

Fachpraktikum

Mikroelektronik und Sensorik

Versuch: Substratreinigung Ellipsometrie als Methode der *in situ* Prozessverfolgung



Substratreinigung: Ellipsometrie als Methode der *in situ* Prozessverfolgung

1. Versuchsziel

Unter Verwendung eines Ellipsometers soll der Reoxidationsprozess von verschiedenen vorgereinigten Substraten untersucht werden mit dem Ziel, die Notwendigkeit von *in situ* Untersuchungen kennen zu lernen. Weiterhin soll die Bedeutung der Substratvorbehandlung vermittelt und der Einfluss unterschiedlicher Wafervorbehandlungen auf die Reoxidation der Siliziumoberfläche untersucht werden.

2. Versuchsgrundlagen

In der Halbleitertechnologie spielt der Zustand der Festkörperoberflächen und Grenzflächen eine entscheidende Rolle, da hier sowohl die entscheidenden physikalischen und chemischen Prozesse der einzelnen technologischen Verfahrensschritte ablaufen als auch wichtige elektronische Zielgrößen vorbestimmt werden. Aus diesem Grunde ist die Kontrolle und die gezielte Einstellung gewünschter Zustände von außerordentlicher Bedeutung. Mit abnehmender Strukturgröße der elektronischen Bauelemente und der damit verbundenen Verringerung der Dicke der funktionstragenden Schichten, wie dem Gateoxid und der Tiefe der pn-Übergänge, wird die Beherrschung der Oberflächenqualität, z.B. der Oberflächenmorphologie, des chemischen und des elektronischen Zustandes, ein immer wichtigerer technologischer Faktor. Für die Einstellung einer gewünschten Oberflächeneigenschaft ist die genaue Kenntnis der ablaufenden komplexen Prozesse unabdingbar. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit des Einsatzes von Analytikverfahren, die einerseits die gewünschte Information liefern und andererseits die Möglichkeit einer effektiven Prozesskontrolle unter Echtzeitbedingungen ermöglichen.

Die Verfahren der Oberflächenanalytik lassen sich in drei große Gruppen unterteilen. Die erste Gruppe basiert auf der Wechselwirkung von Elektronen und Ionen mit der Festkörperoberfläche. Dazu gehören Augerelektronenspektroskopie (AES), Röntgen-Photoelektronen-Spektroskopie (XPS), Ultraviolett-Photoelektronen-Spektroskopie (UPS), Hochaufgelöste Elektronen-Energieverlust-Spektroskopie (HREELS), Heliumstreuung, Sekundärionen Massenspektrometrie (SIMS), Beugung langsamer Elektronen (LEED) und andere. Diese Methoden liefern ein umfassendes Bild des Oberflächenzustandes. Sie benötigen jedoch Ultrahochvakuumbedingungen (UHV), d.h. der Umgebungsdruck liegt bei $10^{-8} \dots 10^{-10}$ Torr, damit ist die *in situ* Analyse von Oberflächen für die meisten technologische Prozesse nur sehr eingeschränkt möglich

und im wesentlichen bleibt sie auf UHV-Prozesse beschränkt. Ein weiterer Nachteil dieser Methoden besteht darin, dass Elektronen und Ionen in sehr starke Wechselwirkung mit der zu untersuchenden Oberfläche treten und somit den ablaufenden Prozess beeinflussen. Die zweite Gruppe von Analyseverfahren basiert auf dem Abtasten der Oberfläche mit Nadeln und dem Messen der Oberflächentopographie, Tunnelströmen, der Oberflächentemperatur und anderer Eigenschaften. Dazu gehören die Atomkraftmikroskopie (AFM), die Rastertunnelmikroskopie (STM) und verwandte Methoden. Diese Methoden erlauben eine Untersuchung der Festkörperoberfläche unter Normalbedingungen sind aber auf sehr kleine Flächen (10 nm ... 70 µm) beschränkt und für reale technologische Prozesse als *in situ* Methode zur Zeit nur bedingt einsetzbar. Zur dritten Gruppe gehören alle die Methoden, die auf der Wechselwirkung von Photonen mit der Festkörperoberfläche beruhen. Dazu gehören Ellipsometrie, Reflexionsanisotropiespektroskopie, Fourier-Transform-Infrarot-Reflexions und Absorptionsspektroskopie, Ramanspektroskopie, dynamische Lichtstreuung und Röntgenbeugung im streifenden Einfall. Diese Methoden bieten die Möglichkeit der Beobachtung und Kontrolle eines breiten Spektrums von Prozessen unter Echtzeit und Normaldruckbedingungen. Der Nachteil dieser Methoden besteht jedoch in der Notwendigkeit von Zusatzinformationen, z.B. Angaben über die Morphologie der Ober- und Grenzflächen, die mit Hilfe anderer unabhängiger Verfahren gewonnen werden müssen. Sie erfordern jedoch einen verhältnismäßig geringen technischen Aufwand und sind gut in vorhandene technologische Geräte zu integrieren. Außerdem ist die Prozessbeeinflussung dieser Analyseverfahren wesentlich geringer als bei den elektronen- und ionenspektroskopischen Verfahren.

