرج من الرمل النقي. وبصفة عامة مواد هذه الخلايا إما مادة بلورية سميكة كالسيليكون البلوري Silicon (Crystalline) أو مادة لابلورية رقيقة كمادة السيلكون اللابلوري عن طريق استخدام أشباه الموصلات (Amorphous Silicon a-Si) (Copper Indium Diselenide), (Telluride CdTe)و Cadmium، (CuInSe^2, or CIS) او مواد مترسبة كطبقات فوق شرائح من شبه الموصلات تتكون من أرسنيد (زرنيخيد) الجاليوم، وتعتبر طاقاتها شكلا من الطاقة المتجددة والنظيفة، لأنه لا يسفر عن تشغيلها نفايات ملوثة ولا ضوضاء ولا إشعاعات ولا حتي تحتاج لوقود. لكن كلفتها الابتدائية مرتفعة مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى. والخلايا الشمسية تولّد كهرباء مستمرة ومباشرة (كما هو في البطاريات السائلة والجافة العادية)

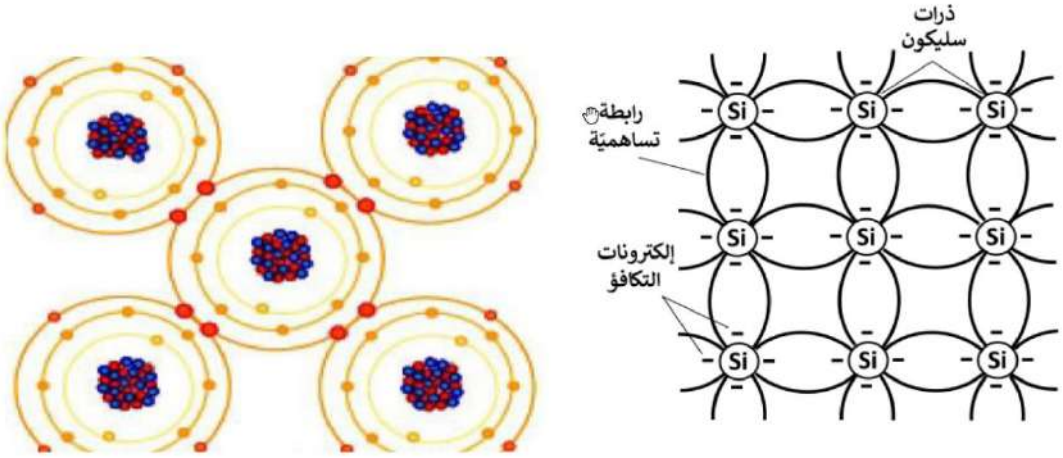
تعتمد شدة تيارها على وقت سطوع الشمس وشدة أشعة الشمس، وكذلك على كفاءة الخلية الضوئية نفسها في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، يمكن لهذه الخلايا الشمسية إعطاء مئات الفولتات من التيار الكهربائي المستمر DC لو وصلت هذه الخلايا على التوالي. كما يمكن تخزين الطاقة الناتجة في بطاريات الحامضية المصنوعة من الرصاص أو القاعدية المصنوعة من معدني النيكل والكادميوم، ويمكن تحويل التيار المستمر DC إلي تيار متردد AC بواسطة العاكسات الInverto للاستعمال وإدارة الأجهزة الكهربائية المنزلية والصناعية العادية. من ميزتها أنها ليس بها أجزاء متحركة تتعرض للعطل. لهذا تعمل فوق الأقمار الصناعية بكفاءة عالية، ولاسيما وأنها لا تحتاج لصيانة أو إصلاحات أو وقود، حيث تعمل في صمت، إلا أن اتساخ الخلايا الضوئية نتيجة التلوث أو الغبار يؤدي إلى خفض في كفاءتها مما يستدعي تنظيفها على فترات أكبر

محطة توليد كهرباء تعمل حاليا بالخلايا الشمسية توجد في اسبانيا وقدرتها 23 ميجاوات، ومن المخطط أن يتم بناء أكبر محطة تعمل بالخلايا الشمسية في أستراليا بقدرة 154 ميجاوات. والخلايا الشمسية تعمل في الأقمار الصناعية منذ عام 1960 كما تزود محطة الفضاء الدولية ISS بالتيار الكهربائي. هناك طريقة أخرى لتحويل الطاقة الشمسية إلى الطاقة الكهربائية وذلك عن طريق استغلال الحرارة المباشرة لأشعة الشمس أو ما يسمى بتقنية الكهرباء الحرارية الشمسية (solar thermal electricity).

3-1 عمل السيلكون كخلية شمسية:

يمتلك السيلكون بعض الخواص الكيميائية في تركيبه البلوري. فذرة السيليكون تحتوي على 14 الكترون موزعة على ثلاث مستويات طاقة. مستويين الطاقة الاول والثاني الاقرب للنواة يكونان ممتلئان تماماً بالإلكترونات.

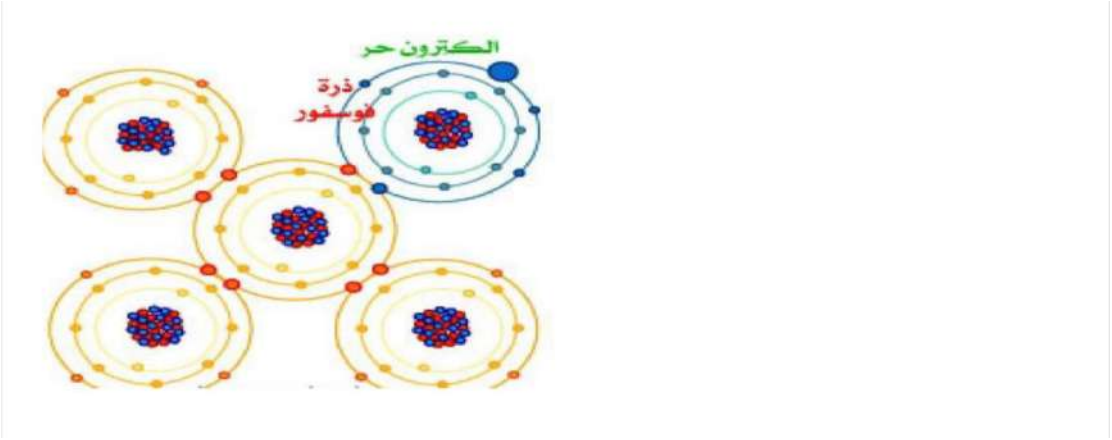
والمستوى الثالث أو المستوى الخارجي يحتوي على 4 الكترونات فقط اي يكون نصفه ممتلئ والنصف الآخر فارغ حيث ان المدار يكتمل ب 8 الكترونات، وتسعى ذرة السيليكون لان تكمل النقص في عدد الالكترونات في المستوى الخارجي ولتفعل ذلك فإنها تشارك اربع الكترونات من ذرات سيليكون مجاورة وبهذا ترتبط ذرات السيليكون بعضها البعض في شكل تركيب بلوري وهذا التركيب البلوري له فائدة كبيرة في خلية الفوتوفولتيك كما سنوضح ذلك في الشرح.



الشكل (1-1) ذرات السيليكون مرتبطة مع بعضها البعض مشكلة تركيب بلوري منتظم لا يوجد فيه إلكترونات حرة

لقد قمنا بوصف بلورة سيلكون نقية وللعلم بلورة السليكون النقية لا توصل التيار الكهربي بكفاءة لأنه لا يوجد الكترونات حرة لتنقل التيار الكهربي حيث ان كل الالكترونات قد قيدت في التركيب البلوري. ولهذا ولكي يتم استخدام السليكون في الخلية الشمسية فإننا بحاجة إلى إجراء تعديل بسيط في التركيب البلوري. التعديل البسيط هذا هو عبارة عن اضافة ذرات عناصر أخرى (تسمى عملية تطعيم doping) وهذه الذرات الاضافية نسميها شوائب impurities وهي ضرورية لعمل الخلية الشمسية بغض النظر عن

اسمها شوائب وقد يفهمها البعض آنها ذرات غير مرغوب فيها وسوف نكتشف ذلك من خلال الشرح. يتم اضافة (تطعيم) ذرات الفوسفور بنسبة بسيطة جدأ تصل إلى 1:1,000,000 وذرة الفسفور تحتوي على 5 الكترونات في مدارها الخارجي ولهذا عندما تدخل الشبكة البلورية بين ذرات السليكون ستشارك ب 4 الكترونات ويبقى الكترون حر.



