

المجلة الأردنية للفيزياء

ARTICLE

تأثير أشعة كاما على عمل نببطة شوتكي من نوع Au/n-Si

نوفل يوسف جميل ومحمدنور خضر

قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

Received on: 8/4/2012;

Accepted on: 16/9/2012

الملخص: يتضمن هذا البحث دراسة تأثير أشعة كاما على الخواص الكهربائية لنببطة شوتكي Au/n-Si بترسيب أغشية رقيقة من الذهب على سطح السليكون (n-Si) ذي الاتجاه (111) باستخدام تقنية التبخير الحراري في الفراغ. كانت مدة التشعيع (1-60) يوماً، قبل ترسيب الذهب وبعده. من خواص التيار - الفولتية (I-V) في حالة الظلام، أظهرت النتائج نقصاناً في قيمة التيار للانحياز الأمامي، وعلى العكس من ذلك، فإنه تحدث زيادة بسيطة في قيمة تيار الانحياز العكسي يعتقد أنها تحصل بسبب تيار التسريب السطحي المتولد بسبب التلف الأشعاعي للنبائط غير المشععة. كان عامل المثالية $n = 1.05$ وارتفاع حاجز شوتكي $\phi_{Bn} = 0.81$ eV. أما في النبائط المشععة في مدد زمنية مختلفة فإن عامل المثالية وجد متغيراً بين 1.05 و 1.17 وارتفاع حاجز شوتكي كان متغيراً أيضاً بين 0.81 و 0.858 إلكترون فولت مع زيادة مدة التشعيع. وتبين أن آلية التيار في النبائط كافة هي آلية الانبعاث الحراري الأيوني. من قياسات التيار-الفولتية (I-V) في حالة الإضاءة كانت قيم $I_{sc} = 0.489$ mA، $V_{oc} = 280.4$ mV. أما بالنسبة للنماذج المشععة فقد أظهرت قياسات I_{sc} و V_{oc} زيادة إلى أعظم قيمة عند التشعيع ليوم واحد بحيث كانت كفاءة التحويل للخلية الشمسية 19.32%. ومن قياسات السعة - الفولتية، فإن النتائج أظهرت انخفاض قيمة السعة مع زيادة مدة التشعيع في جميع النماذج المشععة.

Effect of Gamma Rays on Schottky Diodes of Au/n-Si type

Nawfal Yousif Jamil and Mohammed Noor Khader

Physics Department, College of Science, Mosul University, Iraq.

Abstract: This work includes studying the effect of gamma radiation on the electrical properties of Au/n-Si Schottky diode by depositing a thin layer of gold on (111) n-Si by thermal evaporation under vacuum. The device was radiated for variable periods as (1-60) days. From (I -V) characteristics in the dark, the results show a reduction in the forward bias current value, and there was a small increase in the reverse bias current. Also, the forward current of the devices radiated before depositing the gold was larger than the forward current of those radiated after depositing the gold. For non- radiated device, the values of ideality factor and barrier height potential were equal to 1.05 and 0.81eV respectively, while for devices radiated before and after depositing the gold , the values ranged between (1.05- 1.17) for ideality factor and (0.81-0.858)eV for barrier height potential. This concludes that the current mechanism for all non-radiated and radiated devices is thermionic emission. For non-radiated devices the values of the short circuit current and the open circuit voltage were equal to 0.489 mA and 280.4 mV, respectively, while for devices radiated for periods between (1-60) days before and after gold deposition on top surface, the measurements show that the value of short circuit current and open circuit voltage increased to the maximum value within the irradiated devices, while for one day (80mA, 300mV), respectively, for which the efficiency is equal to 19.32%. The values of (V_{oc} , I_{sc}) reduced sharply with increasing radiation periods. The short circuit current and open circuit voltage values in radiated devices before gold deposition are bigger than those of radiated devices after gold deposition on the top surface. From (C - V) measurements, the results show a reduction in the capacity value with increasing radiation periods for all devices before and after gold deposition.

المقدمة

الغرفة) بعد إزالة المصدر الإشعاعي. وتعزى إليها إزاحة ذرات الشبيكة من مواقعها عند حالة الاتزان الابتدائية. أما تأثيرات الإشعاع المؤقتة فهي تلك التأثيرات التي تختفي بعد مدة قصيرة من إزالة المصدر الإشعاعي وتعزى إليها تأثيرات التأين في بلورة أشباه الموصلات [6]. أما [7] فقد وجد أن تأثير أشعة كاما على الخلية الشمسية هو أن تيار الدارة القصيرة يزداد بزيادة الجرعة الإشعاعية فوق 300 mrad.

في هذا البحث تمت دراسة تأثير أشعة كاما منخفضة الشدة ولمدد تشعيع متباينة من 1-60 يوما على الخواص الكهربائية لنبيطة شوتكي من خلال قياس I-V و C-V وتيار الدارة القصيرة وفولتية الدارة المفتوحة.

الجزء العملي

استخدمت في هذه الدراسة شرائح من السليكون (111) أحادي التركيب البلوري من نوع n وذات مقاومة نوعية تتراوح قيمتها بين $(4.3-5.6)\Omega \text{ cm}$ ألمانية الصنع. تم تقطيع شرائح السليكون إلى قطع صغيرة أبعاد كل شريحة في حدود 1 cm^2 باستخدام آلة الماسة التي تستخدم لقطع الزجاج.

