

"دراسة تأثير مقاومة الشريحة وزمن التتميش على مورفولوجية سطوح السليكون المنتجة بالطريقة الكيميائية الضوئية"

عبد المجيد عياده ابراهيم¹ ، حسن عسكر كاظم² ، امجد حسين جاسم¹

¹قسم الفيزياء ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق
²مديرية اعداد المعلمين ، وزارة التربية

المخلص

تشتمل هذه الدراسة تأثير زمن التتميش و المقاومة (Resistivity and Etching Time) على مورفولوجية السطوح المنتجة باستخدام طريقة التتميش الكيميائي الضوئي من شرائح السليكون n-type المستخدمة ، حيث وجد ان زيادة زمن التتميش من 70min الى 100min ادى الى ازدياد الطبقة المسامية من 4.17 nm الى 11.3 nm لنفس الشرائح من السليكون ، اما دراسة تأثير المقاومة على المورفولوجية فقد بينت النتائج زيادة في ارتفاع التراكيب النانوية المنتجة (أي ازاد عمق الحفر) من 4.11 nm الى 10nm وتحت نفس زمن التتميش 70 min. وهذا يعود للاختلاف في المقاومة ، اوضحت النتائج التجريبية انه كلما كانت المقاومة اقل كان عمق التتميش اكبر ، السبب يعود في ذلك هو الحرية التي تكتسبها الحاملات (الفجوات) وامكانية وصولها للسطح بشكل اكبر من الشرائح ذات المقاومة العالية ، وهي المسؤولة عن اختلاف عمق التتميش (الطبقة المسامية). اما الزيادة في العمق لنفس الشريحة عند زيادة زمن التتميش ، فهذا يعود لميكانيكية الاقتلاع التي تقوم بها ذرات الفلور F فكما زاد زمن التتميش كلما غاصت ذرات الفلور مقتلعة ذرات السليكون من السطح ومحرة غاز الهيدروجين . ان انتاج تراكيب السليكون النانوي والتحكم في ظروف انتاجها تعتبر الخطوة الاولى للتحكم في خواص النبائط (كواشف ، مفارق (Diodes)، خلايا شمسية ، متحسسات) وتطبيقاتها المناسبة وفي النهاية كل هذا مهم في تعزيز عمليات البحث والتطوير للطاقة المتجددة.. ومن الامور المهمة التي تعتبر مفاتيح للبحث هي : الطاقة المتجددة (Renewable Energy) ، التتميش (The aching) ، الخشونة (roughness) ، السليكون المسامي (porous silicon) ، الإكسيتون (exciton)، التتميش الكيميائي الضوئي (Photochemical etching) ، الحصر الكمي (quantum confinement) ، Nano technology .

المقدمة

إن دراسة المورفولوجية السطحية للمواد تعد ذات أهمية من شأنها أن تفسر خواص وسلوك المادة، إذ تتميز المواد النانوية عن غيرها من المواد التقليدية بزيادة المساحة السطحية ووجود معظم ذراتها على تلك الأسطح لأن كل الأنشطة والتغيرات الكيميائية والفيزيائية تحدث دائما على السطح [3]. أن دراسة المورفولوجية تبين كيفية توزيع وترتيب الذرات على السطح وتوضيح الاختلاف بالتجانس وبالخواص المتعلقة بكل تركيب بلوري [5] ومن الطبيعي أن مورفولوجية السطح تتأثر تبعاً للتقنية المستخدمة وظروف التحضير .

لقد وضحت مورفولوجية سطح الشريحة المحضرة بطريقة التتميش الكيميائي الضوئي (Photochemical Etching) باستخدام فحص مجهر القوة الذرية (AFM) Atomic Force Microscope ، ان السطح يمتلك تركيب نانوي وذا تجانس كبير .

السليكون المسامي النانوي nanoporous silicon

أعطى اكتشاف السليكون المسامي بعداً جديداً للتقنيات المعتمدة على السليكون في عام 1990م واكتشاف التآلق الضوئي (Photoluminescence) عند درجة حرارة الغرفة من السليكون المسامي من قبل Canham [6] . ان عدم استخدام السليكون الكثلي (Bulk Silicon) في مجال المصادر الباعثة للضوء (LED) ، بسبب كون السليكون مادة شبه موصلة ذات فجوة طاقة غير مباشرة

لقد اخذت فكرة تتميش اسطح الشرائح السليكونية اهمية كبيره في علم اشباه الموصلات والخلايا الشمسية لما لها من اثر كبير في تحسين وانتاج نبائط ذات استخدامات واسعة في مفاصل الحياة المختلفة ، ان اعمال التتميش توصلنا الى ما يسمى تقنية النانو على اعتبار أن الجسيمات التي يقل حجمها عن مائة نانومتر (النانومتر جزء من ألف مليون من المتر) تعطي للمادة التي تدخل في تركيبها خصائص جديدة [1]. إذ كلما اقترب حجم المادة من الأبعاد الذرية خضعت المادة لقوانين ميكانيك الكم بدلا من قوانين الفيزياء الكلاسيكية [2].

إن اعتماد سلوك المادة على حجمها يمكننا من التحكم بهندسية خواصها وهناك طريقتان لتصنيع حجم نانوي من المادة، أحدهما من الأعلى إلى الأسفل (Top-down) والأخرى من الأسفل إلى الأعلى (up-bottom) [4,3].

ان شرائح السليكون المنمشة يمكن ان تستخدم كمفارق (Diodes) وكواشف (Detectors) وقد تستخدم لانتاج خلايا شمسية مطعمة بمواد تزيد من كفاءتها او حتى زيادة المساحة السطحية للخلية الشمسية المعرضة للضوء ، كل هذا من شأنه الحث على الدخول في هكذا ابحاث.