الشكل (1-2) تطعيم ذرات السليكون

الآن تتضح فكرة عمل الشوائب في ذرات السليكون فلو تم تزويد السليكون النقي بالطاقة ولتكن طاقة حرارية مثلاً لوجدنا ان بعض الالكترونات تتحرر وتترك مكانها تعمل هذه الفجوة على السماح لإلكترون في الجوار شاغر نسميه فجوة بالانتقال اليها تاركاً فجوة اخرى وهكذا تستمر hole حركة الالكترونات في اتجاه وحركة الفجوات في الاتجاه المعاكس وهذه الحركة هي تيار كهربي. ولكن في حالة ذرات السليكون المطعمة بذرات الفسفور يصبح الامر مختلف من ناحية ان الطاقة اللازمة لبدأ تحريك الالكترونات اقل بكثير من حالة السليكون النقي.

وتسمى اشباه اي N-type الموصلات التي تطعم بذرات تحتوي على الكترونات اضافية بالنوع السالب لأنه اضاف الكترون للتركيب البلوري للذرات. ولهذا يعتبر السيلكون المطعم بالفسفور موصل أفضل من

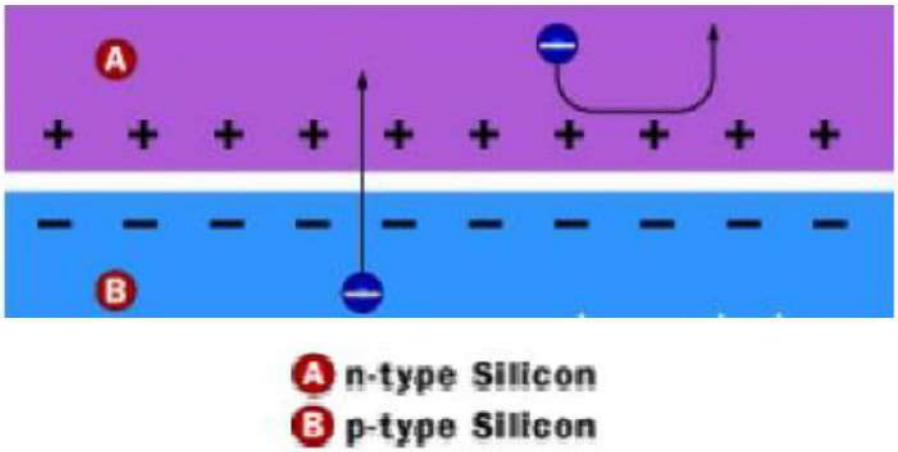
السيلكون النقي. كما انه يوجد تطعيم بذرات توفر الكترونات اضافية هناك تطعيم آخر بذرات لها عدد اي P-type اقل من الالكترونات وتسمى المواد الناتجة عن هذا التطعيم بالنوع النوع الموجب. وفي الحقيقة الخلية الشمسية تحتوي على كلا النوعين النوع الموجب والنوع السالب. والامر الاهم هو ما يحدث عن توصيل النوعين معاً حيث تنتقل الالكترونات الحرة في النوع السالب إلى الفجوات في النوع الموجب

الفصل الثاني

تركيب الخلية الشمسية

2-1تركيب الخلية الشمسية:

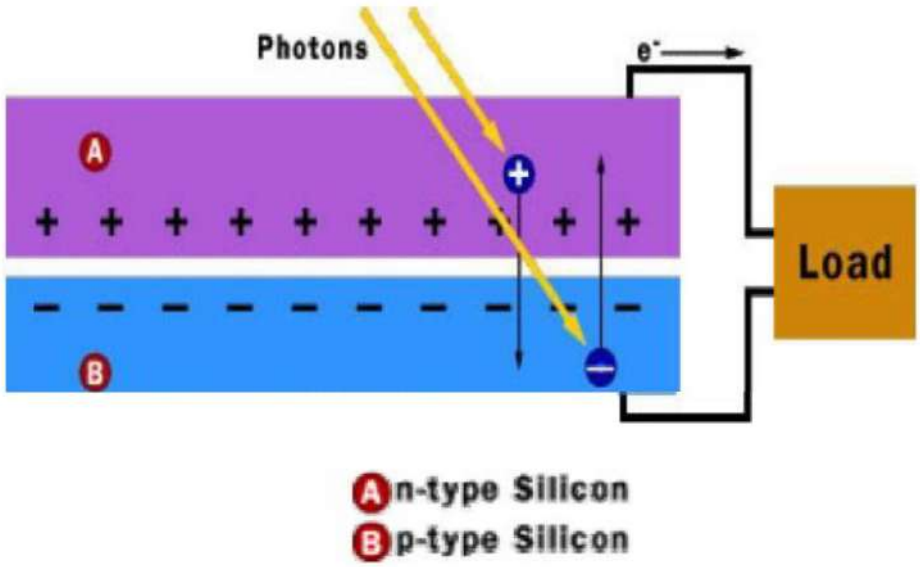
كما ذكرنا منذ قليل ان الالكترونات تنتقل الى الفجوات وتتحد معها ولكن لا تستمر عملية الانتقال هذه إلى ان تتحد كل الالكترونات مع كل الفجوات وتتوقف العملية لان ما يحدث هو ان بعد ان تنتقل المجموعة الأولى من الالكترونات وتتحد مع الفجوات يشكل حاجز عند المنطقة التي تصل النوع الموجب عن النوع السالب ويمنع هذا الحاجز المزيد من الالكترونات الأخرى في النوع السالب الاتحاد مع فجوات في النوع الموجب ويتكون عن المنطقة بين النوعين مجال كهربي.



الشكل (2-1)المجال الكهربي المتولد في كل خلية فوتوفولتيك

هذا المجال الكهربي يعمل عمل الديود diode حيث يسمح بمرور الالكترونات من الجزء الموجب إلى الجزء السالب ولكن ليس العكس، وبهذا يكون لدينا في كل خلية فوتوفولتيك مجال كهربي يحدد اتجاه حركة الالكترونات، عندما يسقط الضوء المكون من فوتونات عند طاقة معينة على الخلية الفوتوفولتيك فإنه يعمل على تحرير الكترون وفجوة بالقرب من الحاجز حيث المجال الكهربي فيتم تمرير هذا الالكترون في اتجاه الجزء