تم تنظيف النماذج بغسلها بالماء، ثم وضع النموذج في محلول ايزوبروبانول (Isopropanol) لمدة (2-3 min). ثم غسل النموذج بالماء المقطر ثم وضعه في محلول الميثانول (Methanol) لمدة (2-3 min). وغسل النموذج بالماء المقطر مرة أخرى، ثم وضع النموذج في حامض الهيدروفلوريك HF بتركيز 10% لمدة (1-2 min) لإزالة أي طبقة أكسيد (SiO_2) موجودة على سطح السليكون، ثم غسل النموذج بالماء المقطر لمدة (5-10 min). ومن أجل الحصول على اتصال أومي جيد تم تبخير الألمنيوم Al ذي النقاوة العالية على السطح الخلفي لشبه الموصل باستخدام جهاز التبخير من نوع Balzer Chamber تحت ضغط 10^{-5} torr .

أجريت بعد ذلك عملية التلدين الحراري على هذه العينات تحت ضغط 10^{-5} torr عند درجة الحرارة $300 \pm 10^\circ \text{C}$ ولمدة 60 min. ولإتمام صناعة النبيطة معدن - شبه موصل بشكل كامل، تم تثبيت النماذج على حامل وثبتت فوقها قناع يحتوي على فتحات دائرية بقطر 1mm، بعدها تم ترسيب غشاء رقيق للتوصيل العلوي من

السليكون أهمية كبيرة من خلال استخداماته في كثير من الأجهزة الالكترونية البسيطة والمعقدة من خلال تصنيع الثنائيات Diodes والترانزستورات Transistors والدوائر المتكاملة Integrated Circuits. إن احد الأسباب في تشعيع نباط السليكون هو معرفة مدى استطاعة النباط الأساسية المصنعة منه على العمل في محيط إشعاعي [1]. وعملية التشعيع هذه تؤدي إلى توليد مستويات قنص Trap-Levels لكل من الإلكترونات والفجوات في فجوة الطاقة Energy Gap وهذا يغير من الخواص التوصيلية للسليكون ويقلل زمن الديمومة Life Time لكل من حاملات الشحنة الأغلبية Majority والأقلية Minority.

وعند تشعيع نباط أشباه الموصلات بفوتونات أشعة كاما التي لها طاقة عالية، فإن هذه الفوتونات سوف تفقد طاقتها للذرات المنفردة مما يؤدي إلى إزاحة هذه الذرات عن مواقعها الطبيعية في الشبيكة الأصلية وتحويلها إلى مواقع بينية. هذه العملية تخلق مواقع شبيكية شاغرة (holes) وذرات بينية مكونة بذلك زوج فراغ-ذرة بينية (Interstitial-Vacancy) يدعى عيب فرنكل (Frenkel Defec) [2].

ومن خلال الدراسات تبين أن العيوب الرئيسة التي يولدها الإشعاع داخل شبه الموصل هي الفراغات والذرات البينية [3، 4]، وأن طاقة الفوتون الساقط اللازمة لإحداث عيب فرنكل تكون مساوية 20 eV طاقة إزاحة العتبة Threshold displacement energy (وهي اقل طاقة لازمة لإزاحة الذرات من مواقعها [5]).

ومن الجدير بالذكر أن فوتونات أشعة كاما المنبعثة من ^{60}Co التي تصطدم بشبه الموصل (السليكون في هذا البحث) تؤدي إلى تكوين عيوب نقطية (عازلة) نسبياً عندما تكون طاقة الفوتون الساقط أقل من 2 MeV ، وان هذه الطاقة تمثل طاقة إزاحة العتبة Threshold displacement energy اللازمة لإحداث مثل هذا النوع من العيوب.

ونظراً لأن طاقة فوتون أشعة كاما أكبر من 5 MeV ، فهي تؤدي لتكوين عيوب عنقودية. لذا فإن التأثيرات الإشعاعية غالباً ما تحدث بإحدى الطريقتين الآتيتين؛ فالتأثيرات إما أن تكون تأثيرات دائمة Permanent أو تأثيرات مؤقتة Transient؛ إذ إن تأثيرات الإشعاع الدائمة هي تلك التأثيرات التي تبقى لمدة طويلة (عند درجة حرارة

الذهب Au كتوصيل علوي، وبعده، في مدد زمنية مختلفة ومقارنتها مع النبائط غير المعرضة للإشعاع، ومدى تأثيرها على الخواص الكهربائية والبصرية، تم إجراء قياسات الخواص الكهربائية (سعة - فولتية) و(تيار - فولتية) في حالة الظلام وفي حالة الإضاءة كخلية شمسية قبل التشعيع ومقارنتها مع القياسات بعد التشعيع بأشعة كاما ضمن مدد زمنية مختلفة.