3. Reinigung von Substratoberflächen

Reinigungsschritte werden in den Prozesszyklus integriert, um Partikel und organische sowie anorganische Verunreinigungen zu eliminieren, die sich entweder auf den frischen Si-Scheiben befinden oder in Folge unterschiedlichster Prozessschritte auf den Scheiben als ungewolltes Nebenprodukt entstehen. So ist zum Beispiel bekannt, dass während der Plasmabehandlung Partikel oder metallische Verunreinigungen abgeschieden werden, was nicht vereinbar mit der einer modernen Prozessführung ist. Neben der Beseitigung von Verunreinigungen erfüllen die Reinigungsschritte eine weitere wichtige Funktion im Prozessablauf, sie bereiten die Substratoberfläche für den nachfolgenden Prozess vor. Dazu gehören das Entfernen von Photolacken, Schutz- und Opferschichten (Si und SiO₂); das Ätzen (z.B. SiO₂); das Trocknen von Wafern mit Isopropanol; die Eliminierung von Oberflächenrauheiten und die Passivierung der Oberfläche. Für die Reinigung von Festkörperoberflächen stehen folgende Verfahren zur Verfügung:

(1) die nasschemische Reinigung,

- (2) Reinigung durch plasmachemische Verfahren,
- (3) Reinigung durch Trockenätzen unter Verwendung von reaktiven Gasen,
- (4) Eliminierungsverfahren durch Tempern im Vakuum oder in inerter Atmosphäre,
- (5) Reinigungsverfahren auf UV-Basis.

Das zur Zeit dominierende Verfahren ist die nasschemische Reinigung, die in den sechziger Jahren eingeführt und bis jetzt keine wesentliche Veränderung erfahren hat. Erst in jüngster Zeit hat durch die Notwendigkeit der Berücksichtigung der Oberflächenrauheit und ökologischer Anforderungen bei der Verwendung von toxischen Materialien ein Überarbeitung der verwendeten nasschemischen Reinigungsprozesse eingesetzt. Die anderen Verfahren spielen zur Zeit eine untergeordnete Rolle, da sie nicht universell einsetzbar sind und insbesondere bei der Entfernung von metallischen Verunreinigungen Nachteile haben. Eine weiterer Grund für den begrenzten Einsatz trockener Reinigungsprozesse besteht in der konservativen Haltung der Halbleitertechnologie gegenüber der Einführung prinzipieller Neuerungen.

3.1. Partikelentfernung

Die Entfernung von Partikeln ist eine der wichtigsten Aufgaben von Reinigungsprozessen, da diese wesentlich die Ausbeute beeinflussen. Die zulässige Partikelgröße verringert sich mit der Verkleinerung der minimalen lateralen Abmessung. Die maximale Partikelgröße darf 1/10 der kleinsten Strukturgröße nicht überschreiten (**Abb.1**).

Die Adhesion der Partikel wird durch folgende Faktoren bestimmt:

- (1) elektrostatische Anziehungskräfte, die durch Ladungen auf den Partikeln hervorgerufen werden;
- (2) van der Waals Kräfte;
- (3) Anziehungskräfte, die durch die Existenz von elektrischen Dipolschichten hervorgerufen werden;
- (4) kapillare Anziehungskräfte, verursacht von kondensierten Flüssigkeiten auf dem Partikel und/oder der Waferoberfläche;
- (5) chemische Reaktionen der Partikel mit dem Material auf dem er haftet. Das Hauptproblem der Partikelentfernung ist, daß die Haftungskräfte mit der Verringerung der Partikelgröße wachsen während die

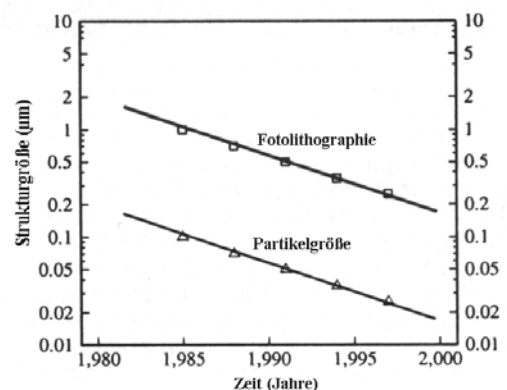


Abb.1 Zusammenhang zwischen minimaler Strukturgröße und maximal zulässiger Partikelgröße

Lösungskräfte sich verringern, da die konventionellen Methoden Vibrationstechniken (Ultraschallbad) und Zentrifugaltechniken (Schleudern) sich mit verkleinernder Masse verringern.