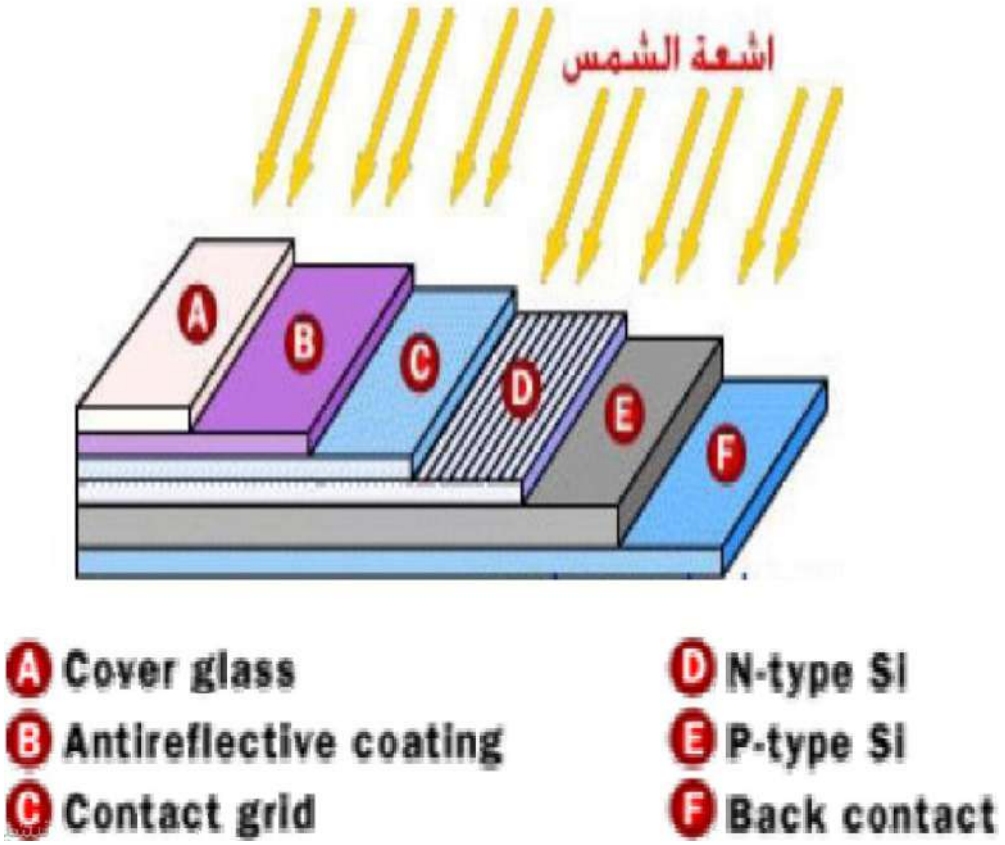
السالب تحت تأثير المجال في حين تنتقل الفجوة إلى الجزء الموجب تحت تأثير المجال. وعندما يتم توصيل طرفي الخلية (النوع السالب طرف والنوع الموجب طرف) بدائرة خارجية فإن هذه الالكترونات سوف تتحرك لتعود إلى موضعها الاصلي وكذلك الفجوات وهذه الحركة هي التيار الكهربي الذي نريده



الشكل (2-2) فكرة عمل الخلية فوتوفولتيك عند سقوط فوتون الضوء على الخلية تتحرر الكترونات وفجوات تنتقل الالكترونات تحت تأثير قوة المجال الكهربي في الخلية إلى الجزء السالب وتنتقل الفجوات إلى الجزء الموجب ولكن تعود مرة أخرى الى موضعها الاساسي عند توصيلها بدائرة خارجية

يتم طلي الخلية الشمسية بمواد تمنع انعكاس الفوتونات الضوئية عند سقوطها على الخلية لان السليكون يشكل طبقة لامعة تعكس الضوء وهذا ما لا نريده ان يحدث. يتم توضع طبقة رقيقة جداً على سطح شريحة السليكون لتمنع انعكاس الضوء وبعدها يتم وضع شريحة زجاجية لحماية الخلية. وعمليا يتم دمج ما يقارب 36 خلية فوتوفولتيك على التوالي والتوازي لنحصل على مستوى

فـرق الجهـد والتيـار الكهربـي المطلـوب وتوضـع هـذه الخلايـا فـي اطـار مـن الزجـاج لحمايتـه مـع وضـع نقطتـي توصـيل موجبـة علـى السـطح الامـامي وسالبة على السطح الخلفي.



الشكل (2-3)تركيب خلية شمسية من خلايا الفوتوفولتيك

2-2 رقائق السيليكون:

تسـتخدم رقيقـة خليـة السـيليكون السـيليكون اللابلـوري والسـيليكون البلـوري الابتـدائي والسـيليكون النـانوبلوري أو مـا يسـمى السـيليكون الأسـود. وتختلـف رقـائق السـيليكون عـن الـويفر فـي الصـناعات الإلكترونيـة أو السـيليكون أحـادي لبلورية أو السليكون متعدد البلورية

2-3التصميم والتصنيع:

يرسب السيليكون عادة بطريقة الترسيب البخاري الكيميائي للسيلين وغاز الهيدروجين. كما تدرس أمكانية استخدام تقنيات أخرى للترسيب من ضمنها طريقة التناثر sputtering وطريقة السلك الساخن. ويتم ترسيب السيليكون على رقائق زجاج أو رقائق بلاستيك أو رقائق معدنية تكون قد سبق طلاؤها بطبقة من الأكسيد الموصل الشفاف. وتستخدم في العادة بنية من نوع وصلة الموجب والسالب p-i-n عن وصلة n-i-p ، وذلك حيث أن حركة الإلكترونات في وصلة السيليكون الابلوري/والهيدروجين تفوق حركة لفجوات الإلكترونية بين 10 إلى100 مرة، مما يعمل على معدل أكبر لحركة الإلكترونات من p إلى n في الوصلة بي إن عن حركة الفجوات منp إلى n. وهذا معناه أن الطبقة من نوع بي يجب جعلها الطبقة العليا التي تسقط عليها الأشعة حيث تكون شدة الأشعة على أشدها بحيث أن معظم الشحنات المتكونة العابرة للوصلة من الإلكترونات.

2-4سيليكون بلوري:

تجمع تقنية وحدات الرقاق الشمسية بين نوعين من السيليكون: السيليكون اللابلوري (زجاجي البنية) والسيليكون البلوري الصغري أو مايسمى ميكروبلوري للطبقة العليا والطبقة السفلى في اللوح الشمسي. وتنتخب تلك المادتين بسبب اختلاف قدرتهما على امتصاص الأشعة الشمسية، ويمكن تصنيعهما بنفس التقنية. وتنتج طبقة السيليكون البلوري 7و1 إلكترون فولت بينما تنتج طبقة السيليكون الميكروبلوري 1و1 إلكترون فولت مما يدعم امتصاص الطيف الكامل لأشعة الشمس، حيث تمتص طبقة السيليكون الابلوري الاشعة ذات طول موجة قصيرة (ناحية الطيف البنفسجي) بينما تتميز طبقة السيليكون البلورية الصغرية بامتصاص الطيف ذو طول موجة طويلة (ناحية الطيف الأحمر)، تساعد طبقة السيليكون البلوري الصغري

على امتصاص طاقة الأشعة أيضا في نطاق الاشعة تحت الحمراء وبذلك تزداد كفاءة تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية. ويمكن الحصول على أحسن كفاءة للخلية عن طريق الوصلة بين السيليكون اللابلوري والسيليكون البلوري الصغري. كما تبين أن استخدام السيليكون المتبلور ابتدائيا كطبقة سقوط الأشعة (الطبقة العليا) يزيد من كفاءة الخلية الشمسية التي تعمل بالتأثير الضوئي الجهدي

2- 5 خلايا مركزة:

في حالة الخلايا المركزة للضوء أيضا «الخلايا الكهروضوئية المركزة»: يتم حفظ منطقة أشباه الموصلات الكهروضوئية المركزة عن طريق التركيز الأولي لضوء الشمس الساقط على منطقة أصغر. يمكن تحقيق ذلك عن طريق البصريات الهندسية كما هو موضح في هذا القسم أو عن طريق خلايا التألق بأجسام توجيه ضوئية تستخدم انعكاس داخلي إجمالي. تجميع الضوء هو:

على سبيل المثال. يتحقق باستخدام عدسات، غالبا عدسة فرينل، أو مرايا. تستخدم أدلة الضوء أحيانًا لتوجيه الضوء المركز. يجب أن تحفظ خلايا المكثف مادة أشباه الموصلات، مما يسمح باستخدام مواد أكثر كفاءة وأكثر تكلفة. وبالتالي يمكن استخدام الإشعاع الشمسي لمنطقة أكبر في كثير من الأحيان حتى بتكاليف أقل المواد المستخدمة بشكل شائع للخلايا الشمسية المركزة هي أشباه الموصلات III-V. في معظم الحالات، يتم استخدام خلايا شمسية متعددة (انظر القسم التالي)، والتي ستكون غير اقتصادية للخلايا الشمسية ذات السطح الكامل، لا يزالون يعملون بشكل موثوق به أكثر من 500 مرة من كثافة الشمس. يجب أن تتعقب الخلايا الشمسية

المركـزة موضـع الشـمس حتـى تـتمكن بصـرياتها مـن تركيـز الإشـعاع الشمسـي على الخلايا.