النتائج والمناقشة

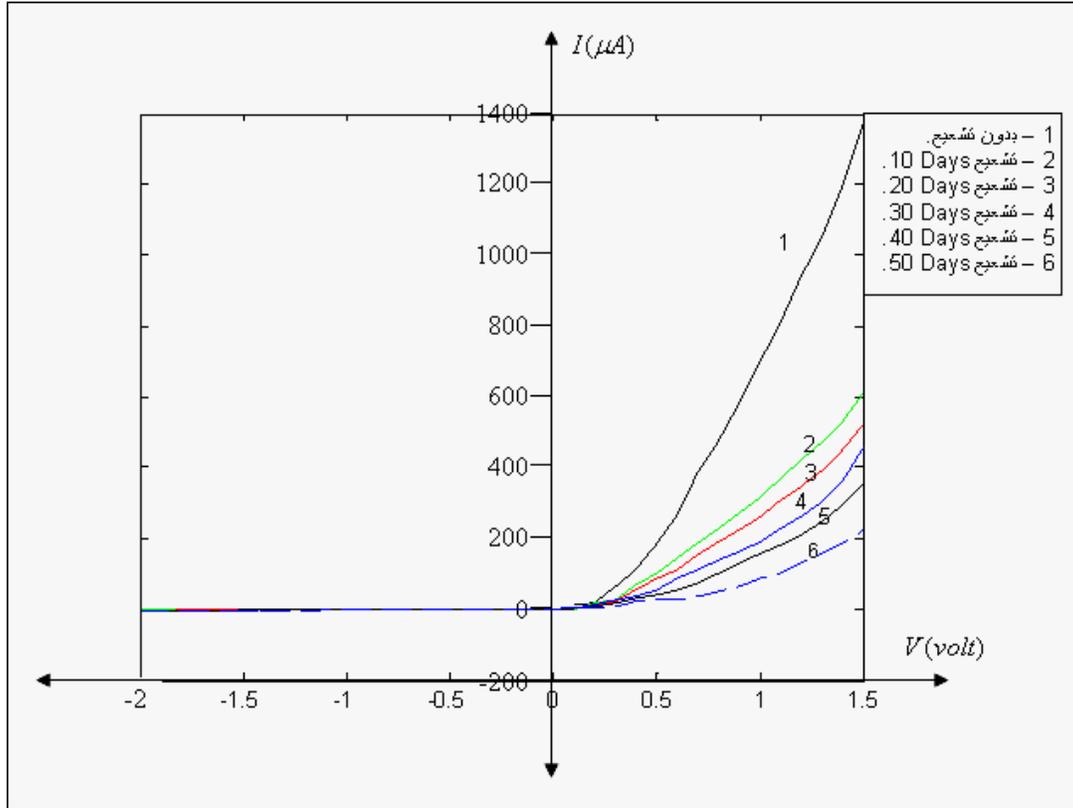
الشكل 1 يوضح علاقة (تيار - فولتية) لنموذج غير مشع، ولنماذج مشععة قبل ترسيب الذهب لمدد زمنية مختلفة. ويلاحظ انخفاض قيمة التيار بزيادة مدة التشعيع مع وجود زيادة في فولتية ظهور التيار. وهذه العلاقة نفسها تظهر للنماذج المشععة بعد ترسيب الذهب مع وجود اختلاف؛ إذ إن قيمة التيار تكون أقل نوعاً ما من تلك التي تظهر في حالة التشعيع قبل ترسيب الذهب.

عنصر الذهب Au على سطح السليكون بطريقة التبخير الحراري.

تم تشعيع النماذج بأشعة كاما لمدد زمنية تراوحت بين يوم واحد و60 يوماً ولعدة نماذج مختلفة؛ إذ تم تشعيع نماذج قبل ترسيب عنصر الذهب ونماذج أخرى بعد ترسيب الذهب، وقد وضعت النماذج فوق مصادر الإشعاع تماماً وداخل تركيب صندوق من حواجز الرصاص بسلك 5cm.

تعرضت النبائط لأشعة كاما من خلال استخدام المصادر المشعة $^{60}Co, 5.27y$, $^{133}Ba, 10.5y$, $^{137}Cs, 30.07y$ المنتجة في (30-6-2006) وكانت الفعالية الابتدائية Initial Activity لهذه المصادر تقدر بـ $(A_0 = 1.0\mu Ci)$. فكانت جرعة الامتصاص من قبل العينات لكل ساعة من أشعة كاما تساوي $(270.97\mu Rad)$.

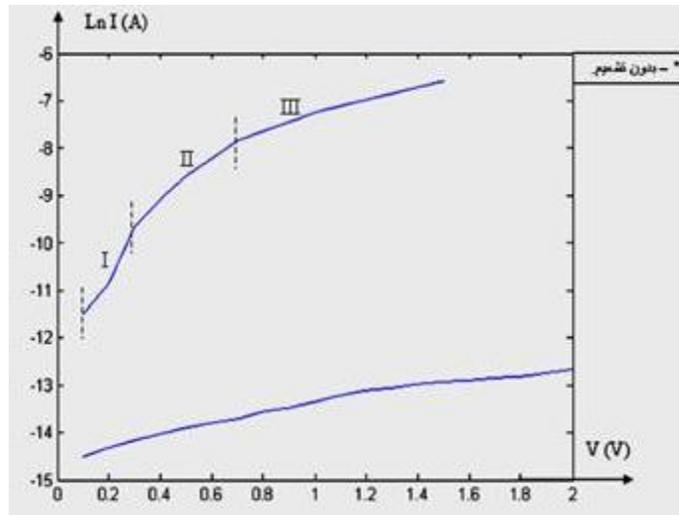
لغرض معرفة مدى العيوب (defects) التي سببها الإشعاع في النبائط المعرضة لأشعة كاما قبل ترسيب معدن



الشكل 1. مقارنة النماذج غير المشععة والمشععة في مدد زمنية (10, 20, 30, 40 and 50) يوماً في حالة الظلام قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي.