Die verwendeten Standardmethoden der naßchemischen Partikelentfernung beruhen auf der Verringerung der Kapilarkräfte und der Oberflächenladung durch eine geeignete Flüssigkeit bei zusätzlicher Zufuhr von Vibrationsenergie durch Ultra- oder Megaschall. Das effektivste Verfahren beruht auf der SC-1 Chemie des RCA-Prozesses, der auf der Lösung $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} / \text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$ beruht. Das genaue Wirkprinzip sowie die Abhängigkeit der Ablösungseffektivität von der Partikelart, Größe und dem pH-Wert der Lösung sind noch nicht vollständig geklärt.

Eine alternative Methode der Partikelentfernung beruht ebenfalls auf dem Austausch kinetischer Energie. In ihr wird die Substratoberfläche einem Strom von gefrorenen CO_2 , H_2O oder Ar Partikeln ausgesetzt, welche während der Gasexpansion beim Austritt aus einer Düse entstehen. Dieses Verfahren ist sehr effektiv bei der Reinigung von glatten Oberflächen und beruht auf der komplexen Wechselwirkung der schmelzenden kryogenen Teilchen, die eine plastische Deformation der anhaftenden Partikel und einen kinetischen Energietransfer hervorrufen. Gewisse Gase, z.B. CO_2 , verfügen über eine hohe Lösungskapazität von Kohlenwasserstoffen.

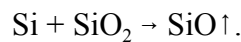
3.2. Metallische Verunreinigungen

Molekulare und atomare Verunreinigungen, insbesondere metallischer Natur, der Substratoberfläche beeinflussen ebenfalls die Ausbeute und können nachfolgende Prozessschritte beeinflussen. Ihre Wechselwirkung mit den Prozessen und den Bauelementeeigenschaften ist sehr spezifisch und hängt von den verwendeten Verfahrensschritten, dem Zeitablauf, den Prozesstemperaturen und den verwendeten Prozessatmosphären ab. Weiterhin spielen die Bauelementeabmessungen, die Größe, die Verteilung der elektrischen Felder und die fließenden elektrischen Ströme sowie vorhandene Strukturdefekte und Grenzflächen eine wichtige Rolle. Metallische Verunreinigungen wie Na, K, Fe, Cu, Zn, Cr, Ni, Ta und Mo besitzen alle schon bei geringen Temperaturen sehr große Diffusionskoeffizienten im Si und können auch während des Plasmaätzens, der Ionenimplantation sowie der Waferreinigung abgeschieden werden. Ihr Einfluss auf die elektronischen Bauelemente lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- (1) Übergangs- und Edelmetalle erzeugen tiefe Zentren in der verbotenen Zone des Halbleiters und verringern damit die Lebensdauer der Minoritätsladungsträger. Dadurch vergrößern sich die Leck-

ströme der pn-Übergänge und der Basisstrom des Bipolartransistors;

- (2) Metalle dekorieren existierende Strukturdefekte, wie Versetzungen und Packungsdefekte, was ebenfalls zur Erhöhung der Leckströme führt und in DRAMs zu einer Erhöhung des Leistungsverbrauchs und zur Verringerung der Zykluszeit beiträgt;
- (3) Metallprecipitate und die verursachte Vergrößerung der Oberflächenrauheit führt zur lokalen Feldverstärkung an Inhomogenitäten und so zu einer Auslenkung der integralen Durchbruchspannung des Gateoxides;
- (4) Metalle, insbesondere Edelmetalle, besitzen eine katalytische Wirkung auf die Zersetzungsreaktion des SiO_2 an der Si-SiO₂-Grenzfläche. Dabei läuft folgende Reaktion ab



Diese Reaktion führt zur Bildung von Mikrohöhlräumen in der Nähe der Metalle und damit zu elektrischen Defekten im Oxid (**Abb.2**);