الجانب النظري

مورفولوجية السطح Surface Morphology

والإكسيتون (exciton) في الفراغ البلوري مما يقلل من احتمالية حدوث الظواهر غير المشعة، إذا استطعنا أن نحصر حركة الإكسيتونات في منطقة صغيرة الحجم جدًا بأبعاد من مرتبة النانومتر ومن المعلوم تمامًا بأن خواص المادة في مثل هذه المنطقة تتغير بشكل جذري. بما أن طول موجة دي برولي (De Broglie) للإلكترون أو الفجوة هو من مرتبة (1nm) فإن الجسيمات (الإلكترونات والفجوات) في هذه المنطقة تسلك سلوك جسيمات في صندوق و هي مسألة يمكن حلها بواسطة الميكانيك الكمي. ولهذا تسمى عملية حصر الإكسيتونات في منطقة بأبعاد نانومترية بمفهوم الحصر الكمي، وتدعى البنية البلورية الفيزيائية التي يتم فيها حصر الإكسيتونات كميًا بالمادة نانوية التركيب (nano-structured material). وبحسب شكل البنية النانو-بلورية فإن عملية الحصر الكمي يمكن أن تحدث في بعد واحد فقط أو في بعدين أو في ثلاثة أبعاد [10].

يقابل كل اتجاه للحصر تغير في المرافق الموجي للجسيم ونتيجة لذلك تظهر سلسلة من المستويات المنفصلة. وبالأخذ بعين الاعتبار بأن حامل الشحنة حر الحركة في كافة الاتجاهات في الحجم البلوري، فإنه في البنية ثنائية البعد (2-D) يمكن أن يتحرك بشكل حر فقط في اتجاهين في حين يحدد الاتجاه الثالث اتجاه الحصر الكمي. في البنية أحادية البعد (1-D) هناك اتجاه واحد فقط ممكن للحركة الحرة واتجاهان يمكن للحصر الكمي أن يحدث فيهما. في البنية الصفرية (0-D) يحصل حصرًا كميًا كاملاً في كافة الاتجاهات ولا يمكن للجسيم المعتبر أن يتحرك حركة حرة على الإطلاق.

يصطلح على تسمية البنية النانوية (2-D) بالبلور الكمي (غشاء رقيق) ويتم الحصول عليها بترسيب طبقات من مواد مختلفة ذات أبعاد من رتبة النانومتر. وتسمى البنية (1-D) الأسلاك الكمية ويتم الحصول عليها بالعمليات الليثوغرافية. وأما البنية (0-D) فتسمى بالنقاط الكمية وتحضر بطرق مختلفة مثل ترسيب البخار الكيميائي، و الزرع الأيوني، وطريقة التتميش الفوتوكيميائي [11].

يعد السليكون المسامي أحد الأمثلة الهامة للبنية النانوية من النقاط الكمية ويمكن تشكيله في بنية ثنائية أو ثلاثية البعد، شكل (1) يعد تمثيلاً تخطيطياً لنماذج البنية النانوية المختلفة [12].

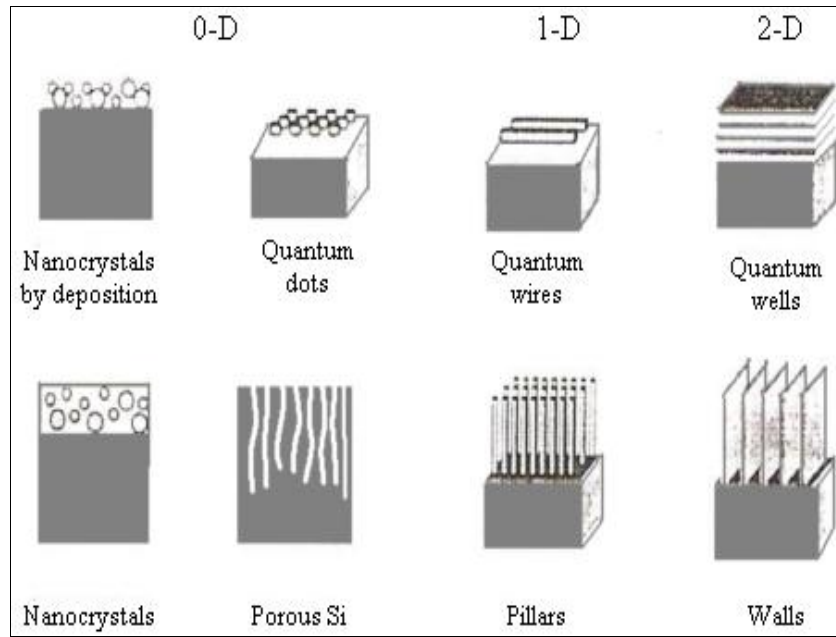
(indirect band gap semiconductor) وبالتالي يحدث التألق الضوئي منه عند درجة حرارة الغرفة بشكل صغير جدًا [7,6].

أن السليكون المسامي النانوي هو مادة جديدة ذات أهمية كبيرة من الناحيتين العلمية و التطبيقية نظرًا لتمتعها بخواص الحصر الكمي (quantum confinement).

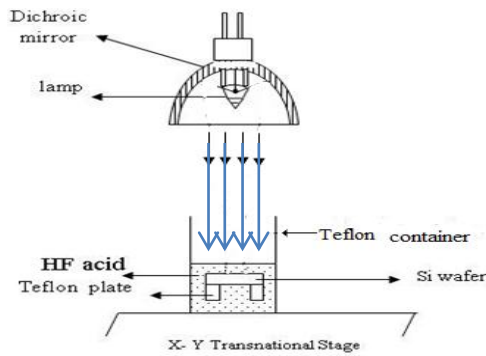
يحضر السليكون المسامي النانوي بعدة طرق منها التتميش الكيميائي الضوئي (Photochemical) لسطح شرائح من السليكون البلوري في محلول مائي من حامض HF وتتركز الأبحاث حاليًا و بشكل مكثف على دراسة خواص السليكون المسامي النانوي كمادة متألقة (luminescent). ولا تقتصر أهمية السليكون المسامي النانوي على التطبيقات الإلكترونية وإنما يعتمد على خواصه كبلورة ذات تألق ضوئي [8]، والتي تغير في الخواص الضوئية والامتصاصية، الانعكاسية الضوئية مما يجعلها حساسة لأطوال موجية معينة و مفيدة في التطبيقات الضوئية. من خلال السيطرة على ظروف التتميش (زمن، مواصفات الشريحة، تركيز الحامض) بحيث يمكن الحصول على بنية بلورية مناسبة للسليكون المسامي النانوي تتمتع بطبقات مختلفة المسامية. كما أن المساحة السطحية الكبيرة للسليكون المسامي النانوي وبنية السطحية الفريدة وفرت شروطًا مثالية لاستخدامه كمتحسس ضوئي (optical sensor) أو كدايود نتيجة للتباين بين عدد الحاملات على السطح وعند القاعدة [3]، وان أهمية استخدام السليكون المسامي النانوي في تصنيع الكاشف ضوئي والدايودات ودراسة خواصها الكهربائية، تأتي خصوصًا من الناحية الصناعية مقارنة مع المواد الأخرى المستخدمة في هذا المجال من انخفاض تكلفة تصنيعه و إمكانية تحضير سطحه للحصول على انتقائية عالية (Selectivity) [9] وكذلك توفير المادة الأولية وعدم فقدان الطاقة نتيجة لصغر حجم التصنيع.