إن خصائص ($\ln I - V$) في حالة الظلام لنبيطة Au/n-Si قبل التشعيع موضحة في الشكل 2. وتستعمل هذه الخصائص لإيجاد متغيرات النبيطة مثل تيار الإشباع I_S ، وعامل المثالية n ، وارتفاع الحاجز ϕ_{Bn} ، وتفسير ميكانيكية انتقال التيار في الخلية.

تمت دراسة آلية التوصيل، وذلك بتقسيم المنحنيات المرسومة في الشكل 2 في حالة الانحياز الأمامي إلى عدة مناطق؛ ففي المنطقة الأولى عند الفولتية ($0.1 < V < 0.3$) تظهر بوضوح العلاقة الخطية للتيار مع الفولتيات الواطئة $I \propto V^m$ (تخضع إلى قانون أوم)، وتكون $m=1$ ، وتتبع هذه المنطقة عند الفولتية ($0.3 < V < 0.7$) بمنطقة التربيع العكسي $I \propto V^m$ ، وتكون $m=2$. وبزيادة الفولتية المسلسلة فإن التيار يزداد بشكل مفاجيء وهذه النقطة تدعى نقطة الانتقال عند فولتية ($V > 0.7$)؛ إذ تبدأ عندها المنطقة التي تخضع إلى قانون القوى $I \propto V^m$ وتكون فيها $m > 2$.



الشكل 2. خصائص ($\ln I - V$) للاتجاهين الأمامي والخلفي لنبيطة Au/n-Si لنموذج غير مشع في حالة الظلام قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي.

كذلك نجد أن قيمة ارتفاع الحاجز في النباط المشععة بعد ترسيب الذهب أكبر من قيمته في النباط المشععة قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي. ومن ميل المنحني ($\ln I - V$) يمكن إيجاد عامل المثالية n ، وذلك بتطبيق المعادلة $n = \frac{e}{k_B T} * \left(\frac{d(\ln I)}{dV} \right)$ ، كما تم حساب عامل المثالية لكافة النماذج المشععة وغير المشععة كما في الجدول (1). ويظهر من هذا الجدول أيضاً أن قيمة عامل المثالية $n > 1$ وهذا يدل على أن التيار الناتج يكون

ويعتقد أن زيادة قيمة التيار عند فولتية معينة في كافة النماذج المشععة قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي يمكن أن تعزى إلى العيوب المتكونة داخل النماذج التي تسببها فوتونات الإشعاع. هذه العيوب تسبب عادة تغييراً في عدد مراكز التوليد وإعادة الاتحاد بنسبة أكبر [8] مقارنة بعدد مراكز التوليد وإعادة الاتحاد المتكونة في كافة النماذج المشععة بعد ترسيب الذهب في القطب العلوي نتيجة وجود غشاء الذهب. وبذلك تكون قيمة التيار في النماذج المشععة قبل ترسيب الذهب أكبر من قيمته في النماذج المشععة بعد ترسيب الذهب في القطب العلوي. ويعتقد أن السبب في ذلك حصول عيوب إضافية على سطح الذهب المرسب تؤدي إلى خسران جزء من الفولتية المسلسلة على هذه المنطقة التي مما يؤدي فيما بعد إلى زيادة في قيمة الفولتية مما يجعل انخفاض قيمة التيار أمراً واضحاً.

تم إيجاد كثافة تيار الإشباع العكسي I_S الذي يمثل امتداد الخط المستقيم عند الانحياز الأمامي إلى $V = 0$. ومن تيار الإشباع I_S مباشرة، يمكن حساب ارتفاع حاجز الجهد ϕ_B باستخدام المعادلة $\phi_B = \frac{k_B T}{e} \ln \left(A * \frac{T^2}{I_S} \right)$ ، وقد استخدمت هذه الصيغة لإيجاد ارتفاع حاجز الجهد لكافة النماذج غير المشععة والمشععة قبل ترسيب الذهب كغشاء وبعده، كما هو مبين في الجدول (1). ويظهر من هذا الجدول أن ارتفاع الحاجز يزداد بزيادة مدة التشعيع.

ترسيب الذهب كغشاء مع النماذج غير المشععة كما هو مبين في الشكل 3، نلاحظ أن هناك انخفاضاً واضحاً في قيمة التيار عند جميع فولتيات الانحياز، ويزداد ذلك الانخفاض مع زيادة مدة التشعيع، وذلك بسبب زيادة منطقة التلف المتكونة ذات المقاومة العالية التي تؤدي إلى زيادة في ارتفاع الحاجز. وكذلك يوضح هذا الشكل تغير قيم n مع زيادة مدة التشعيع. وعلى العكس من ذلك، نلاحظ من الشكل 3 أن قيمة التيار العكسي تزداد بشكل كبير مع زيادة التشعيع، وسبب ذلك هو تيارات التسرب Leakage Currents المتولدة بالإشعاع.