6-2 أجيال الخلايا الشمسية:

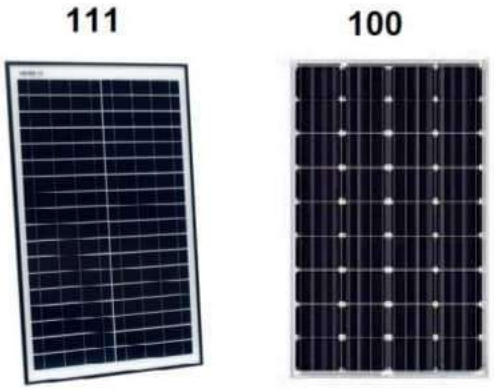
2-6-1 الجيـل الاول للخلايـا الشمسـية: يعتمـد بشـكل أساسـي علـى رقـائق السـليكون وعـادة مـا تظهـر كفـاءة حـوالي 15-20 ٪، هـذه الأنـواع مـن الخلايـا الشمسية تهيمن علـى السـوق (الاكثـر تـوافر بالأسـواق) وهـي بشـكل رئيسـي تلـك الموجـودة علـى أسـطح المنـازل. تكمـن فوائـد تقنيـة الخلايـا الشمسـية هـذه فـي أدائهـا الجيـد، فضـلاً عـن اسـتقرارها العـالي. ومـع ذلـك، فهـي صـلبة وتتطلـب الكثيـر مـن الطاقـة فـي الإنتـاج. لا يـزال يمثـل أكثـر مـن 80 ٪ مـن سـوق الخلايـا الشمسية.

هناك نوعان من الخلايا الشمسية السليكونية البلورية.

يتضـمن هـذا الجيـل الكثيـر مـن الأنـواع مـن أهمهـا الخلايـا الشمسـية احاديـة البلورات:

أقـدم الخلايـا الشمسـية التـي لا تـزال الأكثـر شـعبية وفعاليـة هـي الخلايـا الشمسـية المصـنوعة مـن رقـائق السـليكون الرقيقـة، تسـمى هـذه الخلايـا الشمسـية أحاديـة البلوريـة لأن الخلايـا مقسـمة إلـى شـرائح مـن بلـورات مفـردة كبيـرة نمـت بعنايـة فـي ظـل ظـروف محكومـة بعنايـة . عـادة مـا يبلـغ عـرض الخلايـا بضـع بوصـات ويتم وضع عدد من الخلايا في شبكة لإنشاء لوحة.

يتميـز بشـكله النـاعم والمتجـانس بغـض النظـر عـن النـوع او الشـكل الـداخلي الخاص بالبلورة كما هو مبين في الشكل :



الشكل (2-4) الخلايا الشمسيه السليكونيه احاديه البلورة

2-6-2 الجيل الثاني للخلايا الشمسية:

تعتمد على السليكون غير المتبلور، (CIGS نحاس انديوم جاليوم سلينايد) وCdTe (كادميوم تلينايد)، حيث تبلغ كفائتها 10-15٪،منذ الجيل الثاني من الخلايا الشمسية تتجنب استخدام رقائق السيليكون و نجد ان لديها استهلاك أقل للمواد، و هذا يجعل انه من الممكن تقليل تكاليف إنتاج هذه الأنواع من الخلايا الشمسية مقارنة بالجيل الأول .يمكن أيضا إنتاج الجيل الثاني من الخلايا الشمسية بحيث تكون مرنة إلى حد ما .ومع ذلك ، نظرا لأن إنتاج الخلايا الشمسية من الجيل الثاني لا يزال يتضمن عمليات تفريغ ومعالجات ذات درجة حرارة عالية ، و علاوة على هذا، نجد ان الجيل الثاني من الخلايا الشمسية تعتمد على العناصر النادرة وهذا عامل محدد في السعر يتضمن هذا الجيل الكثير من الأنواع من أهمها الخلايا الشمسية الغير متبلورة:

العيب الرئيسي للسيليكون هو معامل امتصاصه المنخفض، ومع ذلك، من خلال تناول مادة السليكون غير المتبلورة بشكل كبير مع الهيدروجين، يمكن جعل معامل الامتصاص الخاص بها يصل إلى 5-10 cm-1، مع تحول فجوة النطاق من 1.1 eV إلى 1.75 eV ، على غرار تلك الموجودة في CdTe. غالبا ما يتم اختصار هذه المادة على أنها Si-H. بسبب كثافة العيوب العالية ، لاحظ ان معدل الكفائة مرتفع، تبلغ كفاءة أفضل الخلايا

الشمسية التجريبية Si: H حوالي 10 ٪ ، وبالنسبة للخلايا الشمسية المنتجة بكميات كبيرة.

3-6-2 الجيل الثالث للخلايا الشمسية:

يستخدم مواد عضوية مثل الجزيئات الصغيرة أو الصبغية. وبالتالي، فإن الخلايا الشمسية الصبغية هي فئة فرعية من الخلايا الشمسية العضوية. الجيل الثالث يحوي أيضاً الخلايا الشمسية التجريبية (اى المصنعة بالمعمل وتستخدم داخل المعمل فقط.

عالية الأداء والمكلفة عالية الأداء التي تحمل الرقم القياسي العالمي في أداء الخلايا الشمسية. هذا النوع لديه تطبيق تجاري إلى حد ما فقط بسبب ارتفاع سعر الإنتاج. فئة جديدة من الخلايا الشمسية ذات الأغشية الرقيقة قيد الدراسة حالياً تثبت أن الخلايا الشمسية تبدي إمكانات هائلة مع

كفاءة قياسية تتجاوز 20 ٪ في منطقة صغيرة جداً من ناحية أخرى، تقدم الخلايا الشمسية الصبغية أو الخلايا الشمسية العضوية العديد من المزايا مثل إنتاج واسع النطاق وسريع وغير مكلف واستخدام مواد تكون متاحة بسهولة وربما غير مكلفة. يمكن تصنيع الخلايا الشمسية البوليمرية باستخدام تقنيات صناعية معروفةR2R يمكن مقارنتها بطباعة الصحف. على الرغم من أن أداء واستقرار الخلايا الشمسية من الجيل الثالث لا يزال محدوداً مقارنة بالخلايا الشمسية من الجيل الأول والثاني، إلا أنهما يتمتعان بإمكانيات كبيرة ويتم تسويقهما بالفعل ازداد الاهتمام البحثي بالخلايا الشمسية البوليمرية بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة، ومن الممكن الآن إنتاجها بسعر يمكن مشاريع مثل مبادرة OPV المجانية يتضمن هذا الجيل الكثير من الأنواع منها:

أ .الخلايا الشمسية العضوية
ب .الطاقة الشمسية الحساسة للصبغة

الفصل الثالث

كفاءة الخلية الشمسية

1-3 كفاءة الخلية الشمسية:

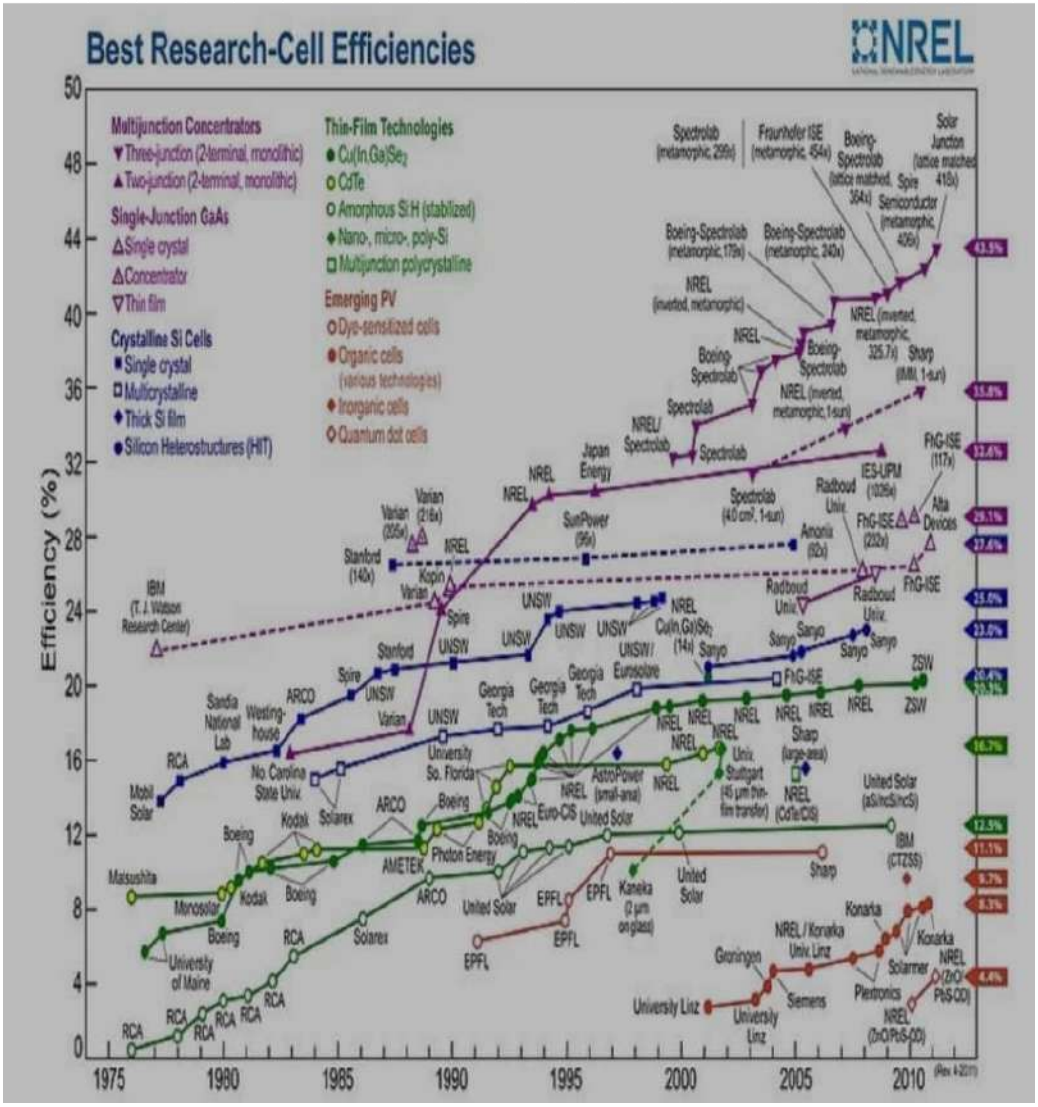
تمثل تلك الأنواع من السيليكون ارتباطات تلامسية متداخلة تعمل على تداخل بين مستويات طاقة في فجوات النطاق في المادة وتغيرات في نطاق التكافؤ ونطاق التوصيل. وتكون كفاءة تلك الأنواع من الخلايا الضوئية أقل عن مثيلتها المصنوعة من السيليكون المتبلور أو سيليكون الويفر ولكنها أقل تكلفة في تصنيعها وإنتاجها. كما تقل الكفاءة الكمومية للرقائق الشمسية عن كفاءة السيليكون البلوري بسبب قلة عدد الشحنات المتولدة عن امتصاص أحد الفوتونات. ويحوي السيليكون البلوري على فجوة نطاق أعلى (7 و1 إلكترون فولت) عن فجوة النطاق في السيليكون البلوري (1 و1 إكترون فولت)، مما يعني أنه يمتص الضوء المرئي بطريقة أحسن عن امتصاصه الأشعة تحت الحمراء. ونظرا لامتلاك السيليكون النانوبلوري نفس فجوة النطاق التي تميز السيليكون البلوري فيمكن استغلال السيليكون النانوبلوري والسيليكون البلوري في طبقات الرقائق وتكوين رقائق من النوعين تتميز بقدرة أكبر في امتصاص الطيف الضوئي بالكامل وبذلك تحسين كفاءة إنتاج التيار الكهربائي في تلك الخلايا الشمسية. تمتص الطبقة العليا من الرقيقة الضوء المرئي وتسمح بمرور الأشعة تحت الحمراء إلى الطبقة السفلى حيث تقوم بامتصاصها طبقة السيليكون النانوبلورية (بلورات تبلغ مقاييسها عدة نانومتر).

وتعمل الصناعة على تطوير مستمر لتحسين عمل رقائق السيليكون. وتبتكر طرق لاصتياد الضوء في السيليكون وانعاكسة داخليا عدة مرات لامتصاصه في الطبقات المختلفة في الرقائق. كما تبتكر طرق للمعالجة الحرارية للرقائق لتعزيز تبلور السيليكون والبحث عن فجوات إلكترونية أنسب لتحويل أشعة الشمس إلى تيار كهربائي

حساب كفاءة الخلايا الشمسية، تعد خطوة تحديد كفاءة الخلايا الشمسية في غاية الأهمية عند تصميم النظام الشمسي ، حيث تعبر عن مقياس لكمية الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الخلايا الشمسية لكي يتحول إلى طاقة كهربائية.

ومع التطور المتتالي خلال السنوات الماضية وحتى هذه اللحظة ارتفعت كفاءة الألواح من 15% إلى 22.8% وهي أعلى نسبة خلال السنوات الأخيرة قد وصلت إليها بعض الشركات المتخصصة في تصنيع الخلايا.

أصبحت هناك ألواح شمسية بقدرة 400 واط وبكفاءة 22.8% تم تصنيعها بواسطة شركة صن باور"SUN POWER" ، فكلما كانت الكفاءة والقدرة أعلى مع الحجم الأقل مساحة كلما كان ذلك أفضل .



الشكل (3-1)كفاءة الخلايا الشمسية وتوجد من بينها نوع الرقائق الشمسية (المثلثات المفتوحة المقلوبة)، الخلايا الأكثر كفاءة (المثلثات البنفسجية) تكلفتها تتكون من وصلات متعددة ومصنوعة من مواد عالية الثمن وتستعمل في الأقمار الصناعية

3-2 : العوامل المؤثرة في كفاءة الخلية الشمسية:

كما في المكائن الحرارية كذلك في الخلايا الشمسية هناك عوامل تؤثرفي كفاءة إنتاج الطاقة

الكهربائية " ففي المكائن الحرارية تلعب درجة حرارة التبخير والتكثيف دورا أساسيا في تحديد الكفاءة النظرية لتوليد الطاقة الكهربائية - إضافة بالطبع إلى كفاءة الأجهزة الوسيطة ا المستعملة "أما في الخلايا الشمسية فالكفاءة ليست محكومة بالعوامل التي

تحد من كفاءة المكائن الحرارية إلا أن هناك اعتبارات أخرى تحد من كفاءة الخلايا الشمسية بحيث إنها لا تزيد عن ٢٥ %.

أما العوامل المؤثرة على كفاءة الخلية الشمسية فهي

1. العلاقة بين طاقة فوتونات ضوء الشمس وطاقة ربط الإلكترون بالذرة.
2. تحول طاقة الفوتونات ا الممتصة إلى حرارة إن الفوتونات التي طاقتها أكبر من طاقة ربط الإلكترون (طاقة التكافؤ) تصل على أعماق مختلفة داخل الخلية و يؤدي هذا إلى أن قسما من الإلكترونات المحررة تتحرر من منطقة بعيدة عن نقاط الاتصال ولا تستطيع الوصول إليها وبهذا تضيع طاقتها الحركية على شكل حرارة بالإضافة إلى ذلك فان ذلك الجزء من طاقة الفوتون التي تزيد عن طاقة الربط يكتسبها الإلكترون بشكل طاقة حركية لكنه لا يلبث أن يفقدها بشكل حرارة ذلك أنها طاقة زائدة عن حاجته للتحرر وفي خلايا السيليكون تبلغ الطاقة المفقودة بشكل حرارة ما يعادل 43 % من كمية الطاقة ا الممتصة أو 33 % من مجمل طاقة الطيف الشمسي
3. تسرب جزء من التيار الكهربائي خلال نقاط الاتصال. وتعتمد قيمة التيار المتسرب على درجة حرارة الخلية " وبالتالي حرارة نقاط الاتصال فكلما ارتفعت درجة الحرارة هذه ازدادت كمية التيار المتسرب ومن هنا تأتي أهمية تبريد الخلايا الشمسية فالكفاءة النظرية لخلايا السيليكون تصل إلى صفر حيث ترتفع حرارتها إلى 300 درجة مئوية
4. مصادر خسارة أخرى تتمثل بعكس الخلية لجزء من الإشعاع الشمسي " والخسارة الناتجة عن إعادة اتحاد بعض الإلكترونات المحررة بالفجوات.