التركيب النانوي للسليكون المسامي Nanostructure Porous Silicon

أن السليكون الكتلي هو مادة غير مناسبة للتطبيقات الإلكترونية الضوئية بسبب حدوث العديد من الظواهر غير المشعة والتي تعيق عملية إعادة إتحاد الزوج (إلكترون-فجوة) المشعة. إحدى الطرق الممكنة لزيادة ظاهرة الحصر الكمي تتمثل بحصر حركة حوامل الشحنة

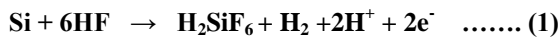


شكل (1) تمثيلا تخطيطيا لنماذج التركيبات البلورية النانوية [12].

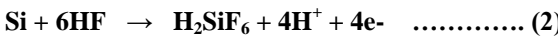


شكل (2) رسم تخطيطي للخلية الفوتوكيميائية.

خلال عملية تكوين النمش هنالك ذرتان من الهيدروجين متأصره مع ذرة السليكون ونسب ذرات الهيدروجين تقل عندما تصل الى نظام الصقل الالكتروني عند السطح وتختفي خلال هذه العملية، التفاعل شبه الكروي لانود خلال عملية تكوين الثقب تكتب معادلته بهذه الصيغة :



وخلال عملية الصقل الالكتروني تكتب معادلته بهذه الصيغة :



الناتج النهائي والثابت لوجود السليكون داخل HF وتفاعلها معا تنتج H_2SiF_6 او تكوين بعض ايوناته. هذا يعني اثناء عملية تكوين الثقب فان اثنين من الالكترونات الاربع الموجودة على ذرة السليكون تترك الذرة وتنتقل مع الجزء المزال بينما الاثنتين الاخرين يبقيان ملتصقان على ذرة السليكون وتعاني التآكل والتحرر لاحقا . بالمقابل خلال عملية الصقل الالكتروني كل الكترونات السليكون الاربع تكون فعالة كيميائيا Lehmann and Gösele [13]. ، اقترحوا الميكانيكية الاكثر قبولا للانحلال شكل (3).

طرائق تحضير السليكون المسامي النانوي Preparation

Methods Nanoporous silicon

هنالك عدة طرائق لتحضير السليكون المسامي وان خصائص هذا السليكون تختلف من طريقة إلى أخرى. وفيما يأتي أهم الطرائق الشائعة في تحضير السليكون المسامي:

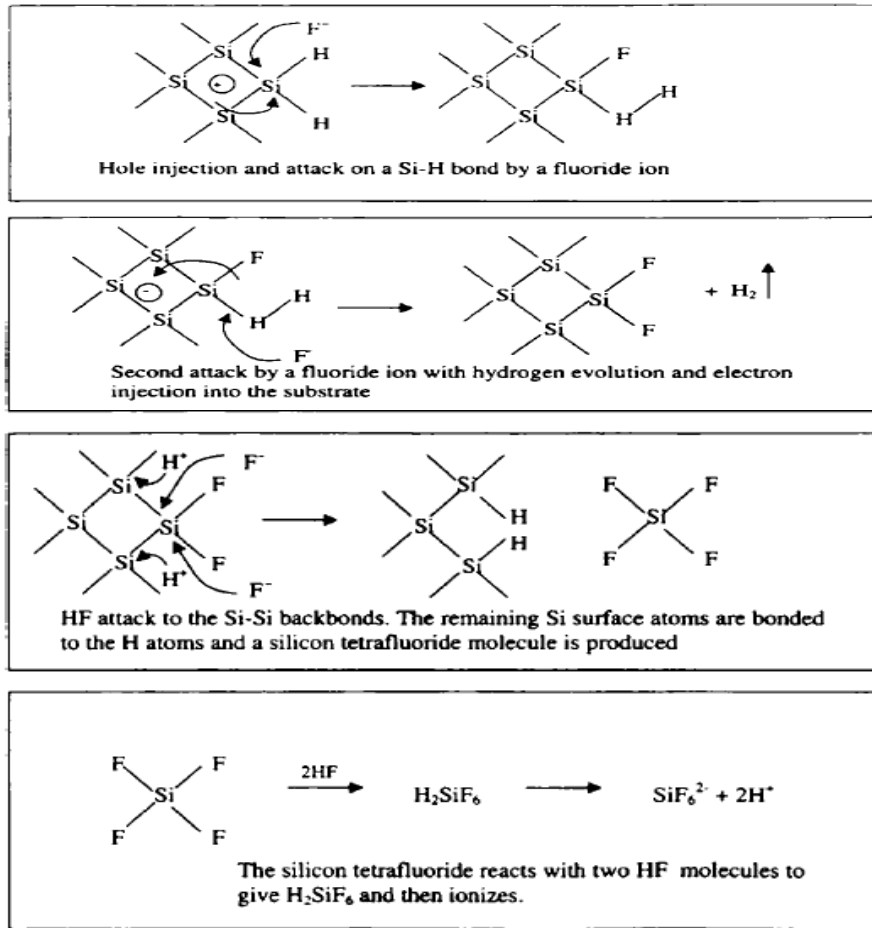
- (a) التتميش الفوتوكيميائي Photochemical etching
- (b) التتميش الكهروكيميائي الضوئي Photoelectrochemical etching
- (c) التتميش البقعي Stain etching
- (d) التتميش بالليزر (النقش) Laser etching
- (e) التتميش الكهروكيميائي Electrochemical etching

وإن الطريقة المستخدمة في هذا البحث هي طريقة التتميش الكيميائي الضوئي

(a) التتميش الفوتوكيميائي او الكيميائي الضوئي

Photochemical etching

لقد تم اختيار طريقة التتميش الكيميائي الضوئي في هذا البحث وذلك لتميزها عن غيرها بالتحكم الكبير في خواص السليكون المسامي المنتج ونتاج مساحات سطحية كبيرة ومتجانسة كون الضوء المسلط على النماذج يكون ذا توزيع متجانس وبشكل عمودي والذي يؤدي الى انتاج تراكيب نانوية متشابهة نسبيا .