- (5) Alkalische Verunreinigungen führen zu Hystereseerscheinungen in der C-U-Kurve der MOS-Kapazität. In modernen Bauelementen wird eine Oberflächenkonzentration der metallische Verunreinigungen von unter 10^{10} cm^{-2} gefordert. Eine solch geringe Dichte liegt in der Nähe der Nachweisgrenze der meisten Analytikverfahren und stellt an diese extreme Anforderungen. Die Anforderungen an die Prozessreinheit verstärken sich mit Herabskalierung der Strukturbreite, weil die damit einhergehende Verringerung der Schicht dicken zu einer immer größeren Empfindlichkeit der Bauelemente gegenüber Verunreinigungen führt. Die metallischen Verunreinigungen können durch nasschemische und trockenchemische Verfahren entfernt werden, dabei gilt es jedoch die chemische Wechselwirkungen zu berücksichtigen.

Im Falle der nasschemischen Reinigung (RCA-Prozeß) die für die Entfernung von metallischen Verunreinigungen entwickelt wurde, sind folgende Wechselwirkungen bekannt:

- (1) Abscheidung von $\text{Fe}(\text{OH})_3$ im SC-1 Schritt der RCA-Reinigung und deren Entfernung im SC-2 Schritt (HCl , H_2O_2 , H_2O).
- (2) Abscheidung von Metallen, wie z.B. Cu, auf der Waferoberfläche aus HF-Lösungen auf Grund der elektrochemische Reaktion des Cu mit der hydrogenisierten Si-Oberfläche, da das elektrochemische Potential von Cu größer als das des Wasserstoffes ist. Diese bilden eine silizidähnliche Verbindung

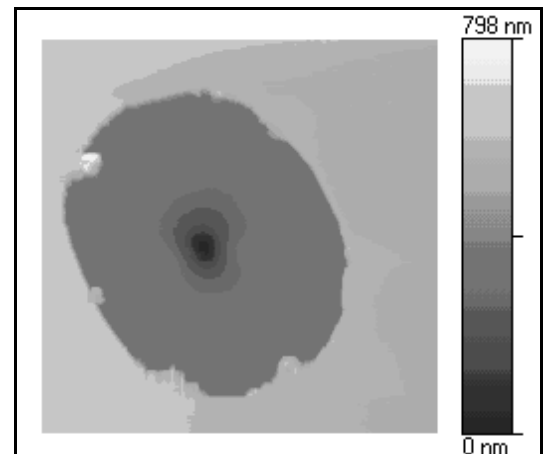
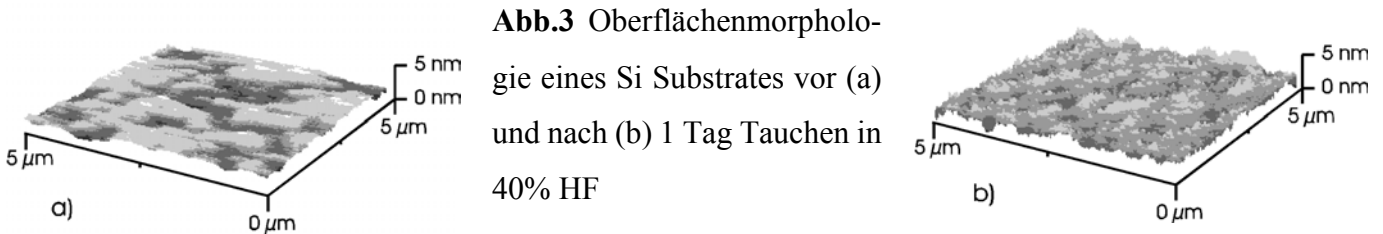


Abb.2 Defekt in einer Oxidschicht der durch die katalytische Wirkung von Metallverunreinigungen an der Grenzfläche SiO₂/Si während des Temperns in einer H₂ Atmosphäre hervorgerufen wurde

und können nasschemisch nicht entfernt mehr werden. Dieser Prozeß kann nur durch eine Pufferung des HF verhindert werden. Im Falle von Ni ist eine Entfernung nur durch abätzen der Si-Oberfläche möglich.

- (3) Aufrauhung der Oberfläche im HF-Bad (**Abb.3**).



Als Alternative zur nasschemischen Reinigung wurden Trockenätzprozesse entwickelt. Ihr Vorteil liegt im geringeren Verbrauch toxischer Stoffe. Diese Verfahren besitzen jedoch folgende Nachteile:

- (1) es sind höhere Prozesstemperaturen notwendig;
- (2) metallische Verunreinigungen lassen sich nur unter Abtrag von Substratmaterial entfernen,
- (3) der effektive Ätzprozess kann mit einer starken Aufrauhung verbunden sein.