إن البحث والتطوير في الخلايا الشمسية لا زال مستمرا، ويشمل أربعة محاور

1. محاوله جعل تكنولوجيا تصنيع الخلايا الشمسية أقل كلفة وأكثر كفاءة.
2. تطوير تكنولوجيا جديدة تعتمد على تصاميم معمارية وهندسية جديدة.

3. تطوير وتصنيع مواد الكترونية لها قابلية أكبر على امتصاص الطاقة الشمسية وتحرير شحنات بعدد أكبر
4. تطوير التصاميم الالكترونية للمواد المتوفرة حالياً وتحسين ظروف تصنيعها.

يتبين لنا مما تقدم أن الطاقة الشمسية لها مميزات مهمة لا يمكن اهمالها وإغفالها

- أنها توفر طاقة متجددة ومستديمة ونظيفة.
- إن تقنياتها معروفة وليست معقدة ويمكن تطويرها واستخدامها لتطوير التقنيات الأخرى. وان استخدامها سوف يوفر فرص عمل واسعة.
- تتوفر مستلزماتها المادية والبيئية في العالم العربي بشكل كبير.

كما في المكائن الحرارية كذلك في الخلايا الشمسية هناك عوامل توثر في كفاءة انتاج الطاقة الكهربائية، ففي المكائن الحرارية تلعب درجة حرارة التبخير والتكثيف دورا أساسيا في تحديد الكفاءة النظرية لتوليد الطاقة الكهربائية، اضافة بالطبع الى كفاءة الأجهزة الوسيطة المستعملة، ما في الخلايا الشمسية فالكفاءة ليست محكومة بالعوامل التي تحد من كفاءة المكائن الحرارية، الا أن هناك اعتبارات أخرى تحد من كفاءة الخلايا الشمسية بحيث إنها لا تزيد عن ٢٥%، وتعرف كفاءة الحلية الشمسية على أنها

$$\text{كفاءة الخلية الشمسية} = \frac{\text{القيمة القصوى لحاصل ضرب التيار بالجهد الكهربائي}}{\text{مساحة السطح} \times \text{شدة الاشعاع الشمسي}}$$

أما العوامل الموترة على كفاءة الخلية الشمسية بشكل مفصل وفي جهة أخرى فهي:

1 - العلاقة بين طاقة فوتونات ضوء الشمس وطاقة ربط الالكترون بالذرة. أن تلك الفوتونات التي تكون طاقتها أكبر من طاقة ربط الالكترون هي التي تنتج التأثير الفوتو فولتي، وتختلف طاقة الربط من مادة الى أخرى لكنا تتراوح في معظم المواد

المستعملة لصناعة الخلايا الشمسية بين 1.1-2.3 الكترون فولت، ففي السيليكون مثلا تساوي طاقة الربط 1.1 الكترون فولت وبالتالي فان الفوتونات التي تكون طاقتها 1.1 الكترون فولت أو اكبر هي التي تسفيد منها الحلية السيليكونية، و بالنظر الى الطيف الشمسي نجد أن ذلك الجزء من الطيف الذي تبلغ طول موجاته 1.12 ميكرون أو أقل يؤدي نظريا الى توليد التأثير الفوتو فولتي في خلايا السيليكون، ويحتوي ذلك الجزء من الطيف الشمسي على 77 من طاقة الطيف بأكمله، وعلى ذلك فان هناك 7.23؛ من طاقة الطيف الشمسي لا تسفيد منها الحلية الشمسية المصنوعة من السيليكون.

2- تحول طاقة الفوتونات الممتصة الى حرارة: إن الفوتونات التي طاقتها **1**كبرمن طاقة ربط الالكترون (طاقة التكافؤ) تمتص على أعماق مختلفة داخل الخلية، ويؤدي هذا الى أن قسما من الالكترونات المحررة تتحرر من منطقة بعيدة عن نقاط الاتصال ولا تستطيع الوصول اليها وبذا تضيع طاقتها الحركية على شكل حرارة، بالإضافة الى ذلك فان ذلك الجزء من طاقة الفوتون التي تزيد عن طاقة الربط يكتسبها الالكترون بشكل طاقة حركية لكنه لا يلبث ن يفقدها بشكل حرارة ذلك أنها طاقة زائدة عن حاجته للتحرر، وفي خلايا السيليكون تبلغ الطاقة المفقودة بشكل حرارة ما يعادل 43% من كمية الطاقة الممتصة أو 33% من مجمل طاقة الطيف الشمسي.

3- تسرب جزء من التيار الكهربائي خلال نقاط الاتصال. وتعتمد قيمة التيار المتسرب على درجة حرارة الخلية، وبالتالي حرارة نقاط الاتصال، فكلما ارتفعت درجة الحرارة هذه ازدادت كمية التيار المتسرب، ومن هنا تأتي أهمية تبريد الخلايا الشمسية، فالكفاءة النظرية لخلايا السيليكون تصل الى صفر حين ترتفع حرارها الى 300 درجة مشوية، لكن في التطبيقات العملية وتحت تأثير الاشعاع الشمسي والظروف المناخية المحيطة فان خسارة نقاط الاتصال تصل الى 38% من الجزء المتبقي بعد طرح قيمة الاشعاع غير الممتص والطاقة المتحولة الى حرارة، وبالنسبة

الى كل طاقة الطيف الشمسي تبلغ خسارة نقاط الاتصال حوالي 17.5%، بما يترك حوالي 26.5% من طاقة الطيف الشمسي في الحلية بشكل طاقة كهربائية.

4- مصادر خسارة أخرى تتمثل بعكس الخلية لجزه من الاشعاع الشمسي، والخسارة الناتجة عن اعادة اتحاد بعض الالكترونات المحررة بالفجوات اضافة الى الخسارة في المقاومات الكهربائية في الخلية، وتشكل هذه المصادر جميعا حوالي 12% من مجمل الطيف الشمسي لأمر الذي يؤدي الى أن تصل كفاءة الخلايا السيليكونية في تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية الى حوالي 14 نز فقط.

هناك بالطبع مصادر أخرى لفقدان الطاقة لكنها توجد في الأجهزة الخارجية المربوطة بالخلايا كأجهزة تحويل التيار الثابت الى تيار متردد أو كفاءة خزن الطاقة الكهربائية في البطاريات ناهيك عن كفاءة الأجهزة الكهربائية في نقطة الاستعمال النهائي، فلو فرضنا أن كفاءة تحويل الطاقة الشمسية الى تيار متردد على الجهد الكهربائي المطلوب تبلغ 10% وأن هذا التيار يستعمل لتشغيل موتور كهربائي كفاءته 70% فان الكفاءة النهائية من نقطة التحويل (الخلية الشمسية) الى نقطة التسليم (المفعول المطلوب احداثه) تبلغ في الواقع 7% فقط.