الشكل (3): مخطط تحليل السيليكون المقترح من قبل Lehmann and Gosele [14 ,13].

من شركة Phillips والذي يوفر شدة اضاءة ذات توزيع متجانس على سطح العينات لضمان تجانس الطبقة المنشأة حيث يتم التحكم بشدة الاضاءة من خلال تحريك المصدر الضوئي بتقريبه من العينة لشدة اضاءة (1.5×10^5 LUX) يمكن الحصول عليها عندما تكون على بعد 3cm من العينة وقد تركزت هذه الدراسة على الاتي :

1-3 دراسة تأثير مقاومة الشريحة على مورفولوجية الطبقة المسامية

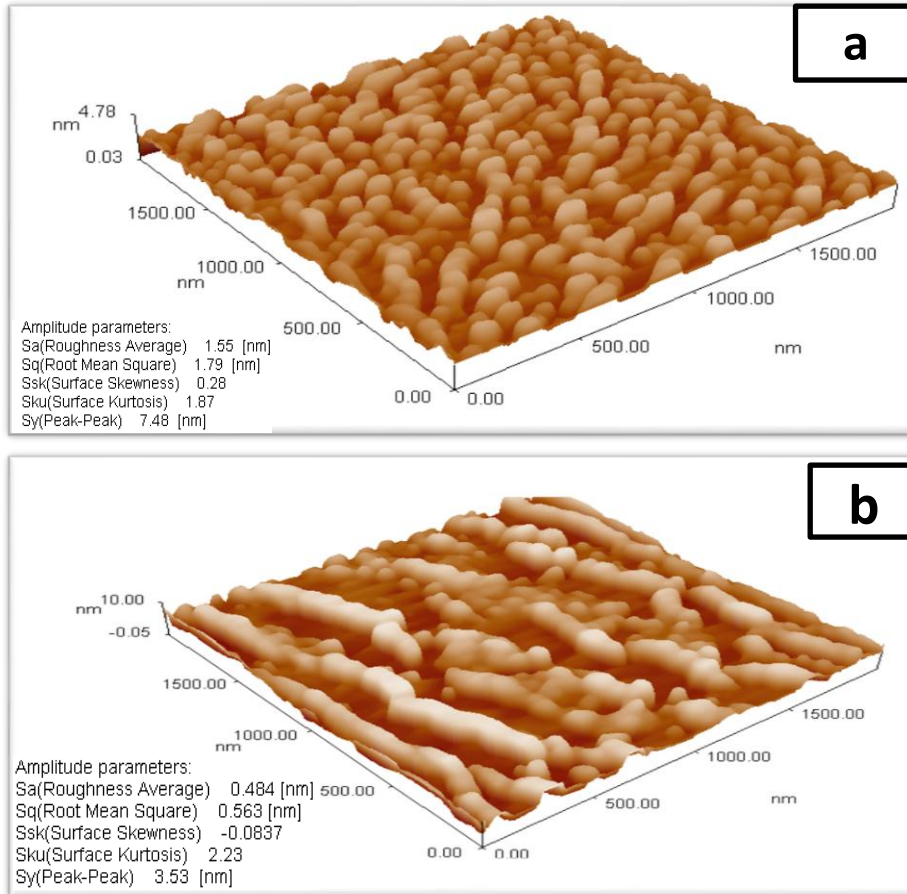
في هذا الجزء تم اختيار عينتين من شرائح السيليكون n-type بنفس المواصفات الهندسية 1×0.5 cm² عدا اختلافهما بالمقاومية ($\rho_L=4.3 \times 10^{-4}$ Ω.cm و $\rho_H=10$ Ω.

ظروف التحضير من ناحية الزمن (70min) وشدة اضاءة (LUX 1.5×10^5) و (40% HF) في كلتا الحالتين وبعد فترة من الزمن لوحظ وجود فقاعات على سطح الشريحة دلالة على بدأ عملية الحفر او التتميش والتي تكون احدى نتائجها تكون فقاعات الهيدروجين وحسب الميكانيكية الموضحة في شكل (3) مع ملاحظة اختلاف عدد وحجم الفقاعات بين الشريحتين.