Dies und die Weiterentwicklung der nasschemischen Prozesse hinsichtlich ihres Chemikalienverbrauches hat dazu geführt das die Trockenätzprozesse nur begrenzt als *in situ* Reinigungsschritte angewendet werden.

3.3. Oberflächenpassivierung und Prozessintegration

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Substratoberfläche ist die Vorbereitung der Si-Scheibe für den nachfolgenden Technologieschritt. Dazu ist die Einstellung einer geforderten Rauheit und eine prozeßkonforme Passivierung der Oberfläche notwendig. Die Passivierung der Oberfläche muß folgenden Anforderungen genügen: (1) Verhinderung einer Rekontamination der Oberfläche; (2) die Passivierung muß eine ausreichende zeitliche Stabilität besitzen.

Für die Passivierung der Oberfläche werden überwiegend zwei Verfahren genutzt. Erstens, die Passivierung der Oberfläche durch ein hydrophiles kohlenstoffreies Oxid als Endprodukt des RCA-Prozesses (hydrophile Oberfläche) und zweitens, die Wasserstoffpassivierung der Oberfläche durch ein abschließendes HF-Tauchen (hydrophobe Oberfläche). Im Vergleich zur hydrophilen Oberfläche müssen bei der hydrophoben Oberflächen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- (1) Sie ist sehr anfällig gegenüber erneuter Partikelverhaftung, was die Gefahr von Mg und Ca Kontaminationen erhöht. Dies kann durch Trocknen mit N_2 verringert werden.
- (2) Sie besitzt eine hohe Empfindlichkeit gegenüber der Kohlenwasserstoffrekontaminationen. Die

Entfernung von diesen Kohlenwasserstoffen bei Beibehaltung der Wasserstoffterminierung ist schwer, da alle effektiven Methoden wie der RCA-Prozeß oder UV-Ozon gestützte Verfahren zu einer Oxidation der Si-Oberfläche führen. Dadurch kann es bei nachfolgenden Hochtemperaturschritten zur SiC-Bildung kommen. Durch Zusatz von Sauerstoff in den vorgeschalteten *in situ* Reinigungsprozess muss das SiC durch Bildung von CO oder CO₂ eliminiert werden. Einzig das Behandeln des Substrates mit einem Wasserstoffplasma eröffnet neue Möglichkeiten.

- (4) Es besteht die Gefahr der Abscheidung von Edelmetallen, insbesondere Cu, während des HF-Tauchens.
- (5) Sie besitzt nur eine begrenzte zeitliche Stabilität (mehrere Stunden) gegen Reoxidation, sowie thermische Stabilität (bis ungefähr 500°C) auf Grund thermisch stimulierte Desorption (**Abb.4**).
- (6) Es besteht die Möglichkeit der Oberflächenaufrauung durch nichtoptimiertes HF-Tauchen.
- (7) Es muß eine kontrollierte Umgebungsatmosphäre geschaffen werden.

Die oxidische Oberfläche ist stabil gegenüber der thermischen Zersetzung bis ungefähr 850°C (**Abb.4**). Dies muss bei nachfolgenden Prozessen berücksichtigt werden. Damit besteht bei der hydrophilen Oberfläche die Notwendigkeit des Entfernens des Oxides vor Epitaxieprozessen durch Tempern im Vakuum oder Gasphasenätzen in H₂, H₂+HF, H₂+HCl. Außerdem existiert die Gefahr einer Vergrößerung der Rauheit der Oberfläche durch inhomogenes Abtragen der oxidischen Deckschicht. Dieser Umstand führt im ungünstigsten Fall zur Bildung von Löchern mit einer Tiefe von mehreren Mikrometern in einigen Sekunden.

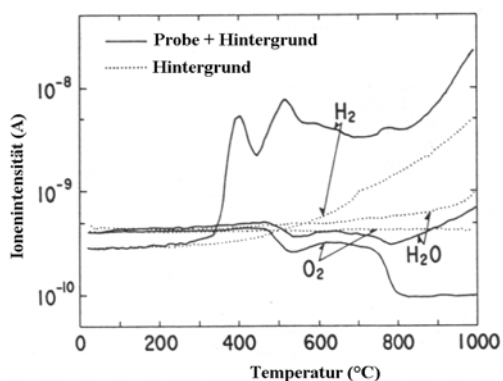


Abb.4 Thermische Desorption verschiedener Moleküle von einer nasschemisch behandelten Siliziumoberfläche