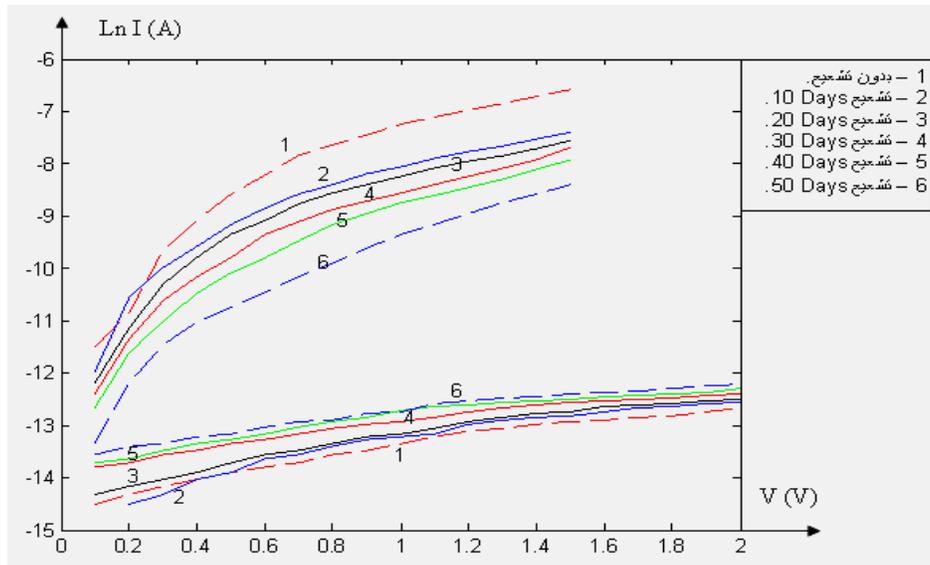
نتيجة الانبعاث الحراري الأيوني Thermonic Emission. ومن معرفة قيمة عامل المثالية n يمكن تحديد ميكانيكية مرور التيار خلال النبيطة [9]. إذا كانت قيمة ($n = 1$) فيكون التيار ناتجاً عن آلية الانتشار وألية اتحاد الحاملات في المنطقة المتعادلة. أما إذا كانت ($n \geq 1$) فإن التيار يكون نتيجة الانبعاث الحراري الأيوني Thermonic Emission. وأما إذا كانت ($n \leq 2$) فإن التيار يكون ناتجاً عن توليد وإعادة اتحاد الحاملات في منطقة النضوب [10].

من مقارنة خصائص ($\ln I - V$) في حالة الظلام للنماذج المشععة بمدد تتراوح بين (10) و(50) يوماً قبل

الجدول 1. قيم عامل المثالية وارتفاع حاجز الجهد لنماذج غير مشععة، ومشععة قبل ترسيب الذهب لمدد تتراوح بين (10) أيام و(50)، يوماً وبعده لمدد تتراوح بين (5) أيام و(60) يوماً.

نباائط غير مشععة ومشععة قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي		
عامل المثالية n	ارتفاع حاجز الجهد ϕ_B	
1.05	0.81	Unradiated
1.28	0.806	Radiated (10 days)
1.17	0.816	Radiated (20 days)
1.17	0.824	Radiated (30 days)
1.05	0.835	Radiated (40 days)
1.17	0.84	Radiated (50 days)

نباائط مشععة بعد ترسيب الذهب في القطب العلوي		
عامل المثالية n	ارتفاع حاجز الجهد ϕ_B	
1.2	0.837	Radiated (5 days)
1.17	0.844	Radiated (15 days)
1.12	0.848	Radiated (30 days)
1.07	0.853	Radiated (45 days)
1.11	0.858	Radiated (60 days)

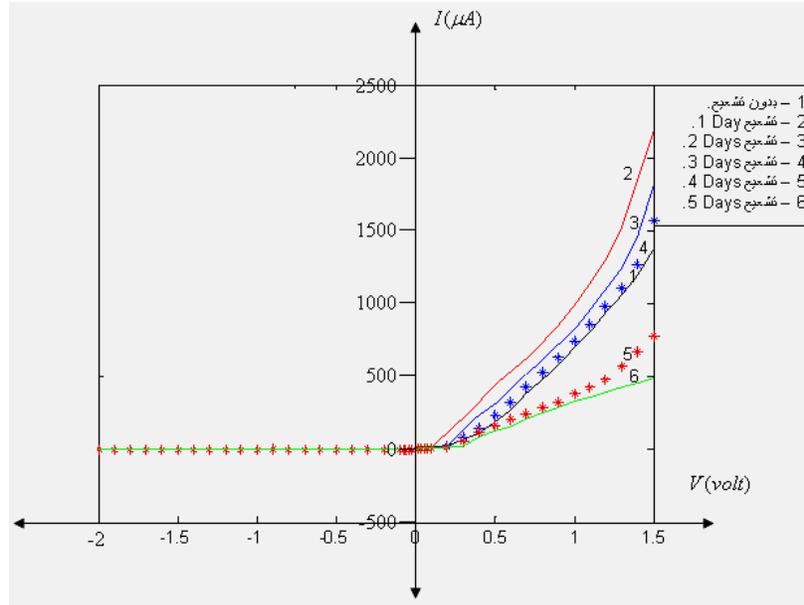


الشكل 3. مقارنة خصائص $\ln I - V$ لنماذج غير مشععة ومشععة في مدد زمنية (10, 20, 30, 40 and 50) يوماً في حالة الظلام قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي.