الجزء العملي Experimental part

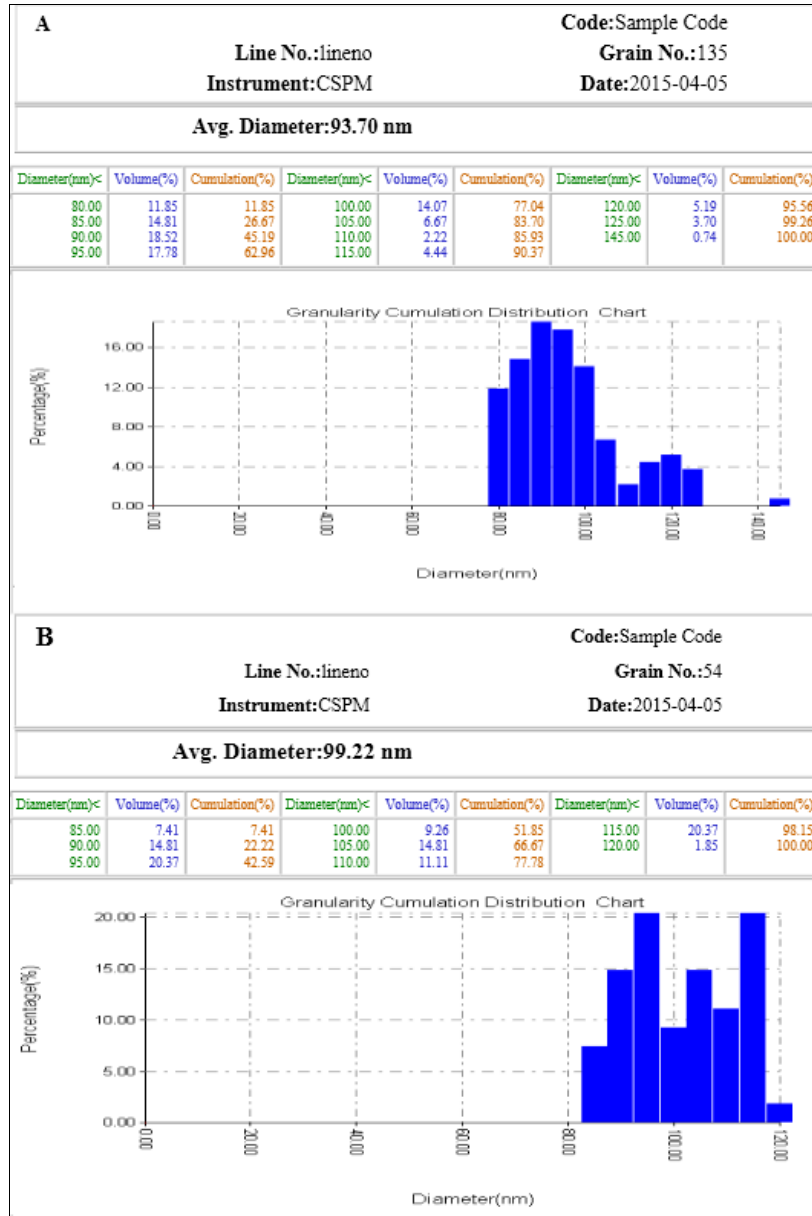
تم اختيار شرائح سيليكون n-type وباتجاهية (100) ومقاوميتين نوعيتين ($\rho_L=4.3 \times 10^{-4}$ Ω.cm و $\rho_H=10$ Ω.cm) على التوالي وذلك لدراسة تأثير المقاومة (المقاومة النوعية) على عمليات التتميش (القشط) الكيميائي الضوئي حيث تم دراسة تأثير زمن التتميش على الطبقة المسامية المنتجة وبأخذ زمنين مختلفين (70 min) في الحالة الاولى و (100 min) في الحالة الثانية وتطبيقها على العينة بالمواصفات ($\rho=10$ Ω.cm) (100) علما ان سمك العينات هو (250 ± 10 μm) وقطعت بأبعاد (1×0.5 cm²) تغسل العينات بالاسيتون والايثانول لازالة المواد العالقة ثم توضع في حمام الهيدروفلوريك HF وبتركيز 10 % لمدة عشر ثوان وذلك لازالة طبقة الاوكسيد التي عادة تكون على سطح السيليكون .

بعد تنظيف عينات السيليكون يتم غمرها في 40% HF داخل وعاء من النفلون مستندة على مسندين من نفس مادة النفلون شكل (2) بحيث يكون سطحها اللامع الى الاعلى باتجاه مصدر الضوء وبهذه الطريقة يتم تجهيز الفجوات (الشحنات الموجبة) اللازمة لقيام عملية التتميش بالميكانيكية الموضحة في شكل (3) . المصدر الضوئي المستخدم في هذه التجربة هو مصباح هالوجين (1000 W) مجهز



شكل (4) مورفولوجية السطح لعينتين من السليكون n-type واتجاهية (100) اجريت عليها عملية تنميش كيميائي ضوئي تحت شدة اضاءة (1.5×10^5 LUX) وباستخدام (HF 40%) وبزمن تنميش (70 min) .

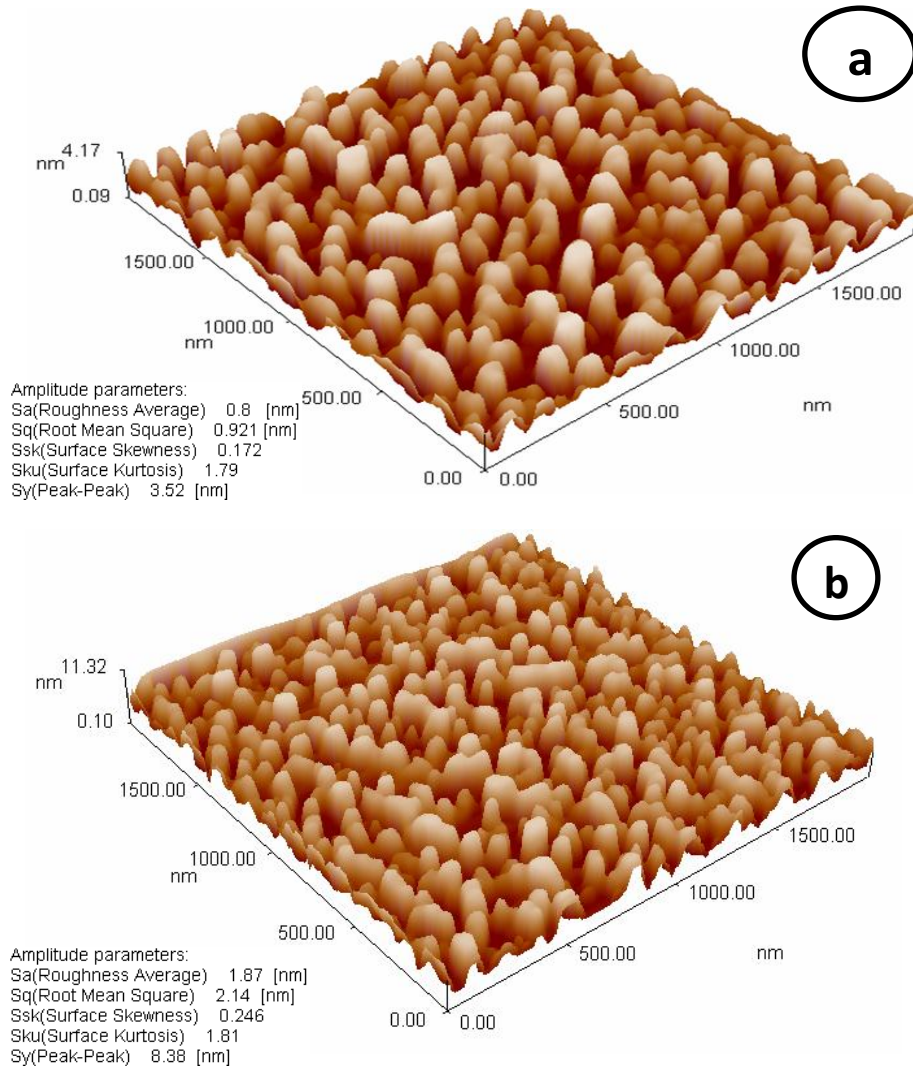
$$\rho_i = 4.3 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm} \quad - \text{b} \quad \rho_n = 10 \Omega \cdot \text{cm} \quad - \text{a}$$