3-3 تطبيقات الخلايا الشمسية:

استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل كما استخدمها في مجالات أخرى وردت في كتب العلوم التاريخية فقد أحرق أرخميدس الأسطول الحربي الروماني في حرب عام ٢١٢ ق م عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدروع المعدنية، وفي العصر البابلي كانت نساء الكهنة يستعملن آية ذهبية مصقولة كالمرأة لتركيز الإشعاع الشمسي للحصول على النار، كما قام علماء أمثال تشرنهوس وسويز ولافوازييه وموتشوت وأريكسون وهاردنج وغيرهم باستخدام الطاقة الشمسية في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء وتسخين الهواء، كما أنشئت في مطلع القرن الميلادي الحالي أول محطة عالمية

للري بوساطة الطاقة الشمسية كانت تعمل لمدة خمس ساعات في اليوم وذلك في المعادي قرب القاهرة، لقد حاول الإنسان منذ فترة بعيدة الاستفادة من الطاقة الشمسية واستغلالها ولكن بقدر قليل ومحدود ومع التطور الكبير في التقنية والتقدم العلمي الذي وصل إليه الإنسان فتحت

آفاقا علمية جديدة في ميدان استغلال الطاقة الشمسية، بالإضافة لما ذكر تمتاز الطاقة الشمسية

بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى بما يلي

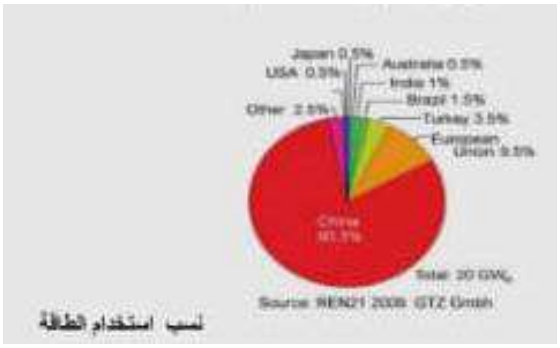
1. إن التقنية المستعملة فيها تبقى بسيطة نسبياً وغير معقدة بالمقارنة مع التقنية المستخدمة في مصادر الطاقة الأخرى
٢. توفير عامل الأمان البيئي حيث أن الطاقة الشمسية هي طاقة نظيفة لا تلوث الجو وتترك فضلات مما يكسبها وضعاً خاصا في هذا المجال وخاصة في القرن القادم.

من الممكن استخدام الطاقة الشمسية بطريقتين

1. الطاقة الشمسية الحرارية وهي عملية تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة حرارية بواسطة مركزات الطاقة الشمسية الحرارية هي عملية حصاد واستغلال الطاقة الشمسية لإنتاج طاقة حرارية وتستخدم المركزات الشمسية الحرارية ((solar thermal collector) لهذا الغرض، وتقسم المركزات الشمسية الحرارية إلى ثلاثة أنواع ومركزات واطئة الحرارة، مركزات متوسطة الحرارة، و مركزات عالية الحرارة و لكل نوع من الأنواع الثلاثة استخدامات معينة، فالمركزات الشمسية واطئة الحرارة تستخدم سطوح مستوية لإنتاج حرارة بحدود حرارة جسم الإنسان و في الغالب تستخدم هذه المركزات في أحواض السباحة و تستخدم هذه المركزات الماء أو الهواء لنقل الحرارة كما تستخدم في التبريد و التدفئة و التهوية . تقوم السطوح الحرارية منها: الصخور و الاسمنت والماء، بخزن الحرارة في النهار و

إطلاقها في الليل عندما يبرد الجو . ان من أهم استخدامات المركزات ذات الحرارة الواطئة هو انتاج الملح من مياه البحار وذلك بالسماح لجزيئات الماء بالتبخر وترسيب الأواصر الثقيلة والتي تمثل الأملاح، أما الاستخدامات الحديثة إضافة لما ذكر من تهوية وتبريد وتدفئة فهو إزالة المواد الصلبة والعالقة من المياه الثقيلة وكذلك عزل المواد والأواصر الطيارة من هذه المياه.

رسم توضيحي (3-2) المستخدمات الحرارية



رسم توضيحي (3-3) المستخدمات الحرارية

رسم توضيحي (3-4) الطباخات الحرارية الحديثة

ما المركزات الحرارية متوسطة الحرارة فهي أيضا تستخدم السطوح المستوية و تنتج مياه حارة للاستخدامات المنزلية والتجارية، لقد استخدمت طريقة تسخين المياه عن طريق استغلال الطاقة الشمسية الحرارية منذ قديم الزمان وقد طورت هذه التقنية كثيرا، وتتصدر الصين بلاد العالم حيث تنتج ما يزيد عن 80% من الناتج العالمي كما تستخدم المركزات الحرارية متوسطة الحرارة للتجفيف والطبخ.

لقد استخدمت الطاقة الشمسية في درجات الحرارة المتوسطة لتجفيف الخشب لإنتاج الوقود والفحم وكذلك استخدمت في تجفيف الفواكه والحبوب والأسماك، كذلك استخدمت الطاقة الشمسية للطبخ منذ قديم الزمان (١٧٦٧ ميلادي) حيث أنتجت درجة حرارة تتراوح من 50 إلى 100درجة مئوية أن الطباخات الشمسية الحديثة تستخدم عاكسات لتركيز طاقة الشمس على الحاوية وتصل درجات الحرارة إلى ٢٥٠ درجة مئوية ولكنها تحتاج الى طاقة شمسية مباشرة وتوجيه اشعة الشمس أما المركزات الشمسية عالية الحرارة فهي تستخدم العدسات او المرايا المحدبة لتركيز أشعة الشمس وإنتاج درجات حرارة عالية . إن السطوح العاكسة المستوية لن تستطيع إنتاج درجات حرارة تزيد عن ٢٥٠ درجة مئوية . في حين أن العدسات والمرايا المحدبة قد طورت كثيرا لإنتاج درجات حرارة تزيد عن 1000 درجة مئوية وأصبحت تستخدم لتبخير المياه ولتشغيل مراجل بخارية لتوليد الطاقة الكهربائية. إن كفاءة المكائن البخارية تزداد بزيادة درجة حرارة المرجل . لقد تم الحصول على كفاءة تحويل في توربينات البخار تصل الى 40 % عند درجة حرارة 600 درجة مئوية وزيدت الكفاءة الى 50 % عند درجة حرارة تزيد عن

٧٠٠ درجة مئوية ان ارتفاع درجات الحرارة يسمح باستخدام مبادلات حرارية جافة وبذلك يقلل من استخدام المياه. وبالنظر لأمكانية خزن الحرارة وبصورة أكفأ من خزن الكهرباء فأنه من الممكن استخدام الطاقة الشمسية الحرارية نهارا وليلا . ان تغير اتجاه الإشعاع الشمسي يتطلب تضمين التصميم متابع الموقع الشمسي ولهذا تستخدم عدة تصاميم لمتابعة أشعة الشمس، إن احد أهم التصاميم لتركيز أشعة

الشمس هو استخدام تصميم القطع المكافئ والمبين في الشكل حيث تستخدم سطوح مرايا محدبه تقوم بعكس أشعة الشمس على سطوح زجاجية تحتوي على أنابيب تمتلئ بسوائل خاصة تملأ كل حجم القطع المكافئ ومن الممكن حفظ السوائل تحت المرايا في فراغ حيث يكون التبادل الحراري في أفضل كفاءته

لقد استخدمت هذه التصاميم في عدد من الدول المتقدمة بكفاءة عالية، ومن أفضل الأنظمة لحد

الآن هو مجمع نيفادا الحراري حيث ينتج 64 ميغا واط يليه مجمع انداسول الحراري في اسبانيا حيث ينتج 50ميغا واط وهناك عدد من المجمعات والوحدات لإنتاج الطاقة الشمسية الحرارية هناك تصاميم أخرى منها أبراج الطاقة حيث تقوم باستلام أشعة الشمس وإسقاطها على آلاف المرايا المركزة ومحددة الاتجاه حيث تنتشر المرايا على مساحة ميل مربع تتوسطها أبراج طاقة. لقد تم الحصول على درجات حرارة تصل إلى 1000 درجة فهرنهايت وهي كافية لذوبان محلول ملحي والتي تنقل إلى أحواض لحفظ الطاقة بكفاءة تصل % ٩٨ ومن محاسن هذا التصميم مقارنة بتصميم القطع المكافئ هو الحصول على درجات حرارة أعلى. ومن التصاميم الأخرى هو تصميم الصحن كما موضح في الشكل والتي تستخدم صحون عاكسة كبيرة تشبه صحون الستلايت حيث تقوم بتجميع الشعاع الشمسي في نقطة مركزية فوق الصحن، من مساوئ هذا التصميم هو الحاجة إلى محرك كبير لمتابعة موقع الشمس. كما يوجد تصميم آخر يدعى عاكسات فريسنيل والموضح في الشكل أدناه ويكون من متوالية من المرايا الطويلة والرفيعة ذات التحدب البسيط تقوم بعكس الضوء على مستلم حراري.