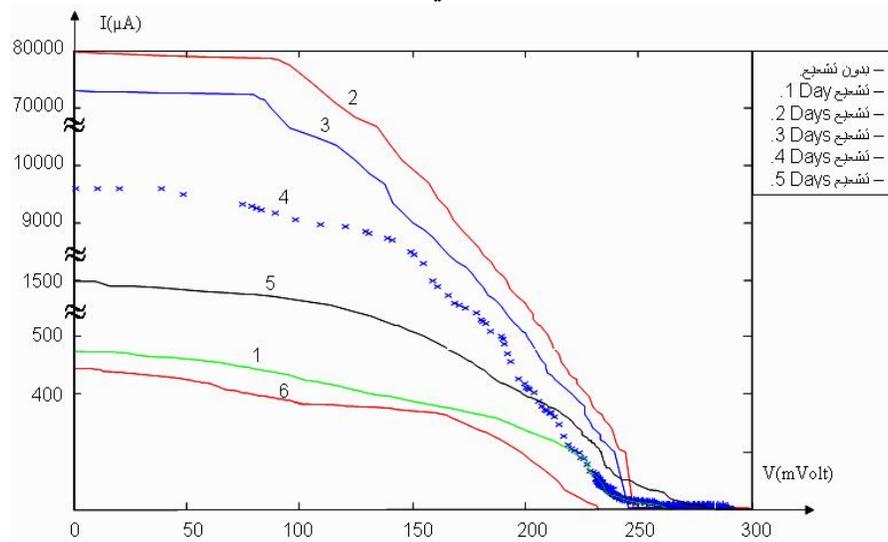
في التيار. ومع زيادة مدة التشعيع تنخفض قيمة التيار بشكل كبير كما هو موضح في الشكل 4.

تم قياس خواص (تيار - فولتية) في حالة الإضاءة بعد تشعيع نبائط السليكون ضمن المدة (1, 2, 3, 4 and 5) أيام قبل ترسيب الذهب كغشاء كما هو مبين في الشكل 5، وحساب معالم الخلية كما هو موضح في الجدول (2).

تم إجراء قياسات الخواص الكهربائية في حالة الظلام للنماذج غير المشععة والمشععة ضمن مدة تشعيع من يوم واحد إلى خمسة أيام قبل ترسيب الذهب عليها كغشاء في القطب العلوي كما هو مبين في الشكل 4. يظهر من الشكل أن أعظم قيمة لخاصية التقويم تظهر عند تشعيع يوم واحد؛ إذ إن زيادة التيار في تلك النبائط تدل على أن التأثير الايجابي للإشعاع يمكن أن ينتج زيادة في مستويات المراكز في الحزمة، يناظرها إنخفاض في زمن ديمومة الحاملات، لذلك فإن مثل هذا التأثير يؤدي إلى زيادة كبيرة



الشكل 4. مقارنة النماذج غير المشععة والمشععة في مدد زمنية (1, 2, 3, 4 and 5) أيام في حالة الظلام قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي.



الشكل 5. مقارنة النماذج غير المشععة والمشععة في مدد زمنية (1, 2, 3, 4 and 5) أيام في حالة الإضاءة قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي.

الجدول 2. معلمات الخلية الشمسية Au/n-Si باختلاف زمن التشعيع قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي لمدة تتراوح بين يوم واحد و5 أيام.

	نبائط غير مشععة ومشععة قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي					
	Unradiated	Radiated 1 Day	Radiated 2 Days	Radiated 3 Days	Radiated 4 Days	Radiated 5 Days
$I_{SC}(mA)$	0.489	80	73	9.5	1.5	0.44
$V_{OC} mV$	280.4	300	295	289	284	246
$I_{Max}(mA)$	0.287	66.8	56.7	5.49	0.83	0.256
$V_{Max}(mV)$	194.1	134.4	137.8	182.1	184	148.7
$F.F$	0.407	0.374	0.363	0.362	0.358	0.351
$\eta \%$	0.12	19.32	16.82	2.15	0.33	0.09

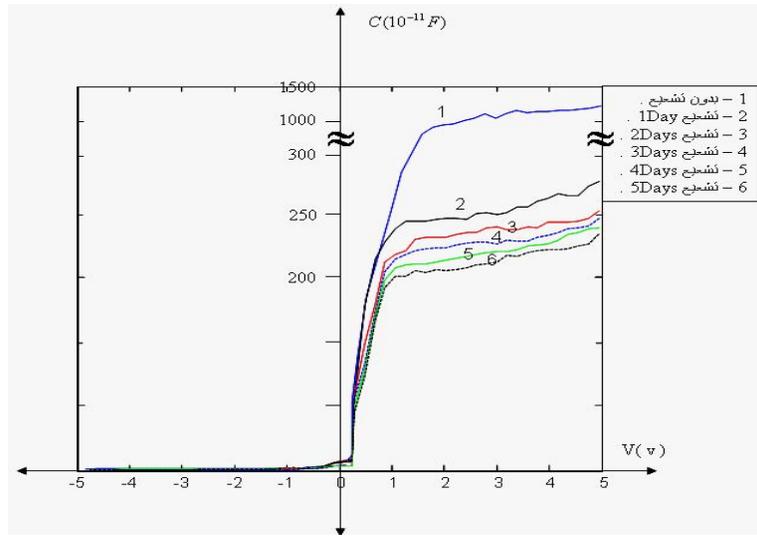
ويلاحظ أيضاً في هذا الجدول أن قيمة تيار الدارة القصيرة I_{SC} وفولتية الدارة المفتوحة V_{OC} ، ولهذا تنخفض قيمة كفاءة التحويل لهذه النماذج. وتتفق هذه النتائج مع تفسير الباحثين [7].