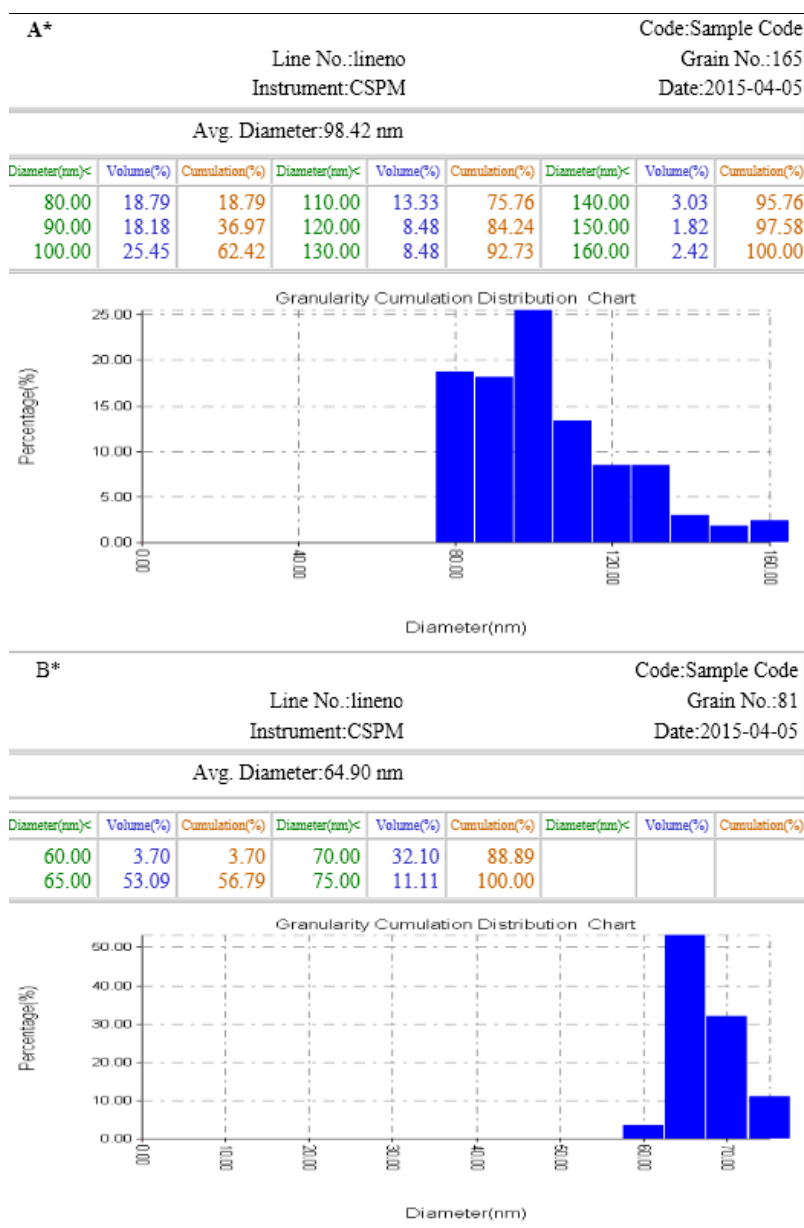
شكل (5) التوزيع الاحصائي لاحجام الجسيمات النانوية المكونة على السطح للعينتين (a,b) في شكل (4) على التوالي .

الثانية علما انه في الحالة الثانية كانت عملية التتميش بمرحلتين (70 min) ثم تركت العينة (48 h) ونمشت لمدة (30 min) ليكون الزمن الكلي (100 min) وباستمرار العملية نلاحظ تكون فقاعات الهيدروجين وتغير لون سطح العينة الى لون قريب من لون الصدا وهذه دلائل اولية على حدوث عملية التتميش وتكون المسامات .

دراسة تأثير زمن التتميش على مورفولوجية الطبقة المسامية تم اختيار عينتين من شرائح السليكون n-type بنفس المواصفات الهندسية ($1 \times 0.5 \text{ cm}^2$) والتركيبية (100) والمقاومية $\Omega \cdot \text{cm}$ ($\rho=10$) وباستخدام نفس ظروف التحضير من ناحية شدة اضاءة ($0.7 \times 10^5 \text{ LUX}$) و (40% HF) ولكن بزمني تتميش مختلفين وهما (70 min) في الحالة الاولى و (100 min) في الحالة



شكل (6) مورفولوجية السطح لعينتين من السليكون n-type واتجاهية (100) والمقاومية ($\rho=10 \Omega.cm$) اجريت عليها عمليات التتميش الكيميائي الضوئي تحت شدة اضاءة ($0.7 \times 10^5 LUX$) وباستخدام (HF40%). (a) - عينة منمشة بزمن تتميش 70 min . (b) - عينة منمشة بزمن تتميش 100 min .



شكل (7) التوزيع الاحصائي لأحجام الجسيمات النانوية المكونة على السطح للعينتين (a,b) في شكل (6) على التوالي .