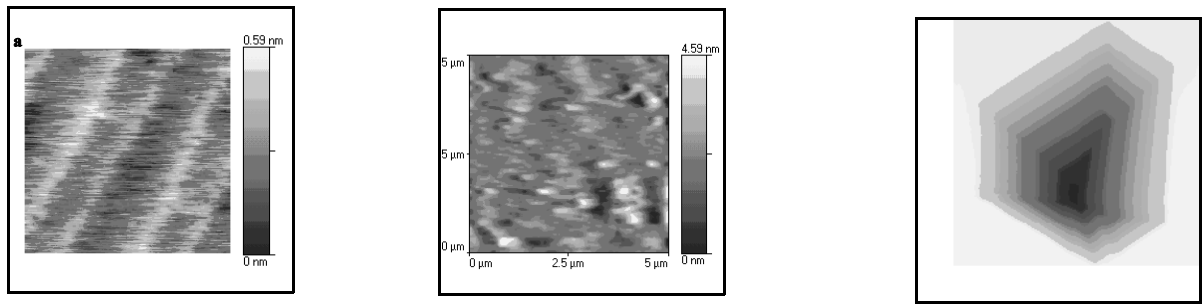


Abb.5 AFM Aufnahme unterschiedlicher Oberflächenmorphologien nach dem Tempern einer Si Substrates in Wasserstoffatmosphäre. (a) Glatte Oberfläche mit Stufen, (b) Raue Oberfläche durch unvollständiges Abtragen des Oxides, (c) Grubenbildung durch selektives Ätzen.

Die oxidierte Oberfläche ist jedoch unempfindlich gegenüber einer nachfolgenden Oxidation der Oberfläche und der Adsorption von Kohlenwasserstoffen. Dadurch entfallen Forderungen nach speziellen Lagerungsatmosphären für die Substrate. Außerdem führt der RCA-Prozess zu einer mit Fluor angereicherten Oberfläche was sich positiv auf die Oxidqualität niederschlägt, da Fluor die Stabilität des Gateoxides gegenüber heißen Ladungsträgern erhöht.

Im allgemeinen sind beide Oberflächenpassivierungsverfahren sowohl für nachfolgende Oxidation als auch für Epitaxieschritte verwendbar. Sie müssen jedoch für diese optimiert werden. Ungeachtet dessen folgt aus den Eigenschaften der hydrophilen und hydrophoben Oberflächen Vorzüge gegenüber nachfolgenden Prozessschritten, die vereinfacht in **Abb. 6** dargestellt sind. So besteht mit abschließendem HF-Tauchen eine größere Gefahr der Aufrauung der Si-SiO₂ Grenzfläche als beim RCA-Prozess. Im Falle der RCA-Reinigung kann ein nachfolgender Epitaxieprozess nachhaltig gestört werden, was im Extremfall zur Abscheidung von polykristallinem Material führen kann. Diese Gefahr verstärkt sich insbesondere mit der Entwicklung von Epitaxieprozessen die bei Temperaturen bis zu 350°C ablaufen.