خواص السعة - الفولتية (C-V)

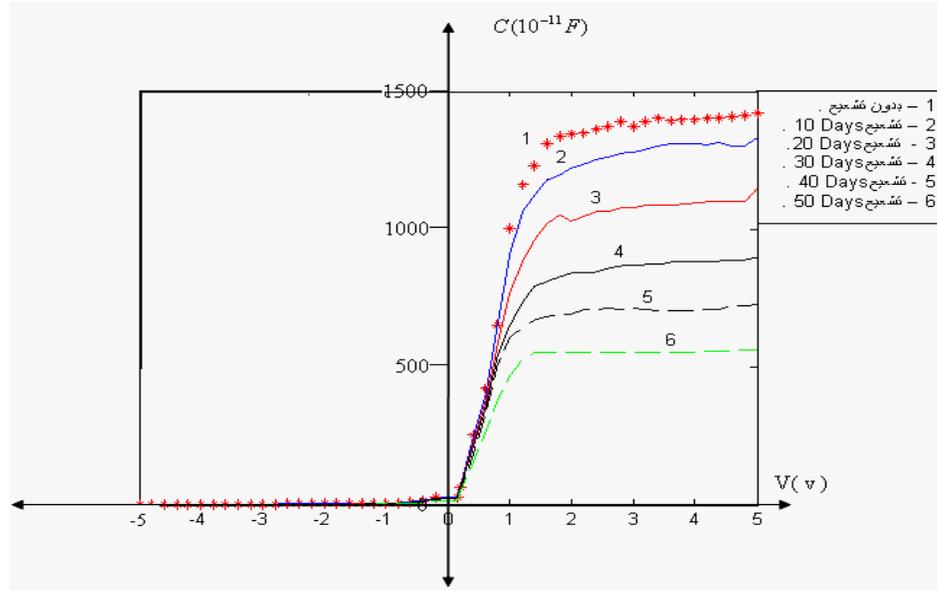
تم إجراء قياسات السعة - الفولتية. وتم حساب سعة النبايط Au/n-Si عند تردد مقداره $10kHz$. الشكل 6 يوضح نتائج قياس (السعة - الفولتية) للنماذج غير المشععة والمشععة ضمن المدة (1, 2, 3, 4 and 5) أيام قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي. ومنها يتضح أن قيمة السعة في النماذج المشععة لمدد (1, 2, 3 and 4) أيام، أظهرت تناقصاً عن قيمة السعة للنماذج غير المشععة، على عكس الحالة في خصائص (التيار - الفولتية) في حالتي الظلام والإضاءة للنماذج نفسها.

ويلاحظ أيضاً في هذا الجدول أن قيمة تيار الدارة القصيرة I_{SC} وقيمة فولتية الدارة المفتوحة V_{OC} وكفاءة التحويل η تزداد إلى أعلى قيمة عند تشعيع يوم واحد ثم تنخفض بشكل واضح مع زيادة مدة التشعيع. والسبب قد يعود إلى تهيج الإلكترونات بشكل كبير بسبب تأين الذرات وانتقالها إلى مراكز القنص الموجودة كعيوب في البلورة، وعند سقوط الضوء عليها تتهيج هذه الإلكترونات مما يؤدي إلى زيادة واضحة في تيار الدارة القصيرة وفولتية الدارة المفتوحة. وتسهم هذه الإلكترونات في عملية التوصيل قبل إعادة الاتحاد في المراكز القانصة المتكونة من العيوب الإشعاعية.

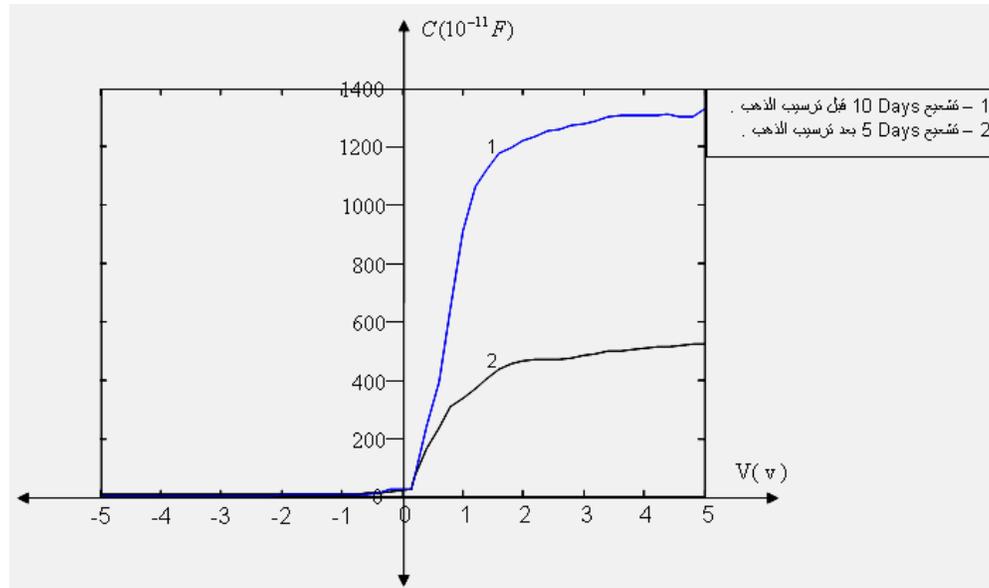
ومع زيادة مدة التشعيع، تزداد المراكز القانصة كعيوب إضافية نتيجة التشعيع. لذا فإن قسماً أكبر من الإلكترونات الحرة يتحد في هذه المراكز المتزايدة، وبذلك يقل زمن ديمومة الإلكترونات الحرة. وعندها تنخفض قيمة كل من