تفسير خواص النبايط المصنعة ، فالتحكم في انتاج طبقات مسامية بمواصفات معينة تكون مقدمة لاستخدامها في تطبيقاتها اللانما ، وكما تم ذكره في البند (3) فان العمل يتركز في جزئين :
(A) - دراسة مقاومة شريحة السليكون على موفولوجية الطبقة المسامية المنتجة عندما تكون جميع ظروف التحضير نفسها البند (3-1) حيث كانت احدى الشريحتين ذات مقاومة العالية (Ω.cm) حيث ظهرت نتائج مجهر القوة الذرية AFM شكل (a-4) تكون طبقة مسامية سمكها (4.78 nm) ويتراكب شبه كروية بمعدل قطر (93.7 nm) شكل (a-5) والتوزيع الاحصائي للجسيمات المشكلة يظهر مدى لاقطار هذه الجسيمات تتراوح ما بين (80 nm الى 120) واعلى نسبة مئوية هي للجسيمات باقطار (90nm) حيث تبلغ %18.5 ويمكن ملاحظة التفاصيل الاخرى في الجدول المرفق

النتائج والمناقشة

في هذا الجزء من البحث تم دراسة وتحليل نتائج مجهر القوة الذرية (AFM) Atomic Force Microscope من خلال دراسة اشكال واحجام الجسيمات النانوية المشكلة والتي كانت اقطار معظمها يتراوح بين 60 - 120 nm ، وهي ضمن مديات الجسيمات ذات البعد النانوي ، كما يمكن تحديد سمك الطبقة المسامية وكذلك التوزيع الاحصائي لحجم هذه الجسيمات ووضع تفسيرات علمية لتشكلها .
تعتبر نتائج مجهر القوة الذرية قاطعة لما لها من غزارة في المعلومات التي يوفرها مثل معدل الخشونة (Average Roughness) وقيمة متوسط الجذر التربيعي للجسيمات المشكلة (Root Mean Square) وقيمة التواء السطح (Surface Skewness) ومعدل المسافة بين قمتين (Peak-Peak) والكثير من المعلومات التي على اساسها يمكن

الطبقة المسامية فقد كان (11.32nm) كما موضح في شكل (b-5) ، الزيادة في السمك مقارنة مع (4.17 nm) للعينة الاولى فسرت على اساس زيادة زمن التتميش تعطي فرصة اكبر للعدد اكثر من الشحنات الموجبة للوصول الى السطح ومن ثم زيادة عملية التتميش الكيميائي الضوئي ، وبالنسبة لأشكال هذه التراكيب فهي مختلفة عن جميع التراكيب التي سبقتها من العينات المحضرة كونها حضرت بمرحلتين فقد اجريت عليها عملية التتميش لمدة 70min كمرحلة اولى ثم بعد 48 h اجريت عليها عملية تتميش لمدة 30 min وهذا يفسر تكوين رؤوس صغيرة على تراكيب اكبر منها شكل (b-6) وهذه بحد ذاتها طريقة مبتكرة للحصول على جسيمات بأبعاد اصغر تتكون على جسيمات اكبر منها حجما . معدل الخشونة لهذه العينة هو (1.87 nm) في حين العينة المنمشة بالزمن ($t_1=70$ min) كانت (0.8 nm) وقيمة متوسط الجذر التربيعي (2.14 nm) وان قيمة متوسط الجذر التربيعي تمثل (مجموع الارتفاعات والانخفاضات السطحية تربيع مقسومة على حاصل جمع عددهما الكل تحت الجذر التربيعي) وهذه القيمة تفسر وتوضح معدل خشونة السطح فكما زادت قيمة متوسط الجذر التربيعي دل على زيادة معدل الخشونة السطحية للغشاء وبالعكس ، ويمكن الاستفادة من ذلك في كيفية الحصول على مورفولوجية السطح للعينة حسب التطبيقات المطلوبة .مقارنة مع (0.92 nm) للعينة المحضرة بزمن تتميش (70 min) والتواء السطح (0.24 nm) مقارنة مع (3.52) للعينة المحضرة بزمن تتميش (70 min) .

الاستنتاجات والمقترحات:

- الاستنتاجات:

- 1- يزداد سمك الطبقة المنمشة من سطح شريحة السليكون بانخفاض مقاومة الشريحة المستخدمة .
- 2- يزداد سمك الطبقة المنمشة من سطح شريحة السليكون بزيادة زمن التتميش للشريحة المستخدمة .
- 3- يقل معدل الحجم الحبيبي للسطح المنمش مع زيادة زمن التتميش وسببه الزيادة في العمق وتآكل جدران التراكيب الجدارية ، كون شكل الحفر سوف يكون عبارة عن تراكيب الجدارية واخايد .
- 4- بزيادة زمن التتميش تزداد الخشونة السطحية ويعكس هذا على كثافة المسامات .

- المقترحات :

- 1- دراسة تأثير تراكيز مختلفة من حامض HF على الخصائص الطبوغرافية للسطح المنمش .
- 2- استخدام الليزر وبطاقات مختلفة في اجراء عملية التتميش .
- 3- المقارنة بين طريقتي التتميش الفوتوكيميائي والفوتوالكتروكيميائي ضمن ظروف مماثلة من زمن وشدة اضاءة .
- 4- دراسة تأثير ترسيب بعض المواد التي تتمتع بوجود الكترولونات حرة كثيرة في اغلفتها الخارجية ومدى تأثيرها في تصنيع (Diod) وخصائصه الكهربائية .

مع شكل (a-5) اما معدل الخشونة للسطح فقد كان (0.48 nm) وان قيمة متوسط الجذر التربيعي يساوي (0.56nm) والتواء السطح (0.083 -) ومعدل المسافة من قمة الى قمة (3.53 nm) . اما نتائج مجهر القوة الذرية لعينة السليكون ذات المقاومة الواطنة ($\rho_L=4.3 \times 10^{-4} \Omega.cm$) التي تم تحضيرها بنفس الظروف فقد تبينت الطبقة المسامية بانها مختلفة عن سابقتها من حيث سمك هذه الطبقة الذي يساوي (10 nm) وكذلك من ناحية توزيع الجسيمات التي كانت عبارة عن تراكيب جدارية واخايد طويلة ذات ابعاد كبيرة نسبيا مقارنة مع عدد القمم المتكونة والتي تعطينا دلالة على اذابة اكبر للطبقة المسامية ، وبمقارنة سمك هذه الطبقة (10nm) مع العينة ذات المقاومة الاعلى التي كان سمكها (4.78 nm) تؤكد تعرض العينة الثانية ذات المقاومة الاقل الى عمليات اذابة لطبقاتها ، ويمكن تفسير ذلك بالرجوع الى ميكانيكية الاذابة في شكل (3) حيث ان المقاومة القليلة تعني انطلاق الفجوات (الشحنات الموجبة) بعدد اكبر داخل العينة باتجاه السطح ومن ثم حدوث عملية الاذابة على عكس العينة ذات المقاومة العالية التي تلاقي فيها الشحنات الموجبة (الفجوات) مقاومة داخلية (خلال طبقة السليكون) اثناء حركتها باتجاه السطح وهذا يفسر تكوين جسيمات ورؤوس بعدد اكبر في العينة ذات المقاومة الاعلى .