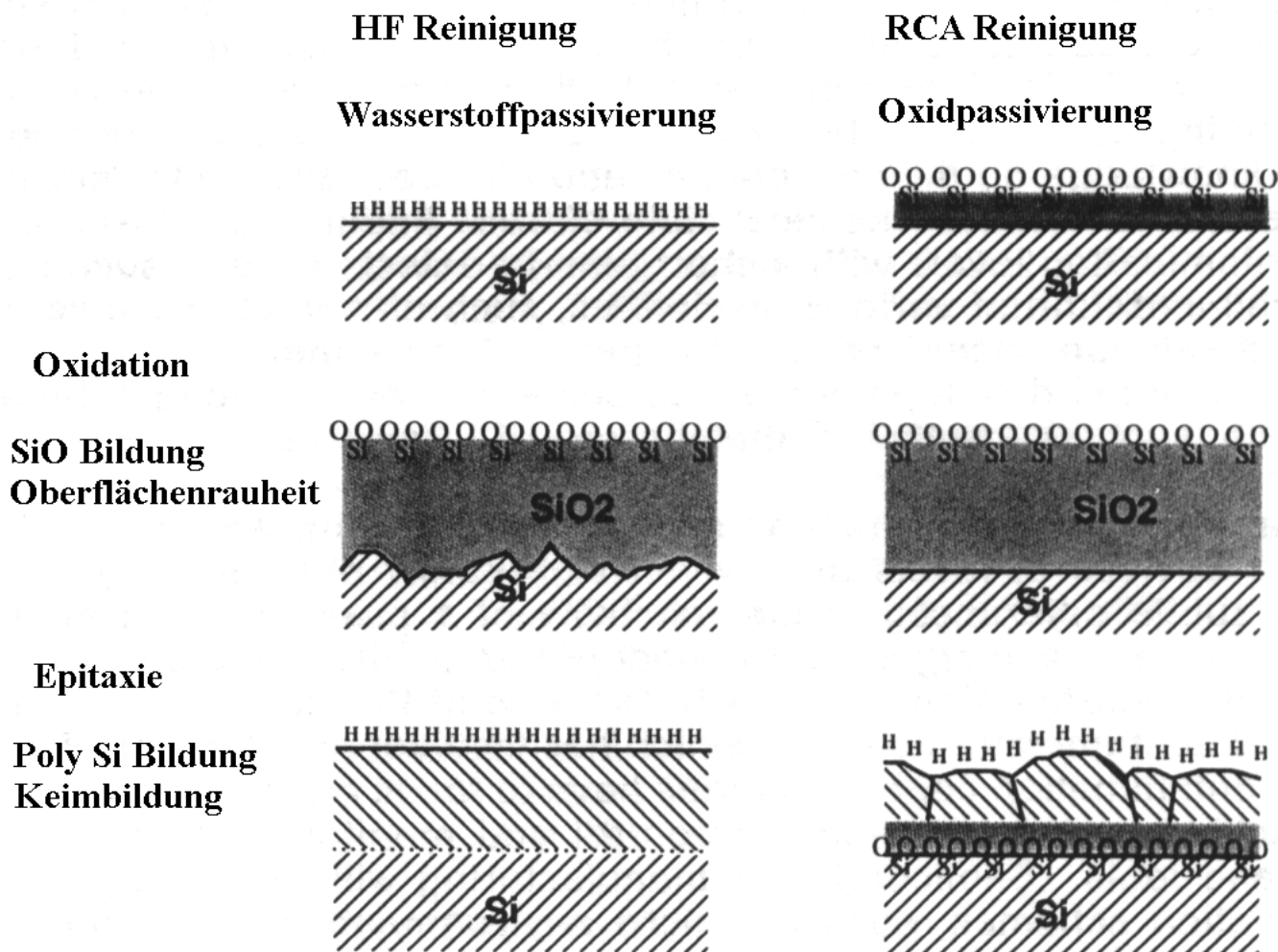
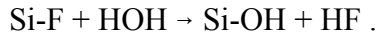


Abb.6 Schematische Darstellung des möglichen Einflusses unterschiedlicher Substratpassivierungen auf die Oxidation und die Epitaxie

3.4. Reoxidation wasserstoffterminierter Oberflächen

Siliziumoberflächen, die einem abschließendem HF-Tauchen unterworfen werden sind durch eine Wasserstoffterminierung gekennzeichnet. Neben der Wasserstoffbedeckung der Oberfläche befinden sich auf ihr ungefähr $10^{13} \dots 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ Fluratome, was einer Bedeckung von 0.01 ... 0.1 Monolagen entspricht. Wird diese Oberfläche anschließend einer wasserhaltigen Umgebung, wie einem Schutzgas, Luft, deionisiertem Wasser, ausgesetzt kommt es zu einer Reoxidation der Substratoberfläche. Dieser Prozess ist durch zwei Phasen gekennzeichnet und hängt von der Dotierung des Substrates, dem Wassergehalt der Umgebungsatmosphäre oder der Konzentration des gelösten Sauerstoffes im deionisiertem Wasser ab. Der ablaufende Prozess ist durch zwei Phasen gekennzeichnet. Einer Inkubationszeit, die von einige Minuten bis zu mehreren Stunden dauern kann, und dem Oxidwachstum (**Abb.7, 8**).

Während der Inkubationszeit in der kein Oxidwachstum abläuft wird das Fluor in der wasserstoffterminierten Schicht durch OH-Gruppen ersetzt. Es läuft folgende chemische Reaktion ab



Alternativ ist der Einbau von Kohlenwasserstoffen in Form von CH_x möglich. Die eingebauten OH-Gruppen erleichtern den Einbau von Sauerstoff durch Bildung von Si-O-Si Brücken. Die assoziierten Si-OH Gruppen fungieren als bevorzugte Adsorptionsstellen für Wasser und forcieren den weiteren Sauerstoffeinbau. Der Oxidationsprozess des Si-Substrates beginnt, wenn ungefähr eine halbe Monolage Sauerstoff auf diesem Wege adsorbiert wurde.