2. الظاهرة الفوتوفولطائية : هي عملية تحويل الضوء (ضوءالشمس) إلى طاقة كهربائية مباشرة باستخدام الخواص الالكترونية لبعض المواد (مثل السيلكون) والمركبات (مثل تولوريد الكادميوم و الكاليوم أرسينايد)، والتي تصنف ضمن أشباه الموصلات. إن تحويل ضوء الشمس الى طاقة كهربائية

يتم من خلال تراكيب الكترونية تسمى الخلايا الشمسية والخلية الشمسية هي عبارة عن وصلة pn تكون فيها الطبقة n رقيقة ويتم تسليط الضوء عليها لكي تتولد فولتية بين طرفيها وتيار يسري في حمل خارجي.

3- 4 أبرز تطبيقات على الخلايا الشمسية:

هناك العديد والعديد من التطبيقات التي تدخل الطاقة الشمسية في تركيبها وذلك مميزات عدة في استخدامها، ومن أبرز تلك التطبيقات ما يلي:

1. إنارة أعمدة الإنارة في الشوارع، أصبح الاعتماد على الخلايا الشمسية في أعمدة الإنارة في الشوارع أمرا بديلًا عن توصيل الكوابل الكهربائية بين تلك الأعمدة.
2. الأجهزة المحمولة التي تعتمد على الطاقة الشمسية، مثل الشواحن المحمولة، والهواتف، والساعات والكشافات المزودة بالخلايا الشمسية
3. تصميمات الديكور، هناك العديد من التصميمات الديكورية التي تعتمد علي دمج الخلايا الشمسية الضوئية مما تعمل على إضافة لمسة جمالية في المكان.
4. أجهزة رفع المياه من بطن الأرض، هناك بعض المضخات التي تعمل بالطاقة الشمسية، وبذلك تعد تلك الأجهزة هي بديلًا عن الأجهزة الأخري التي تعتمد على الكهرباء لهذه الآلية. وعادة مايتم استخدام تلك الطريقة في البلاد النائية التي تفتقر إلي الكهرباء والعديد من الخدمات والطاقات.
5. التدفئة المنزلية، حيث يتخذ غالبية الناس في أيام الشتاء من الشمس مصدرا جيدا للحصول على الدفئ اللازم.
6. تسخين المياه، وبهذه الآلية من استخدام الشمس مصدرا لتسخين المياه، فإن هناك العديد من أنواع الطاقات التي قد تشكل مصدرا ملوثا للبيئة تكون قد تم الاستغناء عنها، واستُخدمت الطاقة الشمسية بدلا جيدا.
7. شحن البطاريات، تعتمد بعض من أنواع البطاريات علي استخدام الخلايا الشمسية كمزود لها

فوائد تطبيقات الخلايا الشمسية:

هناك العديد من فوائد التطبيقات التي تعتمد علي الخلايا الشمسية، لذلك هناك العديد والعديد من التطبيقات التي تظهر وتستخدم بكثرة، ومن أبرز تلك الفوائد انخفاض تكلفتها، مما يعمل على تقليص مصاريف فواتير الكهرباء بشكل كبير نظافة البيئة، لذلك تتجه معظم الدول إلي أن تصبح الطاقة الشمسية هي المصدر الرئيسي للطاقة في المستقبل بلا منافس

الخاتمة والاستنتاجات:

1. تقوم الخلايا الشمسية بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة كهربائية مستفيدة من الخصائص الالكترونية لنوع معين المواد تعرف بأشباه الموصلات.
2. لقد اقتصر استخدامها في الماضي على تجهيز المناطق النائية بكميات صغيرة من القدرة. أما الآن فيظهر استخدام أكثر وأوسع لتطبيقات هذه الخلايا إذا استمر انخفاض أسعارها بالشكل الحالي وان تجهيز القدرة للاحتياجات المنزلية على شكل مساحات مربوطة بشبكة تجهيز القدرة تبدو عملية من الناحية الاقتصادية، خاصة مع التقنيات الجديدة التي تعد الآن في مرحلة البحث والتطوير. وان تقنية الأغشية الرقيقة التي تستخدم فيها مواد شبه موصلة هي التقنية المرشحة لإنتاج خلايا شمسية يتوقع لن تنخفض من تكلفتها.
3. يعتمد عمل الخلايا الشمسية على الظاهرة الفوتوفولتائية لقد نشر عن هذه الظاهرة أول مرة عام ١٨٣٩ العالم بيكورل الذي لاحظ إن الفولتية بين الأقطاب المغمورة في محلول الكتروليتي يعتمد على الضوء الساقط. وفي عام 1876 لوحظت هذه الظاهرة في جميع النبائط التي تشتمل على مادة السلينيوم وتبع ذلك ابتكار الخلايا الضوئية المصنوعة من هذه المادة ومن مادة اوكسيد النحاسوز، وعلى الرغم من إن أول ما نشر عن الخلية السليكونية كان سنة 1941 فلم يعرف عن الخلية السليكونية بشكلها الحالي إلا في عام 1954 واعتبرت هذه النبيطة في حينها من أعظم الابتكارات خلال تلك الفترة لأنها كانت أول تركيب فوتوفولتائي ضوئي يقوم بتحويل الضوء الساقط إلى طاقة كهربائية وبكفاءة مقبولة. وتم استخدام هذه الخلايا للأغراض الفضائية وفي عام 1958 تم استخدام هذه الخلايا للأغراض الفضائية ومع بداية

الستينات أصبح استخدام الخلايا السليكونية للأغراض الفضائية أمرا مألوفاً. وبقي هذا من أهم استخدامات هذه الخلايا لعقد من الزمن.

4. شهدت بداية السبعينات فترة تطوير الخلية السليكونية مع تزايد واضح في كفاءة تحويل الطاقة. وفي الوقت ذاته تقريبا كانت هناك زيادة اهتمام في استخدام هذه النبائط في التطبيقات الأرضية. وفي نهاية السبعينيات فاق حجم الخلايا المنتجة للاستخدامات الأرضية تلك المنتجة للاستخدامات الفضائية، ورافق هذه الزيادة بالإنتاج انخفاض كبير في أسعار الخلايا الشمسية.
5. لقد شهدت بداية الثمانينيات إنتاج تجريبي لتقنيات حديثة آنذاك تهدف إلى خفض تكاليف الخلايا الشمسية للعقود القادمة. وان هذا الانخفاض في الأسعار يشجع التوسع المستمر في التطبيقات التجارية في استغلال الطاقة الشمسية.
6. وكذلك ظهرت حديثا تقنية استخدام الأغشية الرقيقة لإنتاج الخلايا الشمسية بكلفة رخيصة مع رفع القدرة الخارجة لوحدة المساحة بالنسبة لهذه الخلايا. ولقد تم توفير الخلايا الشمسية من السليكون العشوائي تجاريا منذ عام ١٩٨٠ والتي يكاد يصل أدائها داخل المختبر أداء خلايا مصنوعة من نوعية جيدة من السليكون البلوري والدراسات مستمرة الآن لغرض الحصول على هذا الأداء خارج المختبر في المحطات الفضائية.

المراجع والمصادر:

1. الحمداني، موفق، مناهج البحث العلمي، مؤسسة الوراق، عمان، 2006.
2. الدخاخني، آلاء، الخلايا الشمسية، مراجعة: منة الله الحمصاني، 2020.
3. عبد الكريم، محرم، الخلايا الشمسية، مجلة الطاقة والحياة، العدد الرابع، 2008.
4. عجام، علي، والعبيدي، نبيل، الكيمياء والصناعة وخاماتها، جامعة البصرة، 1989م.
5. غالب، مريم، تقييم كفاءة خلية شمسية من مادة السيليكون ذات أخاديد مختلفة الشكل باستخدام برنامج زيماكس، العراق، 2010.
6. لطفي، محمد، الخلايا الشمسية، دار أسامة، دمشق، 2007.
7. مصطفى، الخياط، الطاقة (مصادرها أنواعها استخداماتها)، القاهرة، 2006.

المراجع الأجنبية:

1. International energy agency co-operative program on photovoltaic power systems, 2010.
2. Lecture 8: Photo detectors principle.
3. B. Besold and N. Lindlein, "Fractional Talbot effect for periodic microlens array", 1997.