معدل الخشونة السطحية (1.55nm) للعينة ذات المقاومة ρ_L مقارنة مع معدل الخشونة السطحية (0.484 nm) للعينة ذات المقاومة ρ_H وان قيمة متوسط الجذر التربيعي لهذه التراكيب (1.97 nm) مقارنة مع (0.56 nm) للحالة الاولى والتواء السطح (0.28) للعينة ذات ρ_L مع (-0.0837) للعينة ذات ρ_H . اما معدل اقطار هذه الجسيمات فكانت (99.22nm) و التوزيع الاحصائي والنسب المئوية فهي مبينة في شكل (b-5)

(B)- يخص هذا البند دراسة تأثير زمن التتميش على مورفولوجية سطح العينات المحضرة حسب الظروف الموضحة في البند (2-3) حيث تركيز الحامض % 40 وشدة الاضاءة ($0.7 \times 10^5 LUX$) و ($\rho = 10 \Omega .cm$) ولكن زمن التتميش متغير حيث كان للعينة الاولى $t_1=70min$ وللعينة الثانية $t_2=100min$ (بمرحلتين) .

نتائج فحص AFM للعينة الاولى اظهرت بان سمك الطبقة المسامية هو (4.17nm) وتراكيبها بابعاد النانو كانت تغطي تقريبا %50 من سطح العينة ومعدل الخشونة السطحية لهذه العينة كانت (0.8 nm) وان قيمة متوسط الجذر التربيعي للجسيمات (0.921 nm) والتواء السطح (0.172 nm) ومسافة قمة الى قمة (3.52 nm) شكل (b-6) اما بالنسبة لاقطار الجسيمات والرؤوس على السطح (a) (98.42) واكبر نسبة مئوية للاقطار هي (100 nm) وبنسبة %25 كما موضح في الجدول المرفق مع شكل (a-7) .

بالنسبة للعينة التي حضرت بزمن تتميش (100 min) فقد اظهرت نتائج فحص AFM تكوين تراكيب نانوية تتراوح ما بين (70nm - 60) وهي تعتبر مثالية ضمن العينات التي تم تحضيرها .اما سمك

المصادر

- [1] محمد صالح الصالحي، عبدالله صالح الضويان - قسم الفيزياء والفلك- كلية العلوم- جامعة الملك سعود، مقدمة في تقنية النانو، 2007م
- [2] Mark Ratner, Dan Ratner, Nanotechnology Gentle Introduction, Harvard University, Brown University (2002).
- [3] علاء يوسف علي مصلح " تصنيع ودراسة خصائص كاشف ضوئي نوع CdS على سليكون مسامي بطريقة الرش الكيميائي الحراري " (رسالة ماجستير) K كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة تكريت (2011).
- [4] Dr. Axel Zweck, Technological analysis, Future technologies division, Germany, (2004).
- [5] S. Rengaraj, S. Hee, S. Venkataraj, Y. Kim, S. Vijayalakshmi, E. Repo, A. Koistinen, M. Sillanpaa. Dep. Chem. Phys. Univ. Eastern Finland, Patteristonkatu, Finland, J. Nanoscience. Vol. 11. (2011)
- [6] C. Baratto, G. Faglia, G. Sberveglieri, Z. Gaburro, L. Pancheri, C. Oton and L. Pavesi, Sensors 2, (2002)
- [7] Canham L T Appl. Phys. Lett. 57, (1990).
- [8] Mischa Megens, Judith E. G.J. Wijnhoven, Ad Lagendijk, and Willem L. Vos, Physical Review A 59(6), (1999).
- [9] Gullis A G and Canham L T Nature 353, (1991).
- [10] S. Ossicini, L. Pavesi, F. Priolo. 'Light Emitting silicon microphotonic 'springer-verlag heidelberg. printed Germany (2003).
- [11] Harrison P. Quantum well, wires and dots: Theoretical .Phys. J. Wiley & Sons Ltd. chisester (2000).
- [12] Alessia Irrera, "Light emitting devices based on silicon nanostructures", Universita Degili Studidi Catania, Dottorato Diricerca in Scienza Materiali, (2003).
- [13] A.M. Alwan, "Electrical properties of porous silicon prepared by photo chemical Etching "Regional conference on sold state science and Technology ,(2005) .
- [14] الانترنت.

Study the effect resistivity slide and the time of etching on silicon surfaces morphology of producing photovoltaic method

Abdul Majeed E. Ibrahim¹, Hasen Askar Kadhem², Amjad hossen jassem¹

¹ physics department , College of Education for pure science department, Tikrit University , Tikrit , Iraq

² Directorate prepare teachers , Ministry of Education

Abstract

Our work focusing on studying the effect of the etching time and Resistivity on morphology of the Surfaces which is produced by the photochemical etching method from the wafer silicon n-type which is used ,where is found by increasing the etching time from 70min to 100 min the high of the nano structural is increasing from 4.17nm to 11.3 nm of same n-type silicon wafer, while we studying the Resistivity effect on morphology the results was declare increasing in the product nano structures(i.e the depth etching increase) from 4.11nm to 10 nm under same etching time 70 min of the difference of the wafer resistance and the etching time, and how that's be effecting on the Surface Topographic for the used silicon wafers, Where as much as with increasing the etching time for same wafer the etching depth increasing .

This is up to difference in resistance ,Every time the resistance less that's the aching depth longer, The reason of that , the freedom that's carriers (holes) have it and accessibility to the surface with shape great than from the wafers have high resistance. So the resistance which responsible of different among aching depth. Either increase in depth for same wafer by increase the aching time, that's up to the extraction mechanism which the fluore atoms do it, every time increase the aching time the F atoms floundered at the surface extracting the si atoms from the surface and freeing H gas and the proected nano silicon and ruling in its producing conditions considering the first steep of ruling in the devices properties (sensors, Diodes, sensors. photocells) and its applications.

At the end all of this is important in forware the searching operations and the developing of renewable.