Das Wachstum des natürlichen Oxides beginnt mit der Bildung von 1.0 ... 1.5 nm großen SiO_2 Keimen auf den Terrassen der Si-Oberfläche. Diese Keime bestehen aus koaleszierten Si-O-Si Brücken die stark verspannt sind. Diese Spannungen verringern die Bindungsenergie der den Keim umgebenden Si-Bindungen und führen zu einem weiteren Sauerstoffeinbau und damit zum Oxidwachstum. Der Oxidationsprozess ist abgeschlossen, wenn sich eine geschlossenen SiO_2 -Schicht gebildet hat, die den weiteren Transport von Sauerstoff zur Grenzfläche verhindert. Die Dicke des so gebildeten natürlichen Oxides kann von 2 ... 10 nm betragen.

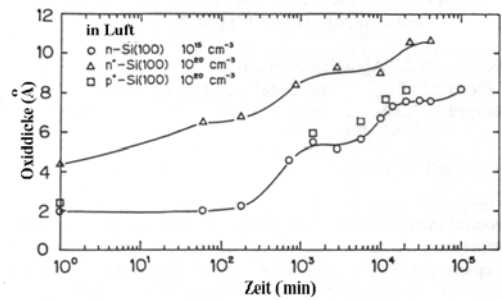


Abb.7 Reoxidation einer Wasserstoffterminierten Si Oberfläche an Luft

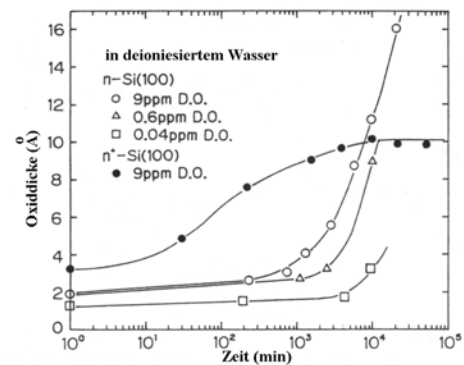


Abb.8 Reoxidation einer wasserstoffterminierten Si Oberfläche in deionisiertem Wasser mit unterschiedlicher Konzentration von gelöstem Sauerstoff

4. Aufgaben zur Vorbereitung

- 4.1. Welche Aufgaben hat die Waferreinigung in der Siliziumtechnologie?
- 4.2. Welche Verunreinigungen von Halbleitern sind Ihnen bekannt und wie können sie beseitigt werden?
- 4.3. Welche negativen Wirkungen haben metallische Verunreinigungen auf die elektronischen Bauelemente?

- 4.4. Vergleichen Sie nasschemische, gaschemische und plasmachemische Reinigungsverfahren.
- 4.5. Erläutern Sie den Unterschied, sowie die Vor- und Nachteile hydrophober und hydrophiler Oberflächen.
- 4.6. Wie läuft der Reoxidationsprozess einer wasserstoffterminierten Oberfläche ab?

5. Praktikumsaufgabe

Untersuchen Sie das Reoxidationsverhalten von Siliziumsubstraten nach der Vorreinigung mit und ohne HF-Tauchen mit Hilfe des Ellipsometers.

6. Literatur

- [1] Chemical Surface Preparation, Passivation and Cleaning for Semiconductor Growth and Processing, Ed. R.J. Nemanich, C.R. Helms, M. Hirose and G.W. Rubloff, Materials Research Society Symposium Proceedings, vol. 259, 1992.
- [2] M. Grundner, D.G. Graf, P.O. Hahn and A. Schnegg, Wet Chemical Treatments of Si Surfaces: Chemical Composition and Morphology, Solid State Technology, 1991, N.2, 69-75.

7. Programmbedienung

- 7.1. SE 400 aufrufen
- 7.2. Set Info aufrufen. Darin das Protokoll löschen.
- 7.3. Das Programm "Kontinuierliche Messung der Oxiddicke auf Si" aufrufen (aga-sio1.pro).
- 7.4. Das Programm "Konvertierung Kinetik" aufrufen (sio1.xls).
- 7.5. Microsoft Excel aufrufen und die Messergebnisse darstellen.

Programme

- (1) sio2-con.tsk (Oxiddicke)
- (2) sio2acon.tsk (Oxiddicke und Brechungsindex)
- (3) konexcel.exe
- (4) elli16.exe
- (5) ellidata.exe

Erstellt von Dr. rer. nat. J. Pezoldt