الشكل 6. مقارنة خواص (السعة - الفولتية) لثنائي شوتكي لنماذج غير مشععة ومشععة بمدد زمنية (1, 2, 3, 4 and 5) أيام قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي وعند التردد $f = 10kHz$.



الشكل 7. مقارنة خواص (السعة - الفولتية) لثنائي شوتكي لنماذج غير مشععة ومشععة بمدد زمنية (10, 20, 30, 40 and 50) أيام قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي وعند التردد $f = 10kHz$.



الشكل 8. مقارنة خواص (السعة - الفولتية) لثنائي شوتكي لنموذج مشعع لمدة 10 أيام قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي مع نموذج مشعع لمدة 5 أيام بعد ترسيب الذهب في القطب العلوي وعند التردد $f = 10kHz$.

ونعتقد أن أرضية السليكون قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي وبعده تحصل فيها عيوب. ولكن الذي نعتقده أيضاً هو تأثير أشعة كاما على المناطق التي يترسب فيها الذهب بحيث يؤدي التأثير في منطقة الاتصال بين السليكون والذهب إلى زيادة نسبة العيوب في حالة نماذج السليكون المشععة بعد ترسيب الذهب. لهذا كانت قيمة السعة في هذه النماذج أقل منها في حالة النماذج المشععة قبل ترسيب الذهب.

الشكل 7 يوضح خواص (السعة - الفولتية) للنبائط غير المشععة والمشععة لمدد زمنية مختلفة قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي عند درجة حرارة المختبر.

وعند مقارنة النبايط المشععة قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي وبعده كما هو مبين في الشكل 8، يظهر أن قيمة سعة النبايط المشععة بعد ترسيب الذهب في القطب العلوي أقل منها في النبايط المشععة قبل ترسيب الذهب.

الخلاصة

القصيرة (I_{SC}) فقد أعطت أفضل النتائج عند تشعيع يوم واحد بحيث كانت فولتية الدارة المفتوحة $300mV$ وتيار الدارة القصيرة $80mA$ وكفاءة التحويل %19.32. ومع زيادة مدة التشعيع بدأت هذه القيم بالانخفاض السريع. من قياسات (السعة - الفولتية) للنبائط المشععة في مدد زمنية مختلفة قبل ترسيب الذهب في القطب العلوي وبعده، ظهر انخفاض السعة مع زيادة مدة التشعيع وبشكل منتظم لكلتا الحالتين.

إن خواص (التيار - الفولتية) للنماذج المشععة بأشعة كاما في مدد زمنية مختلفة اظهرت انخفاضاً واضحاً في قيمة التيار للفولتيات نفسها من تلك النماذج غير المشععة. ولوحظ أيضاً أن النماذج المشععة بعد ترسيب الذهب أعطت قيمة للتيار أقل من تلك المشععة قبل ترسيب الذهب. كما تبين أن قيمة حاجز الجهد تزداد مع زيادة مدة التشعيع. أما نتائج خواص النبيطة $Au/n-Si$ كخلية شمسية (فولتية الدارة المفتوحة V_{OC} وكذلك تيار الدارة

المصادر

- [6] Ghaffin, R.J., "Microwave Semiconductor Device: Fundamentals and Radiation Effects", (John Wiley and Sons, Inc., New York, 1973).
- [7] Ashry, M.F. and Ayek, A., "Radiation Effects on Fabricated (Cu_2S/CdS) Heterojunction Photovoltaic Cells", (National Center for Radiation Research and Technology [NCRRT]. Atomic Energy Authority [AEA], Cairo, Egypt, 2006).
- [8] معروف، بهاء الدين حسين، "الوقاية من الإشعاعات المؤينة"، (منظمة الطاقة الذرية العراقية، 1989).
- [9] Murr, M. and Lawrence, K., Academic Press., 17 (1980) 640.
- [10] Ashok, S. and Pand, K.P., Solar Cells, 14 (1985).
- [1] Glinchuk, K.D. and Prokhorovich, A.V., Cryst Res. Technol., 32(3) (1997) 391.
- [2] Andrew, H.S. and Adams, I., "Handbook of Radiation Effects", Second Edition, (Oxford University Press, Inc., New York, 2004).
- [3] Mitchell, J.P. and Wilson, D.K., The Bell System Technical J., 1 (1967) 1.
- [4] Vavilov, V.S. and Lin, N.A., "Radiation Effect in Semiconductor and Semiconductor Devices", (New York, 1976).
- [5] Kuhnke, M., Fretwurst, E. and Lindstroem, G., "Defect Generation in Crystalline Silicon Irradiated with High-Energy Particles", (Brunel University, Germany, <http://www.Martin.com>, 2001).